



Vlaanderen
is erfgoed

Onderzoeksrapport

Koolstofarm verwarmen en koelen van woningen met erfgoedwaarde

Gevalstudies: becijferde voorbeeldscenario's voor concrete technische oplossingen

Agentschap
Onroerend
Erfgoed

COLOFON

TITEL

Koolstofarm verwarmen en koelen van woning met erfgoedwaarde
Gevalstudies: becijferde voorbeeldscenario's voor concrete technische oplossingen

REEKS

Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed nr. 338

AUTEURS

Filip Descamps, Pieter Bosmans, Margot De Pauw en Roel Hendrickx

JAAR VAN UITGAVE

2024

Een uitgave van agentschap Onroerend Erfgoed, Wetenschappelijke instelling van de Vlaamse Overheid, Beleidsdomein Omgeving
Published by the Flanders Heritage Agency, Scientific Institution of the Flemish Government, policy area Environment

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Peter De Wilde

LEDEN STUURGROEP

Agentschap Onroerend Erfgoed: Nathalie Vernimme, Ann-Katrijn Van Hootegem, Hilde Thibaut, Inge Appermont, Elke Denissen, Nancy Thiels, Anouk Decavele, Maarten Van Dijck,
Gorduna: Isolde Verhulst,
VEKA: Mieke Deurinck, Dieter Patteeuw

EINDREDACTIE

Nathalie Vernimme, Sen Dhollander

OMSLAGILLUSTRATIE

Binnenunit van monoblock warmtepomp installatie, ingewerkt in nis
© Dieter Daniels, Rooilijn Architectuur

agentschap Onroerend Erfgoed
Koning Albert II-laan 15 bus 236
1210 Brussel
T +32 2 553 16 50
info@onroerenderfgoed.be
www.onroerenderfgoed.be

Dit werk is beschikbaar onder de Modellicentie Gratis Hergebruik v1.0.
This work is licensed under the Free Open Data Licence v.1.0.

Dit werk is beschikbaar onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0 Internationaal-licentie. Bezoek
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> om een kopie te zien van de licentie.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

<https://doi.org/10.55465/ZKXF2010>
ISSN 1371-4678
D/2024/3241/329





KOOLSTOFARM
VERWARMEN EN
KOELEN VAN
WONINGEN MET
ERFGOEDWAARDE

Gevalstudies: becijferde
voorbeeldscenario's voor concrete
technische oplossingen



FILIP DESCAMPS, PIETER BOSMANS, MARGOT DE PAUW EN ROEL HENDRICKX

0	INLEIDING.....	11
0.1	CONTEXT EN DOEL.....	11
0.2	OPBOUW.....	11
0.3	DRIE METHODIEKEN	12
0.4	IMPLEMENTATIE VAN DE METHODIEKEN	17
1	HOEVE DE HERTOOGH, NEERVELP	18
1.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	18
1.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	21
1.2.1	OMGEVING	21
1.2.2	EXTERIEUR.....	21
1.2.3	INTERIEUR.....	21
1.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK	22
1.3.1	BASISINFO.....	22
1.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE.....	22
1.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL.....	22
1.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	23
1.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	23
1.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS.....	23
1.4.4	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK	23
1.4.5	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR DE ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	25
1.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	26
1.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	26
1.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	27
1.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER	28
1.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	30
1.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU	31
1.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR).....	32
1.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR).....	33
1.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN.....	34
1.7	ANALYSE EPC.....	35
1.7.1	EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE	35
1.7.2	EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE	35
1.8	ANALYSE EBECS.....	36
1.8.1	MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL.....	36
1.8.2	TUSSENSCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL.....	37
1.8.3	MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE.....	38



1.9	CONCLUSIE.....	39
2	HERENHUIS, GENT	40
2.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	40
2.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	47
2.2.1	OMGEVING.....	47
2.2.2	EXTERIEUR.....	47
2.2.3	INTERIEUR	48
2.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	48
2.3.1	BASISINFO	48
2.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE	49
2.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL	49
2.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	49
2.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS	50
2.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK.....	50
2.4.4	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	50
2.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	52
2.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	52
2.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	54
2.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER.....	55
2.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	56
2.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU / WOONGEDEELTE.....	57
2.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR) / WOONGEDEELTE	58
2.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR) / WOONGEDEELTE	59
2.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN / WOONGEDEELTE	60
2.6.5	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU / STUDENTENKAMERS BOVEN	61
2.6.6	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR) / STUDENTENKAMERS BOVEN	62
2.6.7	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR) / STUDENTENKAMERS BOVEN	63
2.6.8	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN / STUDENTENKAMERS BOVEN.....	64
2.6.9	HAALBAARHEID VAN LAGE-TEMPERATUUR	65
2.7	ANALYSE EPC	66
2.8	ANALYSE EBECs.....	67
2.8.1	MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL.....	67
2.8.2	TUSSENSCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL.....	68
2.8.3	MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE	69
2.9	CONCLUSIE.....	70
3	ARCHITECTENWONING BRAEM, DEURNE	71



3.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	71
3.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	77
3.2.1	OMGEVING	77
3.2.2	EXTERIEUR	77
3.2.3	INTERIEUR.....	77
3.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK	78
3.3.1	BASISINFO.....	78
3.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE.....	81
3.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL.....	82
3.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	82
3.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	82
3.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS.....	82
3.4.4	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK	82
3.4.5	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	84
3.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	85
3.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	85
3.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	87
3.5.3	AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKER	89
3.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	91
3.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU	91
3.6.2	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR).....	92
3.6.3	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN.....	93
3.7	ANALYSE DYNAMISCHE ENERGIEBALANSSIMULATIE	94
3.7.1	GEÏNTEGREERDE AANPAK	95
3.7.2	INSTALLATIE VOOR WARMTEOPWEKKING EN BEREIDING VAN SANITAIR WARM WATER.....	98
3.7.3	ENERGIEBALANSSIMULATIE ENERGETISCHE RENOVATIE	99
3.7.4	CHECK VAN DE BESCHIKBAARHEID VAN VOLDOENDE AFGIFTEVERMOGEN	99
3.8	CONCLUSIE	100
4	KASTEEL VAN HEX, HEERS	102
4.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	102
4.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	107
4.2.1	OMGEVING	107
4.2.2	EXTERIEUR	107
4.2.3	INTERIEUR.....	108
4.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK	111
4.3.1	BASISINFO.....	111



4.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE	114
4.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL	115
4.4.1	RENOVATIE-OPTIES VAN DE DAKEN	115
4.4.2	RENOVATIE-OPTIES VAN DE GEVELS	115
4.4.3	RENOVATIE-OPTIES VAN HET SCHRIJNWERK	116
4.4.4	PLAATSELIJK BOX-IN-BOX CREËREN IN VAAK GEBRUIKTE RUIMTEN	117
4.4.5	VERBETERING VAN DE LUCHTDICHTHEID	117
4.4.6	OVERZICHTSTABEL VAN MOGELIJKE SCENARIO'S	118
4.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	119
4.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	119
4.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE.....	120
4.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER.....	122
4.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	125
4.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU.....	126
4.6.2	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)	127
4.6.3	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	128
4.7	ANALYSE EPC	129
4.8	CONCLUSIE.....	129
5	TUINWIJKWONING, WATERSCHEI	131
5.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	131
5.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	136
5.2.1	OMGEVING.....	136
5.2.2	EXTERIEUR.....	136
5.2.3	INTERIEUR	136
5.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	137
5.3.1	BASISINFO	137
5.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES.....	137
5.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL	137
5.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	137
5.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN (BOVEN DE KELDER).....	138
5.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS	138
5.4.4	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK.....	140
5.4.5	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	140
5.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	142
5.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	142
5.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	143
5.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER.....	144

////////////////////////////////////

5.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	145
5.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU	147
5.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR).....	148
5.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR).....	149
5.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	150
5.7	ANALYSE EBECS.....	151
5.7.1	MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL.....	151
5.7.2	TUSSENSCENARIO ISOLATIE SCHIL.....	152
5.7.3	MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE.....	152
5.8	CONCLUSIE	153
6	GODSHUIS SINT-BARBARA, ANTWERPEN	155
6.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	155
6.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	157
6.2.1	OMGEVING	157
6.2.2	INTERIEUR.....	157
6.2.3	EXTERIEUR	157
6.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	158
6.3.1	BASISINFO.....	158
6.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES	158
6.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL.....	158
6.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	158
6.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS.....	158
6.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK	158
6.4.4	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	159
6.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	159
6.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	159
6.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	160
6.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTE-OPWEKKER.....	162
6.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	165
6.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU	166
6.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR).....	167
6.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR).....	168
6.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	169
6.7	ANALYSE EPC.....	170
6.8	CONCLUSIE	170
7	RESIDENTIE DUINPARK, OOSTDUINKERKE.....	171



7.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	171
7.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	174
7.2.1	OMGEVING	174
7.2.2	EXTERIEUR	175
7.2.3	INTERIEUR	175
7.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	175
7.3.1	BASISINFO	175
7.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES.....	175
7.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL	176
7.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	176
7.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	176
7.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS	176
7.4.4	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK	176
7.4.5	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	177
7.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	177
7.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE	177
7.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	178
7.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER.....	181
7.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	183
7.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU.....	183
7.6.2	SYSTEEMKEUZE	184
7.6.3	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	186
7.7	DIMENSIONERING AFGIFTESYSTEEM	188
7.8	ANALYSE EPC	188
7.8.1	EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE.....	188
7.8.2	EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE.....	188
7.8.3	EPC-SIMULATIE BIJ DOORGEDREVEN RENOVATIE	189
7.9	CONCLUSIE.....	189
8	VILLA TE NITTERVELD, RONSE	190
8.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	190
8.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	194
8.2.1	OMGEVING	194
8.2.2	EXTERIEUR	194
8.2.3	INTERIEUR	194
8.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	194
8.3.1	BASISINFO	194



8.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES	196
8.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL.....	197
8.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	197
8.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	197
8.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS.....	198
8.4.4	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	198
8.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	200
8.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	200
8.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	201
8.5.3	AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER	203
8.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	204
8.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU	205
8.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR).....	206
8.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR).....	206
8.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	207
8.7	ANALYSE EPC.....	208
8.7.1	EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE (TOESTAND 2005)	208
8.7.2	EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE	208
8.7.3	EPC-SIMULATIE DOORGEDREVEN RENOVATIE	209
8.8	CONCLUSIE	209
9	WONING ROELANTS, LENNIK.....	210
9.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	210
9.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	213
9.2.1	OMGEVING	213
9.2.2	EXTERIEUR	213
9.2.3	INTERIEUR.....	213
9.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK	213
9.3.1	BASISINFO.....	213
9.3.2	ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES	214
9.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL.....	216
9.4.1	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN	216
9.4.2	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN	216
9.4.3	RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS.....	216
9.4.4	RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK	217
9.4.5	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	217
9.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	218
9.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	218



9.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	219
9.5.3	AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKER	221
9.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	223
9.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE- TEMPERATUURNIVEAU	224
9.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)	225
9.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)	225
9.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	226
9.7	ANALYSE DYNAMISCHE ENERGIEBALANSSIMULATIE	227
9.8	ANALYSE EBECS.....	227
9.8.1	OORSPRONKELIJKE ISOLATIESCHIL.....	227
9.8.2	HUIDIGE TOESTAND ISOLATIESCHIL NA RENOVATIE	228
9.8.3	MAXIMALE INTERVENTIE ISOLATIESCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE	229
9.9	CONCLUSIE.....	230
10	STEEGBELUIK KARTUIZERLAAN, GENT	232
10.1	SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING	232
10.2	BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN	235
10.2.1	OMGEVING.....	235
10.2.2	EXTERIEUR.....	235
10.2.3	INTERIEUR	235
10.3	HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK.....	236
10.3.1	BASISINFO	236
10.3.2	ANALYSE VAN BESTAANDE INSTALLATIES	236
10.4	RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL	236
10.4.1	OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN	236
10.5	AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE	238
10.5.1	AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN	238
10.5.2	AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE	238
10.5.3	AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKING.....	239
10.6	TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN	244
10.6.1	THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE- TEMPERATUURNIVEAU	245
10.6.2	SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)	246
10.6.3	SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)	247
10.6.4	SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN	248
10.7	ANALYSE EPC	249
10.8	ANALYSE EBECS.....	249
10.8.1	HUIDIGE ISOLATIESCHIL	249



10.8.2	TUSSENSCENARIO: BEPERKTE INGREPEN OP DE ISOLATIESCHIL.....	250
10.8.3	MAXIMALE INTERVENTIE ISOLATIESCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE	251
10.9	CONCLUSIE	252
11	ALGEMENE CONCLUSIE BIJ ALLE GEVALSTUDIES	254



0 INLEIDING

0.1 CONTEXT EN DOEL

Dit rapport presenteert de bevindingen van een scenario-onderzoek gericht op de integratie van koolstofarme klimaatsystemen in verschillende types erfgoedwoningen. De focus ligt op het formuleren van concrete conclusies en aanbevelingen in een aantal cases. Er werden 10 veel voorkomende types erfgoedwoningen onderzocht, waarbij rekening wordt gehouden met de erfgoedwaarden en drie verschillende isolatieniveaus.

0.2 OPBOUW

Dit deel van het rapport belicht een **praktische benadering** van de uitdaging om koolstofarme verwarming en koeling te integreren in erfgoedwoningen. De ontwikkelde methodiek en werkvolgorde wordt geïllustreerd aan de hand van de toepassing ervan op tien typewoningen. Elk type woning wordt grondig geanalyseerd en gedocumenteerd, met commentaar dat de besluitvorming en het proces achter elke stap verheldert.

We bespreken achtereenvolgens volgende woningen met erfgoedwaarde:

- Hoeve De Hertogh, Neervelp (beschermd monument sinds 2002)
- Herenhuis, Gent (vastgesteld bouwkundig erfgoed sinds 1976)
- Architectenwoning Renaat Braem, Deurne (beschermd monument sinds 1995)
- Kasteel van Hex, Heers (beschermd monument sinds 1948)
- Tuinwijkwoning, Waterschei (vastgesteld bouwkundig erfgoed sinds 2018)
- Godshuis Sint-Barbara, Antwerpen (beschermd monument sinds 1980)
- Residentie Duinpark, Oostduinkerke
- Villa Te Nitterveld, Ronse (beschermd monument sinds 2000)
- Modernistisch woonhuis van Maurice Roelants, Lennik (beschermd monument sinds 2009)
- Steegbeluik Kartuizerlaan, Gent (vastgesteld bouwkundig erfgoed sinds 2009)

Het startpunt is telkens de **analyse van de erfgoedwaarde**, met het oog op de mogelijkheden voor verduurzaming die de erfgoedkenmerken van deze woningen respecteren. Om deze oefening uit te voeren, wordt gebruik gemaakt van de **afwegingsschema's schildelen** van het Agentschap Onroerend Erfgoed. Door rekening te houden met de specifieke erfgoedwaarden van elk type erfgoedwoning, worden de afwegingsschema's zorgvuldig ingevuld. Deze analyse vullen we aan met het huidige energieverbruik van de gevalstudies, indien deze gegevens beschikbaar zijn. Aan het eind van deze oefening onderscheiden we **drie isolatieniveaus** voor elk type erfgoedwoning:

- een scenario met geen of maximum één geïsoleerd gebouwdeel
- een scenario waarin dak en schrijnwerk geïsoleerd zijn
- een scenario met een verbeterde isolatiegraad van meer dan twee geïsoleerde gebouwdelen.

Voor elk van deze niveaus worden de **drie afwegingsschema's voor koolstofarme klimaatsystemen** doorlopen. Hieruit volgt:



- welke technische oplossingen de voorkeur verdienen
- welke oplossingen mogelijk zijn met behoud van de erfgoedwaarde
- welke oplossingen niet weerhouden worden.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke impact van de verschillende technische installaties op de erfgoedwaarde en de technische limieten, kan de gebruiker terugvallen op de documentatie in de **catalogus**. Het resultaat van de afwegingsschema's wordt dan gebruikt als randvoorwaarde bij het gebruik van de beslissingsboom.

De **beslissingsbomen** worden vervolgens ingevuld voor de verschillende isolatieniveaus. Zo volgt een concreet voorstel voor een technische oplossing in elk specifiek geval. De volledig ingevulde afwegingsschema's en beslissingsbomen zijn terug te vinden in de (digitale) bijlage.

In de laatste stap van deze gevalstudies wordt de **analyse cijfermatig onderbouwd**. Hiervoor wordt een combinatie van verschillende tools benut, waaronder kostprijsberekeningen volgens de methodologie van kostenoptimale studies voor EPB, alsook analyses van CO₂-besparingen op basis van zowel het EPC als het werkelijk energieverbruik. Deze geïntegreerde benadering zorgt voor een grondige evaluatie van de voorgestelde oplossingen en biedt een solide basis voor het nemen van weloverwogen beslissingen.

De aanpak volgt voor elke gevalstudie hetzelfde stramien, maar is telkens net iets anders. We hebben getracht de specificiteit van elk geval tot uiting te brengen door een diversiteit in de aanpak.

Door gebruik te maken van diverse analysetools wordt een **holistisch beeld** verkregen van de potentiële impact van de voorgestelde renovatie- en integratieoplossingen. Dit stelt de lezers in staat om niet alleen de praktische haalbaarheid, maar ook de economische en ecologische implicaties van elk scenario te begrijpen. Het biedt een waardevol inzicht in de kosten-batenverhouding en de milieuvoordelen van de voorgestelde maatregelen, waardoor stakeholders een gefundeerde beslissing kunnen nemen over de toekomstige aanpak van erfgoedrenovatieprojecten.

0.3 DRIE METHODIEKEN

We gebruiken drie methodieken om de aanbevelingen te formuleren: (1) het energieprestatiecertificaat, (2) de EnergyVille Building Energy Calculation Service (EBECS) en (3) dynamische energiebalanssimulatie.

0.3.1 ENERGIEPRESTATIECERTIFICAAT EPC

Het energieprestatiecertificaat (EPC) is een document dat informatie geeft over de energiezuinigheid van een gebouw. Het wordt opgesteld door een erkende energiedeskundige en is verplicht bij verkoop of verhuur van woningen en appartementen. Het EPC geeft ook **aanbevelingen en tips** om het energielabel van een (kleine niet-) residentiële eenheid te verbeteren. Deze aanbevelingen houden geen rekening met het behoud van erfgoedwaarde. In dit document worden de beslissingsbomen en afwegingsschema's gebruikt om toch rekening te houden met het behoud van erfgoedwaarde.

Het EPC wil een **objectieve vergelijking tussen verschillende gebouwen** mogelijk maken, ongeacht de gebruiker. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een arbitrair comfortniveau, zoals bijvoorbeeld de binnentemperatuur in de gebruiksruidten. We kunnen hier spreken van een **theoretisch energieverbruik**.

De energiedeskundige kijkt naar verschillende aspecten van het gebouw, zoals isolatie, verwarming, ventilatie en zonnepanelen. Op basis van deze gegevens wordt een energiescore berekend. Hoe lager de score, hoe energiezuiniger het gebouw. Het EPC bevat ook een energielabel (A tot F) en praktische



tips om energie te besparen. Een goed EPC kan de waarde van de woning verhogen en helpt huurders en kopers om bewuste keuzes te maken op het gebied van energie.

Het Energieprestatiecertificaat (EPC) is een weergave van de energetische toestand van een gebouw op het moment van het inspectiebezoek van de energiedeskundige. Het EPC geeft aanbevelingen om te voldoen aan de energiedoelstellingen van 2050. De energetische kwaliteit wordt uitgedrukt in een berekende energiescore. Dit is het berekende jaarlijkse totale primaire energieverbruik gedeeld door de bruikbare vloeroppervlakte van de gebouweenheid. De achterliggende berekening is gebaseerd op een **stationaire maandelijkse energiebalans**. Het is een aanpassing aan de Vlaamse context van de Europese methode volgens NBN EN ISO 52000-1 (2017) "Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment - Part 1: General framework and procedures".

0.3.2 ENERGYVILLE BUILDING ENERGY CALCULATION SERVICE (EBECS)

Via de EnergyVille Building Energy Calculation Service (EBECS¹) wordt een lijvige permutatie van alle mogelijke combinaties van verschillende renovatiescenario's en technische installatie gegenereerd. Per woning levert dit een waaier van bijna duizend potentiële scenario's op.

Hieruit worden drie relevante isolatiescenario's geselecteerd, waarbij de optimale technische installatie in de volgende gevallen bepaald wordt:

- uitgaan van de huidige isolatieschil (of een eerder isolatieniveau voor werken).
- uitgaan van minimale bijkomende isolatie.
- uitgaan van een maximale bijkomende isolatie, met het behoud van de erfgoedwaarde.

De in beschouwing genomen schilmaatregelen die via EBECS worden gesimuleerd zijn gespecificeerd in Tabel 1, de mogelijke installatietechnische maatregelen in Tabel 2.

Tabel 1: Warmtedoorgangscoefficienten (U-waardes) voor de verschillende isolatieniveau's, per bouwdeel

Gebouwdeel	Schrijnwerk	Buitenwanden	Dak	Vloer
	Ongewijzigd	Ongewijzigd	Ongewijzigd	Ongewijzigd
	$U_g = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U = 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$
	U_g in lijn met erfgoed	U in lijn met erfgoed	U in lijn met erfgoed	U in lijn met erfgoed

Tabel 2: De technische installaties die worden meegenomen in de permutaties.

Installatie	Ventilatie	Opwekker	PV-installatie
	Geen	Bestaande	Geen
	Systeem C	Lucht/water warmtepomp	PV op beschikbare dak
	Systeem D	Lucht/water warmtepomp met zonneboiler	
		Water/water warmtepomp	
		Water/water warmtepomp met zonneboiler	

Met behulp van EBECS werd de impact van mogelijke systeemcombinaties voor elk van de drie gegeven isolatieniveaus berekend.

Voor elk isolatieniveau (zie Tabel 1) worden verschillende technische installaties zoals ventilatie, warmteopwekking en zonnepanelen gecombineerd tot technische systemen (zie



Tabel 2). Deze combinaties resulteren in nieuwe EPC-kengetallen voor het gebouw. De achterliggende rekenmethode is gelijkaardig aan die van het energieprestatiecertificaat. Wanneer dit beschikbaar is, kan de EBECS-simulatie vertrekken van het **werkelijk energieverbruik**. De energiebesparing ten gevolge van de renovatiemaatregelen, en de hiermee samengaannde kostenbesparing, wordt op die manier accurater berekend.

Door de systeemcombinaties te evalueren en de impact op de EPC-index te analyseren, kan worden bepaald welke combinatie van technische systemen het meest geschikt is voor elk isolatieniveau. Dit stelt ontwerpers en bouwers in staat om weloverwogen beslissingen te nemen over de energie-efficiëntie van het gebouw en om passende maatregelen te nemen om de energieprestaties te optimaliseren.

Het is belangrijk op te merken dat uit deze analyse blijkt dat er voor elk isolatieniveau vaak meerdere interessante opties zijn. Er is zelden een overduidelijk ideale oplossing. Dit benadrukt dat het mogelijk is om flexibel in te spelen op de specifieke context van een gebouw en de individuele behoeften van de gebruikers. Verschillende combinaties van technische systemen kunnen leiden tot vergelijkbare verbeteringen in de EPC-kengetal, maar kunnen variëren in termen van kosten, onderhoudsgemak, duurzaamheid en andere factoren. Door verschillende opties te overwegen, kunnen ontwerpers en bouwers een weloverwogen beslissing nemen die het best past bij de specifieke omstandigheden en vereisten van het gebouw en de gebruikers.

0.3.3 DYNAMISCHE ENERGIEBALANSSIMULATIE (ENERGYPLUS)

De methodiek die gebruikt wordt in een dynamische energiebalanssimulatie is vastgelegd in NBN EN ISO 52016-1 (2017) *“Energy performance of buildings. Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads”*. De simulatie gebeurt voor verschillende scenario’s.

Het huidige energieverbruik in de huidige toestand van het gebouw wordt als kalibratie gebruikt, waardoor de voorspellende waarde van de energiebesparing van maatregelen sterk verhoogt. De methodiek laat een groter vrijheid toe om aan te sluiten op de reële gebruikssituatie. Ze laat ook toe om niet-gestandaardiseerde systemen toch op een nauwkeurige manier in rekening te brengen. In tegenstelling tot bij de stationaire energieprestatiemethodes ligt er in deze benadering een grotere verantwoordelijkheid bij de persoon die de simulaties uitvoert. Door de grotere complexiteit en het gebrek aan standaardisatie heb je iemand nodig met ruime ervaring in het simuleren.

In tegenstelling tot de stationaire benadering, verschilt deze dynamische benadering in verschillende aspecten:

- implementatie van thermische capaciteit van vloeren, muren en daken;
- tijdsafhankelijke klimaatomstandigheden, instelpunten en interne winstniveaus;
- implementatie van regelsystemen van energie gerelateerde componenten (comfort-, temperatuur- en zonweringregeling, HVAC-componentenregeling, verlichtingsapparatuur-regeling);
- momentane efficiëntieberekeningen van warmteopwekking, koude-opwekking en warmtewisselaarapparatuur.

Terwijl de stationaire aanpak geldig is voor een evaluatie van het energieverbruik op lange termijn, maakt de dynamische simulatie de evaluatie van bijkomende aspecten mogelijk:

- een tijdsverdeling van operatieve temperatuur en een voorspelde gemiddelde waardering van het thermisch comfort (*predicted mean vote*, of PMV-waarde) voor de evaluatie van comfort op jaarbasis;
- een evaluatie van de invloed van de thermische capaciteit van muren, vloeren en plafonds of daken;
- een evaluatie van de impact van regelstrategieën (comfort, HVAC-efficiëntie, verlichting);



- verbeterde beoordeling van de impact van daglicht- en zonweringregelsystemen op het energieverbruik;
- verbeterde dimensionering en efficiëntieberekening van HVAC-componenten.

Zowel de stationaire als de dynamische benadering gebruiken gemiddelde klimaatomstandigheden voor berekeningen van het energieverbruik. In de dynamische benadering worden bijkomend extreme ontwerpdagen gehanteerd voor het dimensioneren van de HVAC-apparatuur. Terwijl de stationaire benadering maandelijkse gemiddelde waarden gebruikt, gebruikt de dynamische benadering gegevens per uur.

We gebruiken de ASHRAE-richtlijnen voor dynamische simulaties zoals beschikbaar in ASHRAE Standard 90.1-2013 "*Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential Buildings*" (*Appendix G - Performance Rating Method*). Indien relevant worden bijkomende elementen van NBN EN ISO 52016-1 (2017) gebruikt.

We voeren de berekeningen uit met de meest recente versie van de Energyplus simulatietool. Een in-home ASHRAE gecertificeerde energiemodeller doet de berekeningen en de uiteindelijke rapportage. Het model bestaat uit vier hoofdelementen: (i) gebouwgeometrie, (ii) gebouwinstallaties, (iii) gebruikersgedrag en regelsystemen en (iv)omgevingscondities.

0.3.3.1 GEOMETRIE VAN HET GEBOUW

De simulatie is gebaseerd op een geometrisch model dat overeenkomt met de woning, met inbegrip van alle relevante materiaaleigenschappen (bijv. reflectie, visuele transmissie, zonnedoorgang, en thermische weerstand, massa) van types schrijnwerk en ondoorzichtige delen. Alle gebouwelementen die geen deel uitmaken van de gesimuleerde zone, evenals relevante volumes rond het gebouw worden apart gemodelleerd als schaduwelementen. Het model is opgebouwd uit verschillende gebouwzones, afhankelijk van het type gebruik en de technische installaties die deze zones bedienen.

0.3.3.2 GEBOUWINSTALLATIES

Voor elke zone worden het klimaatbeheersingssysteem en het verlichtingssysteem gemodelleerd. We modelleren zowel de vraagzijde van het systeem (bijv. actieve vloeren, convectoren) als de productiekant (bijv. verwarmings- en koelbatterijen) als de hulpvraag naar energie (bijv. pompen en ventilatoren) van deze systemen. Het model omvat de technische eigenschappen (bijv. vermogen, efficiëntie) van het systeem en gebruikersregeling van de instelpunten voor alle gebouwcomponenten (bijv. thermostaat instelpunten, zonweringregeling, verlichtingsregeling). Deze waarden worden per uur beschreven voor een periode van een jaar.

0.3.3.3 GEBRUIKERSGEDRAG EN REGELSYSTEMEN

De aanwezigheid, kleding en activiteit van de gebruiker worden gemodelleerd met uurroosters. Het energieverbruik van niet-gebouwgebonden apparaten wordt in aanmerking genomen voor interne warmtewinsten. Hun werkelijke energieverbruik wordt afzonderlijk gecontroleerd.

0.3.3.4 OMGEVINGSCONDITIONS

Het hele model wordt gecombineerd met een IWEC-klimaatbestand (*International Weather for Energy Calculation*) voor de locatie van het gebouw. In dit bestand wordt het weer voor deze specifieke locatie beschreven voor een statistisch gemiddeld jaar. De waarden voor (bijv. drogeboltemperatuur, luchtvochtigheid, windsnelheid en -richting) worden in stappen van een uur beschreven.



0.3.3.5 RESULTATEN

Het resultaat van de dynamische simulatie is een overzicht van comfortparameters en energiestromen (verwarmings- en koelvraag, energieverbruik per primaire energiebron). Piekdimensioneringsparameters voor elke component zijn beschikbaar.



0.4 IMPLEMENTATIE VAN DE METHODIEKEN

Tabel 3: Analysemethodiek per gevalstudie.

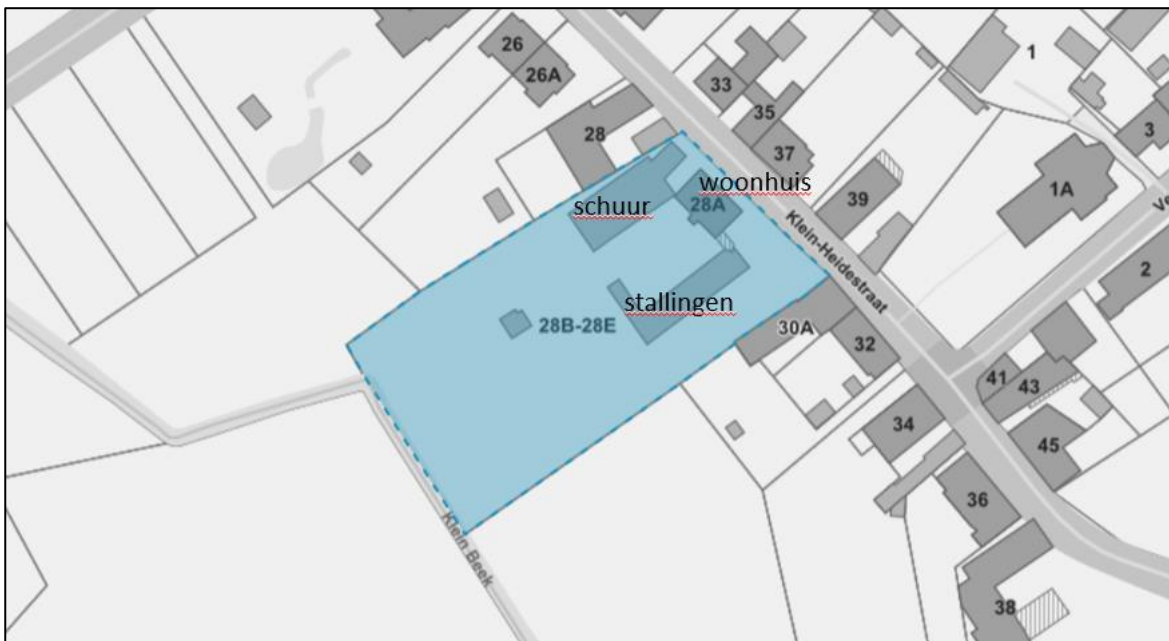
	EPC	EBECS	Dynamische energiebalans-simulatie
HOEVE DE HERTOEGH, NEERVELP	■	■	
HERENHUIS, GENT	■	■	
ARCHITECTENWONING BRAEM, DEURNE			■
KASTEEL VAN HEX, HEERS	■		
TUINWIJKWONING, WATERSCHEI		■	
GODSHUIS SINT-BARBARA, ANTWERPEN	■		
RESIDENTIE DUINPARK, OOSTDUINKERKE	■		
VILLA TE NITTERVELD, RONSE	■		
WONING ROELANTS, LENNIK		■	■
STEEGBELUIK KARTUIZERLAAN, GENT	■	■	

1 HOEVE DE HERTOGH, NEERVELP

1.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Hoeve De Hertogh is een vierkantshoeve die zich bevindt aan de rand van de dorpskern van Neervelp. De naam verwijst naar de voormalige eigenaar J. de Hertogh Jacqmotte. De hoeve werd gebouwd in de eerste helft van de negentiende eeuw en is vrij homogeen bewaard. De datumsteen boven de poort vermeldt 1838 als bouwjaar.

Aan de straatkant bevindt zich het woonhuis, met links daarvan een poort met korfboog die toegang geeft tot het erf (Figuur 1). Links van het erf en achteraan bevinden zich verschillende stallen; aan de rechterkant een driebeukige langsschuur.



Figuur 1: Situering van de hoeve De Hertogh. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed).

De hoeve werd tussen 2010 en 2015 grondig gerenoveerd tot een **co-housingproject** waarin vier gezinnen hun intrek namen en ook een groot atelier werd ingericht. Het atelier is ondergebracht in de schuur aan de rechterkant van het erf en huisvest een coöperatieve vennootschap waar onder meer aan co-working en co-creatie wordt gedaan. In dit project bespreken we enkel de renovatie van het **woonhuis**. Dit project maakte eerder al het onderwerp uit van een onderzoek over energiezuinige renovatie van erfgoedwoningen.¹ In de verdere tekst verwijzen we naar die studie als (Verdonck et al. 2017). Het projectverslag bevatte onder meer een EPB-berekening van de toestand vóór en na de renovatie.

De Inventaris Bouwkundig Erfgoed omschrijft het woonhuis als volgt:

Langs de straatzijde bevindt zich het ten opzichte van stal- en schuurvleugel vooruitspringend woonhuis, opgevat als een anderhalve bouwlaag en vijf traveeën tellend dubbelhuis op het gelijkvloers

¹ VERDONCK P., BEEL R., VERMEIREN E. & GRIETEN B. 2017: Energiezuinige maatregelen in monumenten met woonfunctie, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed 70, Brussel

opengewerkt met grote, rechthoekige lichtopeningen met witgeschilderde, natuurstenen onder- en bovendorpels voorzien van vernieuwde luiken. Centraal in de gevel is er een door drie Gobertangetreden voorafgegane rechthoekige, recentere inkomdeur. Het bovenlicht heeft een vlakke, eveneens beschilderde natuurstenen omlijsting. De zolderverdieping is uitgewerkt als een mezzanine met centraal een getralied venster en links en rechts telkens twee beluikte openingen. De erfgevel toont een identieke ordonnantie, de zijgevels zijn op een beluikte opening na volledig blind. Markant in de linkerzijgevel is de houten kaasdroger onder pannen lessenaarsdak.

Het interieur toont de traditionele indeling met brede dwarsgang waarop telkens twee kamers aansluiten. Een houten trap met zuilvormige aanzet bedient de verdieping. De kelder onder het rechter woongedeelte is toegankelijk via een Gobertangetrap en overwelfd met Boheemse kappen op een ronde zuil.²



Figuur 2: Straatgevel van de hoeve De Hertogh: links de poort die toegang geeft tot het erf, rechts het woonhuis. Foto genomen in 2015. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)

² <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/83751>, geraadpleegd op 10/01/2024.



Figuur 3: Achtergevel van het woonhuis van de hoeve De Hertogh. Foto genomen in 2015. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed, Foto: Kris Vandevorst)



Figuur 4: De stallenvleugel met paarden- en koeienstal, links van het erf. Foto genomen in 2015. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed, Foto: Kris Vandevorst)



Figuur 5: De lagere vleugel met varkensstal. Foto genomen in 2015. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed, Foto: Kris Vandevorst)





Figuur 6. De rechterzijde van het erf wordt ingenomen door de schuur. Foto genomen in 2015. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed, Foto: Kris Vandevorst)



Figuur 7. Technische ruimte in de kelder van het woonhuis, met bovenaan de aanzet van de gewelven van het type 'Boheemse kap'. (Bron Foto: Overgenomen uit: Verdonck et al. 2017)

1.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

1.2.1 OMGEVING

- De inplanting van de hoeve aan de rand van de dorpskern;
- De herkenbare configuratie van de vierkantshoeve met woonhuis, stallingen en schuur;
- De gevel van het woonhuis en de poort als 'gezicht' van de hoeve naar het dorp toe;
- De herinnering aan de relatie tussen de hoeve en het achterliggende land (akkers en weiland), hoewel er niet meer actief aan landbouw gedaan wordt en nog slechts een relatief klein oppervlak in het perceel van de hoeve vervat zit.

1.2.2 EXTERIEUR

- De typische gevels in baksteen met natuurstenen raam- en deurkaders, gecementeerde plinten en houten luiken;
- De traditionele pannendaken;
- Er bevindt zich een opmerkelijke houten kaasdroger tegen de zijgevel van het woonhuis, die uniek is in de streek;
- De ritmering van de gevel met de symmetrie die verwijst naar het type van de dubbelwoning (de kamers liggen aan weerszijden van een centrale gang).

1.2.3 INTERIEUR

Naast de typerende functionele indeling van het dubbelhuis, waren er bij aanvang van de renovatie nog maar weinig originele interieurelementen bewaard. We hebben geen informatie over de eventuele aanwezigheid van originele wandafwerkingen vóór de plaatsing van binnenisolatie. Volgende waardevolle elementen zijn nog aanwezig en zichtbaar:



- De Boheemse kappen in de kelder;
- De keldertrap in Gobertange-steen;
- De houten trap van gelijkvloers naar verdieping met zuilvormige aanzet.

1.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

1.3.1 BASISINFO

Er zijn van dit project twee EPB-aangiftes beschikbaar, beide opgemaakt in het kader van het hogervermelde onderzoeksproject. De berekening werd uitgevoerd door verslaggever Stiev Schockaert in 2016. Het E-peil voor aanvang bedroeg 403 en werd na alle uitgevoerde ingrepen teruggebracht tot 73. Het K-peil daalde van 294 tot 38.

Er zijn ook twee EPC-berekeningen opgemaakt door ingenieursbureau Daidalos Peutz. Het karakteristieke energieverbruik vóór uitvoering van de isolatiemaatregelen bedroeg 591 kWh/m²j (label F) en dat ná de isolatiemaatregelen 87 kWh/m²j (label A). Dit laatste komt overeen met het doorgedreven isolatiescenario (iets beter dan wat tijdens de renovatie 2010-2015 is uitgevoerd, zie lager).

Tijdens de periode van 18/1/2022 tot 15/10/2023 werd voor het woonhuis bij benadering 13.000 kWh gebruikt voor ruimteverwarming. Dit is het resultaat van aflezing van de calorimeters en het totale verbruik van pellets. Dit verbruik is exclusief verbruik voor sanitair warm water.

1.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE

De installatie werd aangepast tijdens de laatste ingrijpende renovatie.

In de huidige situatie gebeurt **warmteopwekking** in het hoevecomplex als geheel met een collectieve pelletketel (36 kW Okofen Pellematic, bouwjaar 2012). Die ketel voedt twee buffervaten met een volume van samen 3.000 liter. In het buffervat sluit onderaan een warmtewisselaar aan voor ruimteverwarming (40°C) en bovenaan een andere wisselaar voor sanitair warm water (60 °C). Calorimeters zijn in elke unit geplaatst voor verdeling van de kosten.

Er zijn geen PV-panelen, maar er zijn 16 m² thermische zonnecollectoren geplaatst op één van de bijgebouwen. Deze collectoren zijn aangesloten op de buffervaten.

De **warmteafgifte** gebeurt via wandverwarming.

Er is **geen actief ventilatiesysteem** aanwezig.

1.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

Hieronder worden de werkelijk uitgevoerde isolatiemaatregelen beschreven uit de renovatiecampagne 2010-2015. Ze zijn te beschouwen als behoorlijk performant, maar het scenario als geheel is niet 'doorgedreven' aangezien de muren van het gelijkvloers toen nog niet geïsoleerd waren en het schrijnwerk op het gelijkvloers ook nog niet vernieuwd was.



1.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

Het **dak** van het woonhuis was in een vroege fase van de renovatie voorzien van isolatie van cellulosevlokken in combinatie met een wandverwarming in de verdiepingsmuren, het geheel is afgewerkt met een leembepoistering. Het dak is als volgt opgebouwd: dakpannen, panlatten, tengellatten, onderdak (houtvezelplaten van 2 cm dik), bestaande kepers, 36 cm papiervlokken, dampremscherm, panlatten, riet en 2 cm leembepoistering. De U-waarde van het dak komt hiermee op 0,12 W/m²K.

1.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

De **vloer** van het gelijkvloers aan de rechterkant van de woning (op de Boheemse kappen) kan niet langs onder geïsoleerd worden zonder veel in te boeten aan erfgoedwaarde. In het uitgevoerde scenario is de vloer in zijn geheel niet geïsoleerd. De vloeren op volle grond, aan de linkerkant van de woning, zijn echter wel geïsoleerd door het aanbrengen van een laag glasschuimkorrels onder de nieuwe vloerplaat.

In een doorgedreven renovatie zouden de niet geïsoleerde delen van de vloer ook geïsoleerd worden, met 4 cm PIR onder een nieuwe vloerafwerking.

1.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

De **buitengevels** bestaan uit steens baksteenmetselwerk. Ter hoogte van de eerste verdieping van het woonhuis is binnenisolatie aangebracht uit kalkhennep (20 cm) in combinatie met een wandverwarming (Figuur 8), afgewerkt met een leembepoistering (3 cm). Hiermee komt de U-waarde van de muren op 0,28 W/m²K. Om de vermindering van daglichttoetreding door de verdikking van de muren op te vangen, zijn de dagkanten van de raamopeningen afgeschuind. Binnenisolatie van de gelijkvloers gevels werd uitgesteld naar een volgende fase, dit valt in Tabel 4 onder de doorgedreven isolatie.

1.4.4 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

Het **schrijnwerk** werd vervangen door nieuw schrijnwerk met een verbeterde dichting (Figuur 9). Het buitenschrijnwerk heeft een U-waarde van $U_w = 1,59 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_g = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor de beglazing $U_f = 2,36 \text{ W/m}^2\text{K}$ van het profiel) en is voorzien van luchtdichtheidsslabben die werden ingeleemd. Verbetering van de voordeur en achterdeur werd uitgesteld naar een latere fase (en maakt deel uit van het doorgedreven scenario).





Figuur 8: Voorbeeld van wandverwarming aangebracht op biologische binnenisolatie (foto uit een andere eenheid dan het woonhuis, ter illustratie- Bron Foto: Overgenomen uit: Verdonck et al. 2017).



Figuur 9: Het vernieuwde schrijnwerk van het woonhuis. (Bron Foto: Overgenomen uit: Verdonck et al. 2017)

In Overzicht van de scenario's voor de isolatie van de schildelen

Tabel 4 worden deze maatregelen weergegeven in de middelste kolom. De linkerkolom is de toestand van de niet-geïsoleerde woning in gestripte toestand. In de rechterkolom zijn bijkomend nog enkele schildelen verbeterd: de muren van het gelijkvloers zijn ook geïsoleerd en er is een dunne vloerisolatie voorzien aan de bovenkant van de gewelven. De kleinere verliesoppervlakken zoals de wand van de keldertrap en de voor- en achterdeur worden niet expliciet vermeld in de tabel: de gedetailleerde gegevens zijn terug te vinden in de hoger vermelde verslagen.



1.4.5 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR DE ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

Tabel 4: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen (gevalstudie Hoeve de Hertogh)

Schilddeel	Basisscenario minimale isolatie	Tussenscenario bijkomend muren en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Hellend dak	36 cm cellulose, riet, leempleister $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$	36 cm cellulose, riet, leempleister $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$	36 cm cellulose, riet, leempleister $U = 0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ramen	nieuwe houten ramen met thermisch verbeterd glas $U_w = 1.59 \text{ W/m}^2\text{K}$	nieuwe houten ramen met thermisch verbeterd glas $U_w = 1.59 \text{ W/m}^2\text{K}$	nieuwe houten ramen met thermisch verbeterd glas $U_w = 1.59 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitenmuren gelijkvloers (massief baksteen)	geen isolatie $U = 2.47 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 2.47 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 20 cm kalkhennep en leempleister $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitenmuur verdieping (met kalkhennep en wandverwarming)	geen isolatie $U = 2.47 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 20 cm kalkhennep en leempleister $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 20 cm kalkhennep en leempleister $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer boven gewelven (rechter gedeelte)	geen isolatie $U = 2.33 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 2.33 \text{ W/m}^2\text{K}$	4 cm PIR onder de afwerking $U = 0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer op volle grond (linker gedeelte)	geen isolatie $U = 3.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	nieuwe vloer op glasschuimkorrels $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$	nieuwe vloer op glasschuimkorrels $U = 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$



1.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

1.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem		
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	nee	
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	nee	
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Wandafwerking heeft geen erfgoedwaarde.
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Plafondafwerking heeft geen erfgoedwaarde.
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Het voorzien van verwarmingssystemen heeft geen nadelige impact op de visuele indruk van de ruimte
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:		
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen		
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	nee	
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:		
impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 10: Ingevuld afwegingsschema afgifte-elementen (gevalstudie Hoeve De Hertogh)

afgifte-elementen		erfgoed	energie	omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk	+	±	+
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk	+	±	+
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk	+	±	+
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk	+	+	±
vloerverwarming plaatsen	mogelijk	±	+	+
plafondverwarming plaatsen	voorkeur	+	+	+
wandverwarming plaatsen	voorkeur	+	+	+
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk	±	+	±

Figuur 11: Resultaat van het afwegingsschema afgifte-elementen (gevalstudie Hoeve De Hertogh)

Het afwegingsschema voor warmteafgifte levert weinig reserves op, aangezien de woning gestript was en er nauwelijks waardevolle interieurelementen waren. Alle systemen zijn mogelijk, met een voorkeur voor wand- en plafondverwarming. Vloerverwarming is hier moeilijk omwille van de verhoging van de vloerplas.



1.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja	Het inwerken van toevoerroosters is mogelijk.
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	Er zijn keldergaten aanwezig.
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	nee	Bij voorkeur gebruik te maken van de keldergaten.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	Vraag opoffering van gebruikte ruimte, maar is mogelijk
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	nee	
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	Het integreren van nieuwe verticale schachten veroorzaakt geen onaanvaardbaar verlies van erfgoedwaarde.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	Het integreren van nieuwe horizontale trajecten veroorzaakt geen onaanvaardbaar verlies van erfgoedwaarde.
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmteterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industriellawaai, verkeerslawaai)?	landelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

Figuur 12: Ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudie Hoeve De Hertogh)

eindbeoordeling systemen		erfgoed	energie	omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	+	±	+
systeem D cascade	voorkeur	+	±	+
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	±	-	-
systeem C	mogelijk	+	-	±
systeem C hal	mogelijk	+	-	±

Figuur 13: Resultaat van het afwegingsschema ventilatie (gevalstudie Hoeve De Hertogh)

De uitkomst van het afwegingsschema ventilatie is weinig uitgesproken: zowel systemen D en D cascade als C en C hal zijn mogelijk. De optie om decentraal te ventileren is niet van toepassing, aangezien er geen specifieke ruimten zijn waar een hoge bezettingsgraad dat zou verantwoorden.



1.5.3 AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER

criteria	antwoord	duiding
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	voorgevel is niet aanvaardbaar, achtergevel geeft uit op het erf
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	er is enkel een zadeldak; een groot uitgebouwd volume zou sterk storend zijn
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	geen bezwaar indien goed geïntegreerd
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	nee	zelfs tegen de rechter zijgevel zou dit storend werken
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	ja	vraagt wel opoffering van gebruikte ruimte
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?		
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	een discreet omkaste buitenunit zou mogelijk zijn op het erf
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	de beschikbare ruimte is beperkt omwille van de beschermde boomgaard achter het erf
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	nee	wenig kans volgens EPC
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	landelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	landelijk	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 14: Ingevuld afwegingsschema opwekker (gevalstudie Hoeve De Hertogh)



klaar voor 2050	keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	- - -
warmtepompboiler	voorkeur	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	mogelijk	± + +
zonnepanelen - elektrisch	mogelijk	± + +
warmtenet	voorkeur	+ + +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	mogelijk	+ ± ±
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	+ - ±

Figuur 15: Resultaat van het afwegingsschema opwekker (gevalstudie Hoeve De Hertogh)

Het afwegingsschema voor opwekkingssystemen levert voor wat betreft het erfgoedcriterium een negatief advies voor gebouwgebonden warmtepompen (lucht-lucht, lucht-water split, lucht-water monoblock) aangezien een buitenunit tegen het gebouw lastig is. De erfgoed-score voor deze systemen (in de rechterkolom van Figuur 11) is telkens “-”, deze systemen zijn met andere woorden niet mogelijk zonder en onaanvaardbaar verlies van erfgoedwaarde. We klasseren deze systemen dan ook als “niet weerhouden”.

De voorkeursopties zijn enerzijds het warmtenet en anderzijds de grondgebaseerde systemen met verticale en horizontale warmtewinning. Dit eerste leunt aan bij de oplossing die in de praktijk geïmplementeerd is: de gezamenlijke pelletketel voedt in feite een klein warmtenet voor de verschillende co-housing units.

Zonnepanelen komen ook als mogelijkheid naar voor, net als de perceelsgebonden lucht-waterwarmtepompen. Die laatste zouden gerealiseerd kunnen worden met een omkaste buitenunit (respectievelijk monoblock) die opgesteld wordt op het erf. We maken hier de inschatting dat het plaatsen van een zonnepaneel op het hoofddak een minder aantrekkelijke keuze is, gezien de impact op het gebouwbeeld vanop het openbaar domein en de achterliggende koer. Het plaatsen van dergelijke installatie op een bijgebouw, zoals uiteindelijk werd uitgevoerd tijdens de renovatie, was in dit geval een zinvol compromis.



1.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

In het basisscenario blijkt het niet mogelijk om op lage temperatuur te verwarmen. Luchtdichtheid is wel verbeterd ter plaatse van het schrijnwerk, maar niet overal op peil (bv. de kelderdeur). Bij toepassing van het gemiddelde scenario voor de schil, is een advies van een specialist nodig om het afgiftesysteem te toetsen aan de warmtevraag. We gaan ervan uit dat dit een oplosbaar probleem is, zodanig dat men bij dit scenario kan overschakelen op lage-temperatuurverwarming.

Navraag bij de bewoners leert ons dat de aanleg van een collectief systeem in de vorm van een BEO-veld overwogen werd bij de renovatiecampagne, maar dat dat uiteindelijk niet gebeurd is omwille van de hoge investeringskost (er werd een pelletketel geplaatst, zie hoger). Ter info: een horizontaal captatienet was aanvankelijk ook overwogen, maar moeilijk doordat de boomgaard die aansluit op het erf beschermd is.

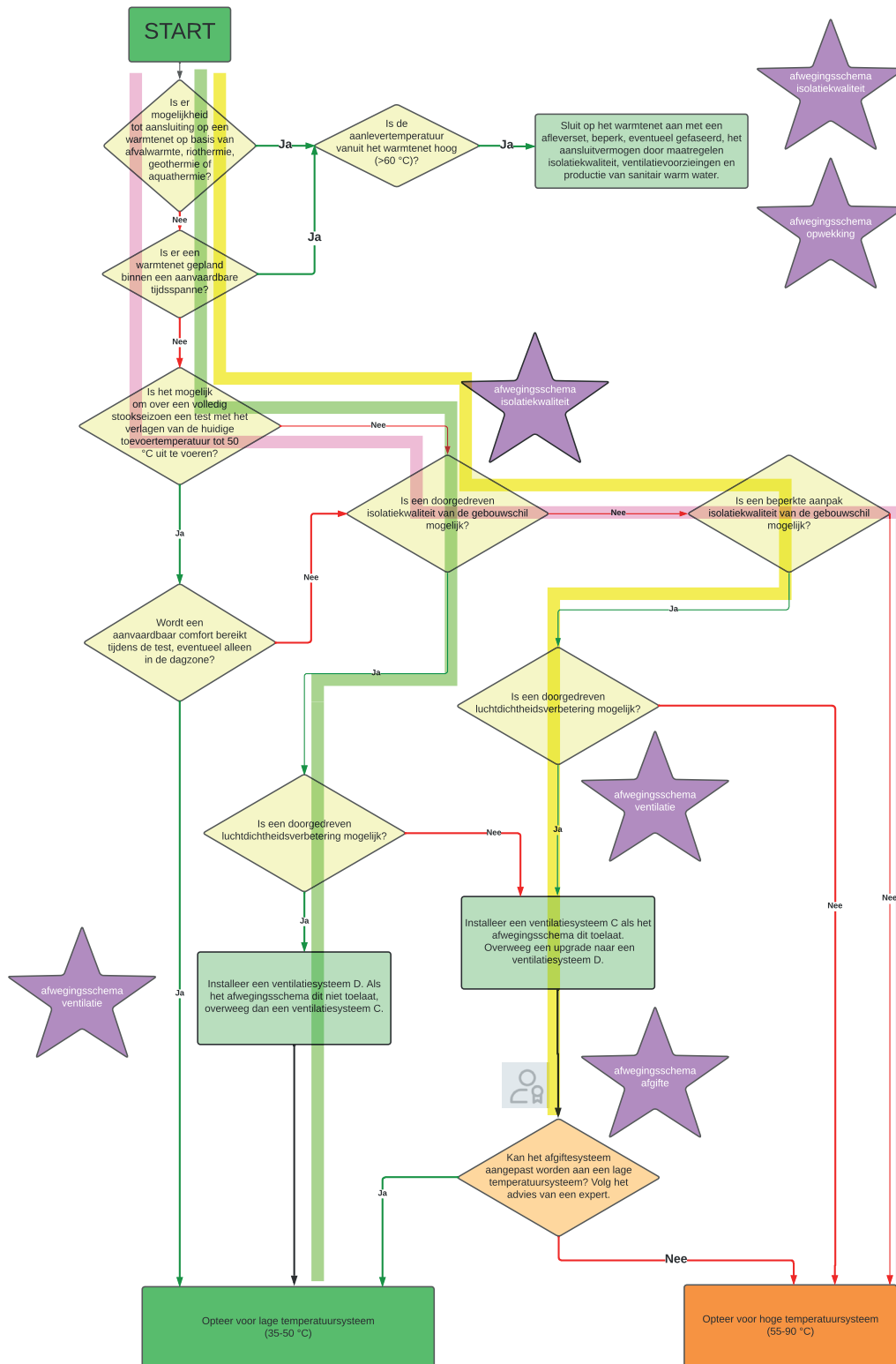
In het scenario van doorgedreven isolatie, veronderstellen we ook een ventilatiesysteem D. Lage temperatuur is zonder problemen haalbaar bij dit scenario. Ter info: op dit moment is in de woning geen ventilatiesysteem aanwezig.

Bij de keuze van het opwekkingssysteem leidt de beslissingsboom voor de lagetemperatuursituaties in de richting van grondgebaseerde systemen, aangezien het erf en de tuin voldoende mogelijkheid bieden voor een BEO-veld. In het basisscenario komen we uit op een hybride systeem, waarbij een warmtepomp gecombineerd wordt met een condenserende ketel op aardgas.

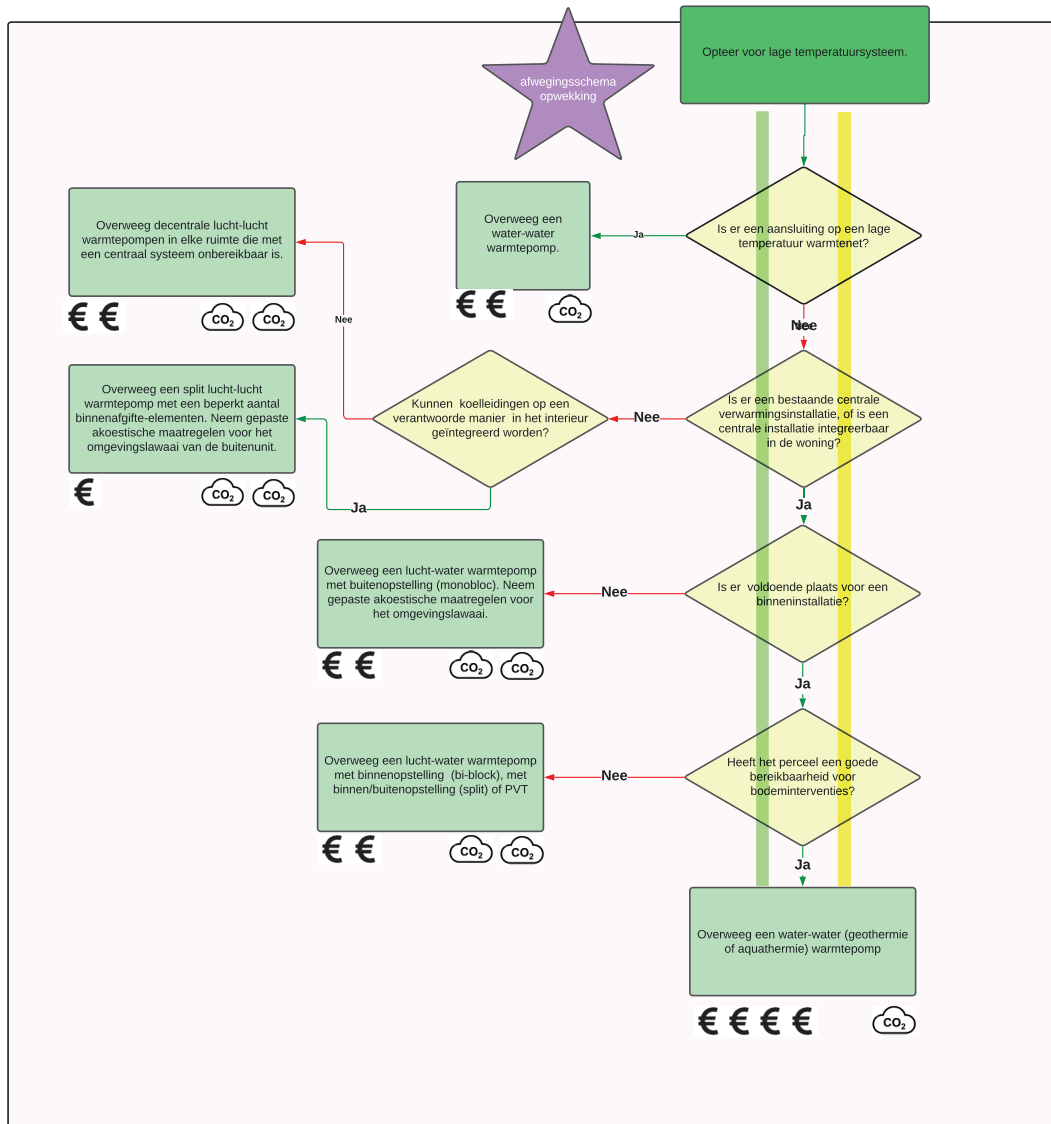
Aangezien de vraag voor sanitair warm water normaal is (gezinswoning), leidt de beslissingsboom tot de suggestie om thermische zonnepanelen te gebruiken, waarbij het voorraadvat als multivat uitgevoerd wordt. Deze uitkomst is overigens ook in de praktijk gerealiseerd. Verder wordt ook aangeraden (in alle schilscenario's) om PV-panelen te plaatsen. Ter info: op het moment van de renovatie, werd PV enkel toegelaten op niet-zichtbare delen van de bijgebouwen. Op die plaats zijn zonnecollectoren geplaatst. Mogelijks zullen in de toekomst meer panelen geplaatst worden.



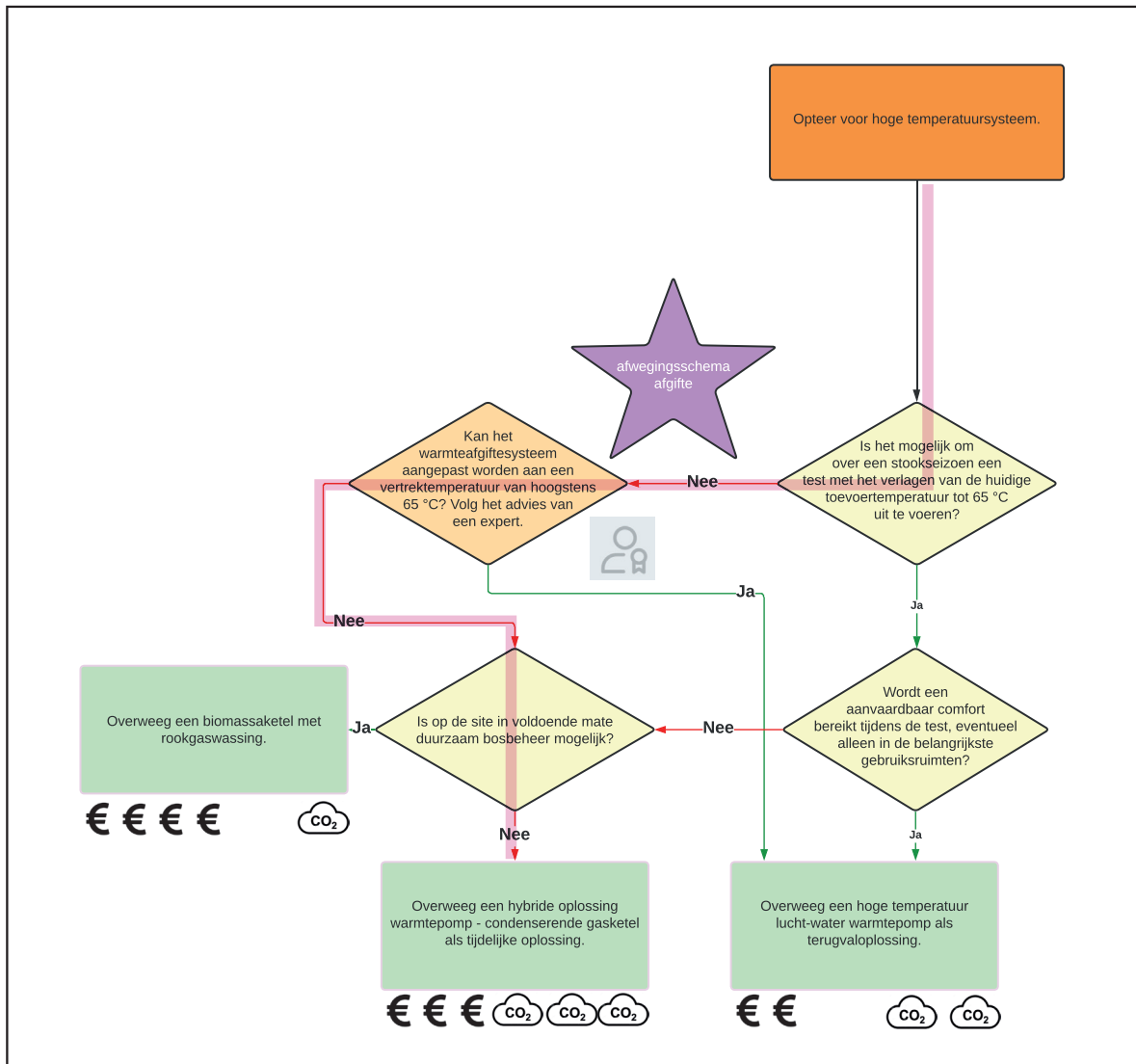
1.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU



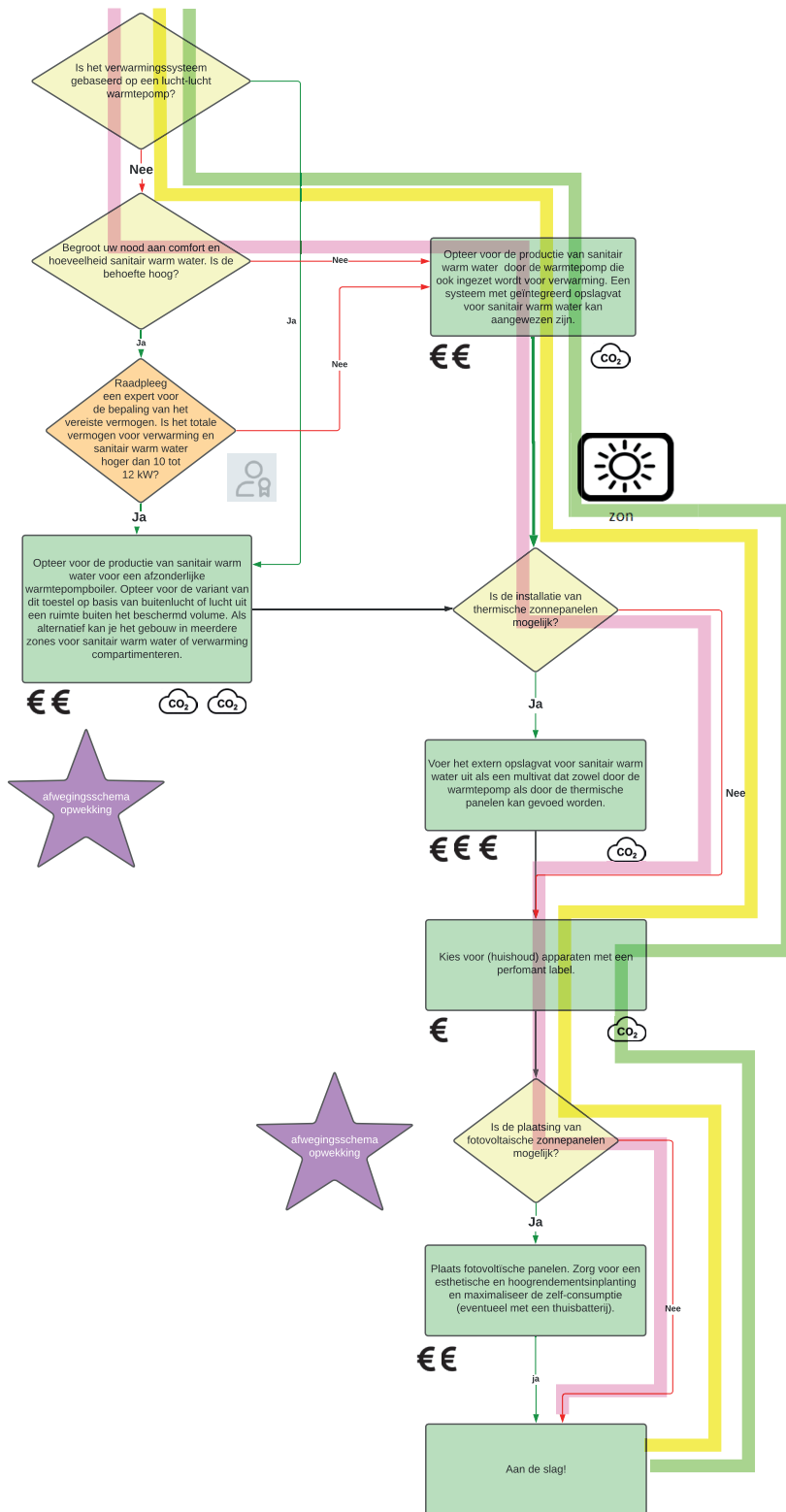
1.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



1.6.3 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



1.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN



1.7 ANALYSE EPC

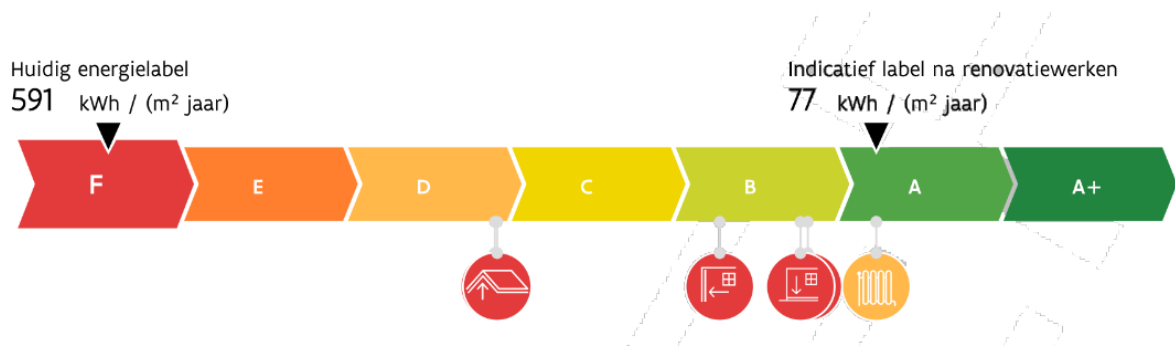
1.7.1 EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE

Er werd een indicatief EPC-verslag opgesteld van de woning **voor verbouwing**. De woning kreeg hier een **F-label** toegekend, met een energiescore van 591 kWh/(m²jaar) en voldoet niet aan de energiedoelstelling.

Van de gebouwschil voldoet geen enkel bouwdeel aan de doelstelling. De warmteopwekking gebeurt nog met een niet-condenserende gasboiler. Hernieuwbare energie wordt beperkt benut, door middel van een zonneboiler-installatie (16m²).

De aanbevelingen om de woning energiezuiniger te maken zijn:

- Plaatsen van bijkomende isolatie (daken, muren, vloeren)
- Vervangen (beglazing, deuren, poorten en warmte-opwekker)
- Bijkomend installeren (zonnepanelen)



Figuur 16: Indicatief label na renovatiewerken - onderaan staat aangegeven hoeveel elke maatregel de energiescore verbeterd.

Het uitvoeren van deze werken zou een indicatieve score van 77 kWh/(m²jaar) opleveren, wat overeenkomt met een A-label.

De aandachtspunten blijven in dit scenario de gebrekkige luchtdichtheid en een kwalitatieve ventilatie.

1.7.2 EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE

Er werd een indicatief EPC-verslag opgesteld van de woning **na verbouwing**, waarbij rekening werd gehouden met de isolatiemaatregelen **die de erfgoedwaarde bewaarden**. De woning kreeg hier een **A-label** toegekend, met een energiescore van 87 kWh/(m²jaar) en voldoet zo aan de energiedoelstelling.

Van de gebouwschil voldoen enkel deuren en poorten niet aan de doelstelling. De andere bouwdelen werden in de simulatie bijkomend geïsoleerd of vervangen. De warmteopwekking gebeurt nog steeds met een niet-condenserende gasboiler. Hernieuwbare energie wordt beperkt benut, door middel van een zonneboiler-installatie (16m²).

De aandachtspunten blijven in dit geval de gebrekkige luchtdichtheid en een kwalitatieve ventilatie.



1.8 ANALYSE EBECS

1.8.1 MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL

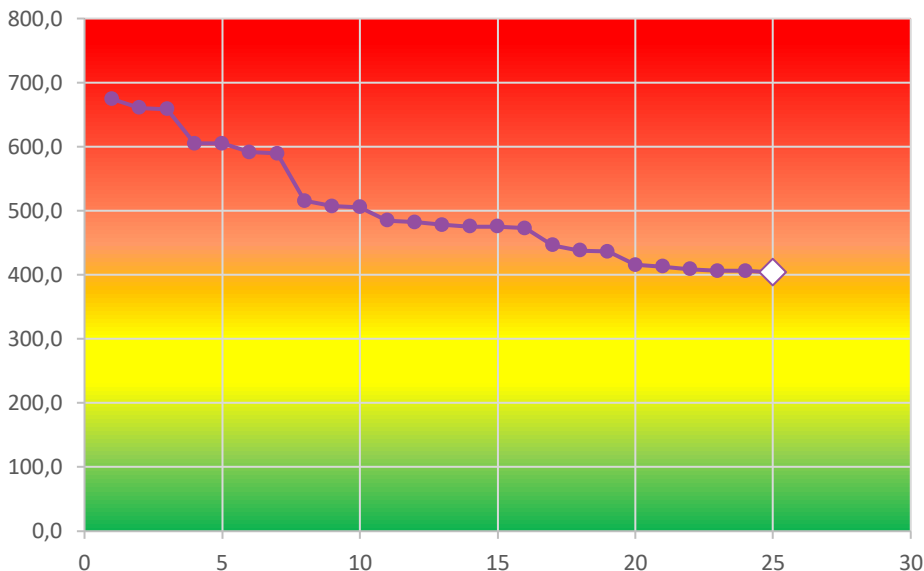
De woning in oorspronkelijke toestand (voor de renovatie van 2015) met een minimaal isolatiescenario heeft een F-label en een EPC-kengetal van 674,4 kWh/m². In deze situatie gaan we uit van de aanwezige niet-condenserende aardgasketel. Deze waarde verschilt van deze in het EPC-verslag (zie 1.3, 591 kWh/m²). De uitzonderlijk grote zonneboiler-installatie (16m²) die in het EPC-verslag werd meegenomen, werd in deze analyse niet meegenomen. Dit verklaart de discrepantie tussen de 'startwaarde' van de EBECS-berekeningen en deze van het EPC.

Vertrekkend van de oorspronkelijke gebouwschil blijven in EBECS in totaal nog 24 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale interventie voor de technische installatie, links op Figuur 17, bevat enkel een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 660,5 kWh/m². Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van fossiele brandstof voor ruimteverwarming en warm water.

De interventie voortvloeiend uit de beslissingsboom leidt tot een ventilatiesysteem C en PV-installatie en als warmteopwekker een hybride warmtepomp. Deze oplossing resulteert in een E-label met EPC-kengetal van 403,7 kWh/m². Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.

De interventie voor de technische installatie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem C, een lucht/water warmtepomp op hoge temperatuur met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert eveneens in een E-label met EPC-kengetal van 403,7 kWh/m².



Figuur 17: spreiding EPC-kengetal van de huidige toestand van Hoeve De Hertogh met aanduiding (via ruit) van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom. De ruit geeft weer welk EPC-kengetal kan bereikt worden met installatietechnische maatregelen, rekening houdend met een minimaal isolatiescenario van de schil.



Tabel 5: EBECS-resultaten minimaal isolatiescenario

scenario	Label	EPC-kengetal
minimale isolatie, condensatieketel	F	674,4
Hoogste EPC-kengetal	F	660,5
Volgens beslissingsboom	E	403,7
Best mogelijke EPC-kengetal	E	403,7

1.8.2 TUSSENSCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL

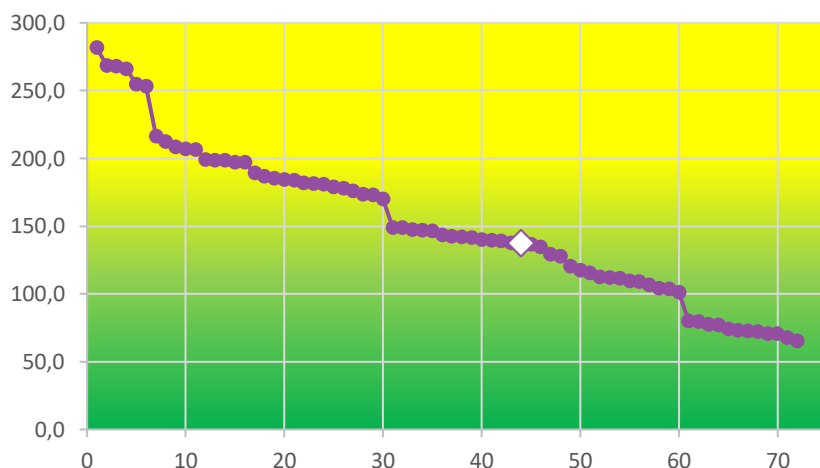
We stellen in dit tussenscenario voor dat het buitenschrijnwerk wordt vervangen, het dak wordt geïsoleerd en de wanden en vloeren worden beperkt/gedeeltelijk geïsoleerd. Dit komt overeen met de renovatie in de periode 2010-2015. Dan (zie Tabel 6) heeft de woning een C-label met een EPC-kengetal van 281,2 kWh/m², wanneer de oorspronkelijke technische installatie (gascondensatieketel) blijft behouden en er geen andere interventies voor de technische installatie gebeuren.

In dat geval zijn er in totaal nog 47 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale interventie voor de technische installatie, links op het figuur, omvat in EBECS alleen een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Hierbij blijft de condensatieketel op aardgas behouden. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en de bereiding van sanitair warm water. Dat resulteert in een C-label met EPC-kengetal van 267,4 kWh/m².

Uit de beslissingsboom blijkt dat zonnepanelen mogelijk zijn, maar niet de te verkiezen optie. Daarom opteren we hier voor de combinatie van een ventilatiesysteem C, een water/water warmtepomp zonder zonnepaneel en zonder PV-installatie. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit. Deze combinatie levert een B-label op met een EPC-kengetal van 136,5 kWh/m².

De interventie voor de technische installatie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing, een water/water warmtepomp met zonnepaneel en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 65,0 kWh/m².



Figuur 18: spreiding EPC-kengetal voor het tussenscenario isolatie van de schil van Hoeve De Hertogh met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom



Tabel 6: EBECS-resultaten tussenscenario isolatie van de schil

scenario	Label	EPC-kengetal
Tussenscenario isolatie, condensatieketel	C	281,2
Hoogste EPC-kengetal	C	267,4
Volgens beslissingsboom	B	136,5
Best mogelijke EPC-kengetal	A	65,0

1.8.3 MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE

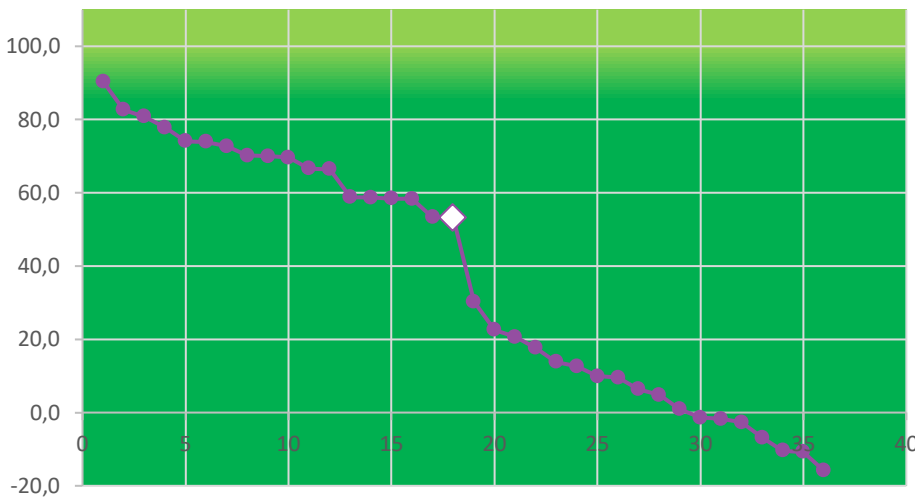
Wanneer alle isolatiemaatregelen worden geïmplementeerd die mogelijk zijn met behoud van erfgoedwaarde, en zonder implementatie van installatietechnische maatregelen, zou de woning een A-label en een EPC-kengetal van 90,4 kWh/m² behalen

Er zijn in dit geval in EBECS in totaal nog 35 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 19, bevat enkel een ventilatiesysteem D. Hier is de condensatieketel behouden. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 82,6 kWh/m².

Uit de beslissingsboom blijkt dat zonnepanelen mogelijk zijn, maar niet de te verkiezen optie. Daarom opteren we hier voor de combinatie van een ventilatiesysteem C, een water/water warmtepomp zonder zonnepaneel en zonder PV-installatie. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit. Deze combinatie levert een A-label op met een EPC-kengetal van 53,2 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem C, een water/water warmtepomp met een zonnepaneel en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van -15,9 kWh/m².



Figuur 19: spreiding EPC-kengetal van de maximaal geïsoleerde toestand van Hoeve De Hertogh met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 7: EBECS-resultaten maximaal geïsoleerde gebouwschil

Scenario	Label	EPC-kengetal
Maximaal condensatieketel isolatiescenario,	A	90,4
Hoogste EPC-kengetal	A	82,6
Volgens beslissingsboom	A	53,2
Best mogelijke EPC-kengetal	A+	-15,9

1.9 CONCLUSIE

Na uitgebreide analyse van de technische mogelijkheden voor hoeve de Hertogh, blijkt dat het streven naar maximale technische prestaties gepaard gaat met uitdagingen om de erfgoedkenmerken en de beleving van de erfgoedwaarde van het pand en het perceel te behouden. De beslissingsbomen die zijn ingevuld tonen aan dat er geen horizontaal captatienet aangelegd kan worden omdat de boomgaard beschermd is; dat een gebouwgebonden warmtepomp (unit tegen de woning) niet aangewezen is omdat dit een te grote impact heeft op het uitzicht op het woonhuis en ook het aanbrengen van een fotovoltaïsche installatie op het woonhuis geniet niet de voorkeur omdat dit te prominent aanwezig zou zijn in het dakvolume.

Het gebruik van een (hybride) warmtepomp als warmteopwekker in de drie scenario's illustreert dat het mogelijk is om de omschakeling naar een koolstofarme verwarmingsmethode te realiseren, zonder doorgedreven isolatie. Het is namelijk mogelijk gebleken om een B-label te behalen met het tussenscenario van isolatie van de schilisolatie. Dit is een belangrijke mijlpaal op het gebied van energie-efficiëntie en duurzaamheid, aangezien het pand in dit scenario reeds kan worden verwarmd met een warmtepomp.

Interessant is dat het maximaal isolatiescenario zelfs kan leiden tot het behalen van een A-label, waarmee nog verder wordt benadrukt dat de woning duurzaam en energiezuinig kan worden gemaakt. In dit scenario wordt de woning verwarmd met een warmtepomp. Het is belangrijk op te merken dat hoewel een warmtepomp een effectieve oplossing is, het bijvoegen van extra isolatie resulteert in lagere energiekosten. De operationele kost zal met name lager liggen in de scenario's met betere isolatie.

Volgens de maatregelen die in overeenstemming zijn met het afwegingsschema en de beslissingsboom wordt een EPC-label A gehaald.

De keuze voor een nieuwe warmteopwekker is tijdens de laatste renovatie gevallen op een pelletkachel. Dit is in lijn met wat volgt uit de afwegingsschema's: zowel collectieve warmte (aangezien de pelletkachel een lokaal micro-warmtenet voedt) als een biomassaketel zijn mogelijke oplossingen. In de catalogus klasseren we de biomassaketel als een tijdelijke oplossing, die doorgaans minder geschikt is voor individuele installaties. Belangrijkste reden hiervoor is dat zonder afdoende rookgaswassing, de impact op de luchtkwaliteit negatief wordt beïnvloed door deze ketels.



2 HERENHUIS, GENT

2.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Het herenhuis in het centrum van Gent is samen met de aanpalende woningen van nummer 1 tot 9 (Figuur 20) geïnventariseerd. Het betreft een ensemble van neoklassieke negentiende-eeuwse stadswoningen van drie bouwlagen, afgedekt met zadeldaken. De gevels zijn bepleisterde lijstgevels met wit of geel geschilderde pleister.

Nummer 11 onderscheidt zich van de andere panden door een sterker uitgewerkte decoratie, vooral in de hogere geleding. De donkergrijs geschilderde plint is (vermoedelijk) gemaakt uit blauwe steen. De gelijkvloerse verdieping is gedecoreerd met imitatiebanden met daarboven een fries met rechthoekige lijsten. De verdiepingen worden gescheiden door cordons. De rechthoekige raamkaders van de eerste verdieping zijn bijzonder van vormgeving en worden bekroond door een verspringende lijst. De ramen in de tweede verdieping zijn eenvoudiger wat betreft de omkadering, maar hebben een decoratieve borstwering in gietijzer met houten handgreep. De gevel wordt bekroond door een sterk uitspringend hoofdstel met consoles. De onderste lijst verspringt boven de vensters; in de boogvelden zijn schelpvormige decoraties aangebracht.



Figuur 20 Omgevingsplan van het herenhuis. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)



Figuur 21 Twee aanzichten van de voorgevel, links: de volledige gevel met op de achtergrond het aanliggende huis op nummer 13, rechts: frontale focus op de linker drie traveeën. (Foto's : Buildwise)

In zijn huidige conditie vertoont de gevel een bi-chrome kleurstelling (de plint te na gelaten): geel voor de vlakke delen en wit voor het lijstwerk en de decoratie. Het is niet duidelijk of dit origineel is. De delen van het gelijkvloers die een andere tint geel hebben, zijn vermoedelijk een herstelling en niet opzettelijk anderskleurig bedoeld.

In een recent verleden (2018) zijn de ramen vervangen door crèmekleurige PVC ramen, waarbij de originele profilering van de ramen op het gelijkvloers helaas maar gedeeltelijk is hernomen. De nieuwe ramen hebben hoogrendementsglas, dat vrij sterk spiegelen is.

Op het grondplan van het gelijkvloers (Figuur 24) is te zien dat de indeling niet regelmatig is. Het lijkt erop dat de woning in feite aan samenvoeging is van een kleine oudere woning, die (een deel van) de linkse travee beslaat, en een latere grotere woning die de rechtse drie traveeën beslaat. Daarbij heeft men ervoor gekozen om de monumentale trap en eerder utilitaire ruimten onder te brengen in de smalle linkse travee en de grote representatieve ruimten in het rechtste gedeelte. Beide zijn van elkaar gescheiden door de doorlopende gang, die van de straat naar de tuin leidt. We weten niet of de aanbouw links authentiek is of op een latere datum is toegevoegd. Zoals blijkt uit het grondplan, is er enkel een kelder onder het rechter gedeelte (Figuur 25). De keldertrap is wel ingewerkt in de linker travee.

In de huidige configuratie heeft de woning een gemengd gebruik: het gelijkvloers en de eerste verdieping herbergen het gezin van de eigenaar (Figuur 24 en Figuur 25, terwijl op de tweede en derde verdieping studentenkamers in ondergebracht Figuur 27 en Figuur 28

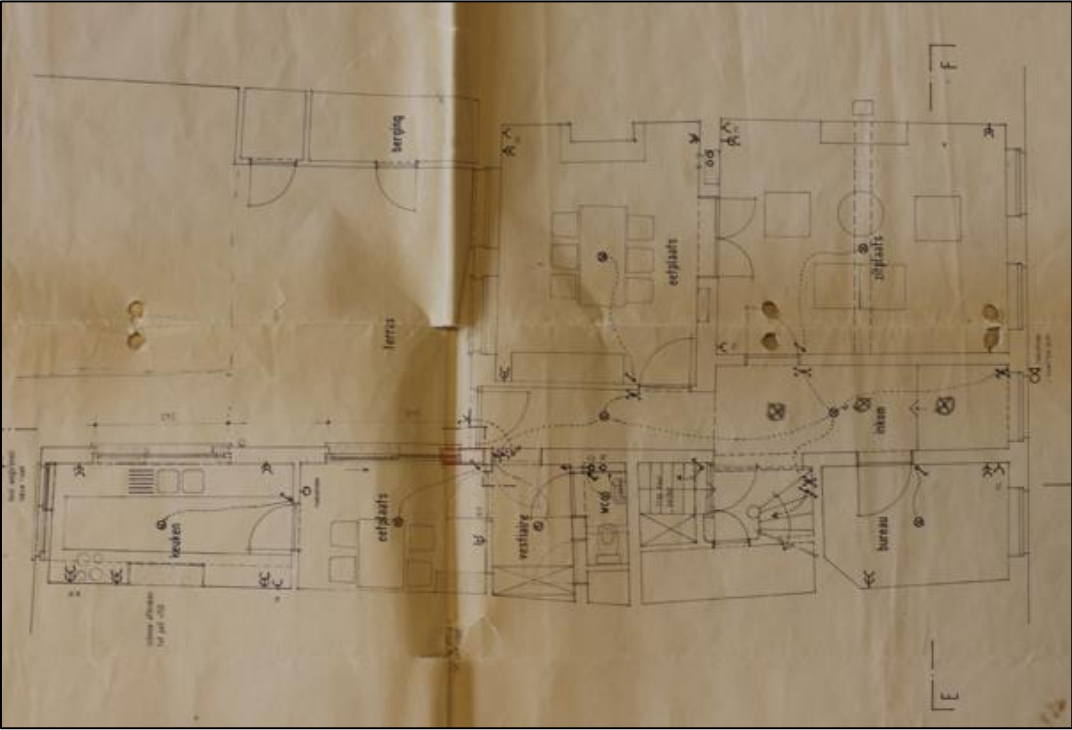




Figuur 22 De ramen van de voorgevel in 2017. Merk de profilering met afgeronde hoeken op het gelijkvloers. (Bron: Google maps)

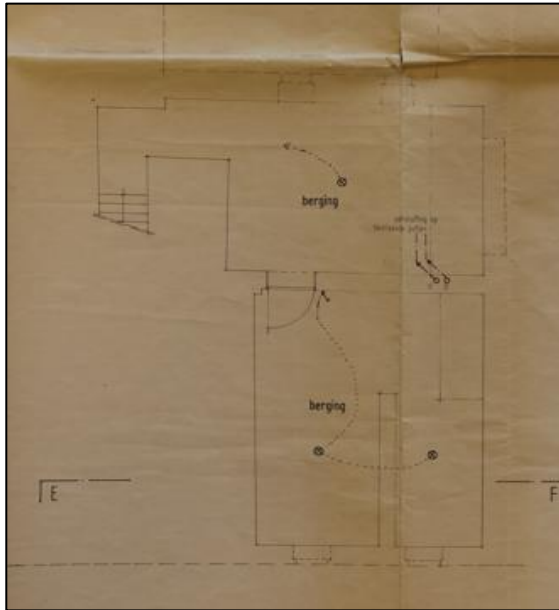


Figuur 23 Achtergevel vanuit de tuin. Rechts de smalle travee waarin de trap ondergebracht is en op gelijkvloers niveau de achterbouw (huidige leefkeuken) (Bron: eigenaar).



Figuur 24 Grondplan van de gelijkvloerse verdieping. (Bron: eigenaar, plannen uit 1992 opgemaakt door ingenieurs- en architectenbureau Cloquet)

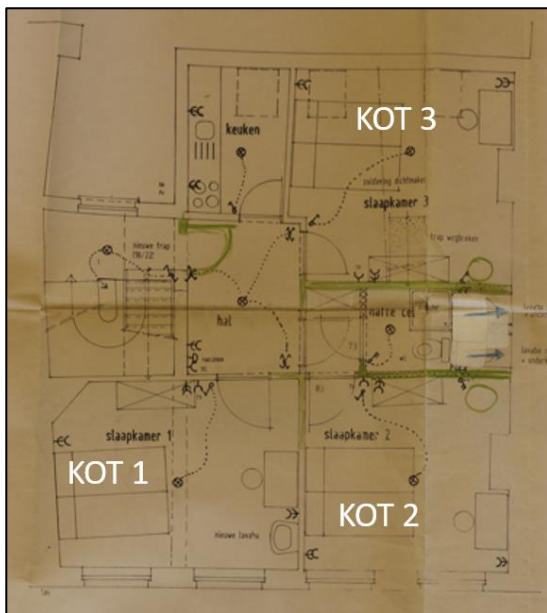




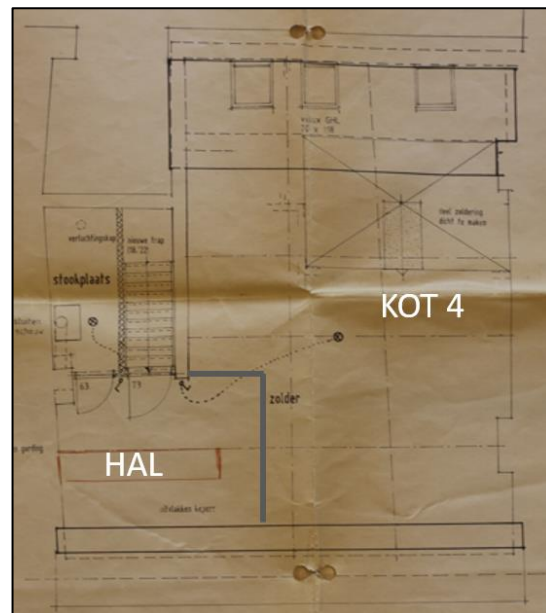
Figuur 25 Grondplan kelder verdieping. (Bron: eigenaar)



Figuur 26 Grondplan eerste verdieping. (Bron: eigenaar)



Figuur 27 Grondplan tweede verdieping, ingericht als studentenkamers. (Bron: eigenaar)



Figuur 28 Grondplan dakverdieping, ingericht als studentenkamer. (Bron: eigenaar)

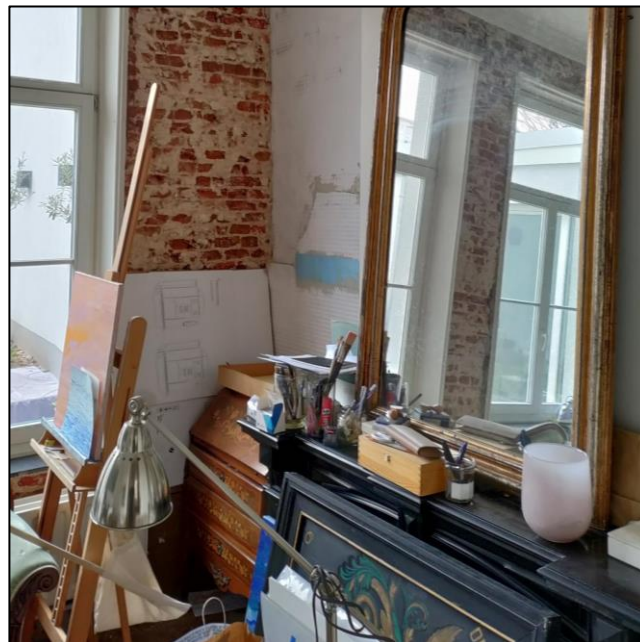




Figuur 29 Eetkamer achteraan het gelijkvloers: deze ruimte wordt deels als atelier en werkruimte gebruikt. De achtermuur is ontdaan van pleister na vochtproblemen. (Foto: Buildwise)



Figuur 30 Zicht vanuit de salon naar de eetkamer en de tuin. (Foto: Buildwise)



Figuur 31 Detail van de hoek in de eetkamer. De gemene muur rechts is bekleed met een waterdicht membraan alvorens het weer gepleisterd wordt. (Foto: Buildwise)





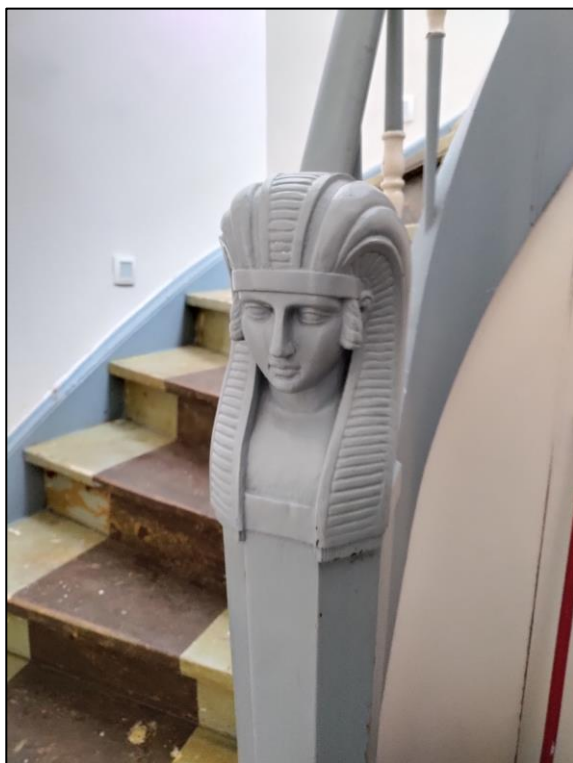
Figuur 32 Salon op het gelijkvloers aan de voorkant. (Foto: Buildwise)



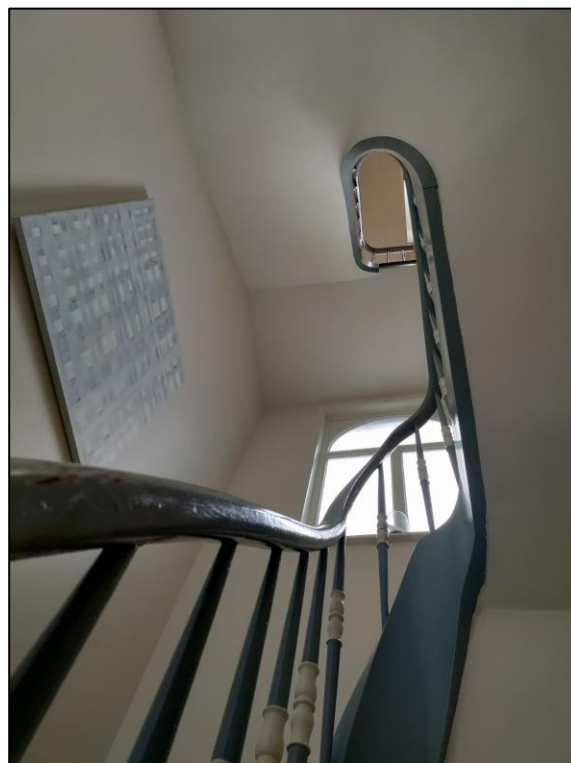


Figuur 33 Details van decoratief lijstwerk op deuren, wanden en plafonds in de salon aan de voorkant van het gelijkvloers. (Foto: Buildwise)





Figuur 34 Aanzet van de monumentale trap op het gelijkvloers met Egyptische geïnspireerde decoratie op de hoofdtrappaal. (Foto: Buildwise)



Figuur 35 Zicht naar boven op de draaiende trap. (Foto: Buildwise)

2.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

2.2.1 OMGEVING

Het feit dat de woning geïnventariseerd is als **onderdeel van een ensemble** is veelzeggend: de Zandpoortstraat bestaat vrijwel uitsluitend uit negentiende-eeuwse herenhuizen met neo-klassieke gevels, met uitzondering van het appartementsblokje dat tegenover de woning ligt, op de hoek met Onderbergen. Door de vele decoratieve elementen onderscheidt de gevel zich anderzijds ook duidelijk van de andere. De **gevel** heeft dus een **grote omgevingswaarde in de straat**.

Op een iets grotere schaal zou je ook kunnen zeggen dat de hele Kuip van Gent gekarakteriseerd wordt door negentiende-eeuwse herenhuizen. De woningen in de Zandpoortstraat dragen zo ook bij aan het karakter van het stadscentrum als geheel. Kenmerken zijn de algemene vormgeving, de gepleisterde en geschilderde afwerking, de decoratieve elementen, de schaal, ...

2.2.2 EXTERIEUR

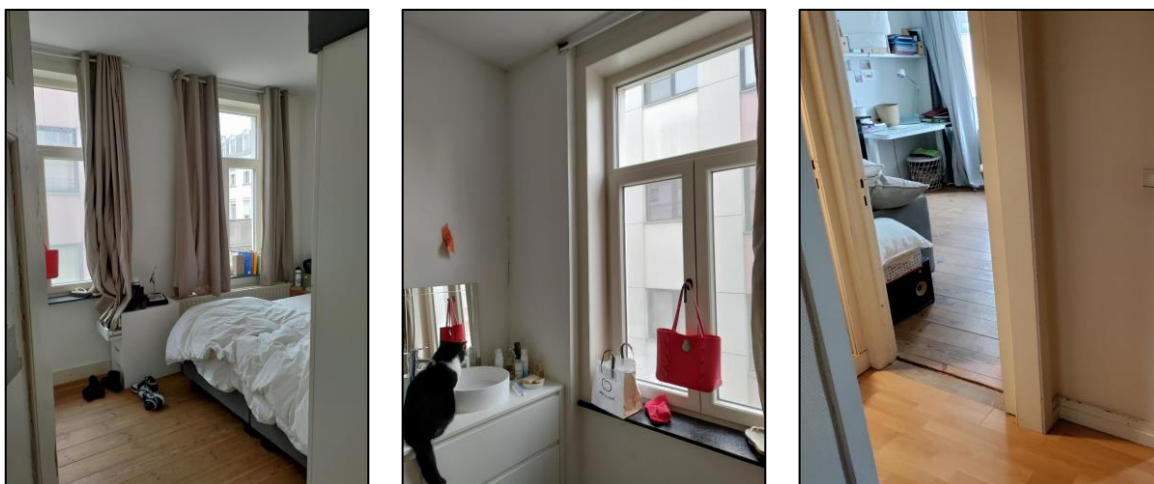
- De voorgevel als geheel, met hoger beschreven kenmerken;
- De nieuwe ramen op zich hebben geen erfgoedwaarde, maar wel hun indeling en benaderende vormgeving van de profielen, die inpast in het geheel;
- De inkomdeur met bovenlicht: hoewel het niet zeker is dat deze dateert van de eerste bouwfase, heeft ze onmiskenbaar een esthetische waarde in de gevel;



- De indeling van de achtergevel, met inbegrip van de ramen (Figuur 23);
- De achterdeur met half rond bovenlicht en authentieke beglazing (Figuur 23).

2.2.3 INTERIEUR

- De vorm en opbouw van de kelder die deels overwelfd is met een tongewelf en deels met troggewelven op stalen liggers;
- De inkomdeur, traphal met vloer (hoewel van latere datum dan de referentiefase), de achterdeur en de monumentale trap;
- De beide representatieve ruimten op het gelijkvloers:
 - eetkamer (nu atelier en werkruimte) met deur- en raamkaders, houten vloer, lijstwerk op wanden en plafonds, schouw met schouwmantel (Figuur 29 tot Figuur 31);
 - salon met deur- en raamomlijstingen, houten vloer, lijstwerk op wanden en plafonds, schouwmantel (Figuur 32 en Figuur 33);
- Op de eerste verdieping: de houten vloer die op enkele plaatsen bewaard is, de raamomlijstingen en tabletten, de authentieke paneeldeuren met omlijsting (Figuur 33);
- Op de tweede verdieping: de deels authentieke deuren, deurkaders en houten vloeren;
- Op de dakverdieping: de deels authentieke delen van dakspanten en gordingen.



Figuur 36 Verschillende kamers op de eerste verdieping met deels originele vloerbekleding, deuren en raamtabletten, maar geen decoratieve elementen. (Foto's: Buildwise)

2.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

2.3.1 BASISINFO

Het huis is al lange tijd eigendom van dezelfde bewoner en beschikt daardoor niet over een EPC. Aangezien de recentere ingrepen aan het dak en de vervanging van de ramen niet vergunningsplichtig



waren, is er ook geen EPB-aangifte. Verder is geen energieaudit of beheersplan voorhanden. We hebben geen gegevens over het verbruik.

2.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE

Warmteopwekking gebeurt met een condenserende gasketel. De ketel heeft een opwekkingsvermogen van 40 kW. De bereiding van sanitair warm water gebeurt met elektrische boilers (verspreid over de badkamers).

De **warmteafgifte** gebeurt met bestaande **radiatoren zonder erfgoedwaarde**.

Er is **geen ventilatiesysteem aanwezig**, verse luchttoevoer en -afvoer gebeurt via het openen van ramen en de lucht in- en exfiltratie door kieren en spleten in de gebouwschil.

2.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

Als basisscenario of minimaal isolatiescenario van de gebouwschil analyseren we de bestaande toestand. De voorgevel bestaat uit niet-geïsoleerd massief metselwerk met kalkmortel, aan beide zijden bepleisterd met kalkpleister (35cm in totaal volgens de plannen). De achtergevel bestaat uit gelijkaardig massief metselwerk met kalkmortel, binnen afgekapt, buiten afgewerkt met recente (gemodificeerde) cementpleister zonder thermische isolatie. De dikte is 40cm volgens de plannen. De dikte van de gemene muren is niet gekend en wordt geschat op 35 cm. De huidige nieuwe ramen zijn opgebouwd uit 4-kamer PVC profielen. Het glas heeft U_g -waarde $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$. De aanbouw op het gelijkvloers heeft meranti-raamprofielen met gewoon dubbel glas ($U_g = 3.0 \text{ W/m}^2\text{K}$).

De hellende daken zijn vernieuwd in 2020 volgens het sarking-principe. Vermoedelijk was er al minerale wol tussen de kepers (6 à 9 cm) geplaatst; daar is nog 10 cm PIR aan toegevoegd, onderdakfolie en pannen. Het platte dak heeft een houten roostering waartussen reeds 7 cm minerale wol aanwezig was en het is verhoogd met 10 cm PIR (en een nieuwe afdichting) in dezelfde fase als de renovatie van het hoofddak. De dakvlakvensters zijn verschillend qua type met U_w -waarden variërend van 1.3 tot $2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

De vloeren die zich niet boven de kelder bevinden, zijn ongeïsoleerde tegelvloeren op volle grond. De gewelven (of vloeren erboven) zijn eveneens niet geïsoleerd.

In een recent verleden (2018) zijn de ramen vervangen door crèmekleurige PVC ramen, waarbij de originele profilering van de ramen op het gelijkvloers helaas maar gedeeltelijk is hernomen. De nieuwe ramen hebben hoogrendementsglas dat vrij sterk spiegelend is. Het opnieuw vervangen van deze ramen door houten ramen is niet prioritair.

2.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

Bij de vloeren maken we onderscheid tussen de vloeren boven kelders en de vloeren op volle grond. De tegelvloeren op volle grond (in de keuken, gang, toilet, doorgang naar de keuken en bergruimte) kunnen in principe uitgedroogd worden en uitgegraven. Zo ontstaat de nodige hoogte om isolatie te plaatsen op een waterdichte folie en daarop de tegelvloer terug te plaatsen. Bij dergelijke ingreep moet de muur, die in contact staat met de grond, steeds ook geïnjecteerd worden tegen opstijgend grondvocht.

De vloeren van de grote ruimten zijn plankenvloeren boven gewelven. Vermoedelijk liggen er verdeelbalken in een uitvulling van zand en puin, die rust op de gewelven. Ideaal gezien zou de ruimte tussen die balkjes geïsoleerd worden, maar dat is praktisch behoorlijk moeilijk. Een verhoging van de vloerplas brengt ook een groot verlies aan waarde met zich mee, gezien dit gepaard gaat met



aanpassingen aan plinten, deuren, deurdorpels, ... In die gevallen is het wel mogelijk om te isoleren tegen de gewelven van de kelder, met de nodige aandacht voor eventuele vochtproblemen.

2.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

Het is een gemiste kans dat de achtergevel bepleisterd is zonder hem meteen ook te isoleren. In elk meer vergaand isolatiescenario gaan we uit van een buitenisolatie, hetzij in de vorm van ETICS, hetzij een andere vorm van isolatie en bekleding. Het verlies van erfgoedwaarde wordt daarbij ingeschat als aanvaardbaar.

Dat is uiteraard anders bij de voorgevel. Deze heeft een te hoge erfgoedwaarde om in buitenisolatie in te pakken. Binnenisolatie is ook moeilijk op de gelijkvloerse verdieping omwille van het lijstwerk (Figuur 33), maar is wél mogelijk op de verdiepingen. Het verlies van originele (eenvoudige) omkastingen en vlakke blauwstenen tabletten is op die plaatsen aanvaardbaar. De voorgevel is noord georiënteerd, bepleisterd en door de omgeving slechts beperkt blootgesteld aan regen.

2.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

Het schrijnwerk van de voorgevel is vernieuwd in 2018 en voldoet aan de EPB-eisen (maximale U_w -waarde van $1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$). Dat is ook het geval voor de dakvensters vooraan en het grote dakvenster achteraan.

De houten ramen achteraan en in het achterste dakvlak zijn voorzien van dubbele beglazing. De isolatiewaarde hiervan ligt een stuk lager dan de vernieuwde ramen van de voorgevel.

In de drie scenario's worden geen wijzigingen voorgesteld aan het huidige buitenschrijnwerk.

2.4.4 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

Tabel 8: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen (gevalstudie Herenhuis Gent)

Schilddeel	Basisscenario Huidige toestand	Tussenscenario bijkomend muren en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Hellend dak	7cm minerale wol tussen kepers + sarkingdak met 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	7cm minerale wol tussen kepers + sarkingdak met 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	7cm minerale wol tussen kepers + sarkingdak met 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$
Plat dak	7cm minerale wol tussen houten roostering + 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	7cm minerale wol tussen houten roostering + 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	7cm minerale wol tussen houten roostering + 10cm PIR $U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$
Nieuwe ramen voorgevel	PVC profiel + HR glas $U_w = 1.48 \text{ W/m}^2\text{K}$	PVC profiel + HR glas $U_w = 1.48 \text{ W/m}^2\text{K}$	PVC profiel + HR glas $U_w = 1.48 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ramen achtergevel en achterbouw	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.94 \text{ W/m}^2\text{K}$	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.94 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakvensters achter	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$	houten raam met gewoon dubbele beglazing $U_w = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Dakvensters voor + groot dakvenster achter	Houten raam met HR glas $U_w = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$	Houten raam met HR glas $U_w = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$	Houten raam met HR glas $U_w = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Voorgevel gelijkvloers	geen isolatie	geen isolatie	geen isolatie



(massief baksteen)	U = 2.12 W/m ² K	U = 2.12 W/m ² K	U = 2.12 W/m ² K
Voorgevel eerste en tweede verdieping (massief baksteen)	geen isolatie U = 2.12 W/m ² K	4cm XPS binnenisolatie U = 0.61 W/m ² K	12cm XPS binnenisolatie U = 0.25 W/m ² K
Achteregevel gelijkvloers (massief baksteen)	geen isolatie U = 1.94 W/m ² K	3cm aerogelpleister en afwerking U = 0.63 W/m ² K	15cm XPS en afwerkpleister U = 0.2 W/m ² K
Achteregevel eerste en tweede (massief baksteen)	geen isolatie U = 1.94 W/m ² K	12cm minerale wol tussen houten stijlen en dampscherm binnen U = 0.4 W/m ² K	15cm XPS en afwerkpleister U = 0.2 W/m ² K
Gevel achterbouw (massief baksteen)	geen isolatie U = 1.94 W/m ² K	5cm XPS buiten 0.5 W/m ² K	15cm XPS buiten 0.2 W/m ² K
Vloer boven kelder	Houten rooster op gewelven, geen isolatie b*U = 1.02 W/m ² K	12cm PUR tegen gewelf b*U = 0.1 W/m ² K	12cm PUR tegen gewelf b*U = 0.1 W/m ² K
Vloer op volle grond	Houten roostering, geen isolatie a*U = 0.81 W/m ² K	10cm PUR a*U = 0.13 W/m ² K	10cm PUR a*U = 0.13 W/m ² K



2.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

2.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

Voor de afweging van **afgifte-elementen** wordt een onderscheid gemaakt tussen de gelijkvloerse representatieve ruimten (Figuur 37) en de overige ruimten (Figuur 38).

criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem		
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	nee	
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	ja	houten vloer
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	decoratief lijstwerk
Aanwezigheid van een waardevolle plafondaafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	decoratief lijstwerk
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	nieuwe afgifte-elementen verstoren de visuele indruk niet, een unit van een LL WP zou iets meer opvallen..
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:		
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen		
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	ja	grote vensteroppervlakken, geen zonnewering
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:		
impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

afgifte-elementen	
bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk
vloerverwarming plaatsen	niet weerhouden
plafondverwarming plaatsen	niet weerhouden
wandverwarming plaatsen	niet weerhouden
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk

Figuur 37 resultaat afwegingsschema afgifte-systeem voor representatieve ruimten gelijkvloers (gevalstudie Herenhuis Gent)



criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem		
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	nee	bestaande radiatoren zonder erfgoedwaarde
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	nee	
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	geen lijstwerk
Aanwezigheid van een waardevolle plafondaafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	geen lijstwerk
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	toevoegen van nieuwe elementen vormt geen probleem, interieur verdiepingen heeft weinig erfgoedwaarde
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:		
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen		
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	ja	grote vensters zonder zonnewering
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:		
impact op lawaaioverlast in de woning		

afgifte-elementen

bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk
vloerverwarming plaatsen	voorkeur
plafondverwarming plaatsen	voorkeur
wandverwarming plaatsen	voorkeur
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk

Figuur 38 resultaat afwegingsschema afgifte-systeem voor alle ruimten behalve de representatieve ruimten gelijkvloers (gevalstudie Herenhuis Gent)

In de **representatieve ruimten** wordt omwille van de decoratieve lijsten en houten vloer (Figuur 32 en Figuur 33) **oppervlakteverwarming (vloeren, plafonds en wanden) niet weerhouden**, terwijl dat in de overige ruimten wel een mogelijkheid is.

Er staan reeds radiatoren in de ganse woning. Deze hebben geen erfgoedwaarde en kunnen vervangen worden door grotere radiatoren of door (ventilo-)convectoren zonder negatieve impact op de globale indruk van de ruimte. Indien men liever niet voor oppervlakteverwarming kiest, of waar dit niet mogelijk is, is het vervangen van de bestaande afgifte-elementen een mogelijk alternatief.

Er is geen EPC beschikbaar, maar de grote vensters zonder beschaduwing of zonnewering maken de kans op oververhitting reëel. We geven daarom de voorkeur aan afgifte-elementen waarmee kan gekoeld worden.

Op basis van bovenstaande overwegingen, en om verwarming op zo laag mogelijke temperatuur mogelijk te maken, geven we de voorkeur aan vloerverwarming (of eventueel wand-of plafondverwarming) waar dit mogelijk is (andere dan representatieve ruimtes).



2.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja, eventueel	eventueel kan de optie bekeken worden om de vensters naar achter te plaatsen en zo ruimte te creëren voor een toevoeropening boven de vensters, maar minder realistisch aangezien alle vensters behouden blijven
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	ja, eventueel	er zijn geen historische roosters, maar eventueel kunnen op de achtergevel kleine nieuwe roosters geplaatst worden
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	keldergaten
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja	door het dakvlak (indien unit op zolder)
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	bijvoorbeeld in de kelder of op zolder
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	er zijn geen speciale ruimten
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	schouw in de achterkamer, loopt door over alle verdiepingen (schouw vooraan is afgebroken)
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja, eventueel	mogelijk op verdiepingen, te onderzoeken voor gelijkvloers
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja, eventueel	moeilijk te integreren op gelijkvloers
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
Impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industrielaawaai, verkeerslawaai)?	stedelijk of voorstedelijk	Gent
Impact op lawaai-overlast in de woning		
eindbeoordeling systemen		
		erfgoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	± ± +
systeem D cascade	voorkeur	± ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	± - -
systeem C	mogelijk	± - ±
systeem C hal	mogelijk	± - ±

Figuur 39 resultaten afwegingsschema ventilatie (gevalstudie Herenhuis Gent)

In geen enkele van de isolatiescenario's wordt het schrijnwerk vervangen, en we zien geen duidelijke opportuniteiten om toevoerroosters te plaatsen in of rond het buitenschrijnwerk. In theorie kan de optie wel overwogen worden om de vensters naar achter te plaatsen en zo ruimte te creëren voor een toevoerspleet boven de vensters, maar dit is hier weinig realistisch. Indien geopteerd wordt voor een systeem C, lijkt de uitvoering met kleine toevoerroosters in de (achter)gevel te verkiezen.

Gezien de vrij hoge ventilatiedebieten die nodig zijn voor de combinatie van woning en studentenkamers, is een systeem C hal minder aangewezen.

Nieuwe verticale schachten behoren wel tot de mogelijkheden, zeker op de verdiepingen. Op het gelijkvloers kan de schouw achteraan in de leefruimte dienst doen als verticaal tracé. De balans helt over in het voordeel van een systeem D (Figuur 39), maar op het gelijkvloers vormt het een uitdaging om alle kanalen te integreren in het interieur. Om het aantal kanalen te beperken, kan een systeem D cascade zeker ook in overweging genomen worden.

De warmteterugwinunit kan in de kelder geplaatst worden, via de keldergaten is toevoer en afvoer mogelijk. Ook op zolder kan ruimte worden vrijgemaakt en is een doorvoer via het dak mogelijk.



klaar voor 2050	eef uw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	mogelijk	+ - -
warmtepompboiler	mogelijk	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	voorkeur	+ ± -
lucht/water split perceelgebonden	voorkeur	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	voorkeur	+ ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	voorkeur	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnesystemen - thermisch	mogelijk	+ + +
zonnesystemen - elektrisch	voorkeur	+ + +
warmtenet	voorkeur	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	niet weerhouden	+ ± -
hybride warmtepomp	niet weerhouden	+ ± -
condenserende gasketel	niet weerhouden	+ - ±

Figuur 40 resultaten afwegingsschema opwekker (gevalstudie Herenhuis Gent)

Aan de achterkant van de woning zijn er verschillende opties om een buitenunit voor een warmtepomp (met buitenlucht als warmtebron) te plaatsen. Het is mogelijk om leidingen tegen de gevel te plaatsen en doorvoeren voorzien. De kelder en de huidige technische ruimte beschikken over voldoende ruimte om een volwaardige technische berging te voorzien, met voldoende ruimte voor het plaatsen van een binnenunit.

Uit het afwegingsschema komen o.a. de water-water warmtepompen als voorkeur naar voren. Praktisch gezien is de achtertuin moeilijk bereikbaar voor boor- en graafmachines. De meest voor de hand liggende oplossing is een lucht-water warmtepomp.

De woning is vrij groot. Om het totaal vermogen van de warmtepomp te beperken kan de woning opgesplitst worden in het woongedeelte (gelijkvloerse en eerste verdieping) en het gedeelte met de studentenkoten (bovenste verdiepingen).

Voor het woongedeelte kan de buitenunit tegen de gevel in de achtertuin of elders op het perceel geplaatst worden. De koelvoestofleidingen lopen naar een binnenunit die in de kelder wordt geplaatst.

Voor het gedeelte met studentenkoten kan een buitenunit op het plat dak van de achterbouw worden geplaatst, in de huidige stookplaats op de bovenste verdieping (waar momenteel de ketel staat) is weinig plaats voor de binnenunit (Figuur 40), voor dit gedeelte kan een monobloc uitvoering te verkiezen zijn.

Indien een warmtenet wordt voorzien in de straat, verdient het de voorkeur hierop aan te sluiten.

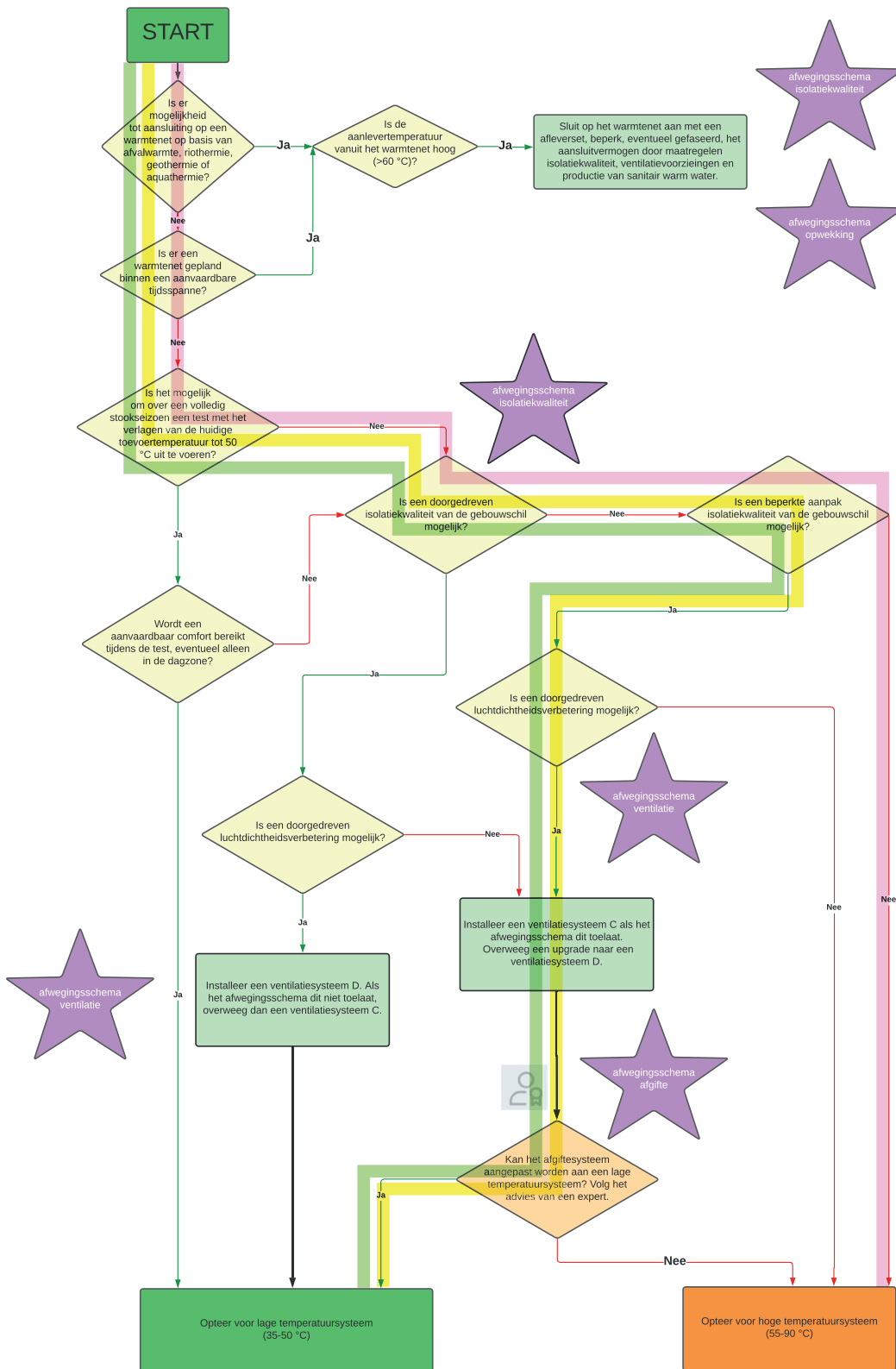
2.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

Om de opties voor lage temperatuur in te schatten, is de beslissingsboom een eerste hulpmiddel. Tenzij bij doorgedreven isolatie-ingrepen, die hier niet haalbaar zijn, zal een warmteverliesberekening door een expert nodig zijn. Deze wordt ter illustratie verder in deze gevalstudie gegeven.

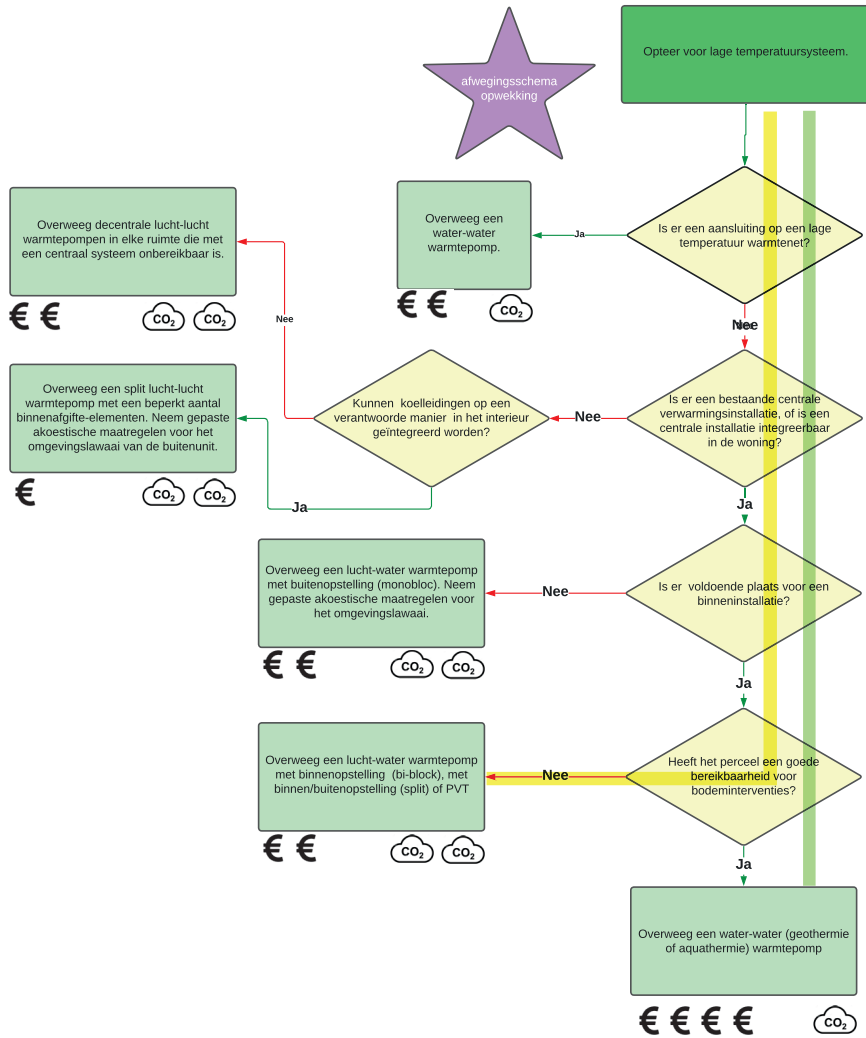
Uit deze warmteverliesberekening blijkt ook dat de woning zo groot is dat hoge vermogens nodig zijn, zelfs als de woning doorgedreven geïsoleerd wordt. Daarom wordt geopteerd om de woning te zoneren in een woongedeelte en een zone met de studentenkoten. Om te kunnen rekening houden met de eigenheid van elke zone wordt de beslissingsboom voor elke zone apart doorlopen.



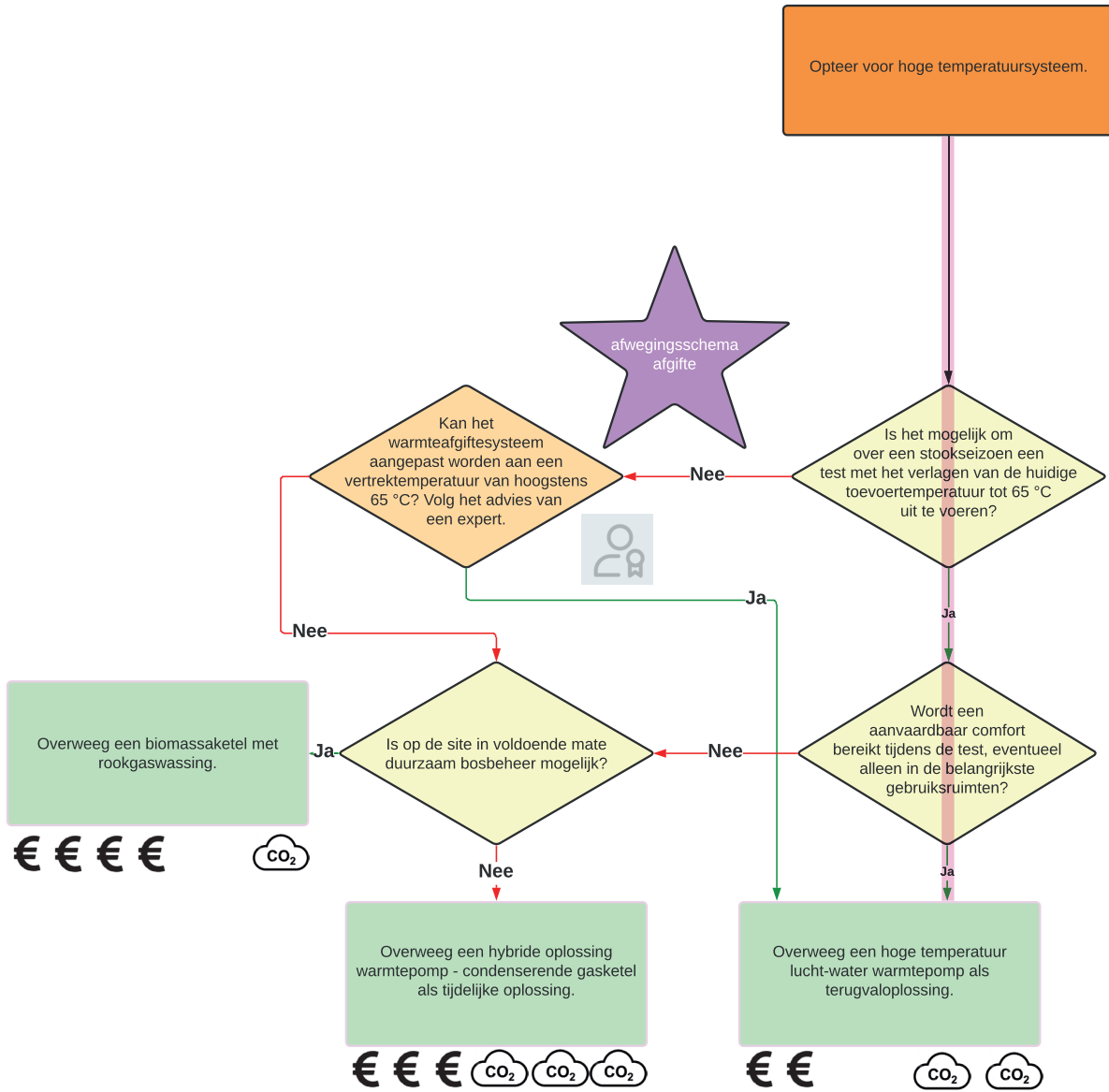
2.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU / WOONGEDEELTE



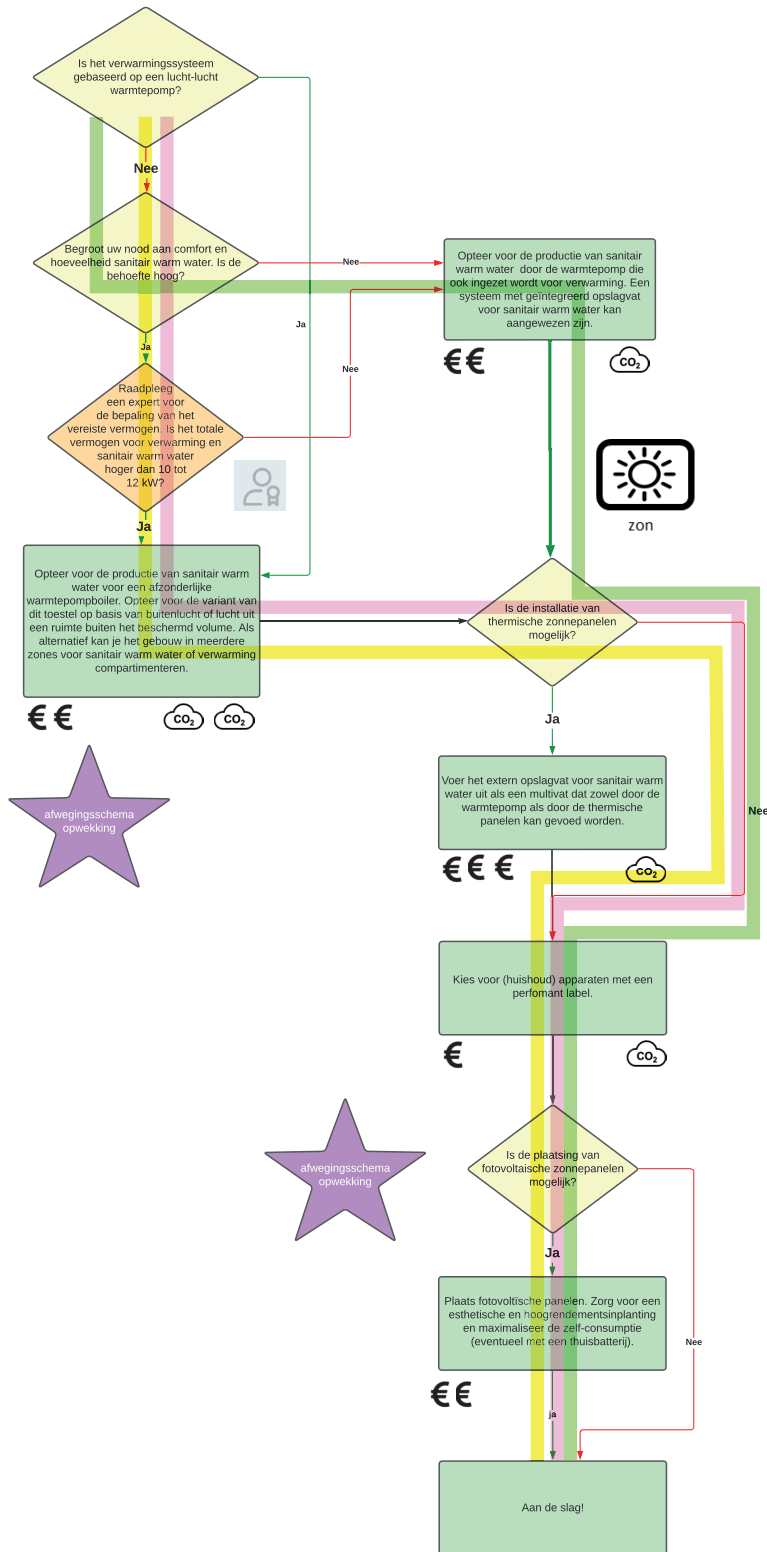
2.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR) / WOONGEDEELTE



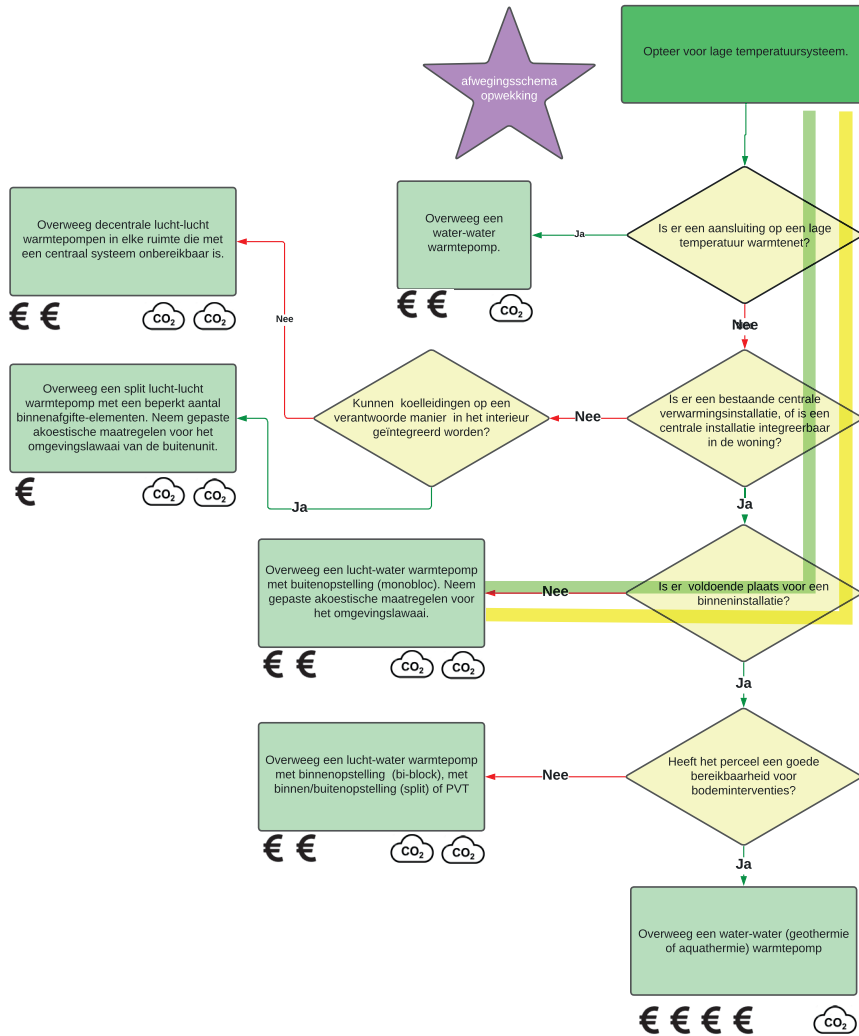
2.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR) / WOONGEDEELTE



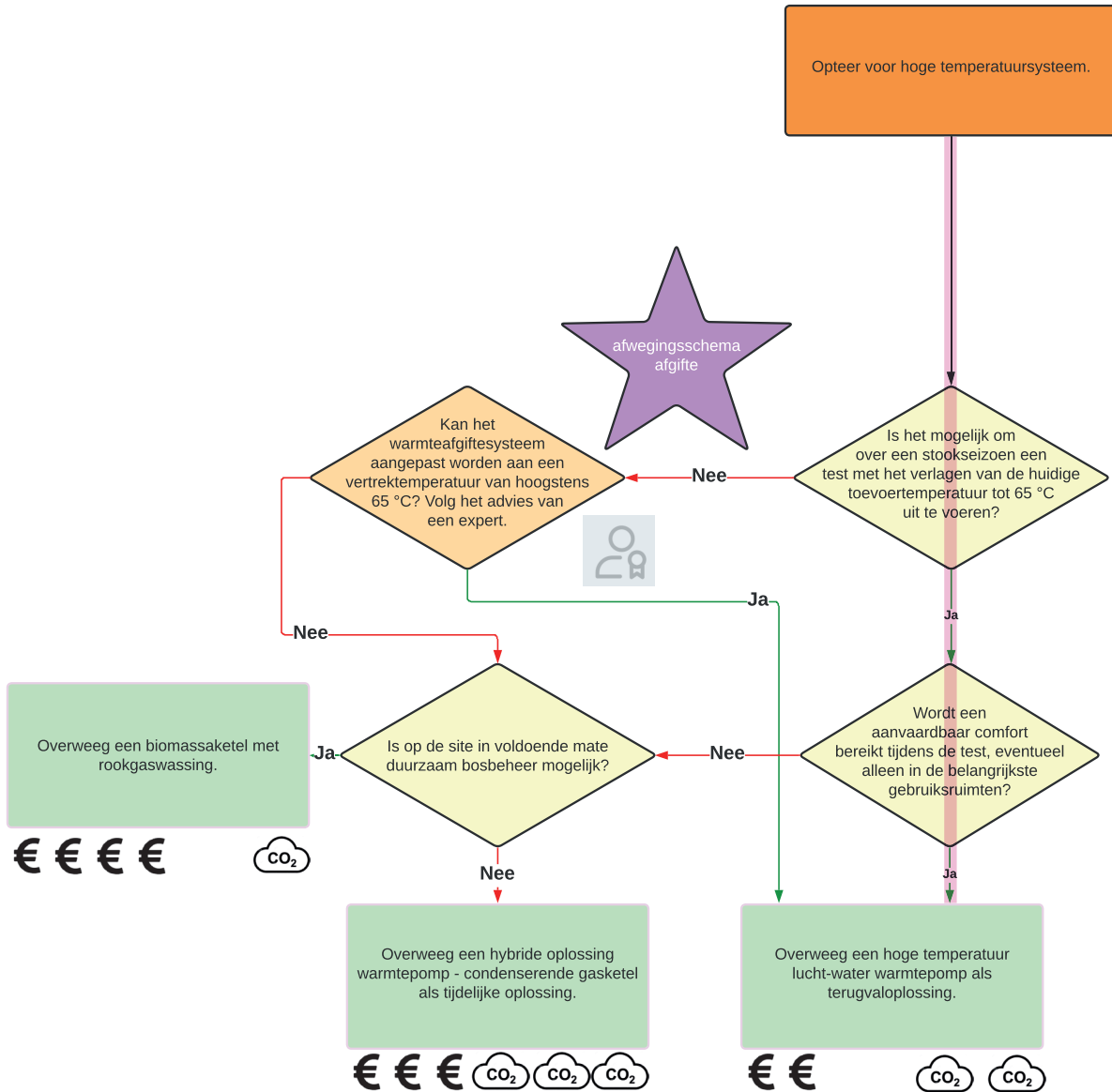
2.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN / WOONGEDEELTE



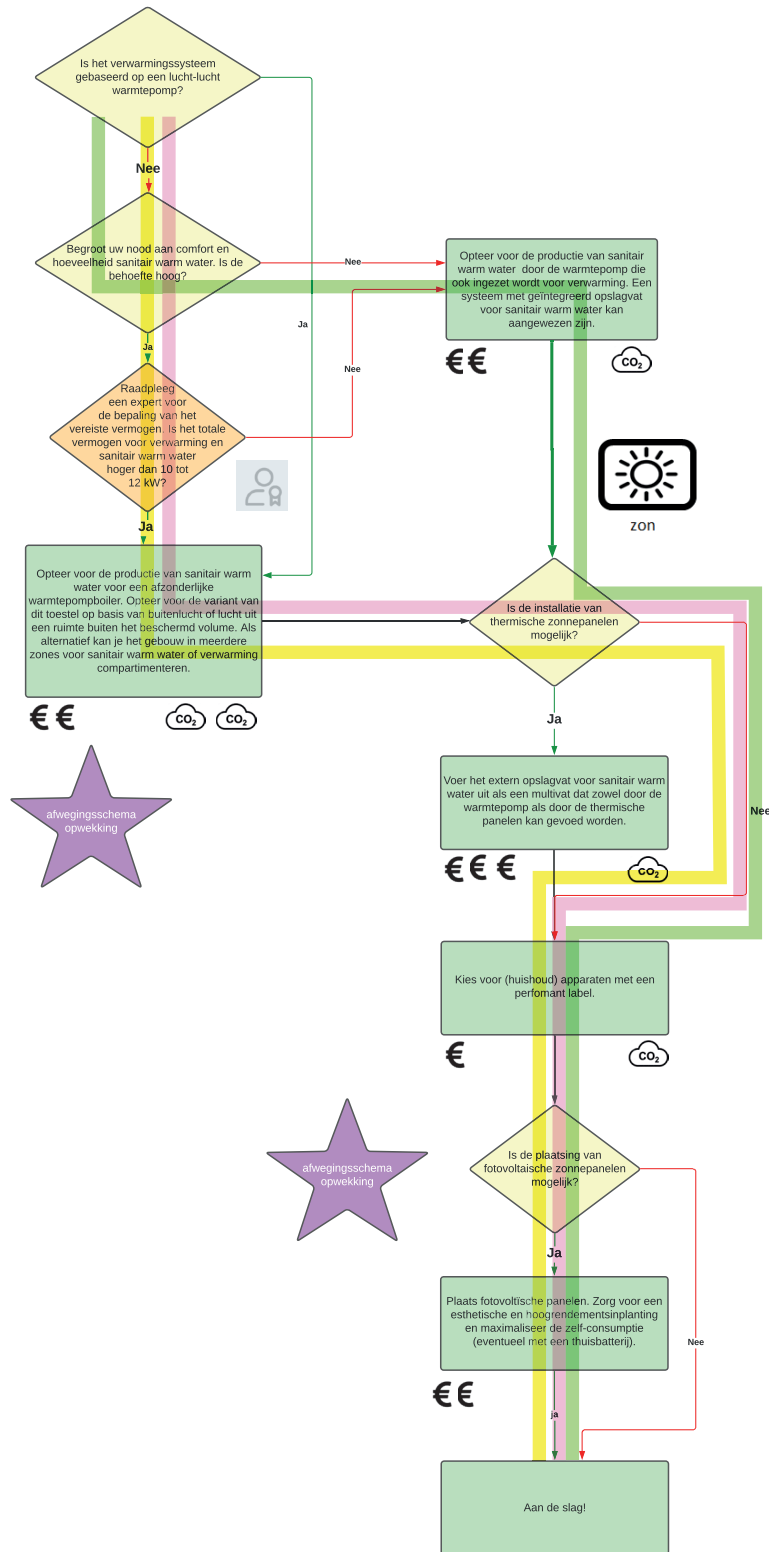
2.6.6 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR) / STUDENTENKAMERS BOVEN



2.6.7 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR) / STUDENTENKAMERS BOVEN



2.6.8 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN / STUDENTENKAMERS BOVEN



Voor de **woning in haar huidige toestand**, is het twijfelachtig of lage temperatuurverwarming mogelijk is. Het dak is geïsoleerd, de vensters hebben weliswaar dubbele beglazing, maar niet altijd hoogrendementsbeglazing. Veiligheidshalve volgen we het pad dat ontkennend antwoordt op de vraag of een beperkte aanpak van de isolatie mogelijk is, wat ons bij hoge temperatuurverwarming doet belanden. Uit de warmteverliesberekening blijkt dat het in principe nog mogelijk kan zijn om met ventilo-convectoren de woning te verwarmen, maar daar horen de nodige kanttekeningen bij in verband met thermisch en akoestisch comfort, vooral in de kritische ruimten. Qua opwekker kiezen we hier voor een hoge temperatuur warmtepomp. We voorzien een aparte warmtepomp voor de woning en voor de studentenkoten, om het vermogen van elke warmtepomp (en het bijhorend prijskaartje en de beperkte beschikbaarheid op de markt) te beperken.

Bij het doorlopen van de beslissingsboom eindigen we voor de **twee scenario's met extra isolatie** bij lage temperatuurverwarming, met als opwekker een lucht-water warmtepomp. In principe kunnen in een achtertuin van een rijwoning boringen overwogen worden, maar de smalle straat zal de toegang van een kraan en boorinstallatie bemoeilijken. We houden zowel de optie van een lucht-water warmtepomp als van een water-water warmtepomp met verticale boring open.

Ook hier wordt omwille van de grote warmtevraag voor de bereiding van sanitair warm water geopteerd om in zones te werken (woning en studentenkamers). Voor het gedeelte met studentenkoten is er minder plaats beschikbaar voor een technische ruimte en kan een monobloc uitvoering een oplossing zijn.

Omwille van de beperkte dakoppervlakte, gaat de voorkeur naar PV-panelen boven zonthermische panelen.

2.6.9 HAALBAARHEID VAN LAGE-TEMPERATUUR

In de beslissingsboom afgifte wordt in bepaalde gevallen verwezen naar een expert. Hieronder wordt kort toelichting gegeven bij de stap waar tussenkomst van een expert aanbevolen is, namelijk bij het bepalen van de mogelijkheid om naar lage temperatuur afgifte te gaan.

Om te bepalen met welke afgifte-elementen en op welke aanvoertemperatuur de woning kan verwarmd worden, moet de warmtevraag van de woning gekend zijn. De warmtevraag hangt af van de isolatie, de luchtdichtheid en het ventilatiesysteem en wordt berekend voor volgende scenario's:

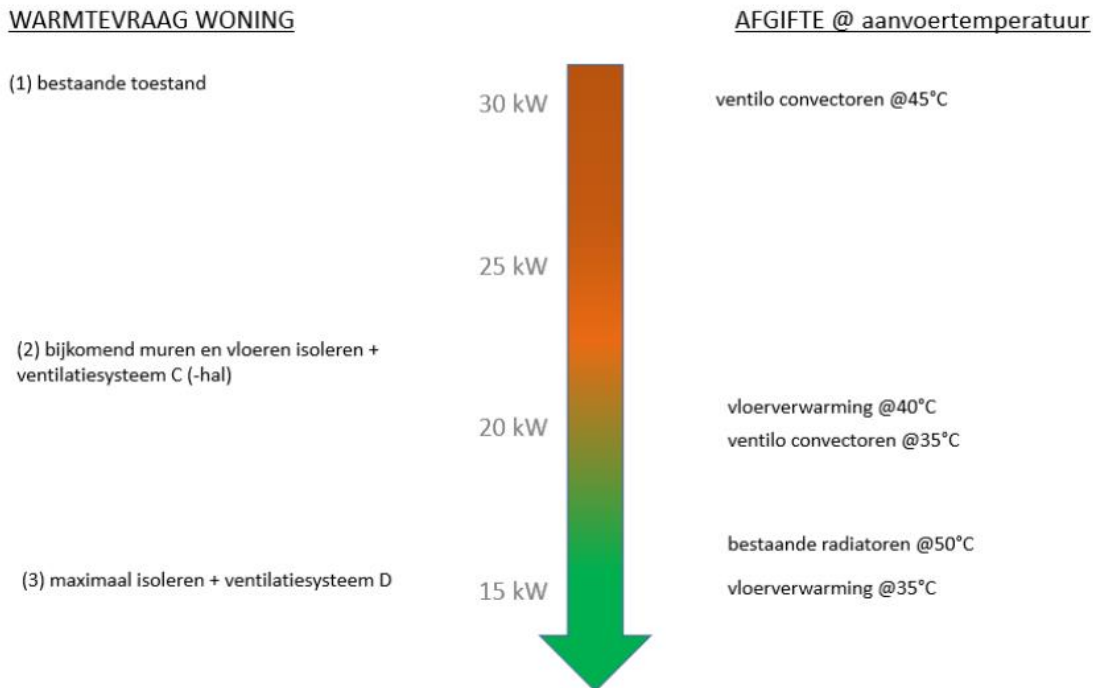
1. De huidige toestand, nl het basisscenario voor isolatie uit C, een slechte luchtdichtheid ($n_{50} = 12\text{m}^3/\text{hm}^2$) en geen ventilatiesysteem
2. Een tweede scenario waarbij de muren (beperkt) en de vloeren worden geïsoleerd (tussenscenario uit Tabel 8), in combinatie met een verbeterde luchtdichtheid en een ventilatiesysteem C. Hierbij wordt bijvoorbeeld aan een systeem C-hal gedacht, waarbij geen roosters boven de vensters geplaatst worden.
3. Een derde scenario met doorgedreven isolatie uit Tabel 8, een verbeterde luchtdichtheid en een ventilatiesysteem D met warmterecuperatie.

Figuur 41 toont enerzijds de berekende warmtevraag voor de drie scenario's en anderzijds het vermogen dat kan geleverd worden voor een aantal afgifte-systemen en toevoertemperaturen. De berekeningen zijn hier voor de woning als geheel gebeurd en geven een eerste idee, maar moeten in principe op dezelfde manier voor de afzonderlijke ruimten gebeuren. Ruimten met hogere temperatuur (badkamer) of een groter verliesoppervlak (achterbouw) zullen een relatief hoger vermogen vragen.

Het vermogen van de afgifte-elementen hangt onder meer af van de afmetingen (radiatoren, ventilo-convectoren), de pasafstand en vloeropbouw (vloerverwarming), enz., de waarden in Figuur 41 moeten dus beschouwd worden als richtwaarden. De ventilo-convectoren komen op de plaats van de



bestaande radiatoren, en worden zo gekozen dat aan de warmtevraag in de huidige toestand kan voldaan worden, rekening houdende met de beschikbare plaats en een gemiddelde ventilatorstand. Akoestisch kan een lagere stand te verkiezen zijn, wat een daling van het vermogen betekent. Op sommige plaatsen is dan weer een groter afgifte-element en dus een hoger vermogen mogelijk. Het blijkt in elk geval mogelijk om het gebouw in de huidige situatie te verwarmen met ventilo-convectoren op lage temperatuur, maar bij dit scenario moeten een aantal kanttekeningen geplaatst: het energieverbruik is beduidend hoger en het comfort, zowel akoestisch als thermisch, minder dan bij de andere scenario's.



Figuur 41: warmtevraag van de volledige woning voor 3 scenario's ten opzichte van het vermogen dat kan geleverd worden door een aantal afgifte-elementen (waarbij telkens de aanvoertemperatuur wordt aangegeven)

2.7 ANALYSE EPC

We werken de analyse EPC uit voor het **woongedeelte van de eigenaar** van de herenwoning met betrekking tot drie verschillende isolatieniveaus. (Let op: dit resultaat verschilt van de analyse met EBECS waar heel het gebouw bekeken is.)

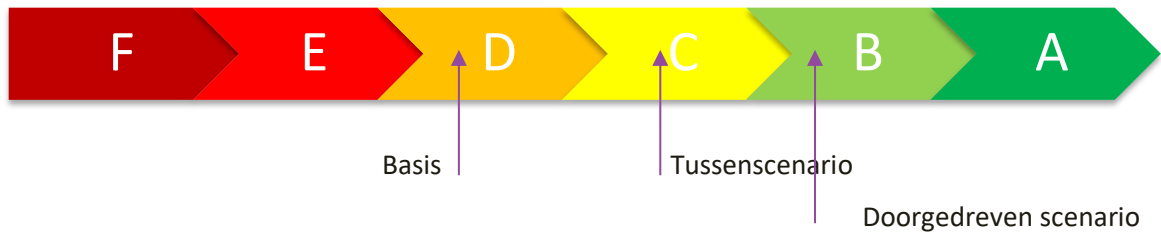
Deze zone omvat de gelijkvloerse en eerste verdieping. De kelder wordt niet in het beschermde volume opgenomen. In de **huidige toestand**, met een beperkte renovatiegraad, scoort de wooneenheid aan de bovengrens van label D: 383 kWh/m².jaar.

Als we de isolatiekwaliteit van de achtergevel verbeteren (die in de huidige toestand alleen is bepleisterd) tot een **tussenscenario isolatie**, als de vloer boven de kelder goed wordt geïsoleerd, en als een geothermische warmtepomp wordt geïnstalleerd dan daalt de energiescore tot label C: 265 kWh/m².jaar.

We opteren echter eerder voor het **doorgedreven scenario**, waarbij de isolatiekwaliteit van de schil beter overeenkomt met hedendaagse eisen. In dit scenario daalt het vermogen van de geothermische warmtepomp significant, waardoor de investeringskost door het kleinere aantal grondboringen



duidelijk daalt. In dit geval wordt een label B nipt gehaald en daalt de energiescore tot 185 kWh/m².jaar. Een terugvaloplossing met een lucht-water warmtepomp zou een energiescore van 212 kWh/m².jaar opleveren.



In het tussenscenario en het doorgedreven scenario wordt telkens een geothermische warmtepomp voorgesteld, omwille van de efficiëntie enerzijds, maar ook het vermogen om passief te koelen. Uit praktische, uitvoeringstechnische of financiële overwegingen kan ook geopteerd worden voor een lucht/water warmtepomp. Dit type vereist een beperktere investering, maar kan enkel actief koelen.

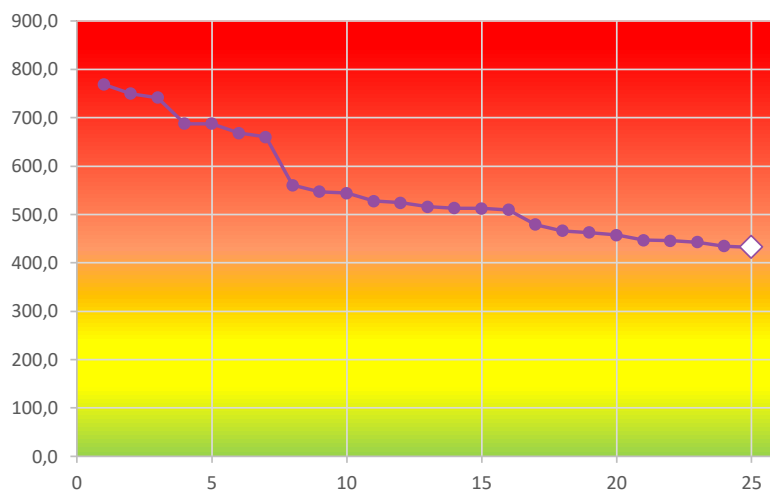
2.8 ANALYSE EBECs

2.8.1 MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL

Het **volledige gebouw** (woongedeelte en studentenhuysvesting samen) in huidige toestand (basisscenario/minimaal scenario isolatie van de schil) heeft een F-label en een EPC-kengetal van 768,8 kWh/m². In deze situatie gaan we uit van een condenserende gasketel. In EBECs worden in dit geval nog 25 combinaties van technische installatie-ingrepen mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 42, bevat enkel een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 749.7 kWh/m². Deze oplossing maakt nog steeds gebruik van gas voor ruimteverwarming en de bereiding van sanitair warm water.

De interventie voor de technische installaties die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem D, een lucht/water warmtepomp met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een E-label met EPC-kengetal van 432 kWh/m². Dit is ook het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op Figuur 42 is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 42: spreiding EPC-kengetal van de huidige toestand van het Herenhuis in Gent met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 9: EBECS-resultaten huidige isolatieschil

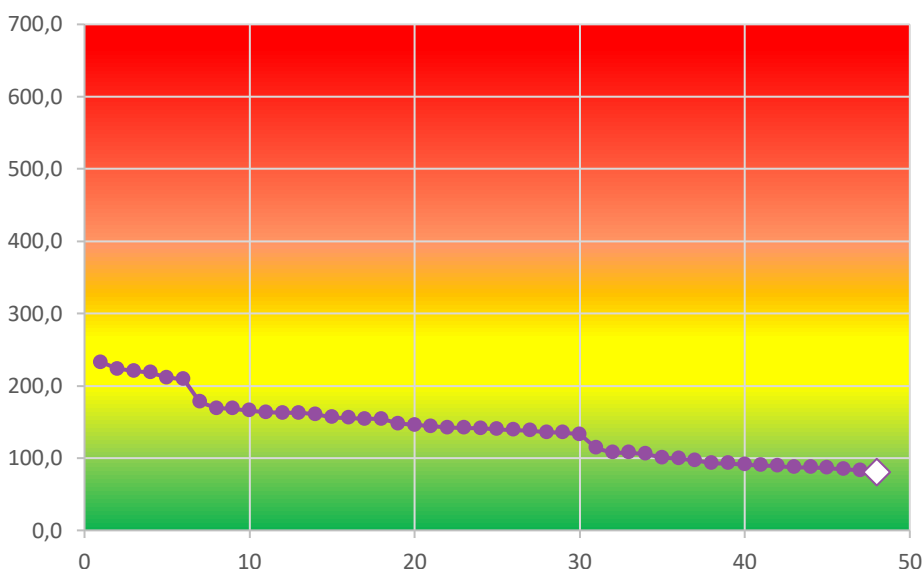
Scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	F	768,8
Hoogste EPC-kengetal	F	749,7
Volgens beslissingsboom	E	432,0
Best mogelijke EPC-kengetal	E	432,0

2.8.2 TUSSENSCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL

We stellen in het tussenscenario dat het glas kan worden vervangen en het dak kan worden geïsoleerd aan buitenzijde of de binnenzijde. In dat geval zijn er in totaal nog 24 combinaties van technische installaties mogelijk afhankelijk van het gebruik van binnen- of buiten dakisolatie.

De minimale technische interventie, links op het Figuur 43, omvat alleen een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Hier is het huidige verwarmingssysteem nog meegenomen. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van stookolie voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een C-label met EPC-kengetal van 232,7 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem C, een lucht-water warmtepomp in combinatie met een zonnecollector en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 80,5 kWh/m². Dit is niet toevallig het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op Figuur 43 is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 43: spreiding EPC-kengetal van de beperkt geïsoleerde toestand van het Herenhuis in Gent met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 10: EBECS-resultaten beperkte isolatieschil

	Label	EPC-kengetal
Beperkte isolatie, ongewijzigde installatie	C	232,7
Hoogste EPC-kengetal	C	223,5
Volgens beslissingsboom	C	80,5
Best mogelijke EPC-kengetal	C	80,5

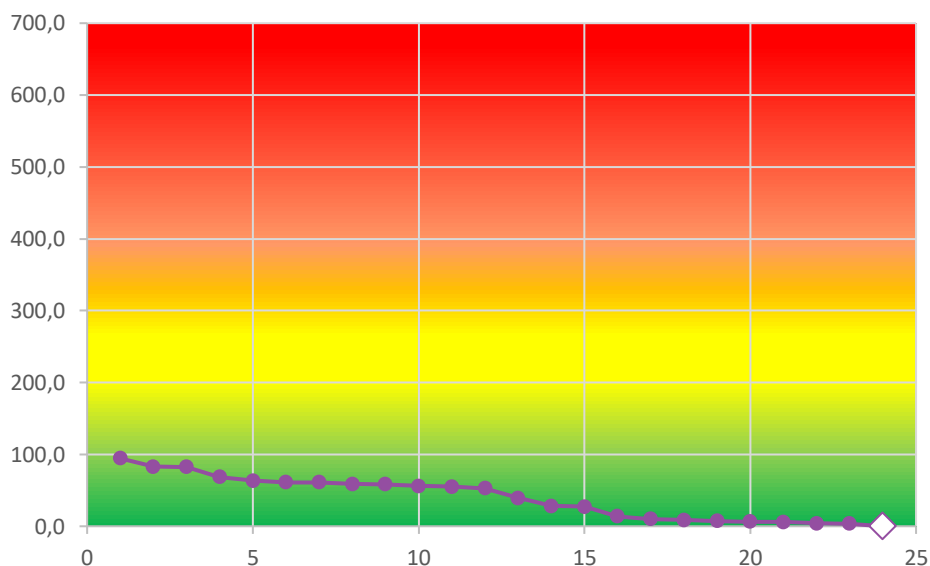
2.8.3 MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE VAN DE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE

Wanneer alle schilmaatregelen worden geïmplementeerd die mogelijk zijn met behoud van erfgoedwaarde, zou de woning al een A-label en een EPC-kengetal van 94,4 kWh/m² behalen. In deze situatie is nog geen koolstofarme installatie geïnstalleerd en gaan we uit van de bestaande stookolieketel en geen ventilatiesysteem.

Er zijn in dit geval in EBECS nog 23 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 44, bevat enkel een ventilatiesysteem C. Hier is het huidige systeem voor warmteopwekking nog meegenomen. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van stookolie voor ruimteverwarming en de bereiding van sanitair warm water. Dat resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 83,1 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem C, een lucht/water warmtepomp met een zonnesysteem en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 0,0 kWh/m². Dit is niet toevallig het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op Figuur 44 is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 44: spreiding EPC-kengetal van de maximaal geïsoleerde toestand voor de herenwoning, met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 11: EBECS-resultaten maximaal geïsoleerde gebouwschil

Scenario	Label	EPC-kengetal
Maximaal geïsoleerd	A	94,4
Hoogste EPC-kengetal	A	83,1
Volgens beslissingsboom	A+	0,0
Best mogelijke EPC-kengetal	A+	0,0

2.9 CONCLUSIE

Door de isolatiekwaliteit van het buitenschrijnwerk te verbeteren en de achtergevel te isoleren, kan een energielabel A(+) worden behaald. In dit scenario blijft de voorgevel aan de buitenzijde ongewijzigd, maar aan de binnenzijde worden de bovenste verdiepingen geïsoleerd. De erfgoedwaarde van de buitengevel blijft hiermee bewaard, evenals de waardevolle detailleringen van het interieur op het gelijkvloers.

Aangezien het herenhuis omwille van de grootte, zelfs na isolatie, een aanzienlijke warmtevraag heeft, is het opsplitsen van de woning in twee delen een interessante optie om de kosten van een warmtepomp te verlagen. We introduceerden in deze grote woning daarom **twee verwarmingszones**, overeenkomend met een functionele scheiding tussen een woonzone, en een zone met studentenkamers. Dit laat toe om met warmtepompen met een relatief standaard vermogen te kunnen blijven werken, en vereenvoudigt de regeling van de systemen. De vereiste isolatie-ingrepen voor het behalen van het label A+ zijn vanuit erfgoeddoogpunt aanvaardbaar.

Deze case benadrukt het belang van een holistische benadering, waarbij technische, functionele en erfgoedoverwegingen in evenwicht worden gebracht om een duurzame oplossing te vinden.



3 ARCHITECTENWONING BRAEM, DEURNE

3.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Jo Braeken publiceerde in Monumenten & Landschappen 21/6 (2002) het artikel “Het Renaat Braemhuis. Een kompositie van ruimte en tijd op menselijke schaal”. Uit deze publicatie met een poëtische beschrijving van deze architectenwoning selecteren we een aandeel paragrafen. We focussen op de elementen die toelaten de voorgestelde installatietechnische ingrepen in hun context te plaatsen.



Figuur 45: Ledenradiatoren in de leefruimte, neergelaten binnenzonwering met lamellen (zuidelijk volume) (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).





Figuur 46: Situering van de woning in de Menegemlei 23, Antwerpen. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)

Het huis wordt horizontaal opgedeeld in twee afzonderlijke zones, die met de dubbele functie van het gebouw overeenstemmen: **werken** in het souterrain en op de verhoogde gelijkvloerse verdieping, **wonen** op de eerste en de tweede verdieping. Ook verticaal zijn twee parallelle zones van ongelijke breedte te onderscheiden, een breder segment voor de woonvertrekken, een smaller voor de circulatie en de utilitaire ruimten. Het bindend element is de verticale schacht van het trappenhuis, die centraal in deze zone over alle niveaus doorloopt. De centrale ingang in de zijgevel scheidt de voorbouw van de getrapte achterbouw, die op beide bovenverdiepingen ruimte laat voor dakterrassen. Tegen alle conventies in, is de garage als een platte doos in de verhoogde benedenverdieping geschoven.

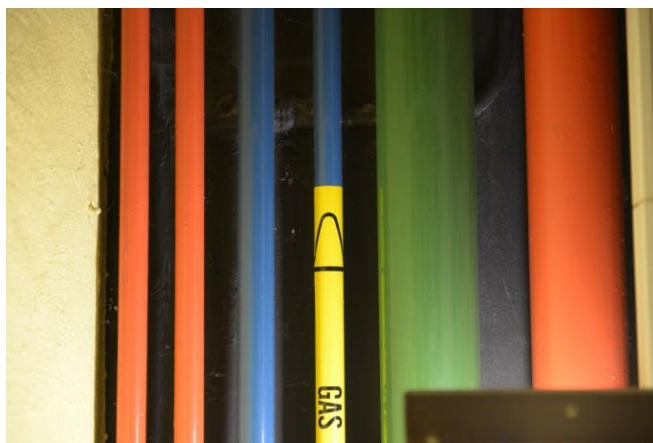


Figuur 47: Zicht vanuit het zuidwesten op de achtergevel en zijgevel met de grote atelierramen. Bestaande optrekbare binnenzonwering (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).



Het L-vormige atelier neemt de volledige achterbouw over de volle breedte in. Deze dubbelhoge ruimte is tot op 1,25 meter ingegraven onder het niveau van de tuin, en wordt er aan drie zijden door hoge glaswanden van gescheiden. Een 'split-level', het Corbusiaanse paradigma voor het atelier en de atelierwoning dat op een typisch Parijse typologie teruggaat, deelt de ruimte op in twee niveaus. Bovenaan bevindt zich het kantoor, met een knipoog naar de heersende hiërarchie ook wel de 'cockpit' genoemd, en aansluitend de bibliotheekgalerij.

Het trappenhuis vult een verticale, doorzichtig gehouden schacht in het hart van het gebouw, tegen de gemene muur aan. Het open karakter van de trapconstructie wordt bepaald door de gemengde structuur van houten steunbalken en stalen U-profielen die los in de ruimte lijkt te zweven, op de verschillende niveaus omgeven door bordessen van open latwerk.



Figuur 48: Zicht op de open leidingenschacht en open trapkern (Foto's: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

Een parallelle schacht in de zuidelijke wand groepeerd zichtbaar de diverse leidingen en afvoerpijpen in hun respectieve kleuren blauw, rood en groen, zoals eerder toegepast in zijn sociale woonblokken op het Kiel, maar nu nog geaccentueerd door indirecte TL-verlichting. De idee om deze schacht volledig met glasplaten af te sluiten verviel tijdens de bouw.

Nog opmerkelijker is de volledig met Oregon betimmerde **open schacht**, die van in het souterrain de noordzijde van het trappenhuis flankeert, en **boven het dak uitmondt** in een met spiegels bezet bovenlicht. Per verdieping vormt deze schacht nissen, doorzichtig gescheiden door perspexplaten, die zich altemerend naar het trappenhuis of naar de woonkamer openen. De stapeling van open en gesloten volumes, op de laagste twee niveaus met een lichtdoorlatende achterwand in Clartex, bepaalt het diffuse karakter van deze ruimte die de eigen begrenzing stelselmatig doorbreekt. Dit effect wordt nog versterkt door de onverwachte doorkijkjes naar en vanuit de omringende woonvertrekken.

De woonkamer die met de keuken de volledige eerste verdieping inneemt, bestaat uit twee onderscheiden volumes, elk met een eigen sfeer en karakter naargelang van hun bestemming en hun oriëntatie. Het noordelijk volume vormt een tamelijk smalle en hoge ruimte, donker bevloerd met Wengé-parket, en in zichzelf gekeerd door de ruwe bezetting in Engels rood, de warme betimmering in Oregon, en de brede haard van donkergrijs metselwerk. Het vier treden hoger gelegen zuidelijk



volume, ingericht als eetplaats, vormt een brede en platte ruimte, aan twee zijden geopend naar de zon, de wolken en de bomen van het park. In deze ruimteopbouw vervult de haard een centrale functie als halfopen afscheiding en visueel scherm tussen beide volumes. De idee van een vrijstaande metalen haardmond, die al in de allereerste schetsen opdook, werd uiteindelijk gereduceerd tot de abstracte plastic van het baksteenmassief.



Figuur 49: Zicht op de haard, met achterliggende de lichtschacht (noordelijk volume) (Foto: M&L).

Het grootste vertrek van de L-vormige bovenste verdieping is de in licht Limba gelambriseerde slaapkamer, met een bedwand in 'bois tissé' en inbouwkasten aan twee zijden. Hieraan grenst een kleine, betimmerde logeerkamer met schuifdeur, als een verlengstuk van de overloop. De badkamer ertegenover, een volledig in zwart granito uitgevoerde volume met een in de vloer ingewerkt zitbad, en een signaalrood gelakte hoekzuil en radiatoren, vormt een abstract geometrische sculptuur op zich.



De ruimtelijke illusie wordt nog versterkt door de verlichte spiegelband die de omlopende raampartij in drie horizontale stroken opdeelt.



Figuur 50: Detail van de badkamer. Rooster op de luchtafvoerschacht in de badkamer (bovendakse uitmonding) (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

De overige ruimte wordt ingenomen door een ruim dakterras, omringd door een stalen raamwerk dat het bouwvolume virtueel vervolledigt. De daktuin, die oorspronkelijk zowat de volledige oppervlakte van het terras moest innemen, werd tijdens de uitvoering gereduceerd tot zowat een derde onder het slaapkamerraam. Een vage foto uit de begintijd suggereert een volledige begroeiing, vermoedelijk een combinatie van gras en diverse wilde bloemen die van natuurtochten werden meegebracht. In 1969 moest het tuintje wegens ernstige lekkage worden verwijderd. In de plaats kwam een compositie van Eternitbloembakken van diverse hoogte, gevuld met mossen, keien en struikjes. Nog later bracht Renaat Braem rond het slaapkamerraam een keienmozaïek aan, met een abstracte compositie van diverse aan de natuur ontleende motieven, dat uiteindelijk beide terraswanden moest gaan bedekken.





Figuur 51: Zicht vanuit de slaapkamer op het dakterras. We stellen voor om een horizontaal zonweringsdoek aan te brengen in de buitenliggende staalstructuur (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

De constructie bestaat uit een licht betonskelet in combinatie met cellenbetonblokken voor de wandvulling, een spouwgevel, kozijnramen in het gevelvlak en terrasdaken. De gevelparementen werden opgetrokken uit dieprode handvormsteen met grofkorrelig voegwerk. De bekronende ringbalk van schokbeton kreeg een glaskorrelbezetting. Het buitenschrijnwerk werd oorspronkelijk mogelijk uit besparing volledig in beschilderd grenenhout uitgevoerd, in afwijking van het bestek dat stalen deuren venstervleugels voorzag. De contrasterende kleurstelling in wit en antraciet verwees wel nog naar dit concept. Glasal-sandwichpanelen van de firma Eternit vonden een toepassing als vulpanelen in de borstweringen en de bovendorpels van de raamkaders. Hun lichtgrijze kleur verwees naar de cementen gevelbekleding van het buurpand. De terrasbalustrades en de ranke luifel uit fijne U-profielen werden in staal uitgevoerd.

Tussen 1997 en 1999 stond de woning leeg, zonder enige vorm van verwarming of verluchting, en zonder elementair toezicht of onderhoud. Daardoor ging de algehele bouwfysische toestand er stelselmatig op achteruit. Begin 1999 was bovendien gebleken dat een verstopte afvoer een acuut lek had veroorzaakt in het dakterras boven de woonkamer, met aanzienlijke waterschade aan het interieur tot gevolg. In 1999 werkte de Afdeling Monumenten en Landschappen een project uit voor herbestemming tot huismuseum en liet onmiddellijk de nodige instandhoudingswerken uitvoeren. Na een grondig vooronderzoek ging de restauratie in januari 2001 van start; de werken werden voltooid in december 2002.

In 2022 startte een nieuwe haalbaarheidsstudie voor de hernieuwde restauratie van het pand, omdat opnieuw belangrijke vochtproblemen werden vastgesteld.



3.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

3.2.1 OMGEVING

- Het perceel waarop de halfopen rijwoning gebouwd is, is gelegen aan de Menegemlei, een brede laan met een dubbele rij bomen. De noordzijde wordt door een brede berm van de rijweg geïsoleerd, terwijl de westzijde grenst aan de vroegere aanhorigheden van het achttiende-eeuwse kasteel Boekenberg. De tuin is ingericht als een besloten tuinkamer in Japanse sfeer met vijvertje.³
- In het ontwerp van de tuin paste Braem een strakke, geometrische vlakverdeling toe met een combinatie van gazon, klinkers en baksteenmetselwerk, waarbij een verlaging van het niveau ter hoogte van het atelier de compositie het nodige volume geeft. Een afwateringsbak met witte keien en een bebloemde border verbinden de toegangszone met een beeldenterras achteraan in de tuin, dat in perspectief wordt geplaatst door de luifel en afgeschermd wordt door een bamboehaag.
- De reliëfvorm van het terrein werd aangepast aan de half ondergrondse positie van het architectenatelier.

3.2.2 EXTERIEUR

- De opbouw van de straatgevel groepeerde de raamopeningen verticaal in de linkertravee, en laat de rest van de gevel, op de garagepoort na, blind. De zij- en de achtergevel worden vrijwel volledig opengeboken tot een minimaal raster, ingevuld met blokkramen, waarvan het patroon doorloopt in de stalen borstweringen van de dakterrassen en het open raamwerk, dat de ruimte van de daktuin visueel omsluit. Het kleurgebruik beperkt zich tot rode gevelsteen voor het parement en witgelakt schrijnwerk, met lichtgrijze glaspanelen en antracietgrijze deur- en venstervleugels.
- De baksteen architectuur is slank, in het bijzonder de smalle hoekkolommen tussen het aanliggende schrijnwerk. De detaillering is vanuit oogpunt koudebrugwerking en regendoorslag problematisch.

3.2.3 INTERIEUR

- De aaneenschakeling van split levels en tussenverdiepingen, die constructief berust op het gebruik van een betonskelet, creëert een grote verscheidenheid aan ruimtelijke ervaringen, perspectieven en zichtassen. Dit principe wordt versterkt door het kleurschema, dat overwegend is opgebouwd uit wit, grijs en zwart, met accenten in rood, geel, blauw en groen.
- De centrale trapkoker verbindt de verschillende vloerniveaus op een karakteristieke manier, en brengt daglicht binnen in de zone langs de scheidingsgevel met de buur. Een open leidingenkoker met buizen in functionele kleuren, verleent het trappenhuis een plastisch accent van brutalistische aard.
- Meubilair (zowel in keuken, leefruimte als badkamer) zijn zeer kenmerkend voor deze architect. Ook de toepassing van diverse houtsoorten als wengé, oregon en limba voor trappen, wandbetimmering, parket en inbouwkasten dragen met hun natuurlijke, kleur, textuur en tekening bij tot de vorm en de sfeer van het interieur.

³ Deze analyse is gebaseerd op de inventaristekst voor het pand opgenomen op: <https://inventaris.onroerendergoed.be/erfgoedobjecten/11305>



3.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

3.3.1 BASISINFO

De ondoorzichtige delen van de **buitenwand** bestaan uit een spouwmuur, met ongeïsoleerde spouw en een binnenspouwblad uit cellenbeton. Dit cellenbetonmetselwerk is invulmetselwerk tussen kolommen en vloerplaten, die de continuïteit van de isolatieschil doorbreken. Deze koudebruggen hebben typisch een koudebrugfactor tussen 0.65 en 0.75, afhankelijk van de geometrie. Een kolom in een buitenhoek heeft een onaanvaarde koudebrugfactor van 0.50.,

De platte **daken** hebben langs de buitenzijde een isolatielaag met een gemiddelde dikte van 10 cm, en aan de binnenzijde een isolatielaag uit houtwolcement met een dikte van 5 cm. De wanden en vloeren in contact met de bodem zijn niet geïsoleerd. Het schrijnwerk is houten schrijnwerk met enkele beglazing, met uitzondering van enkele grote glasplaten met een dubbele beglazing zonder low-e coating.

De bewoner geeft aan dat hij uit energiebesparingsoverwegingen de woning doorgaans verwarmt tot slechts 17 °C. Het gasverbruik bedroeg in 2022 28.121 kWh, in 2023 was dit 29.886 kWh. Dit omvat eveneens het verbruik voor de bereiding van sanitair warm water, al geeft de bewoner die er alleen woont aan dat dit relatief beperkt is. Het gemiddelde gasverbruik voor verwarming van eengezinswoningen bedraagt in Vlaanderen typisch 18.000 kWh.

Behalve het relatief hoge verbruik rapporteert de bewoner ook een hoge incidentie van zomerse oververhitting. De grote raampartijen leiden tot hoge zonnewinsten in de zomer, met onaanvaardbaar hoge binnentemperaturen.

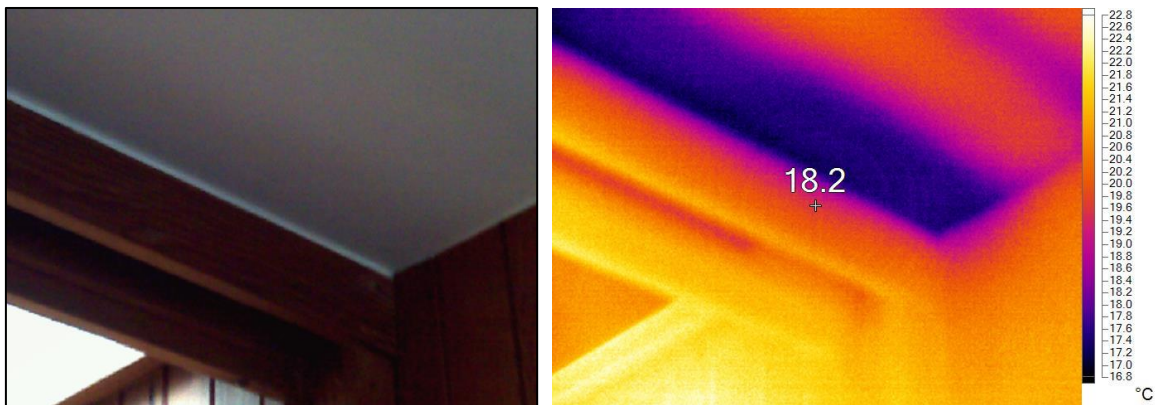


Figuur 52: Kolom in de buitenhoek met onaanvaardbare koudebrugwerking (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

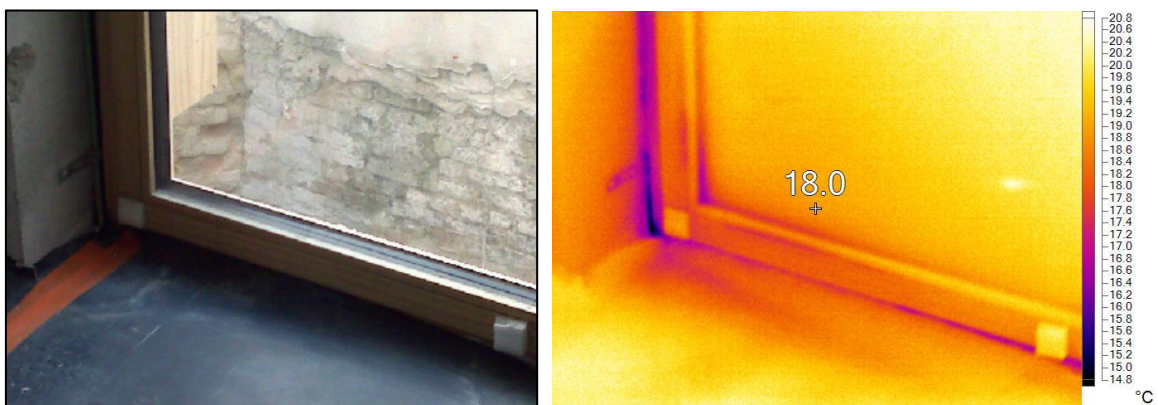




Figuur 53: Aanduiding van cellenbetonblokken van het binnenspouwblad (gemetst met mortel die voor de aftekening van de individuele blokken zorgt), en onaanvaardbaar lage binnentemperatuur op de koudebrug ter hoogte van een buitenhoekkolom (koudebrugfactor 0.5) (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

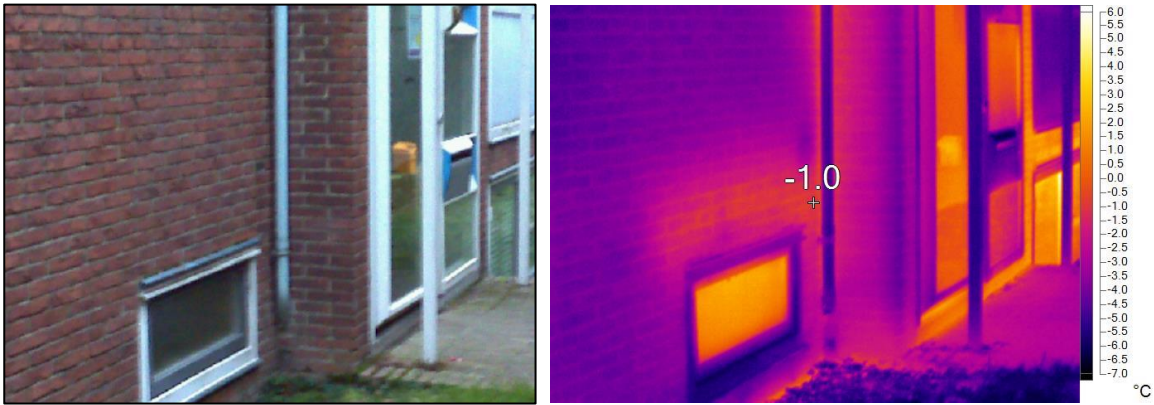


Figuur 54: Aansluiting van de vloerplaat vertoont koudebrugwerking met een koudebrugfactor van 0.75. Een beperkte bekleding van de rand van de vloerplaat volstaat om de koudebrugwerking te minimaliseren. (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).



Figuur 55: De luchtdichte aansluiting van de ramen tegen de ruwbouw is in de bestaande toestand onvoldoende (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau). (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).





Figuur 56: Vloeraansluitingen en lateien boven de ramen vertonen (eerder beperkte) koudebrugwerking (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau). (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).



Figuur 57: opstelling van de condenserende gasketel op het onderste niveau, met aansluiting op het schouwkanaal (Foto: Maarten Van Dijck).





Figuur 58: Originele lamelradiatoren in het kantoor bij het atelier, nieuwe plaatradiatoren in het atelier (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

3.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE

Warmteopwekking gebeurt met een condenserende gasketel. De ketel heeft een opwekkingsvermogen van 40 kW.

De **warmteafgifte** in de woning gebeurt via radiatoren (oorspronkelijke lamelradiatoren, en enkele later toegevoegde plaatradiatoren, op hoge temperatuur).

Er is **geen ventilatiesysteem** aanwezig, verse luchttoevoer en -afvoer gebeurt via het openen van ramen en de lucht in- en exfiltratie door kieren en spleten in de gebouwschil.

3.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

Tabel 12: Warmtedoorgangscoefficienten (U-waardes) voor de bestaande toestand (restauratie 2000)

Type	U-waarde (W/m ² K)
Buitengevel (binnenspouwblad cellenbeton)	0.50
Plat dak	0.80
Vloer	4.10
Ramen enkele beglazing	5.60
Ramen dubbel glas	2.70

We geven hier een beknopt overzicht van de renovatie-opties. In paragraaf 3.7.1 geven we een meer gedetailleerde geïntegreerde aanpak.

3.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

Het platte dak en het terrasdak kunnen geïsoleerd worden naar hedendaagse eisen (U-waarde < 0.24 W/m²K). Dit kan door bijkomende thermische isolatie aan te brengen, ofwel tussen de hellingslaag en de dakafdichting (principe warm dak), ofwel op de dakafdichting (principe omkeerdak). (richtmerk Recticel Eurothane Bi-4A of eventueel Recticel Deck-VQ). De detaillering van de dakrand, en de organisatie van de regenafvoer op het terrasdak vormen een uitdaging.

3.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

De vloer op volle grond is niet waterdicht en geeft aanleiding tot waterinfiltratie. In het tussenscenario stellen we daarom voor dat deze vloer wordt verwijderd. De waterdichting kan vervolgens worden gerealiseerd met een nieuwe betonplaat, waaronder een vochtongevoelige isolatielaag wordt geplaatst (bv cellenglas, XPS). Daarboven kan een vloerverwarmingssysteem worden uitgevoerd in de chape (type 'natte' opbouw) met vloerafwerking (richtmerk Styrofoam Floormate 300A).

3.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

De gevels bestaan uit een spouwmuur met een cellenbeton binnenspouwblad. De erfgoedrandvoorwaarden voor zowel exterieur als interieur beperken de interventies tot het oplossen van de koudebrugwerking ter hoogte van de buitenhoekkolommen, de raamranden, en de hier en daar ingestorte betonkolommen in het binnenspouwblad. Het dak en de terrassen worden nageïsoleerd. Onder de nieuwe vloerplaat van de kelder wordt een isolatielaag toegevoegd.

3.4.4 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

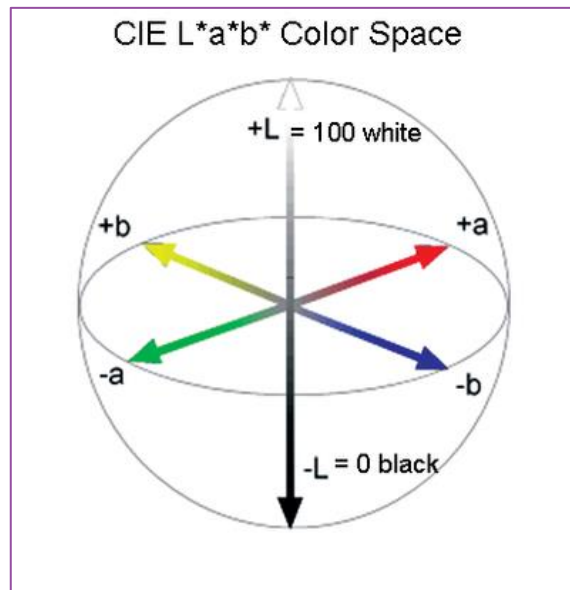
Het schrijnwerk is zeer slecht lucht- en regendicht en moet noodzakelijkerwijze vervangen worden. In het tussenscenario stellen we daarom een vervanging van het schrijnwerk en de enkele en dubbele beglazing door hedendaags selectief HR++ glas voor met U-waarde glas < 1.2 W/m²K, g ≤ 0.4) in houten schrijnwerk.

Deze vervanging biedt ook de opportuniteit om lucht- en regendichtingen rond het schrijnwerk correct te plaatsen. De uitbekleding van de raamneggen met een dunne isolatieplaat beperkt koudebrugwerking ter hoogte van betonnen kolommen en vloeraansluitingen. Voor de luchtdichtheidseis wordt een n₅₀-waarde van 1 1/h als richtwaarde gehanteerd.



De vervanging van een beglazing zonder low-e coating, door een beglazing met low-e coating is delicaat om dat de reflectie eigenschappen (en kleur) veranderen, en zo ook het beeld van het gebouw. Om dit effect te minimaliseren kunnen twee eisen aan de beglazing gecombineerd worden: (1) de glasbladen worden uitgevoerd als low iron (AGC Clearvision, SGG Diamant) en (2) er worden eisen gesteld aan de kleur van de reflectie.

De kleur van de beglazing wordt gekarakteriseerd door de kleur van het doorgelaten licht als het invallende licht een daglichtspectrum heeft (illuminant D65, waarnemer 2°). De kleur wordt gekenmerkt op basis van de kleurschaal CIE Lab kleurmodel.



Figuur 59: CIE Lab kleurmodel, waarbij L varieert tussen 0 (zwart) en 100 (wit). a en b variëren tussen -120 en + 120:

- *a = 120 : rood;*
- *a = -120 : groen;*
- *b = 120 : geel;*
- *b = - 120 : blauw.*

Een samenstelling 6/15/6 van de beglazing met volgende kleureisen wordt voorgesteld: $|a| < 1.8$, $|b| < 3.5$, visuele doorlaat $> 72\%$, visuele reflectie buitenzijde $< 14\%$ (richtmerk AGC Energy N on Clearvision). Voor beglazing die moet gelaagd worden (omwille van veiligheid of UV-bescherming van het meubilair), wordt een extra-klare pvb folie gebruikt (richtmerk Kuraray Trosifol Ultraclear).

Er kan daarnaast ook gedacht worden aan een verbetering van de invulpanelen tussen de raamgehelen. De isolatielaag in de invulpanelen kan worden vervangen door een hoogperformante aerogel isolatielaag (richtmerk Bluedec SL). Recuperatie van de glaspanelen is mogelijk.



3.4.5 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

We vatten in de onderstaande tabel de voorgestelde schilmaatregelen samen. Een doorgedreven scenario met buiten- of binnenisolatie van de wanden is omwille van erfgoed niet haalbaar.

Tabel 13: Warmtedoorgangscoefficienten (U-waardes) voor de bestaande toestand (restauratie 2000)

Schildeel	Basisscenario (bestaande situatie)	Tussenscenario Daken, schrijnwerk en vloer isoleren
Wanden	Spouwmuur met binnenspouwblad uit cellenbeton $U = 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$	Spouwmuur met binnenspouwblad uit cellenbeton $U = 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
Daken	10 cm minerale wol $U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$	Warm dak of omkeerdak met $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (cfr. eis EPB)
Schrijnwerk	Enkele beglazing in houten schrijnwerk (zeer plaatselijk dubbele beglazing) $U = 6.0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Hedendaagse selectieve low-e dubbele beglazing in performant houten schrijnwerk $U = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ Verbeterde isolatie van de invulpanelen (hoogperformante aerogel isolatielaag)
Vloer	Ongeïsoleerde betonplaat	10 cm XPS onder nieuwe vloerplaat



3.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

3.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

Afwegingsschema afgifte-elementen										
deel van het gebouw waarop dit schema betrekking heeft:										
criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo- convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL- warmtepomp plaatsen
criterium 1 erfgoed										
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	ja, beperkt	De radiatoren zijn meestal oorspronkelijk, behalve in het atelier op -1, en in de garage die nu gebruikt wordt als educatieve ruimte, waar nieuwe plaatradiatoren zijn geplaatst. Het geïnstalleerde afgiftesysteem is zeer ruim (foto 1).	+	±	±	±	+	+	±	±
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	ja, beperkt	Op -1 zal het noodzakelijk zijn de vloer te vervangen omwille van vochtproblemen. Dit heeft een impact op het vaste meubilair op dit niveau. De ingrepen zijn echter onvermijdelijk. Plaatsing van vloerverwarming wordt daardoor mogelijk. Een eerdere restauratieingreep in 2000 pakte dit probleem niet aan, waardoor het vochtprobleem is blijven bestaan. Op de andere niveau's is het veranderen van de vloeropbouw problematisch.	+	±	±	±	±	+	+	+
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	In de grote slaapkamer is een houten lambrizing aangebracht, bovenop een binnenisolatielaag (cellenbeton?, houtwolcementplaat?). Het is niet aangewezen deze lambrizing te demonteren. In het atelier en in de voorgevel tegenover de haard is een gelijkaardig binnenisolatiesysteem toegepast.	+	±	±	±	±	-	-	-
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	3	+	+	+	+	+	-	-	-
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Door het grote aantal radiatoren en hun grote oppervlakte is de impact van de plaatsing van convectoren groot. De impact van de binnenplaat van convectoren of ventilo-convectoren op de globale indruk van de ruimte is onaanvaardbaar groot.	+	+	-	-	+	+	+	-
deelscore erfgoed:										
criterium 2 energie										
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:										
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen										
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	ja	Mechanische koeling kan overwogen worden. Er is een sterk oververhittingsprobleem door de grote ZW en WZW geïntegreerde ramen. Deze ramen zijn voorzien van een mobiele lamellenzonwering langs de binnenzijde. Er zijn bovenaan koven waarin de binnenzonwering verdwijnt. Ondanks de aanwezigheid van deze zonwering is de oververhitting zeer reëel. In de slaapkamer is de oververhitting het meest uitgesproken.	-	-	-	+	+	+	+	++
deelscore energie:										

Figuur 60: Ingevuld afwegingsschema warmteafgifte-elementen (gevalstudie architectenwoning Braem)

afgifte-elementen	erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	voorkeur + - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk ± - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	niet weerhouden - - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	niet weerhouden - + ±
vloerverwarming plaatsen	mogelijk ± + +
plafondverwarming plaatsen	niet weerhouden - + +
wandverwarming plaatsen	niet weerhouden - + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	niet weerhouden - + ±

Figuur 61: Resultaat afwegingsschema warmteafgifte-elementen (gevalstudie architectenwoning Braem)

De radiatoren zijn meestal oorspronkelijk, behalve in het atelier op -1, en in de garage die nu gebruikt wordt als educatieve ruimte. In deze ruimte zijn nieuwe plaatradiatoren geplaatst. Het geïnstalleerde afgiftesysteem is zeer ruim. De bestaande lamelradiatoren zijn ontworpen voor hogere temperaturen. De voorkeur gaat er echter naar uit om ook bij lagere temperaturen deze afgifte-elementen te behouden. In de ruimtes waar dit nodig zou zijn, kunnen bijkomende radiatoren worden



geïntegreerd. Omwille van de waardevolle wand-, plafond- en vloerafwerkingen is het niet opportuun om oppervlakteverwarming te integreren.

Op -1 zal het noodzakelijk zijn de vloer te vervangen omwille van vochtproblemen. Dit heeft een impact op het vaste meubilair op dit niveau. De ingrepen zijn echter onvermijdelijk. Plaatsing van vloerverwarming wordt daardoor mogelijk. Een eerdere restauratie ingreep in 2000 pakte dit probleem niet aan, waardoor het vochtprobleem is blijven bestaan. Op de andere niveaus is het veranderen van de vloeropbouw niet opportuun omwille van de erfgoedwaarde.

In de grote slaapkamer is een houten lambrisering aangebracht, bovenop een binnenspouwblad uit cellenbeton. Het is niet aangewezen deze lambrisering te demonteren. In het atelier en in de voorgevel tegenover de haard is een gelijkaardig systeem toegepast.

Door het grote aantal radiatoren en hun grote oppervlakte is de impact van de plaatsing van convectoren groot. De impact van de binnenplaat van convectoren of ventilo-convectoren op de globale indruk van de ruimte is onaanvaardbaar groot.



3.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 ergoed		
Invloed op ergoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja, eventueel	In de woning zijn een groot aantal lange horizontale klapramen aanwezig. De inzet van deze klappen als natuurlijke toevoeropeningen is noch in EPB, noch in de ventilatienorm voor woningen aanvaardbaar: ze zijn onvoldoende regelbaar, en niet insectenwerend. We stellen voor om ze met verbeterde vastzetelementen uit te rusten die toelaten de doorstroombopening tot 1 cm te beperken, en ze zo toch in te zetten als natuurlijke toevoeropeningen. Eventueel moeten bijkomende klappen voorzien worden.
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	ja, eventueel	In de ondoorzichtige delen van de verticale gevels zijn geen gevelopeningen geïntegreerd. In de zijgevel kunnen eventueel kleine openingen geïntegreerd worden.
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	nee	
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige gevels (*)?	nee	Het is niet haalbaar zonder belangrijke visuele impact.
Invloed op ergoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	De beruimte in de kelder is hiervoor geschikt. Op het dak kan een ruimte geïntegreerd worden in de omkasting van een eventueel daar geplaatst opwekkingstoestel.
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	ja, eventueel	De woning is een 'woonhuismuseum'. De garage is omgevormd tot een verzamelruimte met soms hoge bezetting (zij het voor korte tijdsduur). Het kan zinvol zijn hiervoor een lokale unit met buitenverbinding (zie lijn 10) naar de zijgevel te integreren.
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	Haard in de leefruimte (wordt buiten gebruik gesteld) en condenserende gasketel hebben een vertikaal kanaal dat relatief centraal in de woning is geplaatst.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	Er kan aan de achterzijde van de bestaande verticale schacht een nieuwe schacht tussen keuken en bovenliggend toilet overwogen worden. Dit biedt een kans voor een opstelling van een warmtepompboiler op het dak. Er is een bovendaks uitmondende verticale schacht.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	Korte horizontale doorsteken kunnen overwogen worden ter hoogte van het plafond tegen de woningscheidende wand in de circulatieruimte (in de geest van de bestaande open schacht).
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
deelscore ergoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmteterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
Impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industriellawaai, verkeerslawaai)?	stedelijk of voorstedelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

Figuur 62: Ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudie architectenwoning Braem)

eindbeoordeling systemen		ergoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	niet weerhouden	- ± +
systeem D cascade	niet weerhouden	- ± +
decentrale ventilatie met warmerugwinning	mogelijk	± - -
systeem C	mogelijk	± - ±
systeem C hal	mogelijk	+ - ±

Figuur 63: Resultaat afwegingsschema ventilatie (gevalstudie architectenwoning Braem)

De oververhittingsproblemen zijn zeer reëel. De grote ZZW en WZW georiënteerde ramen zijn voorzien van een mobiele binnenzonwering met optrekbare roterende lamellen (in een bovennis), maar zijn onvoldoende om in het atelier en de leefruimte de zomerse oververhitting tegen te gaan. Op de pergola ontbreekt een horizontaal element dat beschaduwing in de circulatiezone en slaapkamer mogelijk maakt. Vooral daar is de zomerse oververhitting onaanvaardbaar.



Er komt geen duidelijke voorkeur voor een bepaald ventilatiesysteem naar voor uit het afwegingsschema. Omwille van de impact op de erfgoedwaarde van het interieur is een gecentraliseerd gebalanceerd systeem (met veel luchtkanalen) beoordeeld als niet weerhouden.

De systemen die een beperkte tot geen invloed hebben op de erfgoedwaarde, zijn het decentrale systeem met warmteterugwinning en een systeem C.

In de woning zijn een groot aantal lange horizontale klapp ramen aanwezig. De inzet van deze klapp ramen als natuurlijke toevoeropeningen is noch in EPB, noch in de ventilatienorm voor woningen toegelaten: De huidige raamgehelen laten het integreren van raamroosters of decentrale roosters niet toe, zonder een verlies aan erfgoedwaarde. Ze zijn ook onvoldoende regelbaar, en niet insectenwerend. Het is niet EPB-conform is, maar het integreren van vastzetelementen in de klapp ramen zou toelaten om een voldoende hoeveelheid verse lucht aan te voeren in de woning. Deze verbeterde vastzetelementen laten toe de doorstroomopening tot 1 cm te beperken. Eventueel moeten bijkomende klapp ramen voorzien worden.

In de ondoorzichtige delen van de verticale gevels zijn geen gevelopeningen geïntegreerd. In de zijgevel kunnen eventueel kleine openingen geïntegreerd worden.

De bergruimte in de kelder is geschikt als opstelplaats voor een ventilatie-unit. Op het dak kan een ruimte geïntegreerd worden in omkasting naast een eventueel daar geplaatst opwekkingstoestel.

De woning is een 'woonhuismuseum'. De garage is omgevormd tot een verzamelruimte met soms hoge bezetting (zij het voor korte tijdsduur). Het kan zinvol zijn hiervoor een lokale unit met buitenverbinding (zie lijn 10 in Figuur 62) naar de zijgevel te integreren.

De haard in de leefruimte (buiten gebruik gesteld) en de huidige condenserende gasketel hebben een verticaal kanaal dat relatief centraal in de woning is geplaatst. Deze tracés laten de verbinding toe tussen de buiten- en binnenopstelling van het klimaatsysteem.

Er kan aan de achterzijde van de bestaande verticale (open) techniekschacht een nieuwe schacht tussen keuken en bovenliggend toilet overwogen worden. Dit biedt een kans voor een opstelling van een warmtepompboiler op het dak. Er is een bovendaks uitmondende verticale schacht.



3.5.3 AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKER

criteria	antwoord	duiding
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	De impact ervan is te groot.
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	Op het platte dak, bij voorkeur aan de tuinzijde is een opstelruimte mogelijk, mits omkasting.
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	nee	De impact ervan is op elke gevel te groot.
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	ja	Er is een bestaande open schacht, die echter te gevuld is om bijkomende leidingen te plaatsen. Er is in de bestaande schouwen een aanvaardbaar binnentracé mogelijk.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m² of meer?	ja	In de kelder is nu in een berging een condenserende gasketel aanwezig. Het is een geschikte opstelruimte.
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m²?	ja	
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	Achter een haag in de tuin is nu een compostvat opgesteld. Dit is ook een mogelijke opstelruimte. Door de positie dicht bij de buur moet nagekeken worden of een akoestische omkasting vereist is.
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	Het terrein is bij de bouw van de huidige woning vrijgemaakt van achtergebleven structuren.
Is het vinden van een potentiële positie mogelijk?		
Is er een opstelruimte binnen?		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	ja	De oververhittingsproblemen zijn zeer reëel. De grote ZZW en WZW geïoriënteerde ramen zijn voorzien van een binnenzonwering met optrekbare roterende lamellen (in een bovensijde), maar zijn onvoldoende om in het atelier en de leefruimte de zomerse oververhitting tegen te gaan. Op de pergola ontbreekt een horizontaal element dat beschaduwing in de circulatiezone en slaapkamer kan beperken. Vooral daar is de zomerse oververhitting onaanvaardbaar.
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	woonkern	'Rustige woonstraat. De Menegemlei heeft een lawaaierige kasseibekleding.
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	woonkern	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 64: ingevuld afwegingsschema warmteopwekker (gevalstudie architectenwoning Braem)



klaar voor 2050	eef uw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	- - -
warmtepompboiler	niet weerhouden	- + ±
lucht/water split gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± -
lucht/water split perceelgebonden	niet weerhouden	± ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	± ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	voorkeur	± + +
zonnepanelen - elektrisch	voorkeur	+ + +
warmtenet	voorkeur	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	mogelijk	± ± -
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	± - ±

Figuur 65: Resultaat van afwegingsschema warmteopwekker (gevalstudie architectenwoning Braem)

Uit het afwegingsschema komt naar voor dat een gebouwgebonden warmtepomp met opstelling tegen de gevel een te grote visuele impact zou hebben op de erfgoedwaarde van de woning. Op het platte dak, bij voorkeur aan de tuinzijde, is een omkaste opstelruimte mogelijk. Er is een bestaande open schacht (Figuur 48), die echter geen plaats biedt om bijkomende leidingen te plaatsen. Er is in de bestaande schouwen een aanvaardbaar binnentracé mogelijk.

In de kelder is nu in een berging een condenserende gasketel aanwezig. Het is een geschikte opstelruimte die voldoende groot is als technische ruimte, waardoor de installaties met warmteopwekking elders op het perceel wel tot de mogelijkheden behoren.

Achter een haag in de tuin is momenteel een compostvat opgesteld. Deze plek is ook een mogelijke opstelruimte voor een perceelsgebonden monobloc. Door de positie dicht bij de buur moet nagekeken worden of een akoestische omkasting vereist is.

Naast een perceelgebonden monobloc, zijn ook de geothermische varianten van de warmtepompen theoretisch mogelijk hoewel de impact op de tuin met erfgoedwaarde geëvalueerd dient te worden. Via de zijtuinstrook is de achtertuin wel relatief vlot bereikbaar.

Gezien deze woning zich in een redelijk dichtbebouwd urbaan gebied bevindt, is het niet ondenkbaar dat er op termijn collectieve warmteaansluiting mogelijk zou worden. In dat geval is deze oplossing ook een interessante piste.



3.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

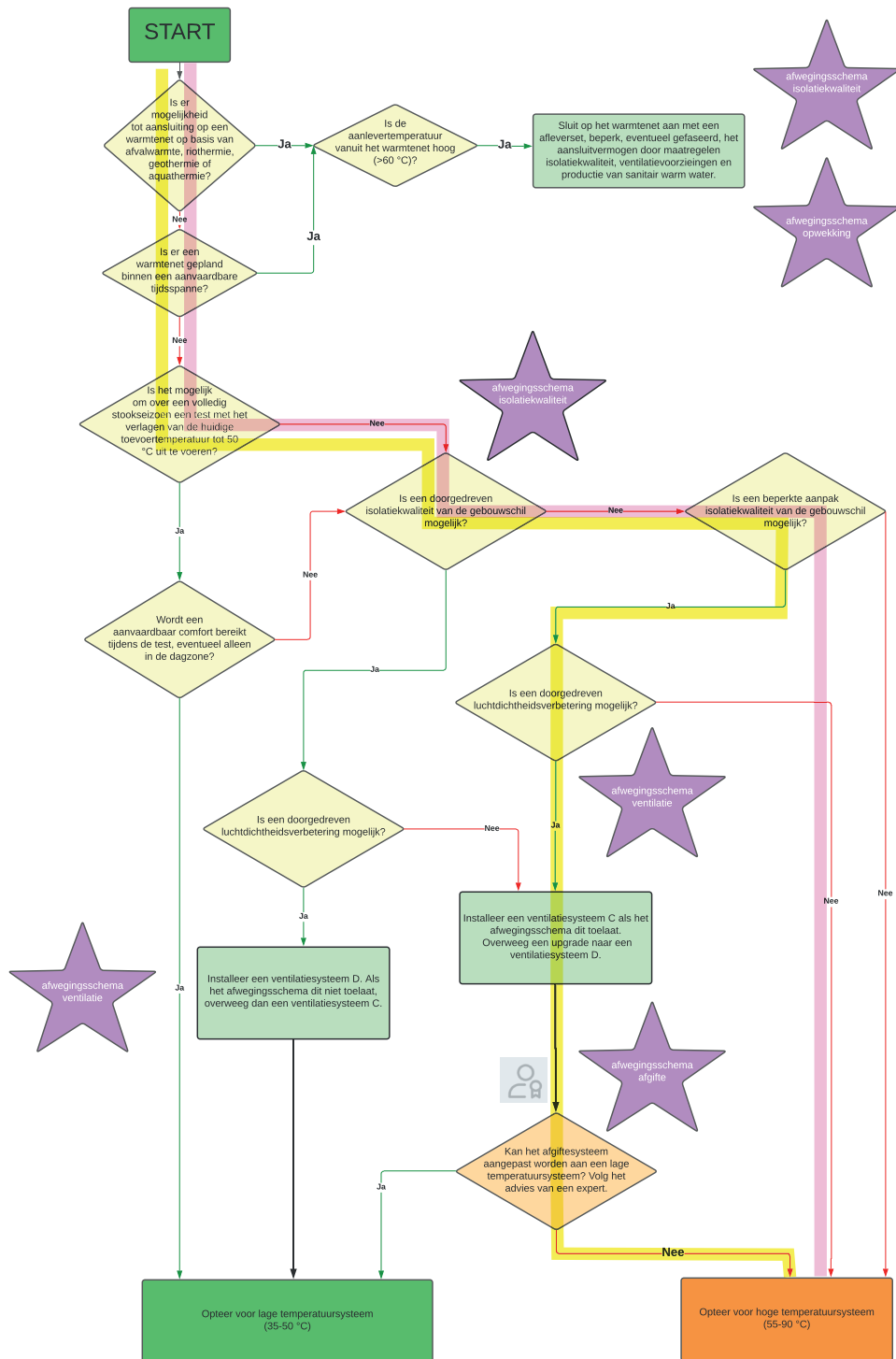
In de beslissingsboom worden slechts twee paden aangegeven: de bestaande toestand na de restauratie van 2000, en een voorstel voor een tussenscenario.

Een doorgedreven scenario is in dit geval niet haalbaar: De aanwezige isolatie van de wanden (binnenspouwblad in cellenbeton) haalt wel een redelijke kwaliteit maar de erfgoedwaarde van exterieur en interieur is in deze architectenwoning dwingend. Alleen een verdere isolatie van de platte daken en het schrijnwerk is mogelijk, samen met een aanpak van de koudebrugwerking.

3.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU

In het basisscenario zijn isolatiekwaliteit en luchtdichtheid onvoldoende performant om naar een lage temperatuursysteem te kunnen overstappen. De verbetering van deze twee aspecten is ook onvoldoende om in het tussenscenario naar een lage temperatuursysteem te kunnen overstappen.

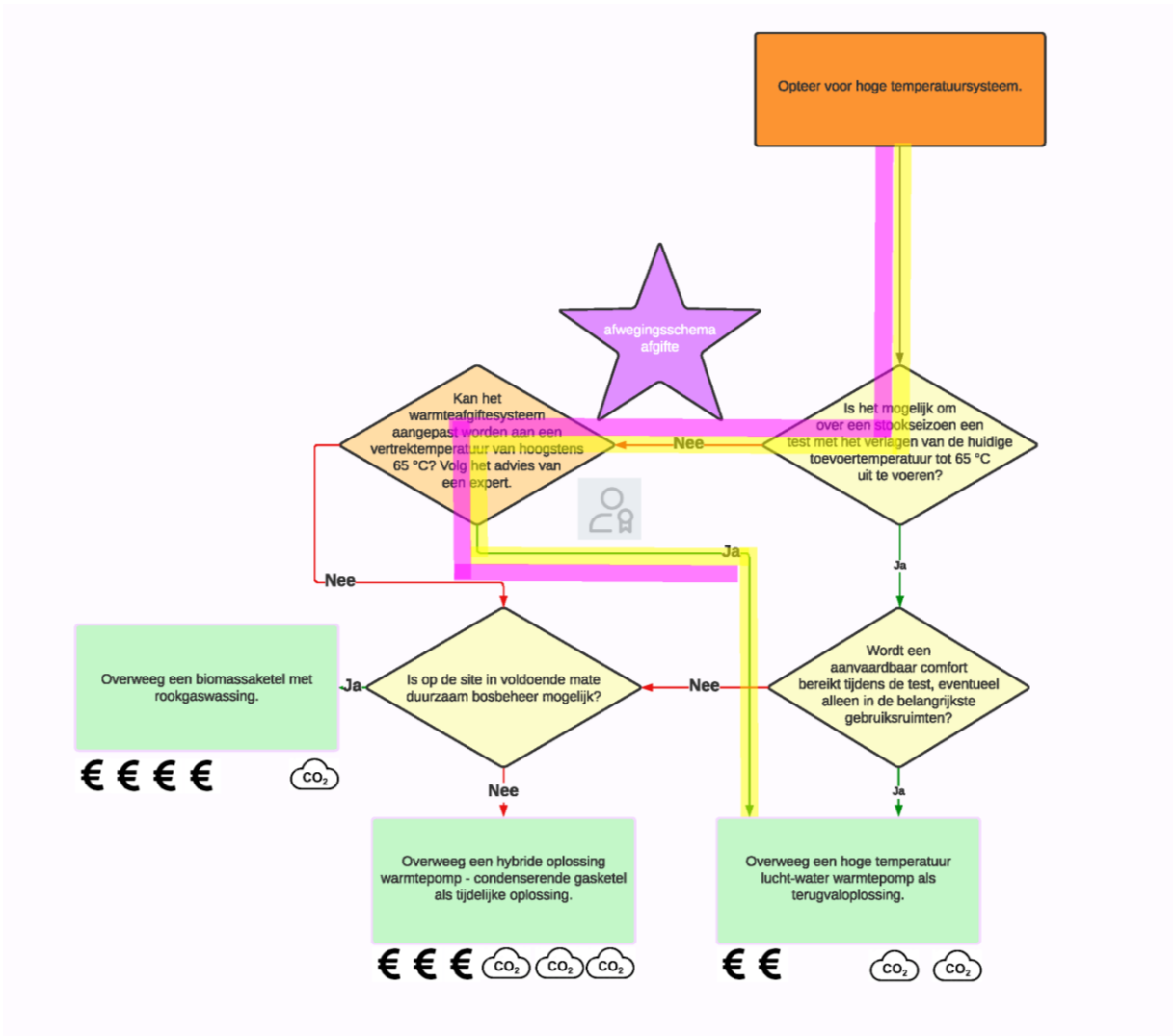




3.6.2 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)

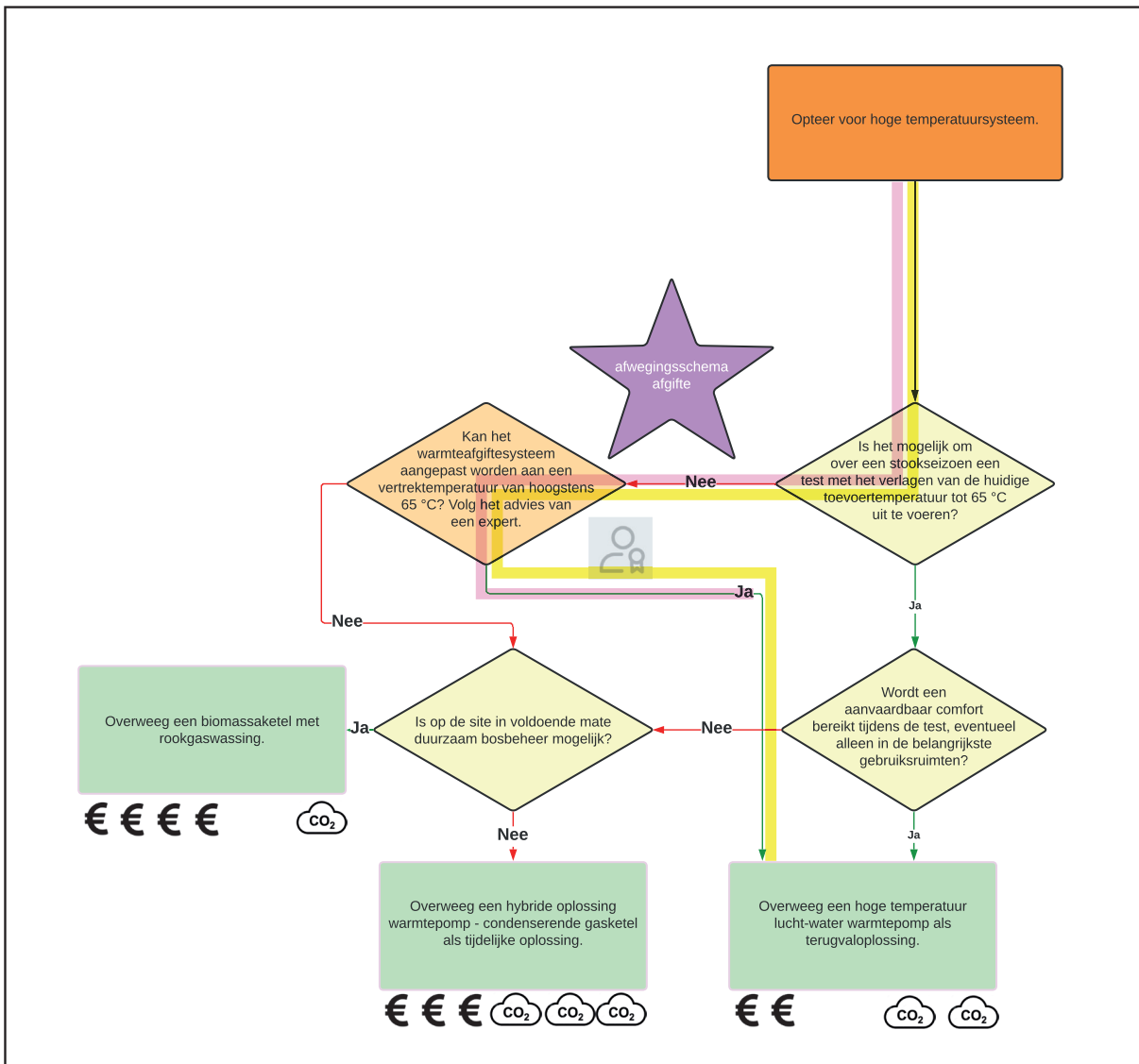
Het vereiste vermogen in het basisscenario is onrealistisch hoog voor een residentiële warmtepomp. Het koolstofarme spoor loopt daarom hier dood. Zelfs voor het tussenscenario is een hoge temperatuur warmtepomp vereist.





3.6.3 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN

Om het vermogen van de hoge temperatuurwarmtepomp niet verder te moeten opdrijven, wordt voorgesteld de productie van sanitair warm water (die niet zo hoog is) af te splitsen van de warmteopwekking voor verwarming. Er kan geopteerd worden voor een warmtepompboiler met opstelling op het platte dak boven keuken en badkamer. De plaatsing van fotovoltaïsche panelen is mogelijk op de (beperkte) dakoppervlakte die overblijft na het installeren van de ventilatie unit, lucht-water warmtepomp en warmtepompboiler.



3.6.3 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN

Om het vermogen van de hoge temperatuurwarmtepomp niet verder te moeten opdrijven, wordt voorgesteld de productie van sanitair warm water (die niet zo hoog is) af te splitsen van de warmteopwekking voor verwarming. Er kan geopteerd worden voor een warmtepompboiler met opstelling op het platte dak boven keuken en badkamer. De plaatsing van fotovoltaïsche panelen is mogelijk op de (beperkte) dakoppervlakte die overblijft na het installeren van de ventilatie unit, lucht-water warmtepomp en warmtepompboiler.



zowel het energieverbruik als het nodige piekvermogen en het aantal uren waarop de binnentemperatuur in de woning te hoog oploopt.

Voor de **huidige toestand** levert de analyse een piekvermogen voor verwarming op van 35 kW. Dit komt goed overeen met het huidige geïnstalleerde vermogen. Het verbruik voor verwarming wordt geraamd op 32 559 kWh (bij een binnentemperatuur van 17 °C). Dit ligt relatief dicht bij het werkelijke verbruik (+/- 29 000 kWh/a). De afwijking is voldoende klein om als uitgangspunt te dienen voor de evaluatie van maatregelen, en kan verklaard worden door de onnauwkeurige kennis van de werkelijke situatie op vlak van gebruikersgedrag, weerscondities (temperatuur, zoninstraling, ...) en materiaaleigenschappen. De simulatie leert dat bij een typische binnentemperatuur van 20 °C en een gemiddeld verbruik van sanitair warm water, het energieverbruik zou verdubbelen tot 56 000 kWh. De dynamische simulatie leert dat er typisch 42 uren per jaar zijn waarop de binnentemperatuur hoger stijgt dan 28 °C.



Figuur 66: Detail van de raamvastzetter voor het uitzetraam in het kantoor bij het atelier. (Foto: Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau).

3.7.1 GEÏNTEGREERDE AANPAK

Naast de renovatiescenario's voor de gebouwschil (zie 3.4 voor de beschrijving van het tussenscenario) worden vier bijkomende ontwerpingsrepen voorgesteld om het binnenklimaat van de woning te verbeteren. We bekijken de volgende comforteisen:

- Koudebrugwerking op buitenhoeken
- Binnenluchtkwaliteit
- Zomercomfort (voorkomen van oververhitting)



3.7.1.1 VERWARMINGSLINT IN DE BUITENHOEKKOLOMMEN

De koudebrugwerking is op deze plaatsen geometrisch onmogelijk op te lossen. Ter hoogte van deze kolom kan men een verwarmingslint en metaalgaas in het pleisterwerk opnemen, om zo te verzekeren dat de binnenoppervlaktetemperatuur van deze kolom voldoende hoog is om oppervlaktecondensatie uit te sluiten (richtmerk nVent RAYCHEM ETL self-regulating trace heating cable).

3.7.1.2 HYGIËNISCHE VENTILATIE

Een gezonde binnenluchtkwaliteit (vocht, geur, CO₂, verontreinigingen, ...) vraagt om een correct gedimensioneerd ventilatiesysteem. Twee systemen kunnen hier overwogen worden:

- Een systeem C:

In de klassieke opstelling van een ventilatiesysteem C wordt verse lucht toegevoerd via raamroosters. Dit is in het geval van de woning Braem geen verkiesbare keuze. Als alternatief kan verse lucht daarom worden toegevoerd via de bestaande klapramen (zie Figuur 67), die uitgerust zijn met raamvastzetters voor verschillende openingsstanden. Er wordt een kleine openingsstand toegevoegd waarbij de spleetbreedte wordt beperkt tot 1 cm. Dit is niet in regel met de ventilatiewetgeving, maar het is zinvol om in een beschermde woning de oorspronkelijke ventilatiestrategie te blijven demonstreren.



Figuur 67: Klapraam in de slaapkamer.

De afvoer van de vervuilde binnenlucht kan gebeuren via afvoerroosters in de schouw van de gasketel (tenminste als die vervangen wordt door een warmtepomp), centraal in de woning. Een afzuigventilator kan geïntegreerd worden in een kast op het dak, aansluitend op de schouw.



De bediening van de klapramen gebeurt manueel door de personen die zich op dat ogenblik in de ruimte bevinden. Tocht kan in dit geval niet altijd uitgesloten worden, en warmterecuperatie is niet mogelijk (richtmerk Renson C+).

- Een systeem D:

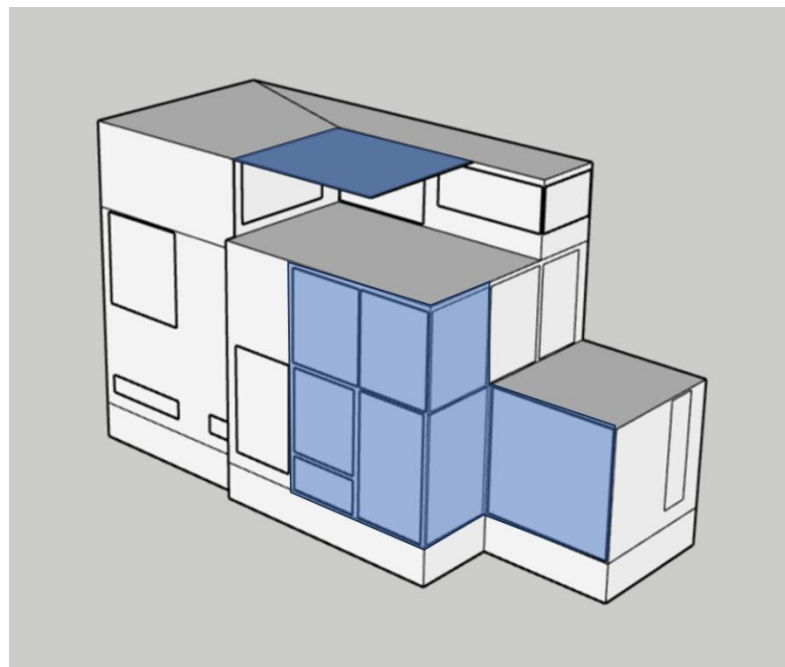
In dit systeem wordt een ventilatie-unit geïntegreerd in een kast op het dak, opnieuw aansluitend op de schouw. Nu worden beide schouwkanalen benut: het (getubeerde) schouwkanaal van de gascondensatieketel voor de toevoer van verse lucht, en het (getubeerde) schouwkanaal van de open haard voor de afvoer van vervuilde lucht. De open structuur van de woning laat voldoende interne doorstroming toe.

De afvoer uit badkamer en keuken gebeurt via een luchtkanaal onder het plafond van de hoogste verdieping, tegen de woningscheidende wand. Dit traject is relatief ingrijpend, en vanuit erfgoedpunt minder wenselijk. De implementatie van een systeem D laat bovendien niet toe de open haard in gebruik te houden (richtmerk Zehnder Comfoair q).

3.7.1.3 ZONWERING

Buitenzonwering kan worden voorzien op de ramen van de zuid-westelijke hoek, en op het westelijk raam van de uitbouw. Deze zonwering kan voorzien worden in de vorm van een automatisch gestuurde gemotoriseerde mobiele lamellenbuitenzonwering, of in de vorm van een vast zeil dat elk zomerseizoen wordt gespannen.

Daarnaast wordt voorgesteld om boven het dakterras op de bovenste verdieping een horizontale zonwering te plaatsen om overmatige zonnwinsten in de slaapkamer te vermijden en toch toegang te houden tot het terras. Deze zonwering kan opnieuw een mobiele variant zijn, of een zeil dat elke zomer opnieuw wordt geplaatst in de bestaande staalstructuur boven het dakterras. (richtmerken Ludvigsvensson climate screen, Griesser Lamisol Vento)



Figuur 68: Aanduiding van de positie van de zonweringselementen.



3.7.1.4 PIEKVENTILATIE

Om oververhitting in de zomer te vermijden volstaat het beperken van de zonnewinsten niet. Het is bijkomend belangrijk om de opgebouwde warmte snel af te voeren via piekventilatie (typisch nachtventilatie als de buitentemperatuur lager is dan de binnentemperatuur). De grootste openingsstand van de klappen (spleet van 6 cm) kan worden ingezet om buitenlucht toe te voeren en deze weer af te voeren via de centrale lichtschaft. Daarvoor wordt een lichtkoepel voorzien boven deze schacht die (omwille van de moeilijke bereikbaarheid) gemotoriseerd kan geopend worden. De thermische trek, soms versterkt door de windzuiging boven het dak, zorgt voor een natuurlijke aandrijfkraft voor dit natuurlijke piekventilatiesysteem. De centrale open trappschacht bevordert de interne stroming.

Om een voldoende hoog piekventilatie-debiet te kunnen realiseren, kunnen drie bijkomende klappen met gelijkaardige afmetingen als de bestaande klappen geïntegreerd worden: (1) in het raam van het atelier in de achtergevel, (2) in één van de atelier-ramen op de onderste verdieping in de zijgevel, en (3) in het opengaande deel van het grote raam van de zitruimte in de zijgevel. De bediening van de klappen gebeurt door de gebruiker.

3.7.2 INSTALLATIE VOOR WARMTEOPWEKKING EN BEREIDING VAN SANITAIR WARM WATER

In beide scenario's daalt de warmtevraag onvoldoende om over te schakelen op een systeem op lage temperatuur. De warmteopwekker die volgt uit de beslissingsbomen is een hoge temperatuur lucht/water warmtepomp.

In het basisscenario blijft de warmtevraag dermate hoog, dat het nodige opwekkingsvermogen ver boven dat van courante warmtepompen op de huishoudelijke markt ligt. In de praktijk blijft de woning dus afhankelijk van een tijdelijke oplossing voor de warmteopwekking.

We stellen voor om in het tussenscenario een lucht-waterwarmtepomp te plaatsen op het platte dak. Deze kan op een efficiënte en duurzame manier de woning voorzien van warmte.

De typische warmtepompen op de huishoudelijke markt hebben een warmte-opwekkingsvermogen van +/- 12 kW. Of dit voldoende is hangt af van de genomen maatregelen. Het piekvermogen voor verwarming hangt af van welke maatregelen worden genomen, en de gewenste comforttemperatuur. We geven daarom voor een aantal relevante scenario's het nodige piekvermogen weer:

Tabel 14: Vereiste dimensionering van de warmteopwekkingsinstallatie als functie van de ontwerpwaarde voor de binnentemperatuur en de aard van het ventilatiesysteem.

	Ontwerpwaarde voor de binnentemperatuur	
Ventilatiesysteem	17 °C	21 °C
C	15 kW	18 kW
D	12 kW	15 kW



Enkel in het scenario waarbij een ventilatie-systeem D wordt voorzien en de comforttemperatuur in de winter niet hoger moet zijn dan 17 °C wordt het piekvermogen voldoende beperkt om een typisch huishoudelijke warmtepomp te kunnen inzetten. Maar dit scenario is niet aangewezen in deze erfgoedwoning. Om de opwekking toch duurzaam te voorzien, kan overwogen worden om het gebouw in twee zones in te delen: het woongedeelte en het ateliergedeelte (museumgedeelte) en voor elke zone een aparte hoge temperatuur warmtepomp te voorzien. Uiteraard is er op het dak hiervoor meer ruimte vereist, maar deze optie biedt de opportuniteit om het atelier in de zomer op basis van de nieuwe installatie van een vloerverwarmings- en koelsysteem te koelen. De dakopstelling van de installatie vereist een akoestische omkasting met schermen (richtmerk Daikin Altherma 3 H HT W, richtmerk Solflex geluidschermen).

Tot slot wordt voorgesteld om de productie van warm water voor sanitair gebruik (keuken en douche) af te splitsen van de lucht-water warmtepomp en te voorzien van een aparte warmtepompboiler, om het piekvermogen van de lucht-waterwarmtepomp vrij te houden voor ruimteverwarming. Dit toestel met voorraadvat wordt opnieuw op het dak opgesteld, en bedient zowel keuken als badkamer.

3.7.3 ENERGIEBALANSSIMULATIE ENERGETISCHE RENOVATIE

Het energieverbruik wordt voor het tussenscenario opnieuw bepaald via een dynamische simulatie. Daarbij worden alle besproken energetische maatregelen getroffen. Voor het ventilatie-systeem wordt uitgegaan van een systeem C (minder energieperformant dan een systeem D). Het resulterende energieverbruik voor verwarming en bereiding van sanitair warm water is 17 500 kWh per jaar, voor een gemiddelde binnentemperatuur van 17 °C. Dit komt overeen met een daling van +/- 45 % tegenover de huidige situatie.

Het aantal uren oververhitting stijgt zonder de zomercomfortmaatregelen (zonwering + piekventilatie) naar meer dan 140 uren per jaar waarop de temperatuur hoger is dan 28 °C. Dit is het gevolg van de betere isolatiekwaliteit van de schil en het lagere ventilatievoud via in- en exfiltraties. Het is belangrijk om ook de zomercomfort-maatregelen uit te voeren: het aantal uren met oververhitting daalt dan tot opnieuw rond de 40 uren per jaar. Een verdere reductie vraagt bijkomende zonwering op alle andere ramen. Meer uitgebreide piekventilatievoorzieningen verlagen het aantal overschrijdingsuren niet verder.

3.7.4 CHECK VAN DE BESCHIKBAARHEID VAN VOLDOENDE AFGIFTEVERMOGEN

We kijken na of er na renovatie-ingrepen aanpassingen nodig zijn aan de warmteafgiftemogelijkheden. We bepalen daarom het beschikbare afgiftevermogen in functie van de grootte en de aard van de geïnstalleerde radiatoren. Voor de berekening van het afgiftevermogen maken we gebruik van de tabellen in de appendix van de catalogus. In het huidige 90/70/20 °C regime is het totale vermogen van de opgestelde radiatoren 20 % hoger dan het vermogen dat door de ketel kan geleverd worden. Voor het typische temperatuurregime voor een warmtepomp 45/35/20 is het afgiftevermogen beperkt tot bijna 8 kW. Dit vermogen volstaat niet, ook niet als geopteerd wordt voor een ventilatiesysteem D. Het toegevoegde afgiftevermogen van de vloerverwarming op de laagste verdieping volstaat niet om het gat te dichten. Het is noodzakelijk over te stappen naar een hoge temperatuurwarmtepomp die een regime 65/55/20 °C kan realiseren. Het afgiftevermogen volstaat dan ook in het scenario met een ventilatiesysteem C.



Tabel 15: Beoordeling warmteafgiftesystemen.

ruimte	type radiator	niveau	aantal modules	hoogte (mm)	diepte (mm)	vermogen in functie van temperatuurregime (W)		
						90/70/20 °C	45/35/20 °C	65/55/20 °C
badkamer 1	leden	2	16	600	100	1000	160	400
badkamer 2	leden	2	12	600	200	1180	190	480
toilet	leden	2	8	900	50	520	90	210
eetruimte	leden	1	110	600	100	6850	1130	2780
grote slaapkamer	leden	2	46	600	200	4520	750	1830
kleine slaapkamer	leden	2	6	900	100	530	90	220
zitruimte	leden	1	30	1000	200	4530	750	1840
bureau	leden	0	34	600	150	2720	450	1100
gang	leden	-1	22	900	200	3030	500	1230
berging vooraan	leden	-1	20	900	200	2760	450	1120

	type	niveau	aantal modules	hoogte	lengte	90/70/20 °C	45/35/20 °C	65/55/20 °C
				(mm)	(mm)			
atelier	plaat	-1	21	600	9100	16060	2650	6520
garage	plaat	0	33	900	900	3920	650	1590
woning						47620	7850	19340

3.8 CONCLUSIE

Naast de schilrenovaties stelden we nog vier bijkomende ingrepen voor om het binnenklimaat te verbeteren. Voor het realiseren van de binnenluchtkwaliteit worden twee voorstellen gedaan: een ventilatiestrategie C en een ventilatiestrategie D. De integratie van de luchtkanalen voor een ventilatiestrategie D vormt echter een moeilijke uitdaging. Er is een ingrijpend horizontaal traject vereist tussen de badkamer en het huidige afvoerkanaal van de open haard. De open haard kan ook niet langer in gebruik blijven. De ventilatiestrategie C die gebruik maakt van de bestaande klappen leunt bovendien dicht aan bij het originele ontwerp van architect Braem en het is volgens ons zinvol om deze aanpak in deze beschermde woning te blijven demonstreren.

Voor de koolstofarme opwekking stellen we een lucht-waterwarmtepomp voor, met dakopstelling binnen een akoestisch scherm. We suggereren om eventuele twee warmtepompen te voorzien: één voor de woonzone, en één voor de werkzone (museumzone). Dit biedt de bijkomende opportuniteit om in de museumzone koeling te voorzien, met koude-afgifte via het nieuwe vloersysteem. De bereiding van sanitair warm water wordt afgesplitst met een dakopstelling van een warmtepompboiler boven badkamer en keuken.

Hoewel er in de woning veel en grote radiatoren aanwezig zijn, volstaan ze niet voor een temperatuurregime 45/35/20 °C. Een hoge temperatuurwarmtepomp met een vermogen van 18 kW met een regime 65/55 °C volstaat wel. In dat scenario is de warmteafgifte van de bestaande radiatoren wel toereikend. We stellen daarom als voorkeursscenario een combinatie van een hoge temperatuur lucht-water warmtepomp met een ventilatiestrategie C voor.

Met deze maatregelen kan het energieverbruik voor verwarming met 45 % gereduceerd worden, tegenover de huidige situatie. Het is belangrijk om tegelijkertijd flankerende zonweringsmaatregelen te nemen om de oververhitting niet te laten toenemen: buitenzonwering op een aantal sterk bezonde ramen en natuurlijke piekventilatie via klappen en lichtschacht met te openen dakkoepel.

Als kers op de taart verdient de integratie van fotovoltaïsche panelen op de structuren voor de warmtepomp- en ventilatie-installatie op het platte dak de nodige aandacht.



4 KASTEEL VAN HEX, HEERS

4.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Het kasteel van Hex is een buitenbeetje in de gevalstudies: door zijn **veel grotere schaal** vraagt het een groter verwarmingsvermogen dan de meeste woningen. Het is ook qua gebruik een bijzonder geval: **in het hoofdgebouw woont één gezin en vinden voor het overige allerhande activiteiten plaats op verschillende momenten van het jaar met wisselende bezetting**. Mogelijk worden er binnen afzienbare tijd enkele kamers omgevormd tot appartementen die verhuurd kunnen worden aan bezoekers. De bijgebouwen daarentegen (het voormalige wagenhuis) worden permanent bewoond door meerdere gezinnen. De derde factor die de case bijzonder maakt is de landelijke ligging, met overvloedige toegang tot ‘warmtereservoirs’ voor duurzame warmte.

Hoewel deze situatie niet courant is, is ze toch representatief voor heel wat belangrijke grote landelijke gelegen erfgoedpanden.

Het U-vormig hoofdvolume van het kasteel werd gebouwd vanaf 1772, deels verbouwd in de negentiende eeuw, maar tijdens een restauratie rond 1911 teruggebracht (of aangepast) in achttiende-eeuwse stijl. Het was opgevat als jachtpaviljoen voor de prinsbisschop van Luik. In de inventaris Onroerend Erfgoed is volgende beknopte beschrijving terug te vinden:

Het kasteel was eerder een ruim landhuis, in U-vorm gebouwd rond een erekoer, met twee bouwlagen en een ononderbroken mansardedak, dus zonder de huidige koepelvorm in de centrale vleugel. In deze vleugel lag de toegang, in een centraal gevelrisaliet gedragen door zuilen. Het monochrome karakter van de witte gevels met het blauwe leien dak en de blauwe natuurstenen omlijstingen van de vensters op de prent, geeft het kasteel een strenge classicistische uitstraling die sterk contrasteert met het luxueuze interieur.

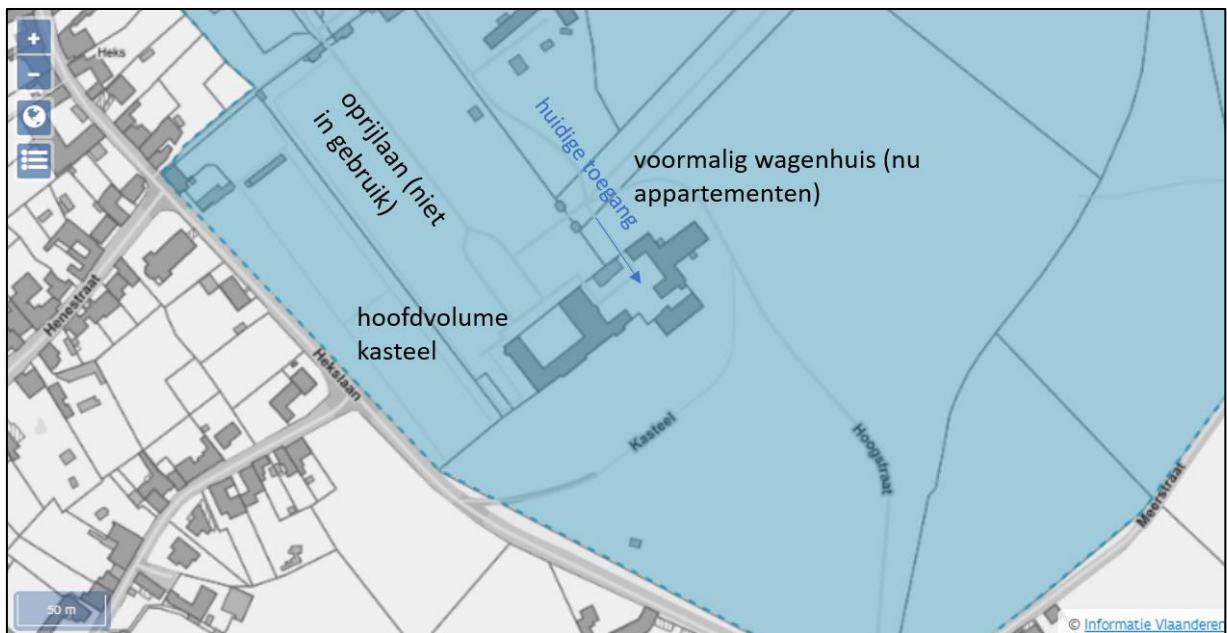


Figuur 69 Voorgevel van het kasteel met erekoer op het einde van de oprijlaan.

De gevalstudie beperkt zich tot het U-vormige kasteelgebouw zelf (zie Figuur 69 en het plan in Figuur 70 voor de situering) en dus niet op de bijgebouwen, waaronder het voormalige wagenhuis (Figuur 74 en Figuur 70). Er zijn geen volledige actuele plannen van het kasteel. Wel werd gebruik gemaakt van



recente opmetingsgegevens van het gelijkvloers, waar de salons gelegen zijn (Figuur 75), en de verdieping, waarin de meeste kamers zijn ondergebracht (Figuur 76). Zoals aangegeven op het plan, heeft de noordoostelijke (rechter-) vleugel gewelfde kelders in metselwerk. Een deel van de zuidwestelijke vleugel is ook onderkelderd, maar deze kelder is moderner van constructie, mogelijk op een latere datum uitgediept. Sommige van de meest waardevolle salons hebben onder de vloer een ondiepe kruipruimte waarin technieken zijn ondergebracht. Het hele kasteel heeft ook een dakverdieping onder mansardedak. De spanten van die daken vormen een soort houten vakwerk waaronder de gepleisterde plafonds op houten latwerk bevestigd zijn.



Figuur 70 Situering van het kasteel en de bijgebouwen - het voormalige wagenhuis. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)



Figuur 71 Rechter zijgevel (ZW) met op de eerste verdieping stalen voorzetramen. (Foto: Buildwise)



Figuur 72 Linker zijgevel (NO) met toegangsdeur die vandaag door de meeste bezoekers gebruikt wordt. (Foto: Buildwise)



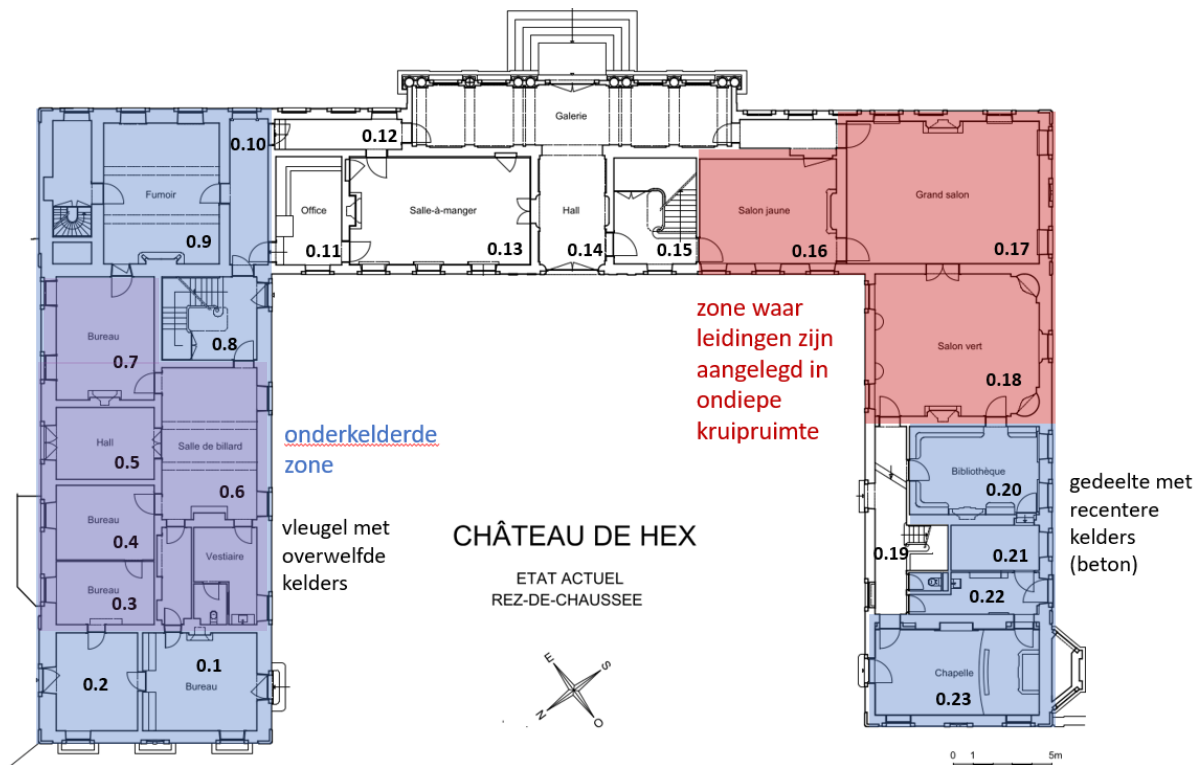


Figuur 73 Achtergevel (ZO) met centraal in het middenrisaliet de galerij die oorspronkelijk open was. (Foto: Buildwise)

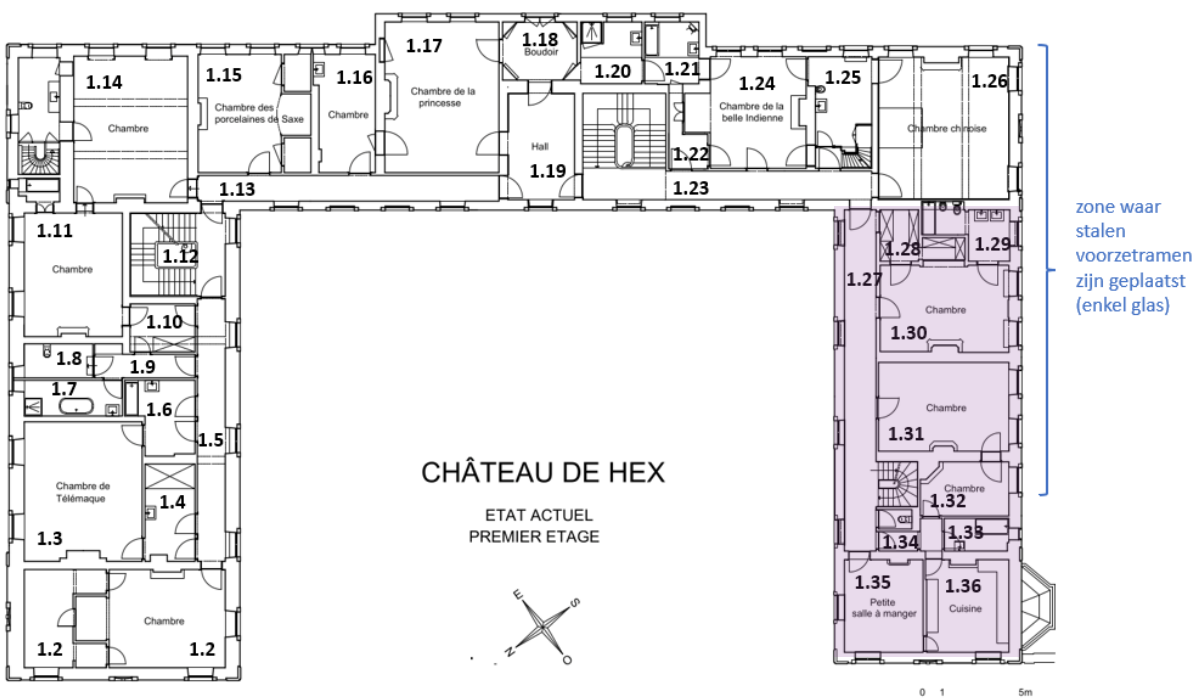


Figuur 74 Voormalig wagenhuis, waarin enkele appartementen ondergebracht zijn. (Foto: Buildwise)





Figuur 75 Grondplan van het gelijkvloers met nummering van de ruimten en aanduiding van de eventuele aanwezigheid van kelders. In het donkere paars wordt de dagzone aangegeven zoals die in de EPC berekening werd gehanteerd. (Brontekening: Architect Behaghel)



Figuur 76 Grondplan van de verdieping met nummering van de ruimten en aanduiding van de zone waar stalen voorzetramen toegevoegd zijn. In het donkere paars wordt de nachtzone aangegeven zoals die in de EPC berekening werd gehanteerd. (Brontekening: Architect Behaghel)

4.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

4.2.1 OMGEVING

Het kasteel is onlosmakelijk verbonden met zijn tuinen en het omliggende park, maar ook op een grotere schaal met de landerijen en naburige boerderijen die ervan afhangen en met het dorp. Waar het domein historisch een jachtverblijf was, is het nu sinds eeuwen het hoofdverblijf van opeenvolgende adellijke families. Deze grotere verbanden bepalen voor een groot deel de erfgoedwaarde van het kasteel.

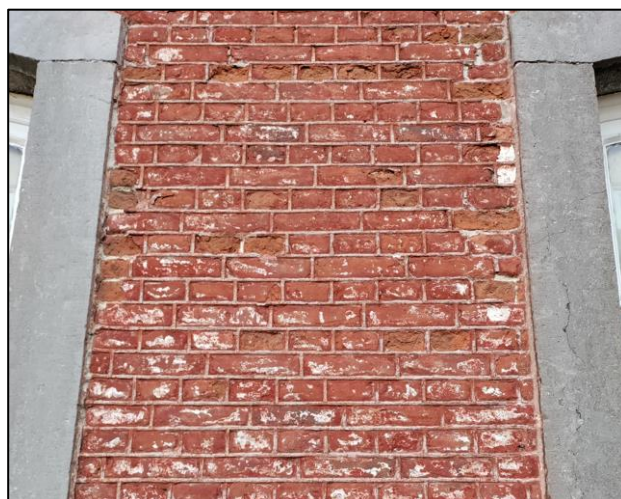
Het gebouw op zich vormt een ensemble met de bijgebouwen en de serres. Het hoofdvolume is zeer herkenbaar met een U-vorm rond een 'cour' die aansluit op de aangelegde oprijlaan. De classicistische vormtaal met mansardedak verleent het een heel herkenbare aansluiting bij de Franse stijl van het einde van de achttiende eeuw.

De huidige bewoners leveren aanzienlijke inspanningen voor de instandhouding van dat erfgoed, mede door:

- een breed publiek te betrekken in evenementen in de tuinen;
- de tuinen zoveel als mogelijk biologisch te beheren;
- aandacht te hebben voor de waterhuishouding (regenwater scheiden en hergebruiken);
- het landbouwbedrijf aan te vullen met duurzame veeteelt.

4.2.2 EXTERIEUR

De gevels zijn vrij gaaf bewaard. Het exterieur wordt op dit moment sterk bepaald door het rode baksteenmetselwerk, dat een hele waaier aan condities en restanten van afwerkingen vertoont. Ook het voegwerk is zeer wisselend qua type en conditie. Op veel plaatsen is een knipvoeg aangebracht. Oorspronkelijk was de buitenkant vermoedelijk voorzien van een witte kaleilaag, zodat het geheel een veel strakker uiterlijk had.



Figuur 77 Twee details van het buitenparement, met beschadigd voegwerk, vorstschade aan enkele bakstenen, gedeeltelijk bewaarde knipvoegen en sporen van zowel rode verf als een witte kalklaag. (Foto: Buildwise)

De daken vallen in de eerste plaats op door hun geknikte 'mansarde'-silhouet. De bebording en leienbekleding is vrij recent volledig vervangen. De structuur is niet dezelfde over heel het kasteel. De



spanten in de noordoostelijke vleugel zijn anders van vorm: er is een zacht hellend centraal deel dat bedekt is met zink. De andere vleugels hebben dit niet (ze zijn ook smaller) en hebben ook eiken spanten in tegenstelling tot de naaldhouten spanten in de andere.



Figuur 78 De spanten in de noordoostelijke vleugel nemen de ruimte in tussen de plafonds van de zolders en het leien en zinken dak. Ze zijn opgebouwd als een soort vakwerk in naaldhout. De bebording is recent vervangen (rechts). (Foto: Buildwise)

De ramen en de deuren zijn in het algemeen goed bewaard. Sommige hebben uitzonderlijke erfgoedwaarde, zoals de negentiende-eeuwse (en mogelijk eind achttiende-eeuwse) raamprofielen met floraal uitgewerkte binnenkant (Figuur 79).



Figuur 79 De salons in de zuidoostelijke hoek van het gelijkvloers hebben decoratieve ramen met grote erfgoedwaarde. . (Foto: Buildwise)

4.2.3 INTERIEUR

De belangrijkste interieurs met erfgoedwaarde op het gelijkvloers zijn het fumoir en de salons. Binnen het kader van deze studie kunnen we niet in detail ingaan op de beschrijving van alle vloeren, lambriseringen en andere wandbekledingen, stucplafonds, schilderijen, meubelen, ... De erfgoedwaarde varieert van hoog tot zeer hoog.

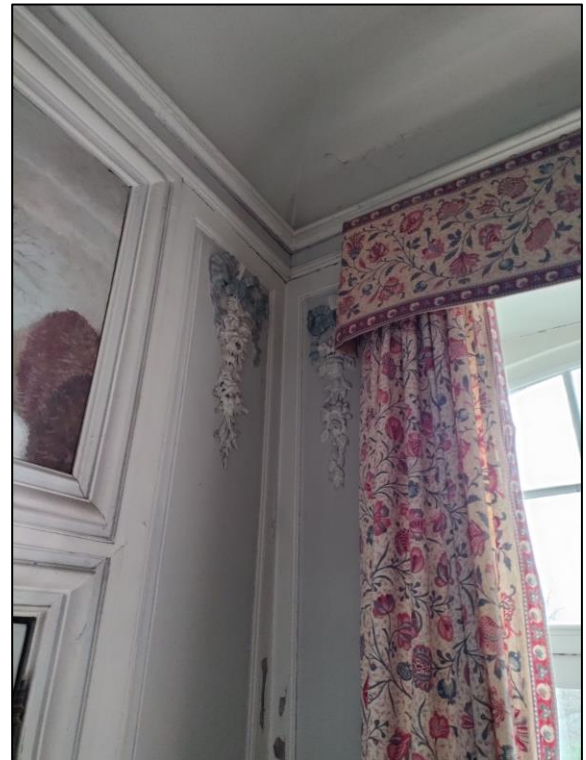
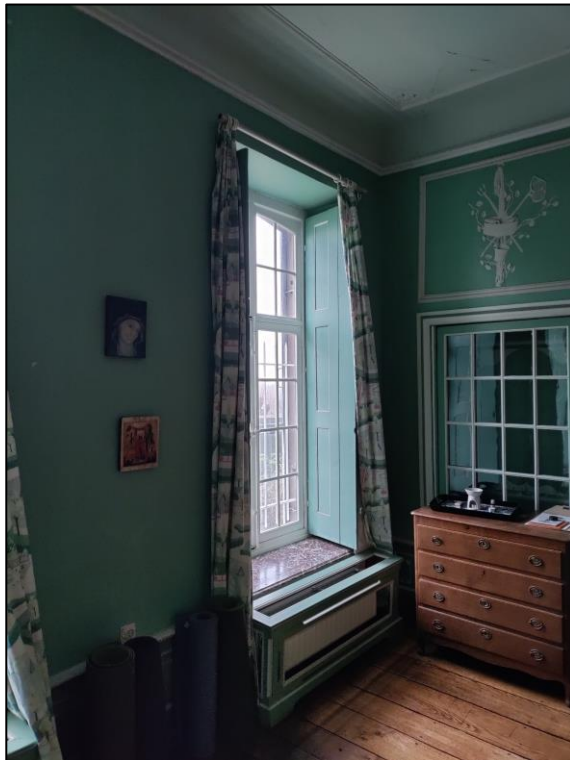




Figuur 80 De rijkst gedecoreerde salons op het gelijkvloers: de salon jaune (links) en de grand salon (rechts) (Foto: Buildwise)

Op de verdieping is er een hele reeks kamers die op speelse manier ingericht zijn rond allerlei min of meer exotische thema's (Figuur 82). Sommige zijn minder rijk gedecoreerd, maar overal is er wand- en plafonddecoratie en overal zijn de raamkaders bekleed en bijna steeds voorzien van binnenluiken.

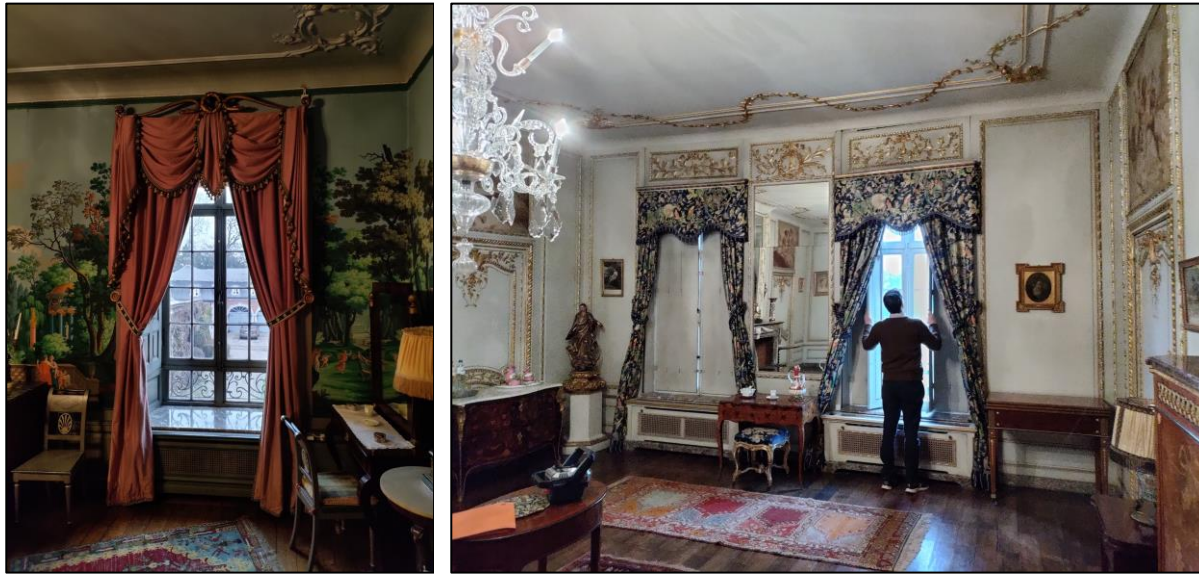
De zolderverdieping is (net als de kelder) veel minder rijk uitgewerkt, maar de vloeren zijn vaak nog de historische plankenvloeren en soms zijn de plafonds toch ook voorzien van enige decoratie.





Figuur 81 De interieurs van enkele kamers, waaronder de chambre chinoise (linksonder) en de chambre de la belle Indienne (rechtsonder) (Foto: Buildwise)



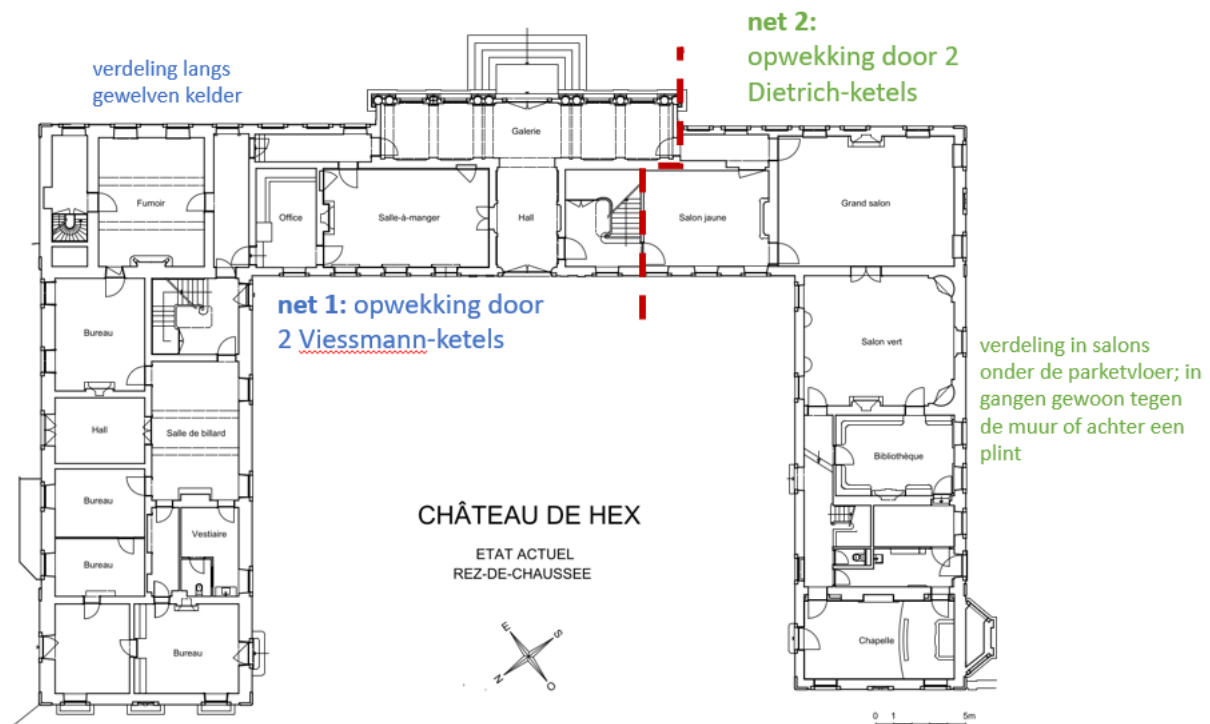


Figuur 82 Drie rijk gedecoreerde kamers: de chambre des porcelaines de Saxe (linksboven), de chambre de Télémache (linksonder) en de chambre de la Princesse (rechtsonder); rechtsboven een badkamer die tussen twee kamers in gelegen is.

4.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

4.3.1 BASISINFO

Van het kasteel zijn geen energetische studies, EPC's of EPB-aangiftes voorhanden. We baseren ons voor de **analyse van de bestaande energetische situatie** vooral op de aanwezige stookinstallaties en de verbruiksgegevens van de voorbije jaren. In het hoofdvolume van het kasteel zijn er twee netwerken met elk hun eigen stookplaats in de ondergelegen kelder (Figuur 83). Elke stookplaats heeft twee ketels. Voorraadvaten voor warm water zijn gekoppeld aan deze ketels.



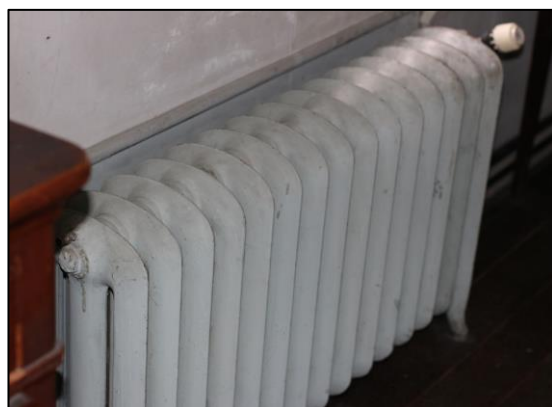
Figuur 83 Opdeling van het kasteel in twee zones met elk een eigen stookplaats en afgifte-netwerk.

Naast deze vier ketels zijn er nog vier bijkomende ketels: twee voor het bijgebouw (wagenhuis) waarin appartementen zijn ondergebracht en twee voor de verwarming van de serre. Dat brengt het totaal op acht ketels in vier stookplaatsen.

Ongeveer 10% van het volume van het hoofdgebouw wordt verwarmd als leefruimte. Het gaat dan vooral over de gelijkvloerse verdieping van de noordoost-vleugel (salon, leefruimte, werkkamer) en de eerste verdieping van de zuidwestvleugel (keuken, eetkamer, slaapkamer). **De rest wordt tot ongeveer 13-15°C gestookt** voor de goede bewaring van de interieurs. Dit is een vorm van **preventieve conservatieverwarming** waarbij de relatieve luchtvochtigheid niet te hoog wordt – om biologische ontwikkeling te vermijden – en niet te laag is – om schade door krimp van hout te vermijden (“*conservation heating*”).



Figuur 84 Voorbeeld van een gietijzeren ledenradiator, weggewerkt achter geweven rotan canvas in een houten omkasting onder de raamtablet. (Foto: Buildwise)

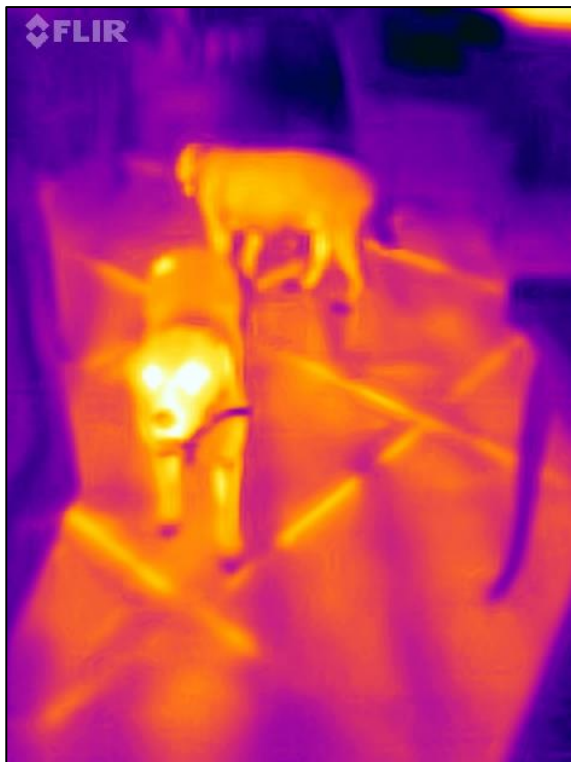


Figuur 85 Voorbeeld van een gietijzeren ledenradiator vrij opgesteld in een gang van een zolder in de noordoostelijke vleugel. (Foto: Buildwise)





Figuur 86 Het meest bijzondere verwarmingstoestel in het kasteel is ongetwijfeld deze kachel die zich bevindt in kamer 1.1. De logica achter de vormgeving is de onderzoekers onbekend, net als het bouwjaar. (Foto: Buildwise)



Figuur 87 Infrarood opname van de vloer in grand salon (ruimte 0.17), waarop de warme zones in het parket (en de honden) duidelijk zichtbaar zijn. (Foto: Buildwise)

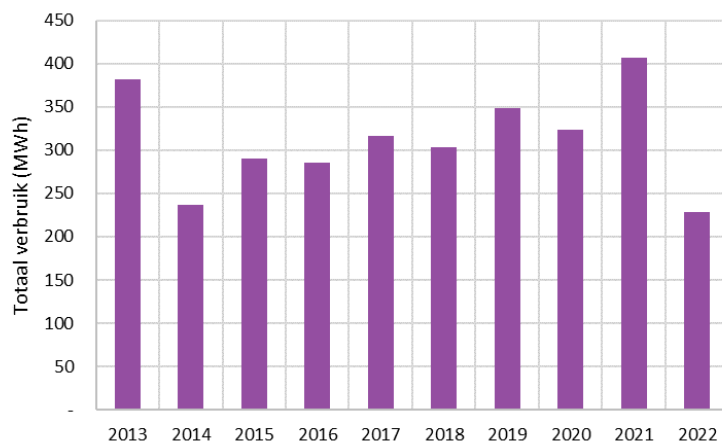


Figuur 88 Visualisatie van de plaatsen balken tot minder warmteverlies leiden en waar luchtlekken op de randen van de vierkante velden in het Versailles-parket tot hogere warmteverliezen leiden. (Foto: Buildwise)



Figuur 89 Het parket is zo gemaakt dat enkele delen uitgenomen kunnen worden om toegang te krijgen tot de ondiepe kruipruimte waarin de leidingen zich bevinden. De leidingen zijn bewust ongeïsoleerd, zodat het systeem in zijn geheel werkt als een soort vloerverwarming. (Foto: Buildwise)

De gehele installatie is aangesloten op slechts twee EAN-nummers (de ketel van de serre heeft een apart nummer). Dat maakt het niet makkelijk om in detail het verbruik in kaart te brengen. De eigenaar bezorgde ons verbruiksgegevens van de voorbij twintig jaar. Het totale verbruik voor ruimteverwarming, warm tapwater en opwarming van het zwembad van de laatste tien jaar is weergegeven in Figuur 90.



Figuur 90 Evolutie van het totaal stookverbruik voor ruimteverwarming en bereiding van sanitair warm water van het kasteel, inclusief de appartementen in de bijgebouwen en het zwembad, maar exclusief het verbruik voor de serre.

4.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIE

De eerste **installatie voor warmteopwekking** werd geplaatst in de jaren 1930. Oorspronkelijk werd op stookolie gestookt, maar sinds twaalf jaar op aardgas.



De **afgiftelichamen** dateren grotendeels uit de jaren 1930. Het zijn quasi overal gietijzeren leden- of kolomradiatoren die in gedecoreerde interieurs ingewerkt werken in omkastingen, veelal onder de ramen geplaatst (Figuur 84). Een klein aantal radiatoren, vooral die in gangen en dienstruimten, zijn vrij opgesteld in de ruimte (Figuur 85). Bijna allemaal zijn ze voorzien van thermostatische kranen. Op enkele plaatsen zijn nog oudere kachels bewaard (Figuur 86). Badkamers worden op 22°C verwarmd en de slaapkamers worden niet verwarmd. De meeste leidingen zijn vermoedelijk gemaakt uit staal en zijn niet geïsoleerd.

Beide ketels in het linkergedeelte van het hoofdvolume ('net 1' in Figuur 83) hebben elk een vermogen van 75-85 kW. Daaraan zijn twee voorraadvaten van elk 300l gekoppeld. Beide ketels van het rechtergedeelte van het hoofdvolume hebben elk een vermogen van elk 50 kW; zij hebben een enkel voorraadvat van eveneens 300 liter inhoud.

Er is **geen hygiënisch ventilatiesysteem** aanwezig. De ventilatie van de kruipruimtes wordt gerealiseerd door kleine roostertjes aan beide zijden van het gebouw, zodat dwarse ventilatie ontstaat door de winddruk

4.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

We kunnen hier geen volledige scenario's uitwerken, maar wel de belangrijke opties voorstellen.

4.4.1 RENOVATIE-OPTIES VAN DE DAKEN

Plaatselijke isolatie van de zoldervloeren is mogelijk door het inblazen van cellulose tussen de balkenvloeren, maar daarvoor moeten heel wat gaten geboord worden in de huidige vloer en men zou ook eerst moeten nagaan of de openingen groot genoeg zijn en niet te veel obstakels bevatten. Deze maatregel kan dus zeker niet veralgemeend worden en is bijvoorbeeld denkbaar op een plaats waar men de vloerbekleding zou willen vervangen of kan wegnemen en terugplaatsen.

Het isoleren van de plafonds van de zolder is mogelijk door eenvoudigweg vanuit de dakruimte dekens van minerale wol tussen de kepers te plaatsen, boven op het gepleisterde latwerk. In dit geval is een dampscherm niet nuttig aangezien waarschijnlijk weinig dampdiffusie te verwachten valt en eventuele condens in de buitenste centimeters gewoon kan drogen naar de dakruimte. Het is wel belangrijk de goede luchtdichtheid van de dakvloer te controleren.

4.4.2 RENOVATIE-OPTIES VAN DE GEVELS

Isolatie aan de buitenzijde is uitgesloten; isolatie aan de binnenzijde is ook op de meeste plaatsen niet mogelijk vanuit erfgoed-oogpunt. De vraag stelt zich daarbij wel of de vorstgevoeligheid van de bakstenen niet problematisch is. Er zijn twee manieren om toepasbaarheid te maximaliseren:

- Enkel isoleren in de ruimten die tijdens de winter gebruikt worden. Dit zijn bijvoorbeeld de eetkamer en keuken (ruimte 1.35 en 1.36) die qua interieur weinig erfgoedwaarde hebben, en het bureau (0.7).
- Diversifiëren naargelang de blootstelling aan slagregen: niet of weinig isoleren aan de sterk blootgestelde muren en maximaal aan de minder blootgestelde.

Qua systeemkeuze kan men kiezen tussen dichte systemen (bv. XPS-platen), minerale wol in een stijl-en-regelwerk met dampscherm, of (minder performant) capillaire systemen op basis van calciumsilicaat of iets gelijkaardigs. Op de meest kritische wanden kan men opteren voor een isolerende pleister, hoewel de warmteweerstand daarvan relatief beperkt is.



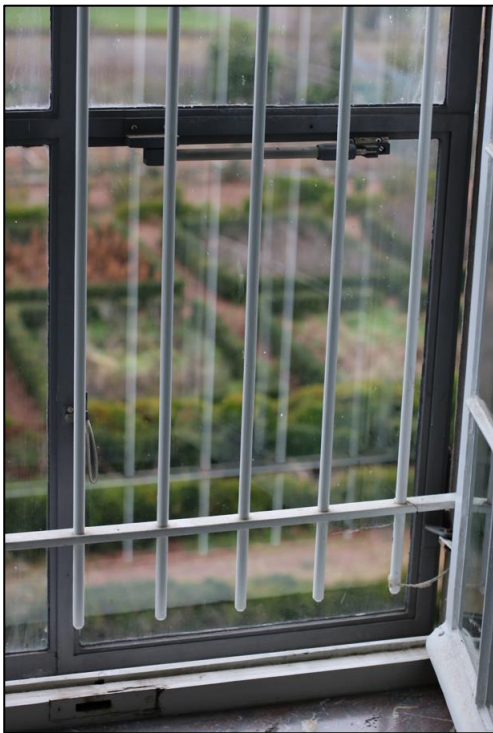
Het risico op verhoogde schade aan de buitenkant van de gevel zou verminderd worden als de muren opnieuw gekaleid worden.

4.4.3 RENOVATIE-OPTIES VAN HET SCHRIJNWERK

De **voorzetramen** – nieuwe ramen aan de buitenzijde van de bestaande– op de verdieping van de zuidwestgevel zijn een goed voorbeeld van een discrete en toch effectieve ingreep (Figuur 71 en

Figuur 91). Het gaat hier echter om enkele beglazing (mogelijk gelaagd glas), zodat de energiewinst weliswaar groot maar niet maximaal is. Het feit dat er geopteerd is voor donker geschilderde slanke stalen profielen, zorgt voor een zeer discrete optiek die ook aanvaardbaar kan zijn in de andere gevels.

De gietijzeren borstweringen die vaak aanwezig zijn, vormen een struikelblok. De mogelijkheid om ze tussen het originele en het voorzetraam te plaatsen, kan overwogen worden. Het is essentieel dat de nieuwe beglazing weinig reflecterend is en kleurneutraal. In eerste instantie is deze maatregel uiteraard aangewezen voor de ruimten die verwarmd worden tot comforttemperatuur.



Figuur 91 Binnenkant van een voorzetraam met tralies tussen het houten raam en het (verwijderbare) voorzetraam. (Foto: Buildwise)

Het plaatsen van **achterzetramen** – nieuwe ramen aan de binnenzijde van de bestaande– is zeer complex op alle plaatsen waar binnendecoratie aanwezig is. Op plaatsen waar binnenluiken bij het openzwaaien voorbij de rand van de raamopening komen, is het zelfs quasi onmogelijk zonder die luiken te compromitteren. Op het eerste gezicht lijkt dit een zeer intrusieve architecturale ingreep, maar de integratie van de huidige radiatoren in de eerste helft van de twintigste eeuw was dat ook. Een ingreep op de ramen moet trouwens altijd samengaan met het herdenken van de radiatornissen eronder, die weinig erfgoedwaarde hebben in hun huidige vorm. Een succesvol ontwerp moet rekening houden met volgende factoren:



- De plaatsing kan alleen overwogen worden in situaties waar het originele raam in goede staat is en goed onderhouden is, of hersteld kan worden.
- Het nieuwe achterzetraam moet een gelijkaardige verdeling hebben als het oude, dat wil zeggen twee grote opengaande vleugels en bovenaan wellicht ook twee kleine opengaande vleugels.
- Het nieuwe raam moet iets groter zijn dan het oude, zodat het oude raam vlot kan opengaan als het nieuwe openstaat. Om dat te realiseren is het wenselijk om de raamtablet te demonteren en af te zagen, zodat de onderkant van het nieuwe raam iets lager kan komen dan die van het bestaande.
- Bij voorkeur heeft het nieuwe raam thermisch performante beglazing.
- De plaatsing van het nieuwe raam in de ruwbouw gebeurt met aandacht voor luchtdichte aansluiting op de ruwbouw, om risico op condens tussen beide ramen te vermijden. Dit vraagt vaak waarschijnlijk demontage en hermontage van de betimmering van de houten bekleding van de raamopening.
- Het risico op condensvorming wordt ook beperkt door plaatsing van een vochtbufferend materiaal, bv. houtwol achter een geperforeerde omkasting. Dit heeft ook een positief effect op de geluidisolatie.

4.4.4 PLAATSELIJK BOX-IN-BOX CREËREN IN VAAK GEBRUIKTE RUIMTEN

De isolatie-technische oplossing kan ook inspelen op de combinatie van vaak gebruikte en verwarmde ruimtes en de ruimtes die enkel worden voorzien van *conservation heating*.

In de meest gebruikte ruimten, die qua interieurbekleding relatief weinig obstakels bevatten, zou het mogelijk zijn om zowel de wanden als de vloer en het plafond te isoleren, zodat een box-in-box ontstaat die wél met een lage-temperatuurregime kunnen verwarmd worden.

Dit zou in theorie mogelijk zijn voor de eetkamer en keuken op de eerste verdieping en in mindere mate voor het kantoor op het gelijkvloers. Aangezien een verhoging van de vloer in beide gevallen problematisch is (om nog te zwijgen over het verlies van de houten vloerbekleding), kan een alternatief onderzocht worden waarbij toch in de mate van het mogelijke tussen balken of niet geïsoleerd wordt, of geïsoleerd wordt tegen de gewelven in de kelder.

4.4.5 VERBETERING VAN DE LUCHTDICHTHEID

Gezien het belang van in- en exfiltratie van buitenlucht door kieren en spleten in het kasteel, is het nodig om ook aandacht te besteden aan luchtdichtheid en ventilatie. Hygiënische ventilatie is vermoedelijk geen kritisch punt, gezien de grote volumes en de lage bezettingsgraad. Maar de luchtlekken zorgen voor veel hogere stookkosten en voor een problemen met te lage luchtvochtigheid in de winter, wat nefast kan zijn voor de houten decoratie.

Zoals blijkt uit meerdere studies, zijn **historische houten ramen** van het type dat aanwezig is in het kasteel niet altijd goed luchtdicht. Dit kan sterk verbeterd worden door goed onderhoud, zo nodig herstelling om vervormingen te corrigeren en eventueel het aanbrengen van tocht dichting in de vorm van strips in een elastomeer of dunne metalen veren. Een **schouwopening** die sterk trekt en permanent open staat, kan ook leiden tot een groter dan gewenste in- en exfiltratie. Een derde bron van ongewenste luchtstromen zijn de **parketvloeren boven kruipkelders**. Zoals duidelijk is in Figuur 75, hebben enkele salons een dergelijke vloer. De kruipruimten onder deze vloeren zijn altijd geventileerd, uit voorzorg om geen te hoge luchtvochtigheid te krijgen ter voorkoming van houtaantasting. De ventilatie wordt gerealiseerd door kleine roostertjes aan beide zijden van het gebouw, zodat dwarse ventilatie ontstaat door de winddruk (Figuur 92). Het zou uiteraard risicovol zijn



om die ventilatie af te sluiten. Een denkbare verbetering – die echter praktisch zeer moeilijk te realiseren is – zou kunnen bestaan uit het aanbrengen van een winddichte, maar dampopen laag net onder de houten vloerbekleding. Typisch zijn dat folies die gebruikt worden als onderdak.



Figuur 92 Verluchtingsgaten van de kruipruimte onder de gelijkvloerse vloer.

4.4.6 OVERZICHTSTABEL VAN MOGELIJKE SCENARIO'S

Aangezien de mogelijkheden zeer beperkt zijn in vergelijking tot gebouwen met minder waardevolle interieurs, gevels en daken, is deze tabel hier eerder op te vatten als een overzicht van denkbare opties. Er is wordt dus niet verwezen naar specifieke ruimten of specifieke gevels, maar enkel melding gemaakt van generieke verschillen, zoals bv. gevels met hoge of lage regenbelasting.

Tabel 16: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen (gevalstudie kasteel van Hex)

Schildeel	Basisscenario Huidige toestand	Tussenscenario bijkomend muren en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Plafond van de zolder (balklaag onder dakruimte)	Kepers, latwerk met stucwerk $U*b = 2.03 \text{ W/m}^2\text{K}$	7 cm minerale wol tussen kepers $U*b = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K}$	7 cm minerale wol tussen kepers $U*b = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K}$
Ramen	Bestaande houten (eiken) ramen met enkele beglazing $U_w \approx 5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Toevoeging voorzetraam buiten met gelaagd glas $U_w \approx 2.05 \text{ W/m}^2\text{K}$	Toevoeging van achterzetraam binnen met HR++ glas $U_w \approx 1.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gevels zonder waardevolle binnenbekleding met hoge regenbelasting	Massief metselwerk 40-70 cm $U = 1.0-1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$	Isolerende binnenpleister 4-8 cm $U = 0.44-0.78 \text{ W/m}^2\text{K}$	Isolerende binnenpleister 4-8 cm $U = 0.44-0.78 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gevels zonder waardevolle	Massief metselwerk 40-70 cm	12 cm XPS en afwerking	12 cm XPS en afwerking



binnenbekleding met lage regenbelasting	U = 1.0-1.5 W/m ² K	U = 0.22-0.24 W/m ² K	U = 0.22-0.24 W/m ² K
Enkele vaak gebruikte ruimten met beperkte historisch afwerking	Buitenmuren en binnenmuren naar AOR, bestaande vloer en plafond	Enkel buitenmuur en plafond isoleren (onvolledige box-in-box)	Bijkomend isolatie van de vloer en binnenmuur (volledige box-in-box)

4.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

4.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen
criterium 1 erfgoed										
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaardig?	ja, beperkt	de radiatoren zijn grotendeels een toevoeging uit de jaren 1930	+	±	±	±	+	+	±	±
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaardig?	ja	waardevolle parketten en tegelvloeren	+	±	±	±	-	+	+	-
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	lambriseringen, bespanningen, historisch behangpapier, ...	+	+	+	+	±	-	-	-
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	decoratieve lijsten, houten plafonds, stucplafonds, ...	+	+	+	+	+	-	±	±
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	+	±	±	+	+	+	-
deelscore erfgoed:			+	±	±	±	-	-	-	-
criterium 2 energie										
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:										
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen										
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?										
deelscore energie:										
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort										
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:										
impact op lawaai-overlast in de woning										
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:										

Figuur 93. Ingevuld afwegingsschema afgiftesystemen, toegepast op de historische salons en kamers (gevalstudie Kasteel van Hex)

afgifte-elementen		erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	voorkeur	+ ± +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk	± ± +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk	± ± +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	voorkeur	± + ±
vloerverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
plafondverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
wandverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	niet weerhouden	- + ±

Figuur 94. Resultaat van het afwegingsschema afgiftesystemen, toegepast op de historische salons en kamers (gevalstudie Kasteel van Hex)

Wat betreft afgifte is het behoud van de bestaande elementen een (voorkeurs-)optie, maar aangezien ze allemaal in een omkasting staan (voor de bewust verwarmde ruimten), is ervoor gekozen om ze slechts beperkte erfgoedwaarde toe te kennen en ligt de weg ook open voor vervanging, eventueel door convectoren of ventilo-convectoren.



Alle oppervlaktesystemen (vloer-, plafond- en wandverwarming) zijn echter logischerwijs uitgesloten door de waardevolle aankleding.

4.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	nee	het schrijnwerk is authentiek of minstens een eeuw oud
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	te storend
Zijn er kelderogaten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	in de linkervleugel
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja, eventueel	zou in het algemeen te storend zijn, eventueel in dakkapel
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	kan bv. In de zolderruimtes
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	ja	is bv. denkbaar in salons waar events voor groepen doorgaan
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja, eventueel	slechts beperkt mogelijk op verdieping, op gelijkvloers moeilijk
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja, eventueel	moeilijk te integreren, tenzij in discrete vormgeving op maat
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industriellawaai, verkeerslawaai)?	landelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

Figuur 95. Ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudiegevalstudie Kasteel van Hex)

eindbeoordeling systemen		erfgoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	± ± +
systeem D cascade	voorkeur	± ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	mogelijk	± - -
systeem C	niet weerhouden	- - ±
systeem C hal	niet weerhouden	- - ±

Figuur 96. Resultaat van het afwegingsschema ventilatie (gevalstudiegevalstudie Kasteel van Hex)

Wat betreft ventilatie (Figuur 96) en afgifte (Figuur 93) is de denkoefening gemaakt voor de representatieve ruimten op het gelijkvloers en de eerste verdieping, aangezien die de meest specifieke



eisen stellen. Gezien de hoge erfgoedwaarde van de binnendecoratie, is het logisch dat er maar weinig mogelijkheden naar voor komen uit de afwegingsschema's.

Bij ventilatie komen desalniettemin de beide D-systemen als voorkeur naar boven. Dat is dan in de veronderstelling dat de schouwen gebruikt kunnen worden voor toevoer en afvoer. Horizontale verdeling moet dan op een hogere verdieping (of de zolderruimte) ondergebracht worden.

Hygiënische ventilatie is – rekening houdend met de lage bezetting en de grote volumes – vermoedelijk geen kritisch punt in de prestaties van het kasteel en luchtdichtheid is een algemeen probleem, dus door de specifieke aard van het gebouw, moet deze uitkomst gerelativeerd worden.



4.5.3 AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER

criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	dichtbij de gevels is een buitenunit te storend
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	een volumineuze buitenunit op het dak zou te storend zijn
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	is mogelijk als het discreet uitgevoerd wordt
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	nee	te storend
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	ja	in kelders (bestaande stookruimtes of naastliggende kelderruimtes)
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?		
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	nee	achter de verbindingvleugel zou kunnen, maar is op vrij grote afstand
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	moet afgetoets worden met expert tuinen (de kant van de oprijlaan ligt het meest voor de hand)
Is het vinden van een potentiële positie mogelijk?		
Is er een opstelruimte binnen?		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	nee	dit betreft vooral de zolders
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	landelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	landelijk	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 97 Ingevuld afwegingsschema opwekker (gevalstudie Kasteel van Hex)



klaar voor 2050	eef tuw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	- - -
warmtepompboiler	voorkeur	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	- ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	mogelijk	- + +
zonnepanelen - elektrisch	mogelijk	± + +
warmtenet	mogelijk	+ + +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	mogelijk	± ± ±
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	+ - ±

Figuur 98 Resultaat van het afwegingsschema opwekker (gevalstudie Kasteel van Hex)

Wat betreft de opwekking van warmte (of koude) komen er verschillende mogelijkheden naar voor, elk met hun eigen praktische bedenkingen (Figuur 98):

- Een **warmtenet** zou ideaal zijn, maar is niet voorhanden.
- Een **water-water verticaal systeem** kan wél en wordt hieronder (in de versie van de KWO) verder besproken als één van twee pistes.
- De **horizontale variante** is niet haalbaar omdat de geleverde vermogens onvoldoende zijn om de vraag van het kasteel af te dekken.
- **Biomassa op hout** is ook een mogelijkheid, temeer daar het domein ruim voldoende mogelijkheid heeft voor duurzame bosbouw. De biomassaketel op hout is daarom de tweede piste die verder uitgewerkt is.

4.5.3.1 SCENARIO 1: ALLES VERWARMEN OP HOGE TEMPERATUUR MET CENTRALE BIOMASSA-KETELS

Men kan ervoor opteren om alle ruimteverwarming én de bereiding van het warm water te realiseren met één of enkele biomassaketels die duurzaam gekweekt hout van het kasteeldomein als brandstof gebruiken. Aangezien filtering van de verbrandingsgassen technisch niet evident en vrij duur is, heeft men er voordeel bij om te werken met één filterinstallatie in één stookplaats. Aangezien er op dit moment twee netten zijn in het hoofdvolume van het kasteel, en nog een extra net in het wagenhuis, impliceert deze keuze dat er geïsoleerde collectoren moeten aangelegd worden van deze centrale stookplaats naar de verder gelegen netten. Het temperatuursregime blijft in dit scenario hoog zodat bestaande radiatoren behouden kunnen worden.

Bestaande voorraadvaten voor sanitair warm water kunnen in gebruik blijven in de gekozen stookplaats. Voor de voorraadvaten op grotere afstand, moet een bijkomende lokale oplossing voorzien worden.



4.5.3.2 SCENARIO 2: BASISVERWARMING MET KWO, LOKALE BIJVERWARMING MET BIOMASSA-KACHELS

Op basis van een opzoeking met de online Vlaamse geothermische screeningstool (Smart Geotherm), blijkt het mogelijk om in de ondergrond van het kasteeldomein geothermie te winnen volgens het KWO-principe.⁴ Daarbij wordt een koppel boringen uitgevoerd tot in een watervoerende laag waarbij water uit de ene put wordt aangezogen en in de andere put weer in de grond gebracht. Dit soort 'open systemen' is duurder in aanleg (investeringskost) dan de gesloten lussen, maar laat toe om veel grotere vermogens te leveren wat nodig kan zijn in de context van grote projecten. Als richtwaarde geldt dat een KWO financieel interessant kan worden vanaf een vermogen van 200 kW. Merk op dat KWO systemen niet naar voren geschoven worden in de catalogus, omdat hun toepassing voor het gros van de woningen niet in aanmerking zal komen. Het kasteel heeft echter een dermate groot vermogen nodig (op basis van de huidige situatie is ongeveer 200 kW nodig), dat we deze optie hier wel onderzoeken.

Aangezien een KWO door het 'open' werkprincipe de ganse winter door een continue reservoirtemperatuur van ongeveer 10°C ter beschikking heeft, laat het systeem toe om bij koude buitentemperaturen toch nog een redelijke COP te halen bij het opwarmen van het water tot bijvoorbeeld 50°C.

Voldoende afgifte realiseren met de bestaande radiatoren

De bestaande radiatoren zijn correct geplaatst onder de ramen, maar de omkasting vermindert hun effectief afgiftevermogen. Het is wellicht niet mogelijk om met een dergelijke opstelling de grote salons en kamers te kunnen verwarmen tot comforttemperatuur, gebruik makend van warmte op lage temperatuur. Dit systeem leent zich echter wel voor het verwarmen van het kasteel tot een basistemperatuur van 13-15°C, zoals nu gebeurt. Een indicatieve handberekening van de warmtebalans van een salon, leert dat dit haalbaar kan zijn met een temperatuursregime van 50/40/15.⁵

Lokaal stoken tot comforttemperatuur

Indien een KWO een basisverwarming levert in een regime van bijvoorbeeld 50/40°C (aanvoer-/afvoertemperatuur), moet lokaal bij verwarmd worden om bijvoorbeeld in de eetkamer, keuken en bureau een hogere temperatuur te realiseren. Gezien de beschikbaarheid van stookhout uit duurzame bosbouw, is het denkbaar om dit te doen met lokale kachels die houtsnippers verbranden. Zo'n kachel wordt best geplaatst in de ruimte die het hoogste vermogen nodig heeft, en kan via lokale luchtkanalen met ventilatoren ook de naburige ruimten verwarmen. Concreet zou in de huidige configuratie van het kasteel op twee plaatsen zo'n kachel kunnen geplaatst worden: (1) op het gelijkvloers ter plaatse van het bureau en de fumoir (ruimten 0.7 en 0.9 in Figuur 75) en (2) op de verdieping ter plaatse van de eetkamer en keuken (ruimten 1.35 en 1.36 in Figuur 76).

In dit scenario wordt sanitair warm water bereid met aparte warmtepompboilers. Die boilers kunnen toevoer en afvoer van lucht nemen via de keldergaten, als ze opgesteld worden in de bestaande stookruimten. Een eventuele opstelling op de bovenverdiepingen, impliceert eerder luchtname via het dak.

In de toekomst zullen enkele kamers en badkamers op de verdieping misschien quasi-autonoom intermitterend gebruikt worden. In dat geval zou het kunnen dat de nood aan buffercapaciteit in de buurt van die ruimten significant stijgt.

⁴ <https://tool.smartgeotherm.be/geo/alg>, geraadpleegd op 19/10/2023

⁵ Vermogen van de radiator begroot met <https://powerheat.buildwise.be>, geraadpleegd op 19/10/2023.



4.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

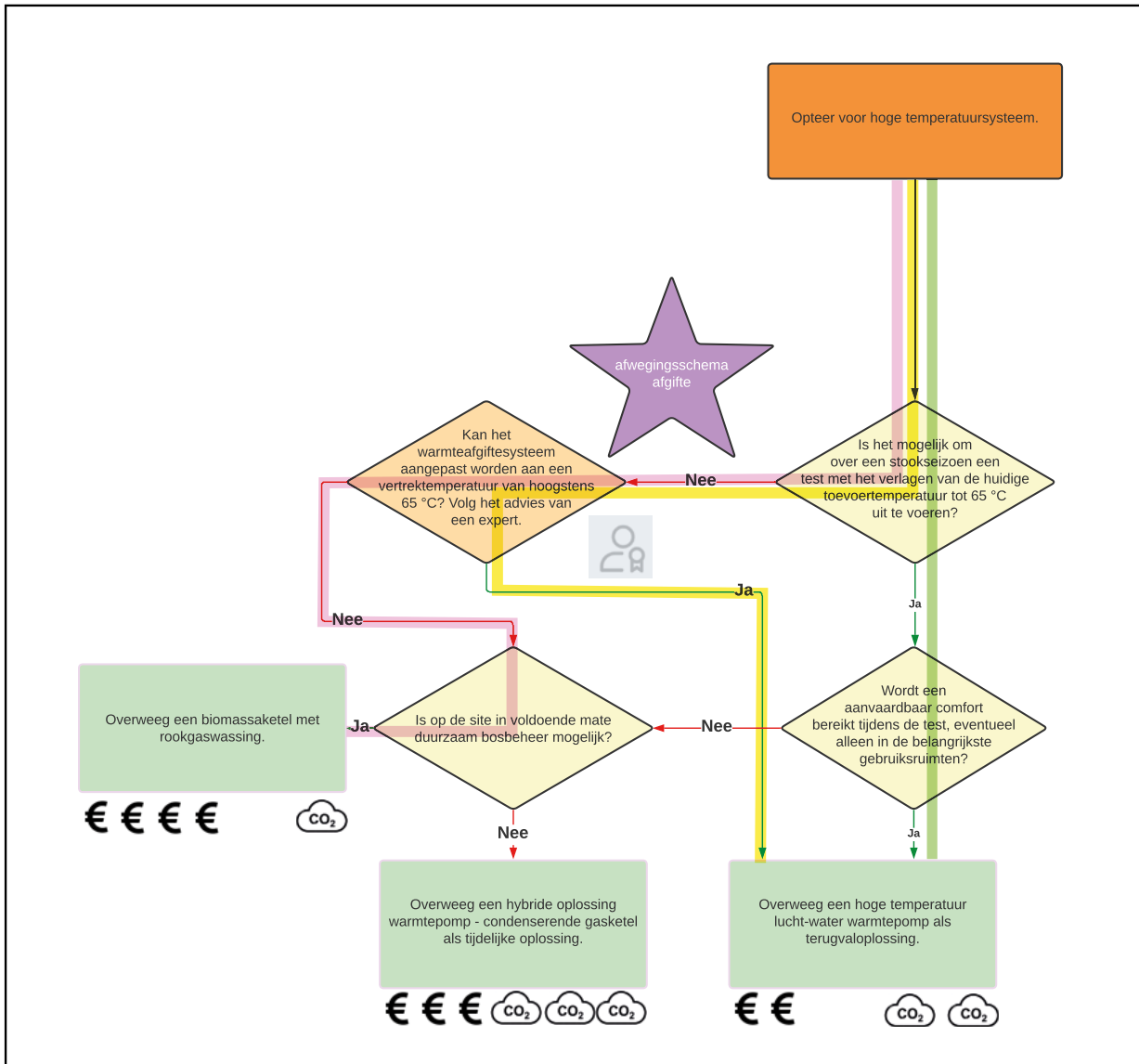
Hieronder zijn de beslissingsbomen weergegeven. Zoals hieruit blijkt, is de uitkomst in alle scenario's nog steeds om op hoge temperatuur te werken. De eventuele mogelijkheid om met een KWO te werken (scenario 2 zoals hierboven besproken), werd niet opgenomen in de beslissingsboom aangezien deze oplossing slechts geschikt is voor hoge vermogens (vanaf ongeveer 200 kW), maar voor het kasteel zou dat dus toch bestudeerd kunnen worden.

De uitkomst voor systeemkeuze, nl. de hogetemperatuurwarmtepomp, is ook weer de logische oplossing voor een kleiner gebouw, terwijl hier dus, door het grote formaat van het kasteel, een combinatie van basisverwarming met een biomassaketel voor bijstook overwogen kan worden.

Wat betreft het sanitair warm water en zonnepanelen, is in de beslissingsboom gekozen om niet te gaan voor zonthermische panelen, maar wel voor PV. De motivatie daarvoor is dat zonnepanelen enkel op bijgebouwen geplaatst kunnen worden en dat de afstand van daar naar de aftappunten voor sanitair warm water nogal groot is.



4.6.2 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



4.7 ANALYSE EPC

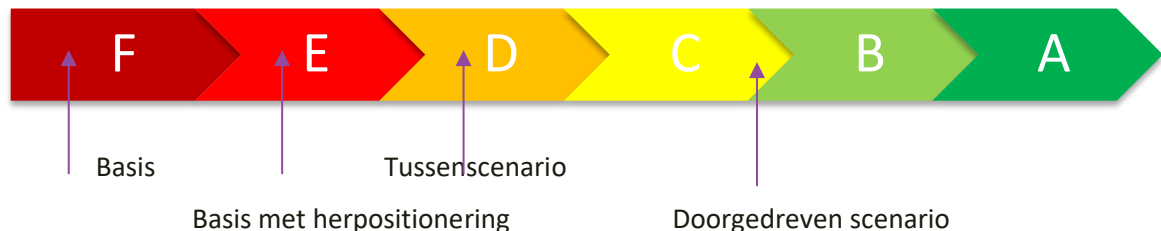
Voor deze analyse bekijken we de drie schilscenario's uit Tabel 16.

Om het verschil in comfortniveau te simuleren, zoneren we het gebouw in een museum- en een leefzone. De EPC analyse gebeurt voor de leefzone. De dagzone en de nachtzone van de leefzone combineren we in een gesloten volume zoals aangegeven in Figuur 83. De keuze voor de inplanting van de dagzone en de nachtzone is energetisch niet optimaal: het is zinvoller de nachtzone in een compacte opstelling boven de dagzone in te planten, maar in de voorgestelde opdeling is het behoud van de erfgoedwaarde gemakkelijker te realiseren.

Het **basisscenario** komt overeen met de huidige toestand van de schil, met toevoeging van een ventilatiesysteem C, en een houtverbrandingsketel met gaswassing, met als brandstof hout uit het duurzaam bosbeheer op de site. De bestaande radiatoren blijven in gebruik. Deze afgebakende zone krijgt een **F-label** toegekend, met een energiescore van 833 kWh/(m²jaar). Bij positionering van de nachtzone boven de dagzone daalt deze waarde tot 623 kWh/(m²jaar).

Als in de dag- en nachtzone de maatregelen uit tabel 15 worden gecombineerd met een ventilatiesysteem C en een hoge temperatuur lucht-water warmtepomp, zoals aangeduid in de beslissingsboom, dan wordt in het **tussenscenario** een energiescore van 345 kWh/(m²jaar) of label D behaald.

Een verdere verhoging van de isolatiekwaliteit van de schildelen van de geselecteerde zone (**doorgedreven scenario**) zorgt voor een lichte verdere daling tot 303 kWh/(m²jaar), een waarde die flirt met label C.



4.8 CONCLUSIE

Voor de gevalstudie van het Kasteel van Hex zijn verschillende scenario's en afwegingen onderzocht met betrekking tot thermische isolatie, ventilatie, temperatuurniveaus, systeemkeuze en sanitair warm water- en zonnepanelen.

De overzichtstabel van mogelijke scenario's voor isolatie van de schildelen illustreert de variatie in isolatieniveaus die kunnen worden toegepast, afhankelijk van de specifieke kenmerken van elk bouwonderdeel. Vanwege de waardevolle interieurs, gevels en daken van het kasteel, zijn de mogelijkheden voor isolatie beperkt, maar het is belangrijk om een breed scala aan opties te overwegen.

De afwegingsschema's voor ventilatie en afgifte benadrukken de uitdagingen van het handhaven van een comfortabel en gezond binnenklimaat in een historisch gebouw met grotere afmetingen. Hoewel bepaalde ventilatiesystemen en afgiftesystemen mogelijk zijn, moeten ze zorgvuldig worden geselecteerd.



De beslissingsbomen tonen aan dat de voorkeur uitgaat naar het werken op hoge temperatuur, met mogelijkheden voor bijverwarming met biomassaketels in combinatie met basisverwarming via warmtepompen. Dit biedt een evenwicht tussen efficiëntie en het behoud van de historische kenmerken van het kasteel. Maar het toont ook dat de beslissingsboom voor dergelijke grote monumenten lichtjes anders opgebouwd zou moeten worden.

Uit deze gevalstudie volgen twee specifieke scenario's voor het verduurzamen van het gebouw:

Scenario 1: Alles verwarmen op hoge temperatuur met centrale biomassaketels:

Dit scenario impliceert het gebruik van biomassaketels die duurzaam gekweekt hout van het kasteeldomein als brandstof gebruiken voor ruimteverwarming en de bereiding van sanitair warm water. Het behoud van bestaande radiatoren en voorraadvaten voor sanitair warm water wordt hierbij benadrukt.

Dit scenario vraagt een grote hoeveelheid aan duurzaam gewonnen biomassa en een grote, centrale installatie die de rookgassen afdoend kan wassen om de impact op de luchtkwaliteit te beperken.

Deze oplossing op basis van biomassa is moeilijk veralgemeenbaar. Het is de specifiek landelijke context met de mogelijkheid tot duurzaam bosbeheer die deze oplossing tot een opportuniteit maakt. De installatie heeft een relatief hoog vermogen, waarbij rookgaswassing haalbaar is.

Scenario 2: Basisverwarming met KWO, lokale bijverwarming met biomassakachels:

Dit scenario omvat het gebruik van een KWO-systeem voor basisverwarming, aangevuld met lokale bijverwarming door biomassakachels. Het KWO-systeem maakt gebruik van geothermische energie uit de ondergrond van het kasteeldomein, terwijl de biomassakachels houtsnippers verbranden voor extra verwarming in specifieke ruimten.

Dit scenario heeft als voordeel dat een koolstofvrije basisverwarming met warmtepomp op piekmomenten kan worden aangevuld met kleinere, koolstofarme biomassakachels. De beheersing van de rookgaskwaliteit is echter een grote uitdaging.



5 TUINWIKWONING, WATERSCHEI

5.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Rond Genk bevinden zich een aantal tuinwijken die gebouwd zijn in de eerste helft van de twintigste eeuw voor de **huisvesting van mijnwerkers** en hun families. De Tuinwijk van Waterschei bestaat voornamelijk uit gekoppelde eengezinswoningen, maar er werden ook grootschalige logementshuizen voorzien voor alleenstaande mijnwerkers. De wijk is in zijn geheel geïnventariseerd als bouwkundig erfgoed.⁶

Door de vorm van het stratenplan is er een afwisseling tussen **koppelwoningen** die samen een hoek vormen en andere koppelwoningen die in een rij aaneengeschakeld zijn. De referentie voor de geselecteerde woning werd aangereikt door een adviseur van adviesorganisatie Stebo die actief is in de regio rond Genk. Het gaat om de woning met adres Rietlaan 11, die deel uitmaakt van een **hoekensemble**, zoals te zien is in Figuur 99. Het ensemble is **symmetrisch** opgebouwd en bestaat uit vier woningen, waarvan de twee middelste hun gevel gericht hebben op een driehoekig pleintje en de twee uiterste hun voorgevel uitgelijnd hebben met de straat (links de Biezenstraat en rechts de Rietlaan, kijkend naar de voorgevels).

De informatie werd grotendeels verzameld tijdens een plaatsbezoek op 21 maart 2023 waar naast de projectpartners ook een sociaal adviseur van Stebo aanwezig was. Buildwise gebruikte de gelegenheid om nader in te gaan op het vraagstuk van binnenisolatie van de muren.



Figuur 99 Overzichtsplan van de tuinwijk in Waterschei met situering van de woning in de Rietlaan 11. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)

Figuur 100 toont de voorgevel waarin meteen een aantal kenmerken zichtbaar zijn die terugkeren in bijna alle woningen en die door deze herhaling in verscheidenheid bepalend zijn voor de **ensemblewaarde** van de wijk als geheel. In tegenstelling tot woningen uit andere gevalstudies is het dus niet zozeer de individuele woning die uitzonderlijke waarden bezit.

⁶ <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/122160> (geconsulteerd op 14/09/2023), object ID 122160



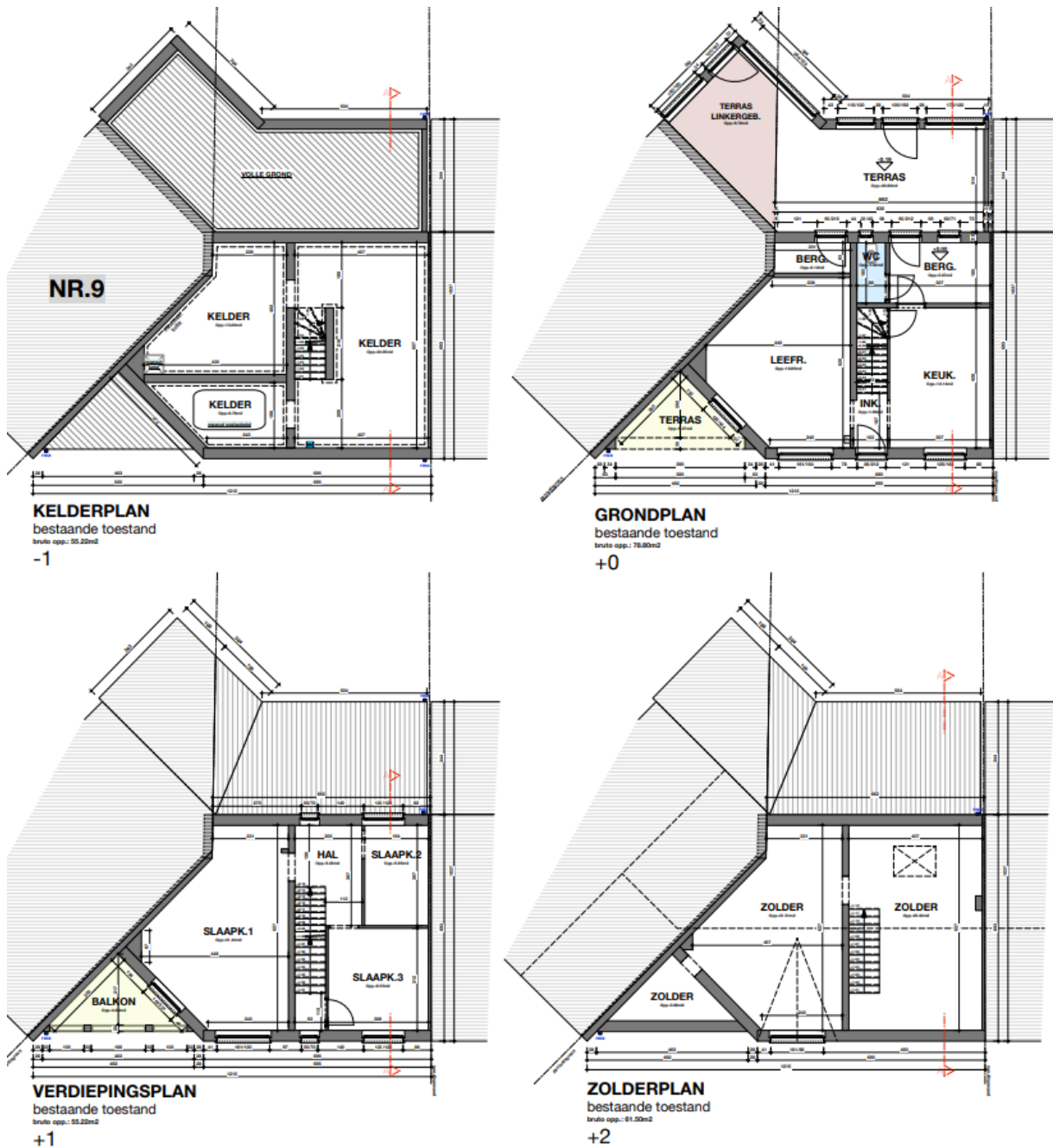
Figuur 100 Voorgevel van de tuinwijkwoning bij aanvang van de renovatiewerken. (Foto: Buildwise)

Alle gevels zijn aan de buitenkant opgebouwd uit baksteen, met lateien, dorpels en omlijstingen in prefabbeton (imitatie-natuursteen). De hellende daken zijn bedekt met keramische pannen. De dakvorm is gemengd: het centrale blok heeft een schilddak met twee symmetrisch geplaatste dakuitbouwen (dakkapellen). De beide hoekwoningen hebben een zadeldak als hoofddak. Onder het dak bevindt zich nog een volledige zondervedieping, die deels in gebruik is en in gebruik zal blijven.

Oorspronkelijk was het schrijnwerk van hout en hadden de ramen enkele beglazing, maar in de loop van de tijd is het buitenschrijnwerk bijna overal vervangen. In de Rietlaan 11 zijn ze vervangen door stalen ramen (zonder thermische onderbreking), die opnieuw vervangen worden in de huidige renovatie. Enkel de ellipsvormige ramen zijn nog origineel, wellicht omdat ze duur zijn om bij vervanging. De gevel wordt doorbroken door loggia's over twee verdiepingen: de onderste onder een korfboog en de bovenste onder een vlakke balk die steunt op twee kolommetjes.

De woning is volledig onderkelderd. De gewapend betonnen vloerplaat is meteen ook de fundering voor de hele woning. Het constructiemateriaal van de keldermuren is niet zichtbaar en is vermoedelijk ter plaatse gestort beton. De vloerplaten in de woning zijn ook allemaal gemaakt in ter plaatse gestort beton.

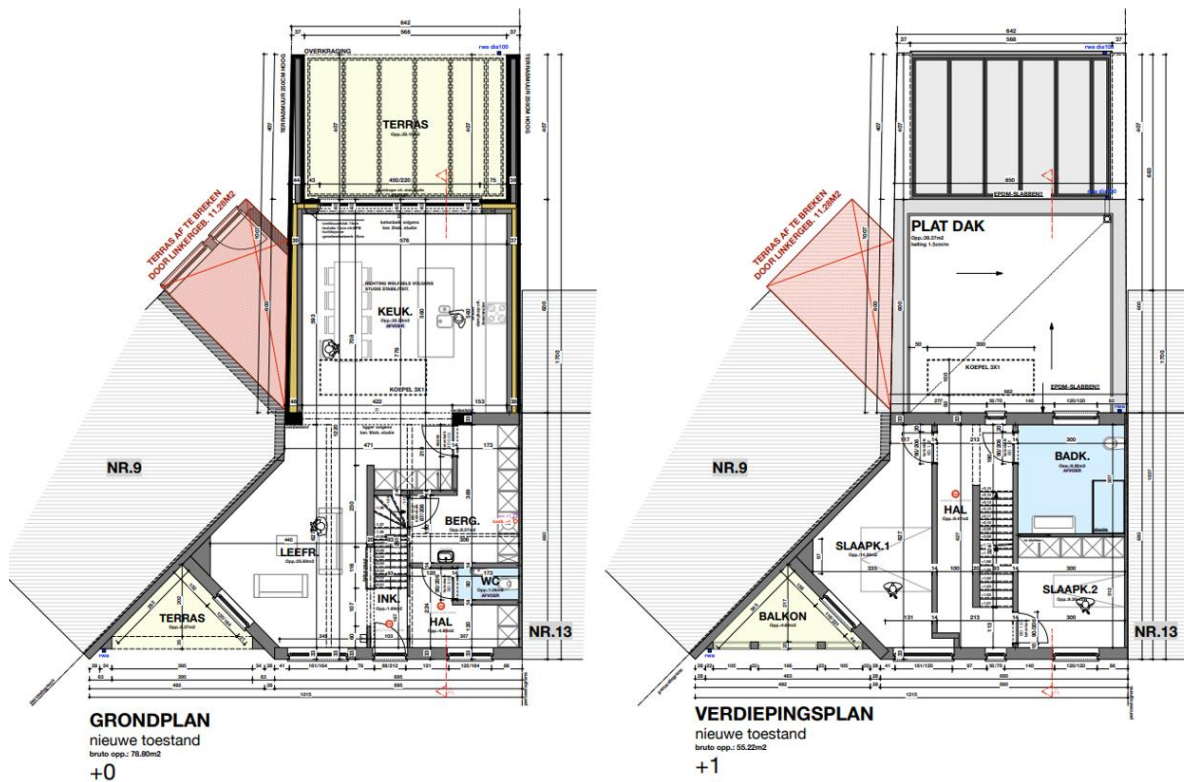




Figuur 101 Grondplannen van de bestaande toestand. (bron: Minas architecten)

De arbeiderswoningen in de tuinwijk Waterschei zijn planmatig georganiseerd zoals gebruikelijk was aan het begin van de 20^e eeuw. De afmetingen van de ruimtes zijn daarom bescheiden en voldoen niet aan de comfortverwachtingen van de huidige bewoners. Naast isolatiewerken gaan de meeste renovatieprojecten in de wijk daarom gepaard met een nieuwbouw-uitbreiding in de tuinzone.





Figuur 102 Grondplannen van gelijkvloers en eerste verdieping in nieuwe toestand. (Bron: Minas architecten)



Figuur 103 Achtergevel met ossenoog ter hoogte van de overloop. De aanbouw is niet authentiek en loopt in bestaande toestand door tegen het huis van de buur. (Foto Buildwise)



Figuur 104 Zicht vanuit de linker voorkamer (leefruimte in de bestaande toestand) op de voortuin en de loggia.



Figuur 105 De kelder gekeken in de richting van de linkerbuur.



Figuur 106 De trap tussen gelijkvloers en eerste verdieping, gezien in de richting van de achtergevel. (Foto: Buildwise)



Figuur 107 Zicht vanuit de voorste slaapkamer naar de traphal, met het originele ellipsvormige raam. Het onderscheid tussen lichte wanden uit asbeton blokken en massieve baksteenwanden is duidelijk zichtbaar omdat de pleister afgekap is. (Foto: Buildwise)





Figuur 108 Slaapkamer in de dakuwbouw op de verdieping. (Foto: Buildwise)



Figuur 109 De zolder, gezien in de richting van de linkerbuur. (Foto: Buildwise)

5.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

5.2.1 OMGEVING

- De ligging in de parkachtige wijk tussen groene buitenaanleg (de authentieke hagen en afsluitingen zijn helaas in quasi de gehele wijk verdwenen).
- De erfgoedwaarde ligt voornamelijk in het geheel als wijk, minder in de individuele waarde van de woningen op zich. Dit is belangrijk om mee te nemen in de afweging voor de keuze van ingrepen.

5.2.2 EXTERIEUR

- De vorm en detaillering van de gevels, die met kleine variaties herhaald zijn in heel de wijk;
- De gevarieerde dakvorm die typisch is voor tuinvijken volgens de Engelse traditie;
- Het uniforme materiaalgebruik: bakstenen, imitatie-natuursteen en dakpannen;
- De ellipsvormige ramen (ossenoog) die de traphal karakteriseren in de voor- en achtergevel. Ze zijn bovendien de enige authentieke ramen.

5.2.3 INTERIEUR

Het interieur was bijna volledig gestript op het moment van het plaatsbezoek. Mogelijk zijn er nog authentieke afwerkingen aanwezig op de vloeren onder de beschermingslaag. Op de zolderverdieping is een hier en daar een muurafwerking aanwezig die authentiek kan zijn (Figuur 108). De omkasting van de beide ossenogen vormen het meest in het oog springende element (Figuur 103)



5.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

5.3.1 BASISINFO

Van deze woning is geen EPC beschikbaar aangezien ze niet recent van eigenaar veranderd is. De huidige renovatie wordt uitgevoerd door de bewoner die er al langere tijd woont. Er is wel een EPB-verslaggever aangesteld om de aangifte te doen van het huidige project, maar er is geen inzage verkregen in deze documenten. Er is voor dit project ook geen beheersplan (onroerend erfgoed) opgesteld. Wel is er een **masterplan** in opmaak is **voor de hele wijk**. Dit document werd opgesteld door de UHasselt maar is nog in de fase van goedkeuringen door het stadsbestuur. Het heeft tot doel om het vergunningenbeleid te uniformiseren en te actualiseren. In de voorlopige versie zijn volgende bepalingen opgenomen over de plaatsing van technische installaties (buitenunits, batterijen, ...):

- installaties worden bij voorkeur ondergebracht in het hoofdvolume, in een nieuwe aanbouw of in een vrijstaand bijgebouw;
- buitenunits in de achtertuin zijn mogelijk;
- buitenunits kunnen eventueel in de voor- of zijtuinstrook geplaatst worden als ze opgenomen worden in groenaanleg of als ze omkast worden.

Wat betreft buitenisolatie van achtergevels bevat het (voorlopige) masterplan een mogelijkheid om dit te doen mits bekleding met baksteenstrips en behoud van het ossenoog. Op vlak van binnenisolatie zou de richtlijn eerder voorzichtig geformuleerd zijn om risico's door ondoordacht zelfbouwen te vermijden.⁷ De combinatie van goed geïsoleerde aanbouw met een beperkt geïsoleerd hoofdvolume, biedt kansen om gemiddeld gezien voldoende comfortniveau te bieden met een systeem op lage temperatuur.

Historische verbruiksgegevens waren van dit pand niet beschikbaar. In de analyse met EBECs werd daarom gerekend met gesimuleerd gebruikersgedrag, op basis van het aantal bewoners van de woning.

5.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES

De woning werd volledig gestript aan de binnenzijde. Er zijn vandaag met andere woorden **geen installaties** meer aanwezig.

5.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

5.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

De woning heeft een gordingendak waarbij alle gordingen dragen op de muren. De gordingen hebben sectie 23x8 terwijl de kepers ongeveer 6x7 cm zijn. Er is geen onderdak, maar dat wordt wel voorzien bij de renovatie. Er zijn twee mogelijkheden om het dak voldoende te isoleren:

⁷ Mondelinge informatie van Joyce Paesen, stad Genk (26/09/2023), onder voorbehoud van wijzigingen. De definitieve richtlijnen zullen gepubliceerd worden als 'Waterschei 2.0 – Erfgoedkader'.

- Ofwel houdt men het vlak van de pannen op dezelfde hoogte en isoleert men behalve tussen de kepers (7cm) bijkomend ook tussen de gordingen. Daarvoor moet deze extra dikte ook uitgetimmerd worden met latten.
- Ofwel timmert men de ruimte tussen de gordingen ook uit en realiseert zo een bijkomende dikte van 23 cm die geïsoleerd kan worden met minerale wol.

5.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN (BOVEN DE KELDER)

De vloer van het gelijkvloers is overal (behalve in de recentere aanbouw) een vloer op een plaat in ter plaatse gegoten gewapend beton boven een licht geventileerde kelder. Volgens de plannen van de architect worden deze vloeren bij de renovatie niet geïsoleerd. In het kader van verwarming op lage temperatuur is het echter wenselijk ze wel te isoleren. Een beperkte verhoging van de vloerplas lijkt ook niet onmogelijk, behalve ter plaatse van de dorpel van de voordeur.

Men zou dus enkel de inkomhal op oorspronkelijk niveau kunnen laten (niet alleen met oog op de buitendorpel, maar ook op de trap) en de rest van de vloer met bv. 5 tot maximaal 10 cm laten stijgen, zodat isolatie en eventueel vloerverwarming ingebouwd kunnen worden. De huidige totale vloerdikte bedraagt ongeveer 13 cm: veronderstel 10-11 cm betonplaat en 2-3 cm tegels in mortelbed.

Om praktische redenen is het echter makkelijker om de vloer langs onder te isoleren. Er lopen wel enkele leidingen tegen dat plafond, die dan verplaatst moeten worden. Men kan opteren voor harde of zachte platen die mechanisch bevestigd worden. In plaats van vloerverwarming, wordt dan gewerkt met voldoende grote radiatoren.

5.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

Bij de bouw werd al een onderscheid gemaakt tussen twee soorten buitenmuren:

Buitenmuur type A: anderhalfsteense massieve baksteenmuur op **plaatsen die minder aan slagregen blootgesteld zijn**. De bakstenen zijn vrij compact: ongeveer 18.5 x 8.7 x 5.5. Dus met 2 cm binnenpleister is die muur $2 + 18.5 + 1 + 8.7 = 30.2$ cm dik. De lateien in deze buitenmuren zijn meestal van ter plaatse gestort gewapend beton. De muren hebben onderaan een plint, die vermoedelijk origineel is en bestaat uit een cementering/bepreistering. De raamdorpels zijn ook uit gewapend beton, vermoedelijk geprefabriceerd in een nabijgelegen centrale.

Buitenmuur type B: een ontdubbelde wand op **plaatsen die sterk aan slagregen blootgesteld zijn**. Deze wand bestaat uit een steens bakstenen buitenblad (18.5 cm), een spouw van ongeveer 4 cm en een binnenblad uit lichte betonblokken met dikte variëren tussen 7 en 9 cm. Daarop bevond zich een kalkpleister van variërende dikte (1 tot 3 cm) die inmiddels grotendeels verwijderd is. In zijn geheel zijn (waren) die wanden dus ongeveer 30.5 cm dik. We vermoeden dat de blokken gemaakt zijn uit **asbeton**, waarbij de 'as' verwijst naar vliegias uit hoogovens (voor staalproductie). Vliegias werd gebruikt als puzzolaan om in situ goedkope wanden te produceren. Hier is het gebruikt in de vorm van blokken, die vermoedelijk in situ werden vervaardigd. In deze woningen lijkt het dat deze wanden als niet-dragend opgevat zijn. Dat klinkt misschien vreemd, maar vóór WO II was het niet uitzonderlijk dat het buitenblad het dragende blad was van een ontdubbelde muur. De lateien in die niet-dragende wanden van hout zijn en dus vochtgevoelig. Dit is van belang voor verdere keuzes.

Voor spouwisolatie is de **spouw te smal en te onregelmatig**.⁸ De bouwfysische optimale oplossing van **buitenisolatie** in de vorm van ETICS, isolerende buitenpleister of een ander systeem heeft een grote

⁸ TV 246 Na-isolatie van spouwmuren door het opvullen van de luchtspouw, Buildwise, 2012.

visuele impact en moet daarom grondig afgewogen worden. De impact laat zich merken op drie vlakken:

- Het bakstenen uitzicht wordt vervangen door een vlakkere afwerking;
- De ossenogen worden aangepast of verdwijnen en worden bv. vervangen door een rechthoekig raam;
- De raam- en deurkaders en dorpels gaan verloren en daarmee ook de afwisseling tussen deze grijze/beige elementen en de rode baksteen.

In de afweging van de scenario's wordt buitenisolatie daarom apart afgewogen voor de voor- en achtergevel en zal ze logischerwijs enkel verschijnen in opties voor doorgedreven verbetering van de gebouwschil.

Binnenisolatie moet dus in ieder geval ook overwogen worden. We nemen daarbij enkele bouwtechnische criteria in overweging:

a. risico op aantasting van houten balkkoppen

De afwezigheid van houten draagbalken voor de vloeren is op dat vlak een grote troef: alle vloeren zijn in gewapend beton.

b. risico op toenemende vorstschade aan de buitenkant aan baksteen en voegen

Vorstbestendigheid van het bestaande metselwerk kan ingeschat worden op basis van observaties in de wijk, vooral door te kijken naar de meest belaste delen zoals puntgevels, de zones net onder de dakrand en hoeken in het algemeen. Een korte rondgang in de buurt leert dat er nauwelijks schade te zien is aan bakstenen. Ze zijn vermoedelijk van goede kwaliteit. Bovendien zijn de meest blootgestelde gevels ontdubbeld, zodat de invloed van wat aan de binnenkant gebeurt, erg beperkt is. Ondanks het oorspronkelijk bedoelde 'landelijke' karakter met zichtbaar baksteenmetselwerk, zijn sommige huizen in de wijk geschilderd. Dit kan zowel omwille van esthetische redenen zijn als om technische redenen. Er zijn ook her en der heel wat gevels gereinigd, wat geleid heeft tot een breed palet aan schakeringen.

De zwakste schakel wat betreft vorstschade is de voegmortel. Die is klaarblijkelijk veel vorstgevoeliger dan de baksteen. In deze woning (Rietlaan 11) kan vermoed worden dat de aanwezige voegmortel van recentere datum is. Hij zou aangebracht kunnen zijn op het moment dat de gevel gereinigd werd (dat dit gebeurd is, blijkt uit vergelijking met de buurwoning rechts). Op basis van een eerste observatie, kan ervan uitgegaan worden dat deze voegmortel vorstbestendig is. Als men in de toekomst zou willen hervoegen, zou het interessant zijn om een idee te hebben van het vochtgedrag van de baksteen en op basis daarvan een sterk hydraulische kalkmortel of een (hydraulische) kalk-cementmortel voor te stellen die daarmee compatibel is en voldoende vorstbestendig.

c. risico op regendoorslag (en verband met verminderde droging)

Dit risico doet zich voor op plaatsen waar capillair contact is tussen het steens buitenblad, dat bij aanzienlijke slagregen ook aan de binnenkant nat wordt en waar eventueel (bij sterke wind) ook druppels naar beneden kunnen stromen. Voor zover waargenomen, zijn er geen gemetste 'tanden' tussen beide bladen. Er werden ook geen metalen ankers gezien. Er kan dus van uitgaan worden dat dergelijk contact er enkel of voornamelijk kan zijn ter plaatse van de slag aan raam- en deuropeningen. Maar ook daar lijkt er geen rechtstreeks contact te zijn.

Blijft het risico van regendoorslag door het buitenblad, afloop in de spouw tegen de achterkant van het buitenblad en vervolgens accumulatie van water ter hoogte van de doorlopende vloerplaat. Het asbeton is capillair. Als de afwerking aan de binnenzijde dampopen is, kan een zekere hoeveelheid regendoorslag via deze weg weer opdrogen. Wanneer een binnenisolatiesysteem een hydraulische weerstand en/of dampweerstand toevoegt, zal die droging naar binnen echter sterk geremd worden.



d. risico op aantasting van andere houten elementen

Hier gaat het om de houten lateien van de openingen in de asbetonnen muurbladen. Op sommige plaatsen zijn die aangetast door houtborende insecten, bv. in de traphal op de verdieping. Als het buitenblad langdurig nat is, stijgt de relatieve vochtigheid in de spouw en neemt de hout een aanzienlijke hoeveelheid hygroscopisch vocht op. Als er toch lekken zijn aan de rand van de raamopening, kan er over de hele omtrek capillair water migreren. Als er ter hoogte van de latei contact is met het buitenblad, dan kan aflopend water van de binnenzijde van het buitenblad op die plaats de latei bereiken.

Het is aangewezen om de houten lateien te vervangen door nieuwe die niet vochtgevoelig zijn, bv. het soort prefab betonnen lateien dat in cellenbetonwanden gebruikt worden.

e. belangrijke interne vochtproductie

Een ander risico in ruimten waar nogal wat vochtproductie is, is dat er door lekken een convectieve dampstroom ontstaat van binnen naar buiten, waar dan condensatie kan optreden aan het contactvlak tussen baksteen en isolatieplaat. Een beperkte hoeveelheid condensvocht zal kunnen uitdrogen naar de spouw. Blijft het contactvlak echter langdurig vochtig, dan kan daar schimmelvorming optreden. Een luchtdichte aansluiting aan de binnenzijde (en vooral ook aan raam- en deuropeningen) is dus sterk aangeraden.

Als mogelijke materialen komen XPS en fenolschuim in aanmerking in diktes van 3 tot 10 cm. De binnenafwerking kan variëren afhankelijk van het gekozen systeem.

Indien men de risico's, die op zich beperkt lijken, toch tot een absoluut minimum wil beperken, kan men ervoor opteren om een isolerende minerale pleister te plaatsen, die wel een optimale droging naar binnen toelaat. De meest performante versie daarvan is een aerogelpleister in diktes van 3 tot 10 cm, maar om budgettaire redenen is die hier wellicht niet haalbaar. Een alternatief zijn pleisters op basis van perliet als granulaat en hydraulische kalk als bindmiddel. Deze pleisters kunnen aangebracht worden in lagen van 3 tot 6 cm dik. Eventueel kunnen twee lagen op elkaar aangebracht worden.

Een derde optie – met eerder hoge kostprijs wel - is een systeem van aerogelmatten in dikte van bv. 2 of 4 cm, afgewerkt met gewapende pleister. Dit systeem koppelt hoge thermische weerstand aan beperkte dikte en hoge dampdoorlatendheid.

5.4.4 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

Het oorspronkelijke houten schrijnwerk werd in een eerdere renovatie al vervangen door stalen ramen zonder thermische onderbreking. Enkel de ellipsvormige ramen zijn nog origineel, wellicht omdat ze duur zijn om te vervangen.

De bestaande stalen ramen zonder thermische onderbreking worden vervangen door nieuwe raamgehelen die voldoen aan de EPB-eisen en de ventilatie-eisen. We kunnen in dat geval uitgaan van een U_w -waarde van $1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ en eventuele ventilatieroosters, wanneer er wordt geopteerd voor een ventilatiesysteem C.

Er zijn verschillende opties voor de twee oculi (oeil-de-boeuf). Het bestaande houten raamkader kan behouden blijven, waarbij **enkel de beglazing** wordt vervangen (basisscenario). De plaatsing van een **nieuw achterzetraam** zou de U_w -waarde kunnen terugbrengen tot $1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$, waarmee het raamgeheel al zou voldoen aan de EPB-eisen. In de meest doorgedreven stap, kan een volledig nieuw raam, met respect voor de oorspronkelijke vormgeving, voorzien worden.



5.4.5 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

Het basisscenario is de situatie zoals ze nu uitgevoerd wordt bij de geplande renovatie. De schildelen van de nieuwbouw worden hier niet in overweging genomen. Tabel 17 herneemt de keuzes die verondersteld worden in de drie uitgewerkte scenario's.

Tabel 17: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

Schilddeel	Basisscenario minimale isolatie	Tussenscenario bijkomend muren en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Hellend dak	7 cm minerale wol tussen kepers $U = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$	bijkomend 23 cm minerale wol tussen gordingen $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$	bijkomend 23 cm minerale wol tussen gordingen $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$
Nieuwe ramen	$U_w = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Oeuf de boef in voorgevel	houten raam enkele beglazing $U_w = 5.08 \text{ W/m}^2\text{K}$	met achterzetraam $U_w = 1.12 \text{ W/m}^2\text{K}$	met achterzetraam $U_w = 1.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Oeuf de boef in achtergevel	houten raam enkele beglazing $U_w = 5.08 \text{ W/m}^2\text{K}$	met achterzetraam $U_w = 1.12 \text{ W/m}^2\text{K}$	nieuw raam $U_w = 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitenmuur type A (massief baksteen, voorgevel)	geen isolatie $U = 1.83 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 4 cm XPS $U = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 8 cm XPS $U = 0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitenmuur type B (ontdubbelde muur, achtergevel)	geen isolatie $U = 1.04 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie 4 cm XPS $U = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$	buitenisolatie 12 cm XPS $U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$
Keldervloer (opmerking: geen vloerverwarming)	geen isolatie $U = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	10 cm PIR tegen plafond kelder $U = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$	10 cm PIR tegen plafond kelder $U = 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$

5.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

5.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

schema betrekking heeft:										
	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo- convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL- warmtepomp plaatsen
: voor het afgiftesysteem										
ementen erfgoedwaarde?	nee									
king erfgoedwaarde?	nee									
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Geen waardevolle wandbekleding aanwezig.	+	+	+	+	+	+	+	+
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Geen waardevolle plafondafwerking aanwezig.	+	+	+	+	+	+	+	+
: ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	Geen verlies van erfgoedwaarde ten gevolge van keuze voor afgiftesysteem.	+	+	+	+	+	+	+	±
			+	+	+	+	+	+	+	±

Figuur 110: Ingevulde afwegingsschema afgiftesysteem (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

eindbeoordeling		
afgifte-elementen		erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk	+ + ±
vloerverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
plafondverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
wandverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk	± + ±

Figuur 111 Resultaat van het afwegingsschema afgifte-elementen (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

Wat betreft afgifte-elementen, worden geen opties uitgesloten. Het kiezen voor nagenoeg alle opties, levert geen verlies van erfgoedwaarde. Enkel de plaatsing van een binnenunit voor een lucht/lucht warmtepomp krijgt hier een ± waardering.

De voorkeur voor vloer-, wand of plafondsysteem (Figuur 111) is gebaseerd op de scores voor energetische efficiëntie en impact op de omgeving. Deze systemen krijgen immers telkens driemaal een positieve beoordeling.



5.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criteria 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja	Het erfgoedkader laat nieuw buitenschrijnwerk met toevoerroosters toe.
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	
Zijn er keldergraten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	Het voorste deel van de woning is onderkelderd en toegankelijk via kolengat.
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja, eventueel	Dit is mogelijk aan de nieuwe achtergevel.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	In bergruimte van de gang van de nieuwe achterbouw.
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	nee	
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	Het interieur is volledig gestript en heeft geen erfgoedwaarde, integratie van een nieuwe schacht is mogelijk.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	Het interieur is volledig gestript en heeft geen erfgoedwaarde, integratie van horizontale trajecten is mogelijk.
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmteterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industrielawaai, verkeerslawaai)?	stedelijk of voorstedelijk	
Impact op lawaai/overlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

Figuur 112: Ingevulde afwegingsschema ventilatie (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

eindbeoordeling (klap kolom E tot K open)		
eindbeoordeling systemen		erfgoed energie omgeving
stelsel D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	+ ± +
stelsel D cascade	voorkeur	+ ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	± - -
stelsel C	mogelijk	+ - ±
stelsel C hal	mogelijk	+ - ±

Figuur 113 Resultaat van het afwegingsschema ventilatie (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

De woning heeft aan de binnenzijde weinig tot geen erfgoedaspecten die in het gedrang komen door het plaatsen van ventilatiekanalen. Wat betreft ventilatie, komt er daarom een voorkeur voor systemen D en D cascade naar voor, wanneer we ook de positieve effecten voor het binnenluchtkwaliteit meenemen.

Een systeem C blijft ook een mogelijkheid, al houdt dit in dat het buitenschrijnwerk zal moeten voorzien worden van ventilatieroosters (Figuur 112).



5.5.3 AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER

criteria	antwoord	duiding
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	ja	Het erfgoedkader laat een opstelling tegen de achtergevel op gelijkvloers toe.
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	ja	Het erfgoedkader laat een opstelling op het platte dak, tegen de achtergevel op de verdieping toe.
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	Mogelijk in de nieuwe achterbouw.
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	nee	Aansluiting onder maaiveld of doorheen dak van de nieuwe achterbouw is mogelijk.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m² of meer?	ja	Dit is mogelijk in de kelder + optioneel bijkomend in gang van nieuwe achterbouw.
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m²?		
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	Het erfgoedkader laat een opstelling in de achtertuinzone toe.
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	Geen waardevolle beplanting of waardevolle onderlagen aanwezig.
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	ja	
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	woonkern	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	woonkern	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 114: Ingevulde afwegingsschema opwekker (gevalstudie tuinvijkwoning Waterschei)



klaar voor 2050	keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	- - -
warmtepompboiler	voorkeur	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	± ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	mogelijk	± ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	voorkeur	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	mogelijk	± + +
zonnepanelen - elektrisch	mogelijk	± + +
warmtenet	voorkeur	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	mogelijk	+ ± -
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	+ - ±

Figuur 115 Resultaat van het afwegingsschema opwekker (gevalstudie tuinwijkwoning Waterschei)

Op de lucht/lucht warmtepomp na, zijn de meeste warmteopwekkers een mogelijkheid. De systemen die niet gebouwgebonden zijn, krijgen hier een positievere score, omwille van hun beperkte impact op de erfgoedkwaliteiten van de woning. Dat zijn zowel de lucht/water warmtepompen als de geothermische warmtepompen. Ook een warmtenet voldoet aan deze randvoorwaarde.

Door de aanwezigheid van een vrij goed bereikbare achtertuin, zijn er mogelijkheden om een geothermische warmtepomp te installeren: die groep van opwekkers komt dan ook naar voor als voorkeursoptie. Andere warmtepompsystemen met lagere investeringskost zijn evenwel ook mogelijk.

5.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

In de volgende schema's worden de gevolgde wegen gevisualiseerd voor de drie scenario's uit Tabel 17 in drie verschillende kleuren: roze voor het basisscenario, geel voor beperkte verbeteringen en groen voor doorgedreven isolatie.

In het basisscenario is het warmteverlies van de tuinwijkwoning nog te groot om een verwarmingssysteem op lage temperatuur toe te passen. Die afweging ligt idealiter bij een expert die zal inschatten of een voldoende hoog comfortniveau kan bereikt worden.

Als warmteopwekker komt een hoge temperatuur lucht/water warmtepomp uit de beslissingsboom. De woning is klein en compact, waardoor het vermogen van de warmtepomp voldoende beperkt blijft en deze koolstofvrije optie wordt geprefereerd boven een koolstofarme hybride oplossing.

In zowel het tussenscenario als het scenario met doorgedreven isolatie, is het mogelijk de woning op lage temperatuur te verwarmen. Dit heeft in de compacte tuinwijkwoning te maken met enerzijds de beperkte verliesoppervlakte en anderzijds met de verhoudingsgewijs grote nieuwbouw uitbreiding die het gemiddelde isolatiepeil gevoelig verhogen.

De woning heeft een goed bereikbare achtertuin, waardoor het opteren voor een geothermische warmtepomp zeker mogelijk is. Om budgettaire redenen kunnen de andere warmtepompsystemen met beperktere investering ook worden verkozen.

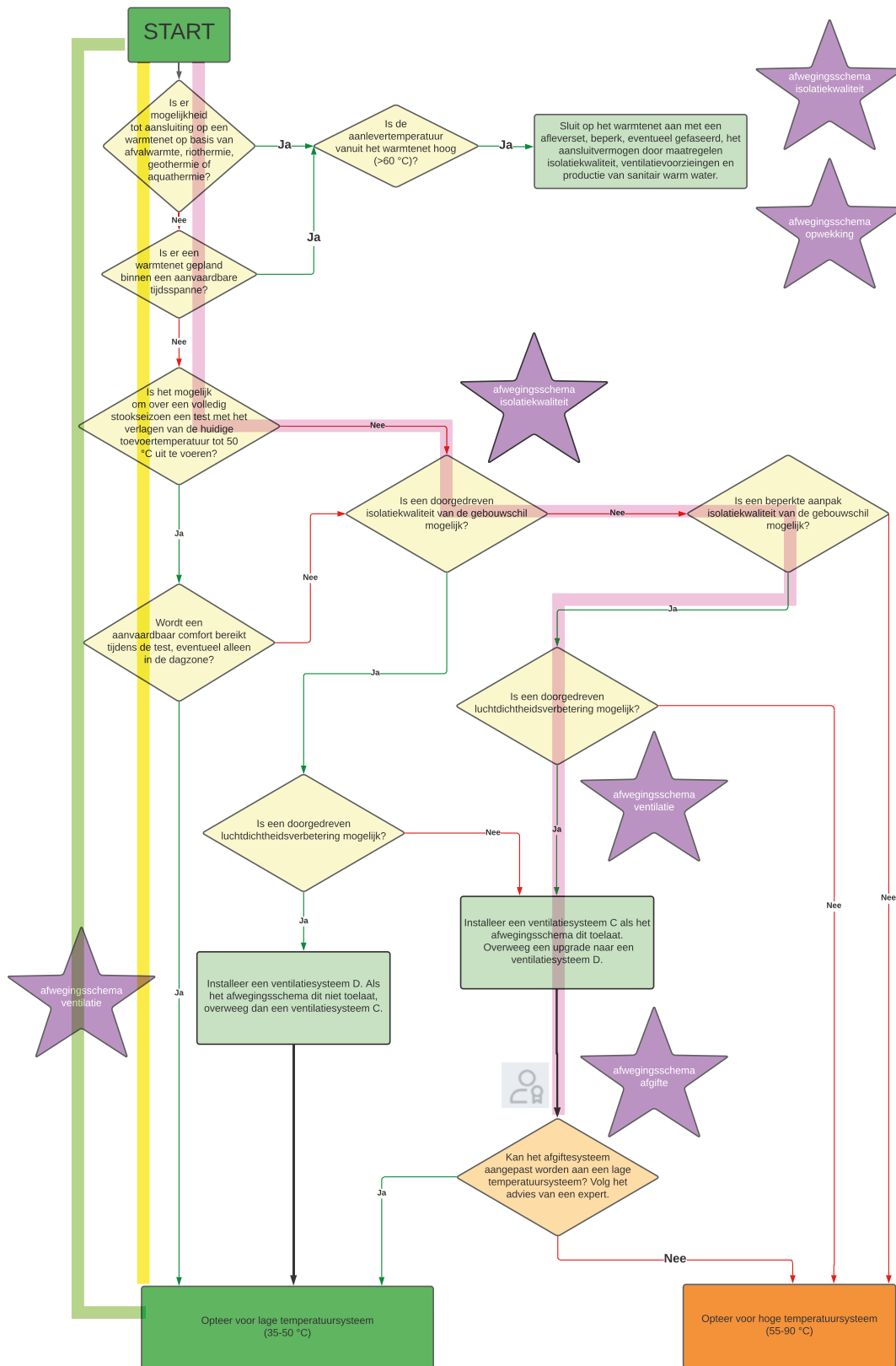
In de drie gevallen kan de warmtepomp ook voorzien in de productie van sanitair warm water.



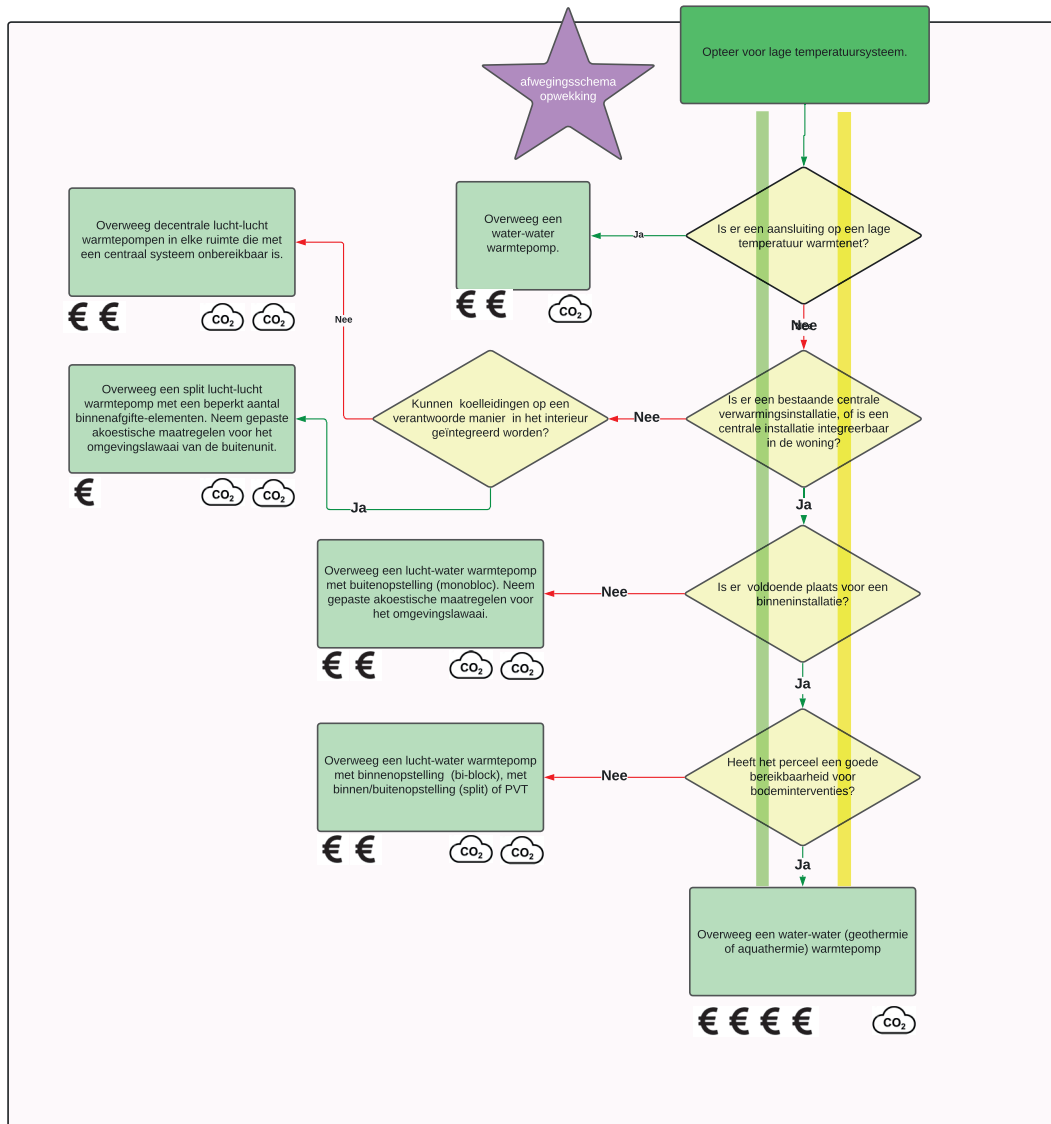
De zonnesystemen worden in deze wijk toegestaan, dus het plaatsen van zowel een zonneboiler als een fotovoltaïsch systeem zijn mogelijk. De verdeling zon-thermisch en zon-elektrisch is een afweging die een installateur hier dient te maken op basis van opbrengstinschattingen .



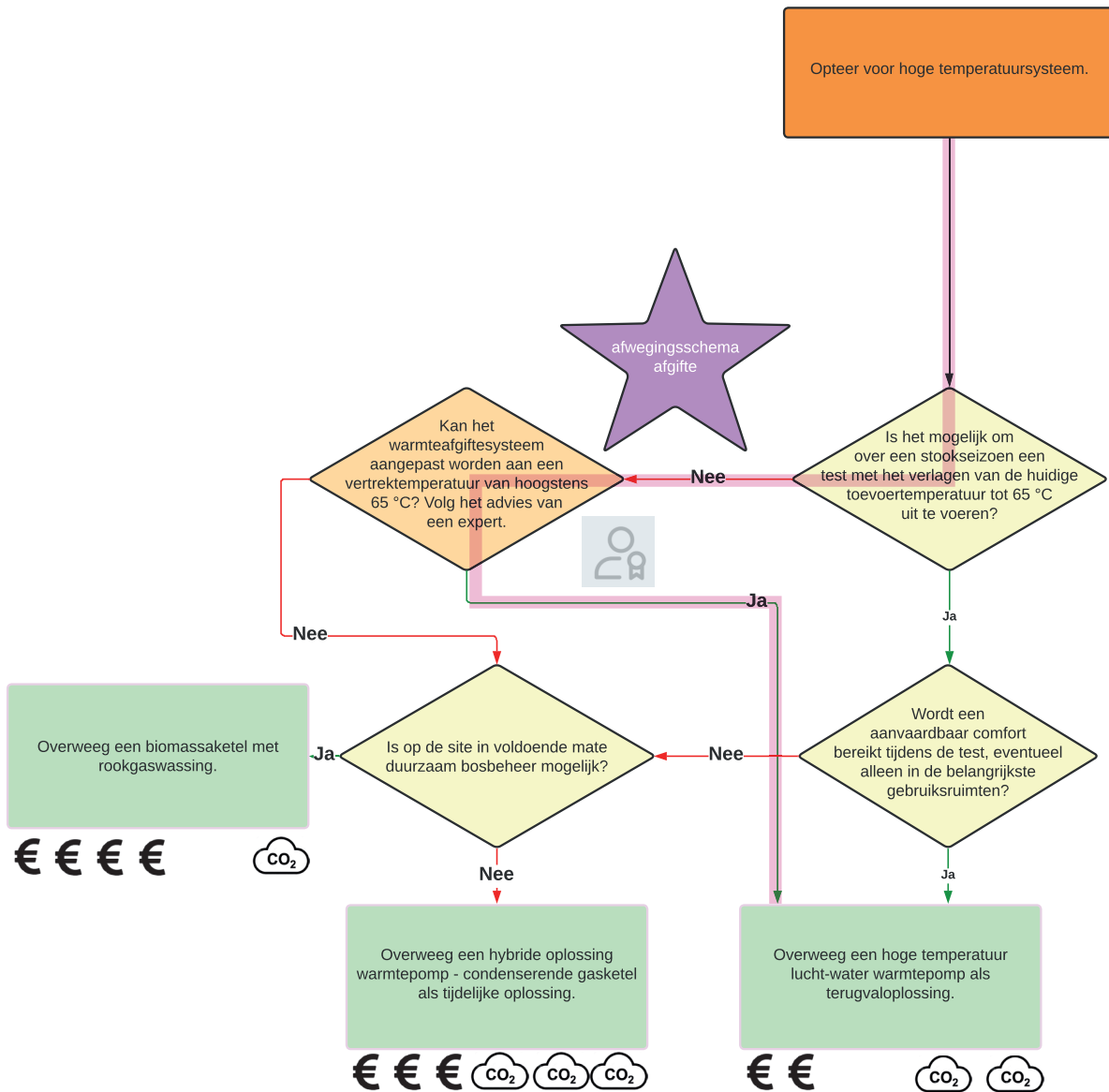
5.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU



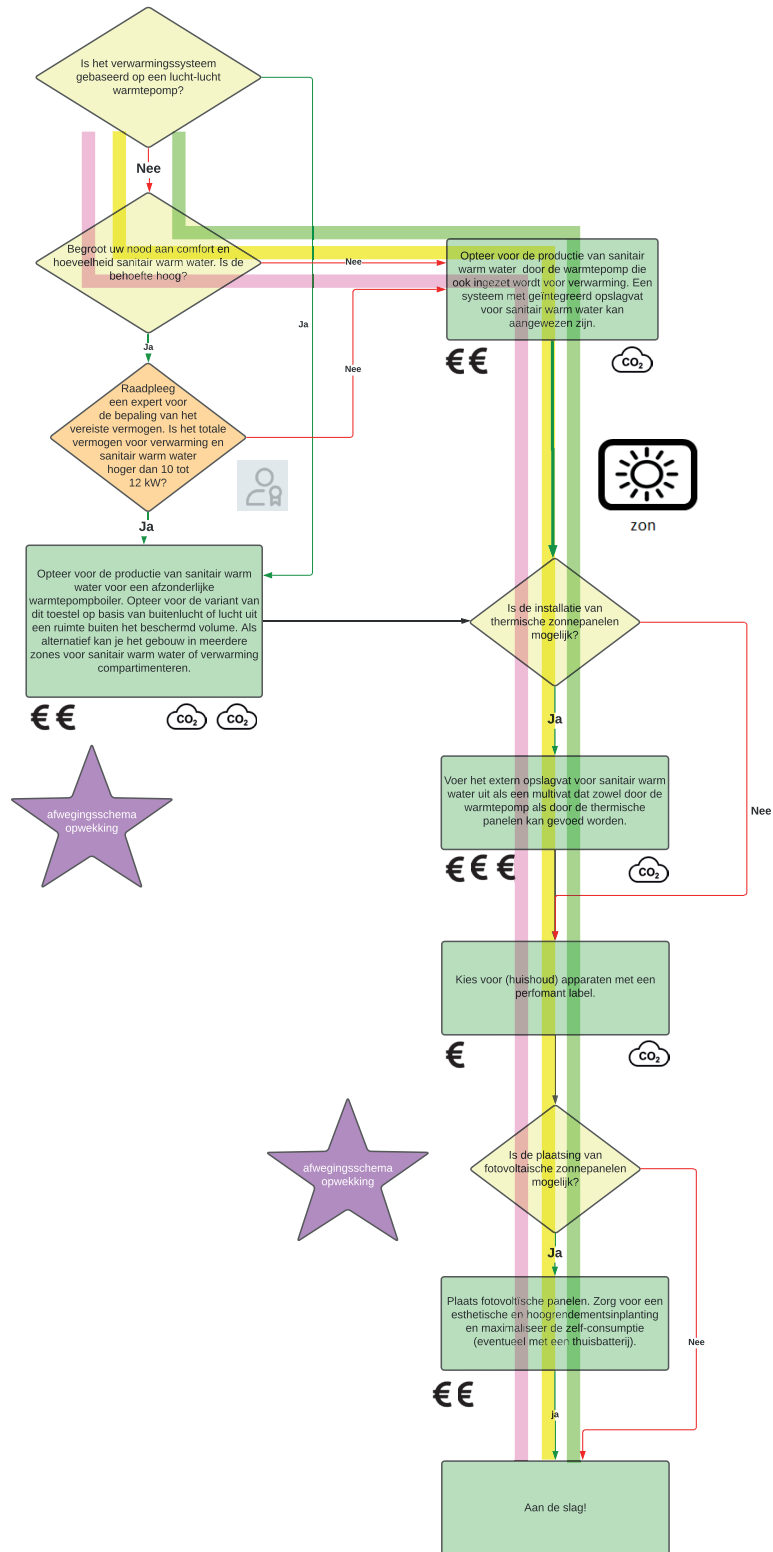
5.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



5.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



4.6.3 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN



5.7 ANALYSE EBECS

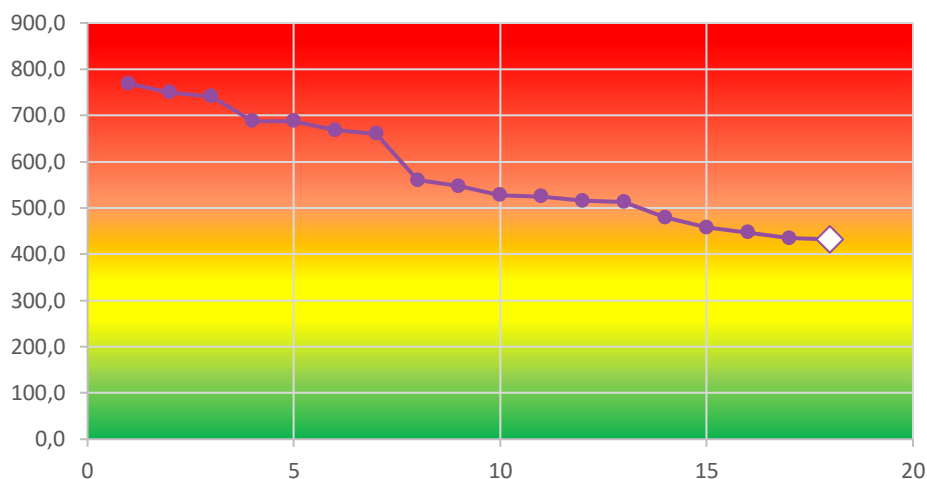
5.7.1 MINIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL

De woning in de huidige toestand heeft een F-label en een EPC-kengetal van 768,8 kWh/m². Er is in realiteit geen installatie meer aanwezig, maar in het basisscenario gaan we uit van een condensatieketel op stookolie.

Er zijn in dit geval in totaal nog achttien combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale interventie voor de technische installaties, links op Figuur 116, bevat enkel een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 749.7 kWh/m². Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van stookolie voor ruimteverwarming en de bereiding van sanitair warm water.

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem D, een lucht/water warmtepomp met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een E-label met EPC-kengetal van 432 kWh/m². Dit is ook het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 116: spreiding EPC-kengetal van de huidige toestand van de tuinwijkwoning in Waterschei met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 18: EBECS-resultaten huidige isolatieschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	F	768,8
Hoogste EPC-kengetal	F	749,7
Volgens beslissingsboom	E	432,0
Best mogelijke EPC-kengetal	E	432,0

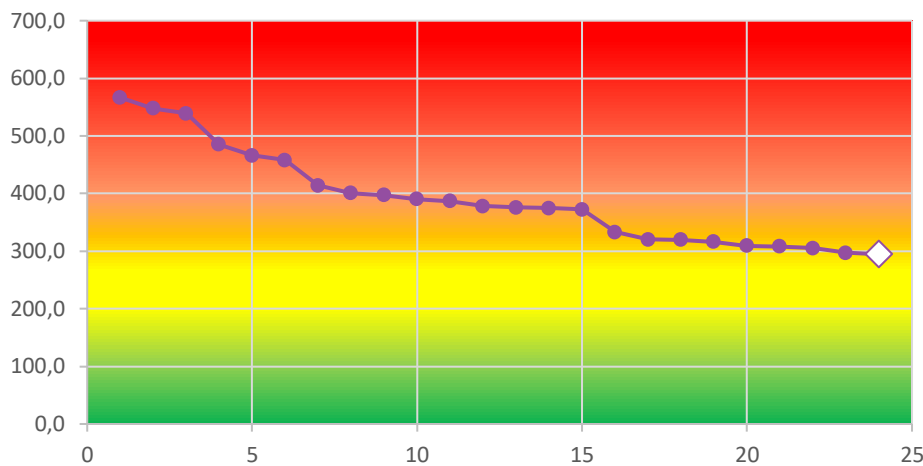
5.7.2 TUSSENSCENARIO ISOLATIE SCHIL

In het beperkt geïsoleerd tussenscenario heeft de woning een F-label en een EPC-kengetal van 566,6 kWh/m². In deze situatie gaan we ervan uit dat de condenserende stookolie ketel vervangen is door een gasketel.

In dit scenario wordt het schrijnwerk vervangen en het dak wordt geïsoleerd aan buitenzijde. In dat geval zijn er in totaal nog 24 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale interventie voor de technische installatie, links op het figuur, omvat alleen een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Hier is het huidige warmte-opwekkingsysteem nog meegenomen. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 547,5 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem D, een grond warmtepomp en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een C-label met EPC-kengetal van 294,5 kWh/m². Dit is niet toevallig ook het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 117: spreiding EPC-kengetal van de beperkt geïsoleerde toestand van de tuinwijkwoning in Waterschei met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 19: EBECS-resultaten beperkte isolatieschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	F	566,6
Hoogste EPC-kengetal	E	547,5
Volgens beslissingsboom	C	294,5
Best mogelijke EPC-kengetal	C	294,5

5.7.3 MAXIMAAL SCENARIO ISOLATIE SCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE

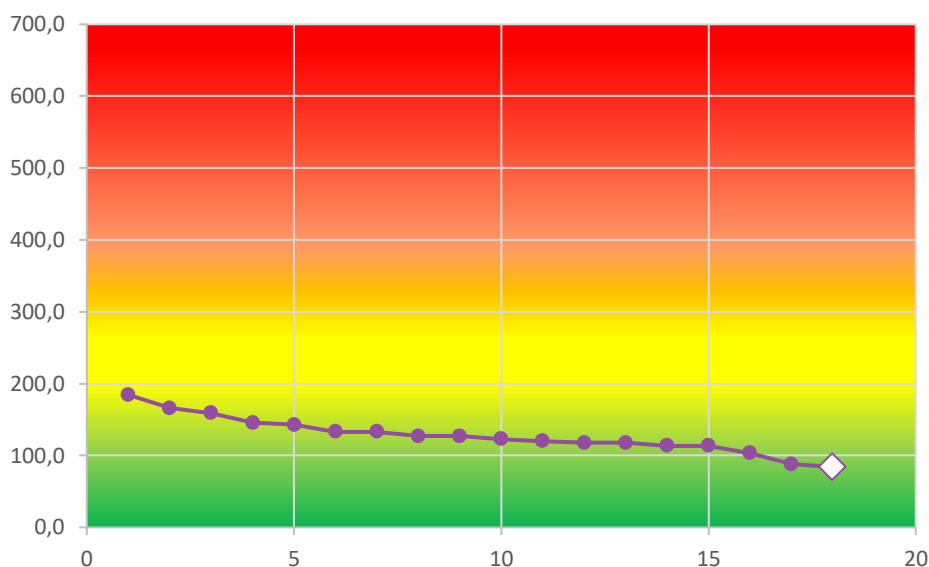
Wanneer alle isolatiemaatregelen worden geïmplementeerd die technisch gezien mogelijk zijn met behoud van erfgoedwaarde, zou de woning een B-label en een EPC-kengetal van 184,5 kWh/m² behalen. In deze situatie gaan we uit van een basisinstallatie voor verwarming, met name een condensatieketel op aardgas en geen ventilatiesysteem.



Er zijn in dit geval in totaal nog 18 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 118, bevat enkel een ventilatiesysteem C. Hier is het huidige verwarmingssysteem nog meegenomen. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een B-label met EPC-kengetal van 166,1 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem D, een water/water warmtepomp met een zonnesysteem en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 83,9 kWh/m². Dit is niet toevallig het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.



Figuur 118: spreiding EPC-kengetal van de maximaal geïsoleerde toestand van de tuinwijkwoning in Waterschei met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 20: EBECS-resultaten maximaal geïsoleerde gebouwschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Maximaal geïsoleerd	B	184,5
Hoogste EPC-kengetal	B	166,1
Volgens beslissingsboom	A	83,9
Best mogelijke EPC-kengetal	A	83,9

5.8 CONCLUSIE

De combinatie van beperkte isolatiemaatregelen aan het hoofdvolume, met een goed geïsoleerde nieuwe aanbouw, maakt dat een scenario met een lage temperatuursysteem in deze bescheiden tuinwijkwoning mogelijk is. Ook in het tussenscenario, met beperkte isolerende maatregelen, blijkt zowel uit de beslissingsbomen als uit de EBECS-simulatie dat deze tuinwijkwoning al kan overstappen op een koolstofvrije warmteopwekker. Het behaalde EPC niveau blijft wel minder gunstig. Slechts in het maximaal scenario van isolatie is een goed EPC haalbaar.



Uit de afwegingsschema's komt naar voor dat verschillende warmtepompsystemen mogelijk zijn, met een voorkeur voor de geothermische warmtepompen. De tuin is immers goed bereikbaar en deze types warmtepompen laten toe om, na installatie, de tuinen weer naar oorspronkelijke toestand te brengen.

Belangrijke bedenking die hierbij gemaakt dient te worden, is het verschil in investering tussen de verschillende warmtepompsystemen, zoals ook de beslissingsboom toont. In functie van de investeringscapaciteit van de bewoner-eigenaar kan een lucht/water warmtepomp zeker een valabel alternatief bieden voor de geothermische warmtepompen.



6 GODSHUIS SINT-BARBARA, ANTWERPEN

6.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Het voormalig godshuis is gelegen in de Lange Nieuwstraat in Antwerpen en werd in 1489 gesticht door Nikolaas Boot, kerkmeester van de Onze-Lieve-Vrouwekathedraal, zijn echtgenote Maria Van Lille en haar zussen Margaretha en Catharina Van Lille, bestemd voor acht behoeftige vrouwen. In 1504 kreeg het godshuis een kleine kapel, die in 1506 werd toegewijd aan de Heilige Barbara. Afschaft onder het Franse Bewind, kwam het Sint-Barbaragodshuis onder het beheer van het Bestuur der Burgerlijke Godshuizen, voorloper van het huidige OCMW, dat er bejaarde vrouwen huisvestte. Vanaf 1950 maakte het godshuis deel uit van het schoolcomplex van het Instituut Dames van het Christelijk Onderwijs. Tegenwoordig wordt het gebruikt als woning.



Figuur 119. Gevelaanzicht Godshuis Sint-Barbara (Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau)

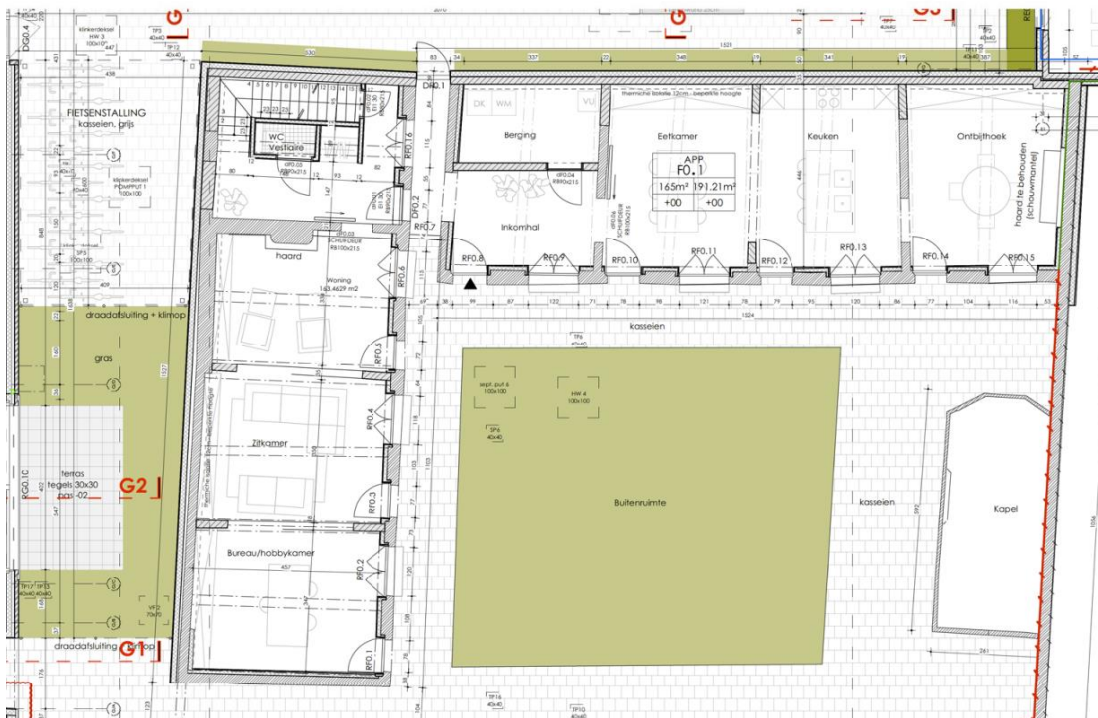
Figuur 119 toont het klein schilderachtig ommuurd godshuis, naar het model van de Brugse godshuizen. Een rechthoekig graspleintje wordt aan de noord- en oostzijde afgesloten door twee rijen van elk vier kleine huisjes. De bepleisterde en witgekalkte woonhuisjes vertonen een repetitief schema van telkens twee traveeën en één bouwlaag en een éénvoudige ordonnantie met muurankers en steigergaten onder zadeldak (pannen), de noordvleugel met aandak op schouderstukken. We zien ook de hoge rechthoekige keldermonden met uitstekende latei. De noordelijke gevelwand is gemarkeerd door de twee hoge, tuitvormige dakkapellen met schouderstukken, dekstenen en breed luikgat met afdekkende latei op consoles. Voorts telkens een rechthoekige deur met latei op consoles en rechthoekig bovenlicht; aangepaste vensters, het schrijnwerk met kleine roedeverdeling.



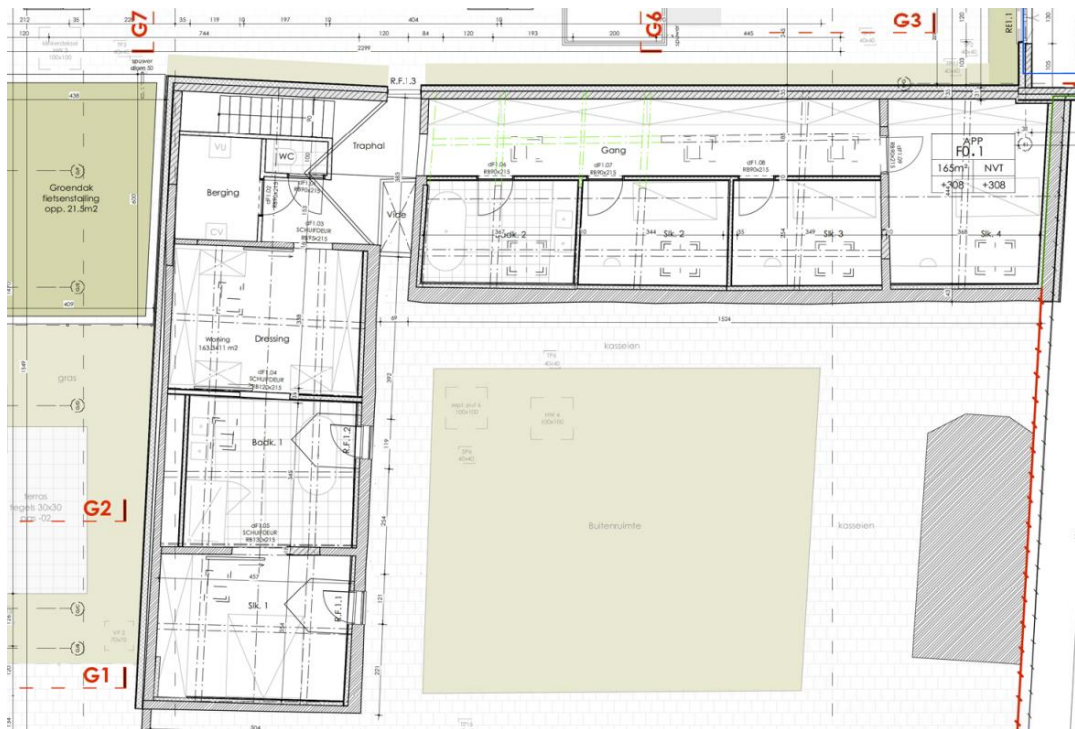


Figuur 120 situering Godshuis Sint-Barbara (bron [Godshuis Sint-Barbara | Inventaris Onroerend Erfgoed](#))

Het laat-gotische, vrijstaand kapelletje (aangeduid op het plan in Figuur 121) neemt de zuidzijde van het graspleintje in. De grondplannen in Figuur 121 en Figuur 122 tonen de huidige indeling van het gebouw, met de leefruimten op het gelijkvloers en de slaapkamers onder het dak.



Figuur 121 Grondplan gelijkvloers Godshuis Sint-Barbara (bron: [Veelaert Architecten en Partners & office architects](#))



Figuur 122 Grondplan verdieping Godshuis Sint-Barbara (bron: Veelaert Architecten en Partners & 8 office architects)

6.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

Het gebouw is aangeduid als beschermd monument, als vastgesteld bouwkundig erfgoed en als beschermd stads- of dorpsgezicht.

6.2.1 OMGEVING

Er is een klein graspleintje, omsloten door de 2 vleugels van het gebouw, en een kleine kapel.

6.2.2 INTERIEUR

Het interieur van het Godshuis is niet beschermd.

6.2.3 EXTERIEUR

- Gevelzicht is beschermd (massieve muren langs buiten bepleisterd en witgekalkt);
- De dakstructuur is beschermd en in goede staat;
- Het dak heeft 2 dakkapellen.

6.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

6.3.1 BASISINFO

In het kader van het vroegere project 'Ontwikkelen van een energieprestatiecertificaat voor beschermde woningen' werd een EPC opgemaakt van dit gebouw. In de oorspronkelijke toestand, zonder isolatie, maar met een condenserende ketel, heeft het gebouw een label F.

In dit EPC worden aanbevelingen geformuleerd die rekening houden met de erfgoedwaarde van het gebouw. Indien deze worden toegepast (zie isolatiescenario 3 onder 6.4.4), wordt een label B gehaald.

6.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES

Bij de start van het ontwerp waren in het gebouw niet langer installaties aanwezig.

6.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

Als basisscenario/minimaal scenario voor de isolatie van de schil beschouwen we de oorspronkelijke, niet geïsoleerde toestand met houten schrijnwerk en enkele beglazing.

In het tussenscenario van isolatie van de schil wordt het dak geïsoleerd en wordt het schrijnwerk vervangen.

In het doorgedreven scenario isolatie van de schil worden ook de gevel en de vloer aangepakt. Wanneer een schildeel wordt geïsoleerd, wordt steeds zo ver mogelijk richting nieuwbouw-standaard geïsoleerd rekening houdende met de erfgoedwaarde van het pand.

6.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

De binnenzijde en de buitenzijde van het hellend dak dragen bij tot de erfgoedwaarde en zijn beschermd. Het dak wordt tussen de dakstructuur geïsoleerd, dit gebeurt meteen grondig tot een U-waarde 0.2 W/m²K.

6.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

De buitenzijde van de massieve gevels draagt bij tot de erfgoedwaarde. Er is geen zichtbare pathologie. Aangetaste houten balken in gevel worden eerst behandeld, nadien kan binnenisolatie worden toegepast. Aan de voorgevel en linker gevel (N en O) is er geen beperking op de dikte, de U-waarde van de geïsoleerde muur is 0.23 W/m²K. Achteraan en rechts (Z en W) wordt geïsoleerd tot U = 1.23W/m²K . De vloer boven kelder wordt geïsoleerd tot U 0.21 W/m²K.

6.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

Het uitzicht van het buitenschrijnwerk draagt bij aan de erfgoedwaarde. Het houten schrijnwerk is in slechte staat en bevat enkele beglazing. Het wordt vervangen naar historisch model. Dat betekent reproductie van het bestaande schrijnwerk, op een traditionele manier en met identieke materialen van de profielen, de verbindingen en het hang- en sluitwerk.

De nieuwe ramen hebben hoogrendementsglas en een totale U-waarde van 1.5 – 1.8 W/m²K. De houten deuren worden eveneens vervangen door deuren met U = 1.2W/m²K.



6.4.4 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

Tabel 21: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen (gevalstudie Godshuis Sint-Barbara)

Schildeel	Basisscenario Huidige toestand	Tussenscenario nieuwe vensters en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Hellend dak	Geen isolatie $U = 5.00 \text{ W/m}^2\text{K}$	Isolatie tussen dakstructuur $U = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$	Isolatie tussen dakstructuur $U = 0.2 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vensters	Houten venster met enkele beglazing $U_w = 5.08 \text{ W/m}^2\text{K}$	Vernieuwde houten vensters + HR glas $U_w = 1.5-1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$	Vernieuwde houten vensters + HR glas $U_w = 1.5-1.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gevel voor en links (massief)	geen isolatie $U = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.88 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie $U = 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$
Gevel achter en rechts (massief)	geen isolatie $U = 1.67 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.67 \text{ W/m}^2\text{K}$	binnenisolatie $U = 1.23 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer boven kelder	geen isolatie $U = 1.36 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.36 \text{ W/m}^2\text{K}$	isolatie vloer $U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$

6.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

6.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren platen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilator- convectoren	vloerwarming platen	plafondwarming platen	wandwarming platen	binnenligging van LL- warmtepomp platen
criterium 1 ergoed Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen ergoedwaarde?	nee	interieur is niet beschermd								
Heeft de bestaande vloerwarming ergoedwaarde?	nee	interieur is niet beschermd								
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met ergoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	interieur is niet beschermd	-	+	+	+	+	+	+	+
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	interieur is niet beschermd	+	+	+	+	+	+	+	+
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	interieur is niet beschermd	+	+	+	+	+	+	+	+
deelscore ergoed:			+	+	+	+	+	+	+	+
criterium 2 energie Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:										
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen			±	±	±	+	++	++	++	nvt
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	ja	volgens EPC na renovatie	-	-	-	+	+	+	+	++
deelscore energie:			-	-	-	+	+	+	+	+
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:										
impact op lawaai/overlast in de woning			+	+	+	±	+	+	+	±
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:			+	+	+	±	+	+	+	±



afgifte-elementen		erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk	+ + ±
vloerverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
plafondverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
wandverwarming plaatsen	voorkeur	+ + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk	+ + ±

Figuur 123 resultaat afwegingsschema afgifte voor Godshuis Sint-Barbara

Het interieur is niet beschermd waardoor qua afgifte alle opties mogelijk zijn, zij krijgen immers allen een positieve beoordeling voor wat betreft de impact op erfgoed.

Volgens het EPC is er na renovatie kans op **oververhitting**. Dat maakt systemen die kunnen koelen interessant om het zomercomfort te bewaren. Naast de oppervlaktesystemen kunnen ook ventilo-convectoren en binnenunits van lucht/lucht warmtepompen voorzien in de nodige koeling. Voor koeling zijn deze twee laatste systemen echter afhankelijk van luchtverplaatsing. Ze zijn daarom voorzien van ventilatoren. Omwille van de bijkomende geluidsdruk van de ventilatoren, krijgen zij een ± waardering voor het aspect comfort.

De voorkeur gaat uit naar de efficiënte (en geluidloze) systemen met oppervlakteverwarming (**vloer-, plafond- en wand- verwarming**). Zij krijgen namelijk ook een positieve score voor wat betreft de impact op het energieverbruik en het comfort. Het zijn systemen die op lage temperaturen werken en daardoor energetisch beter presteren.

6.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja, eventueel	door de vensters naar achter te plaatsen kan een toevoerspleet voorzien worden boven de vensters
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	er zijn geen historische roosters de gevel is beschermd, verschillende kleine openingen in de gevel zouden een duidelijke impact hebben op het uitzicht
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	keldergaten zijn zichtbaar aan de voorgevel
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja, eventueel	grotere roosters zouden belangrijke impact hebben op beschermde gevel, eventueel wel mogelijk aan de achterkant van het gebouw
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	bijv in de kelder of in één van de 2 bergingen
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	het volledige gebouw wordt als ééngezinswoning gebruikt, er zijn geen speciale ruimten
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	we gaan ervan uit dat de open haard niet meer gebruikt wordt
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	het interieur is niet beschermd
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	het interieur is niet beschermd
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industriellawaai, verkeerslawaai)?	stedelijk of voorstedelijk	de woning bevindt zich in Antwerpen
Impact op lawaai-overlast in de woning		



eindbeoordeling systemen		erfgoed	energie	omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	+	±	+
systeem D cascade	voorkeur	+	±	+
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	±	-	-
systeem C	mogelijk	±	-	±
systeem C hal	mogelijk	+	-	±

Figuur 124 resultaat afwegingsschema ventilatie voor Godshuis Sint-Barbara

Een relatief kleine ingreep aan het buitenschrijnwerk laat toe de binnenluchtkwaliteit te verbeteren, met een beperkte impact op de erfgoedwaarde. Door de ramen iets naar achter te plaatsen, wordt er ruimte gecreëerd voor een natuurlijke toevoerspleet boven het venster. Op die manier wordt een ventilatiesysteem C mogelijk. Deze optie wordt verkozen boven de optie om nieuwe, kleine toevoerroosters in de (beschermd) gevel toe te voegen.

De schouw die buiten zichtbaar is op het dak van de kleinste vleugel, is verbonden met een open haard. Omwille van de risico's op slechte binnenluchtkwaliteit wordt de open haard niet langer gebruikt. Na de uitdienstneming van de haard kan de **schouw** gebruikt worden als verticaal kanalen-tracé. Het is echter ook mogelijk om **nieuwe verticale schachten** in te bouwen.

De **ventilatie-unit** zelf kan in de **kelder** geplaatst worden, die bereikbaar is via de keldergaten. Alternatief kan één van de **bergingen** gebruikt worden, maar in dat geval moeten roosters voorzien worden in de gevel, bijvoorbeeld aan de achterkant van het gebouw.

Een ventilatiesysteem D (eventueel D-cascade om het leidingtracé te beperken) krijgt de voorkeur. De integratie van dit systeem heeft de kleinste impact op de erfgoedwaarde van het Godshuis. Er zijn namelijk geen ingrepen vereist aan het buitenschrijnwerk. Daarnaast blijft een systeem C ook mogelijk.



6.5.3 AFWEGINGSSCHEMA WARMTE-OPWEKKER

criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	gevel is beschermd
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	ja	achterkant dak
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	bijv tpv het dak, tussen de 2 gebouwen, achter de kapel,...
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	ja	sowieso zijn binnentracés mogelijk, kabels op bepaalde delen van de gevel (uit het zicht) zijn ook denkbaar
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	ja	kelder, berging
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?	ja	
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	tussen de kapel en het woongebouw, di uit het zicht
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	geen weet van waardevolle archeologische lagen
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	ja	volgens EPC na renovatie
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	woonkern	Antwerpen stad
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	woonkern	Antwerpen stad



klaar voor 2050	keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	mogelijk	+ - -
warmtepompboiler	mogelijk	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	mogelijk	+ ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	mogelijk	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	mogelijk	+ + +
zonnepanelen - elektrisch	voorkeur	+ + +
warmtenet	voorkeur	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	niet weerhouden	+ ± -
hybride warmtepomp	niet weerhouden	+ ± -
condenserende gasketel	niet weerhouden	+ - ±

Figuur 125 resultaat afwegingskader opwekker voor Godshuis Sint-Barbara

Omwille van de erfgoedwaarde van het exterieur, is er geen opstelruimte aangewezen voor een buitenunit tegen de gevels. Een **buitenunit op de achterkant van het dak**, en dus uit het zicht vanaf de binnenkoer (zie zones 1 en 2 op

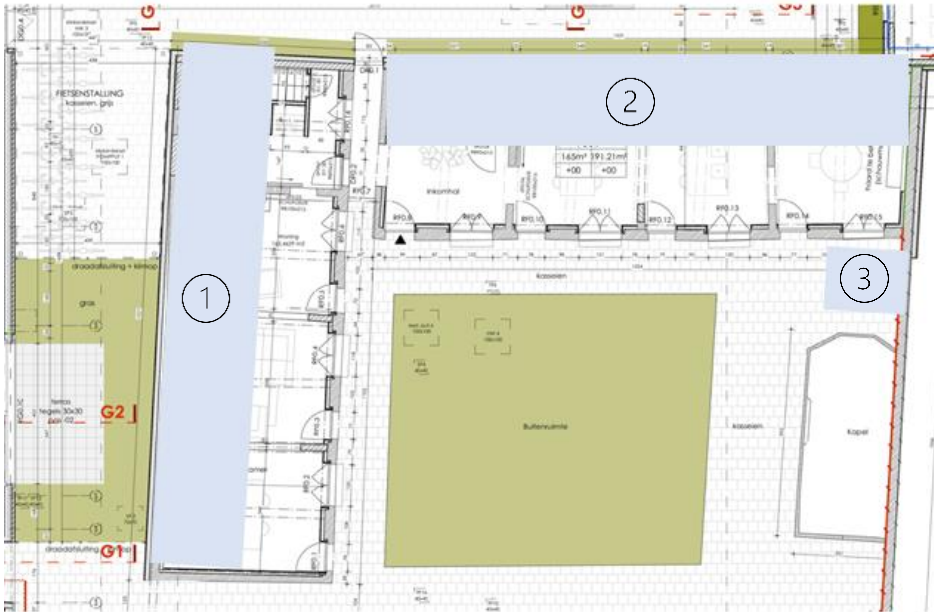
Figuur 126), zou wel mogelijk zijn. Een doorvoer naar binnen en een leidingentracé naar een binnenunit, bijvoorbeeld in de berging, is mogelijk. Op die manier is er potentieel voor een gebouwgebonden warmtepomp.

Eventueel kan ook **op het perceel, tussen de kapel en het woongebouw een buitenunit** geplaatst worden (zie zone 3 op

Figuur 126), eventueel mits omkasting. Er is geen vermoeden van waardevolle archeologische onderlagen, dus **boringen** zijn ook mogelijk.

Een doorvoer door de gevel is mogelijk buiten het zicht, bijvoorbeeld achter de kapel of tussen de twee vleugels. Op diezelfde plaats kan een leidingen tracé getrokken worden naar de doorvoer. Een binnentracé is uiteraard ook mogelijk.





Figuur 126 Mogelijke plaatsen buitenunit aangeduid in grijs.

Zowel op het gelijkvloers als op de verdieping is een **berging** (zie architecturale plannen in Figuur 121 en Figuur 122) die kan gebruikt worden als opstelruimte voor een **binnenunit**. Als alternatief voor een buitenunit, **kan een gekanaliseerde installatie in de kelder** worden geplaatst. Dan moet buitenlucht worden aangezogen in die ruimte.

Volgens het EPC na renovatie is er kans op oververhitting. Passieve koeling met verticale boringen is mogelijk.

Het gebouw bevindt zich in een stedelijke omgeving. Bij de keuze van de opwekker houden we dan ook rekening met akoestische hinder van een buitenunit en luchtvervuiling van een opwekker met verbranding van gas of biomassa.

Op basis van voorgaande beoordelingen en scores, worden als **voorkeur** opties **de water-water WP verticaal en een warmtenet** (mocht dit gepland zijn) aangeduid. Voor een warmtepomp met horizontaal captatienet is de beschikbare oppervlakte erg klein, deze optie wordt daarom niet als voorkeur aangeduid.

6.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

Indien de woning **niet wordt geïsoleerd** (basisscenario) is geen lage temperatuurverwarming mogelijk. We kiezen dan voor een **hybride installatie** als tijdelijke oplossing.

In het **tussenscenario** wordt het dak doorgedreven geïsoleerd en het schrijnwerk vervangen. Als tegelijkertijd aandacht wordt besteed aan een goede luchtdichtheid - vermits het interieur weinig erfgoedwaarde heeft – en gekozen wordt voor een ventilatiesysteem D, wordt de warmtevraag sterk gereduceerd en is **verwarming op lage temperatuur** mogelijk.

Het **doorgedreven isolatiescenario** waarin ook de gevels en de vloer worden geïsoleerd, laat toe om energie te besparen door een verdere reductie van de warmtevraag en de mogelijkheid om naar lagere werkingstemperatuur te gaan.

Met efficiëntie als belangrijkste drijfveer, kiezen we bij voorkeur een **geothermische warmtepomp**. De beperkte doorgang naar de kleine, ommuurde tuin zullen de praktische uitvoering enigszins bemoeilijken (Figuur 127). In elk geval is een **lucht-water warmtepomp een volwaardig alternatief**. In de beslissingsboom zijn deze 2 paden aangeduid.

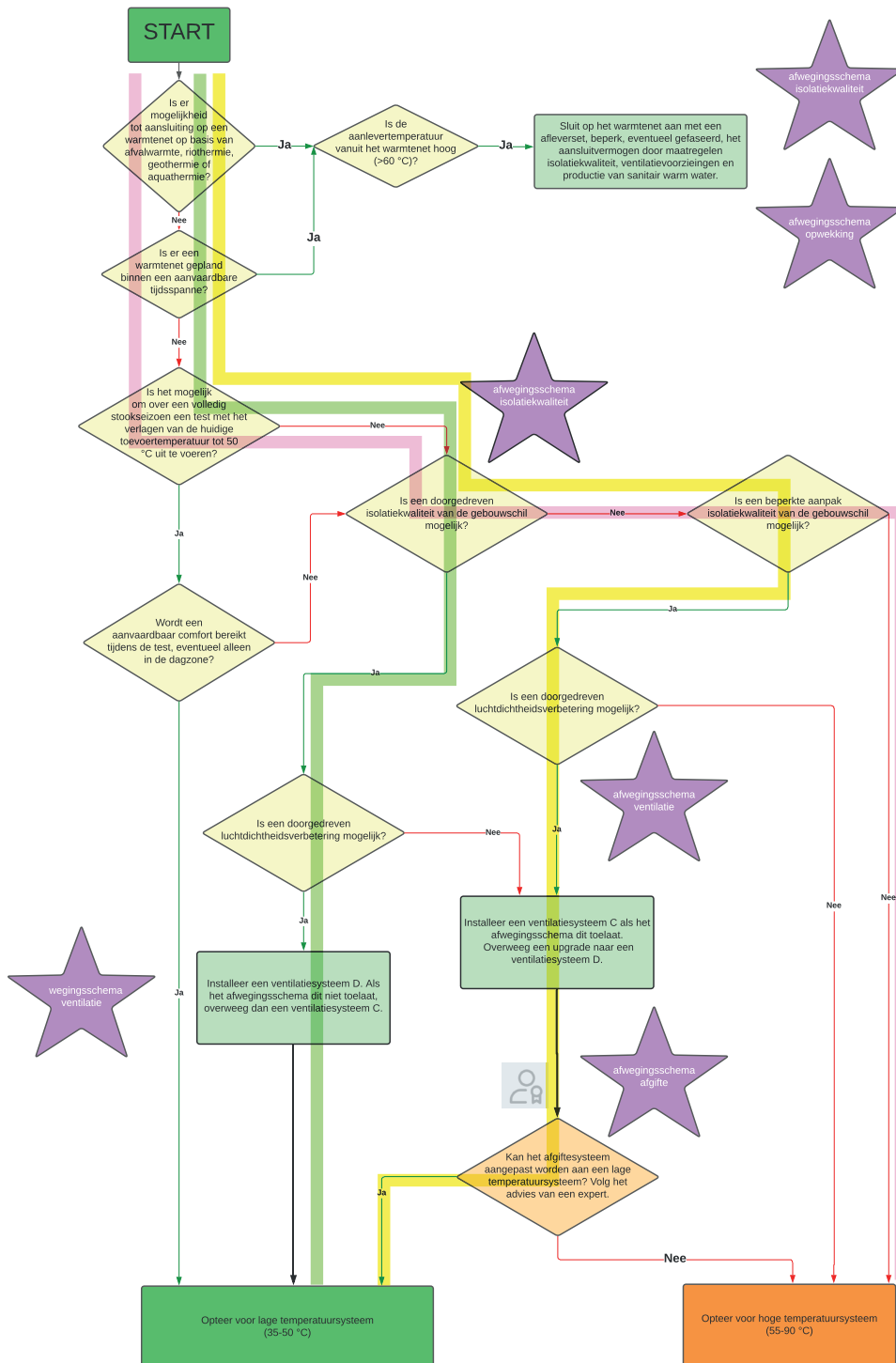
Sanitair warm water kan aangemaakt worden door diezelfde warmtepomp.

Aangezien het beschikbare dakoppervlak beperkt is, geven we voorkeur aan PV panelen boven zonthermische panelen.

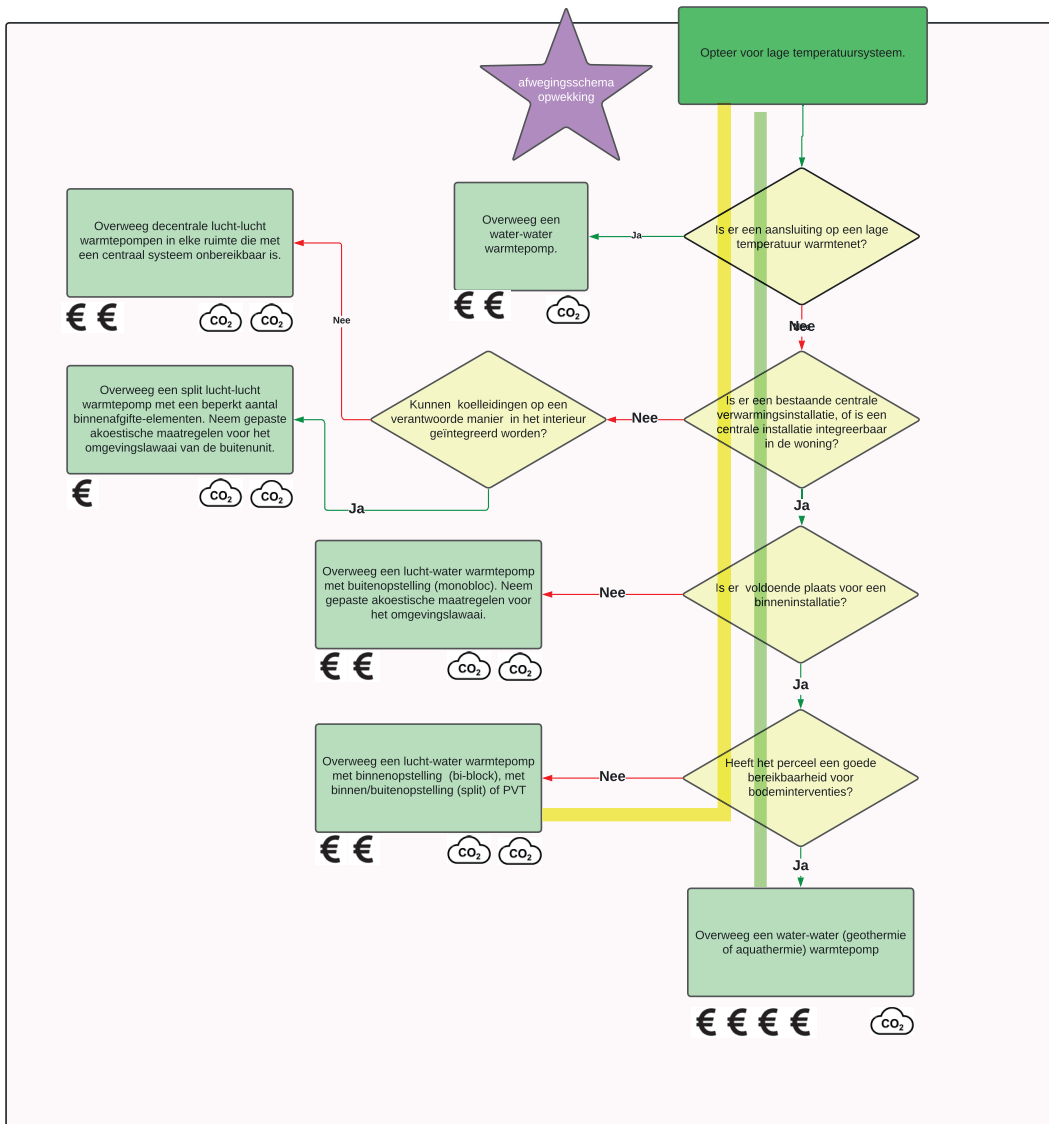


Figuur 127 Enige doorgang naar de tuin van de woning.

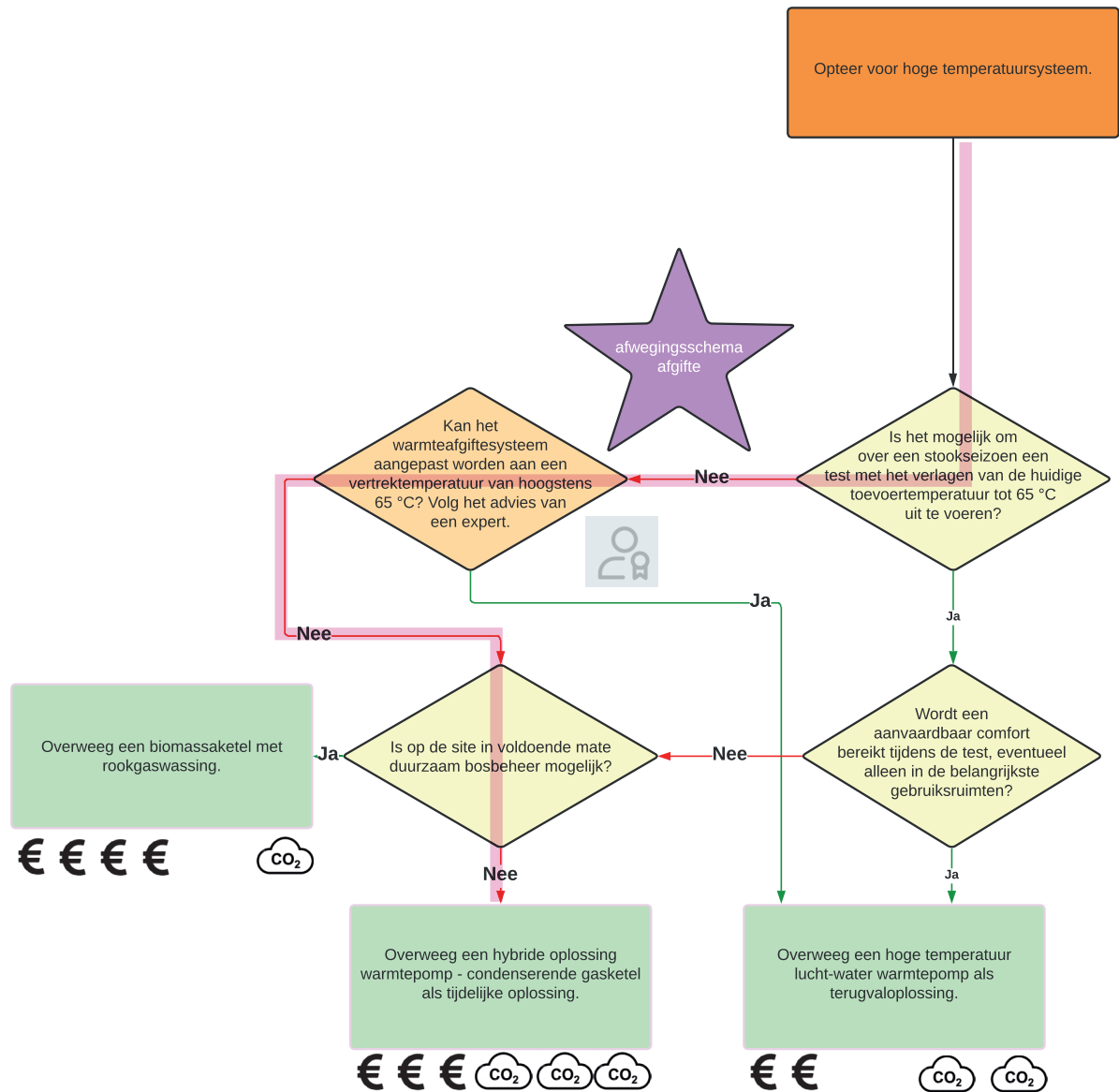
6.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU



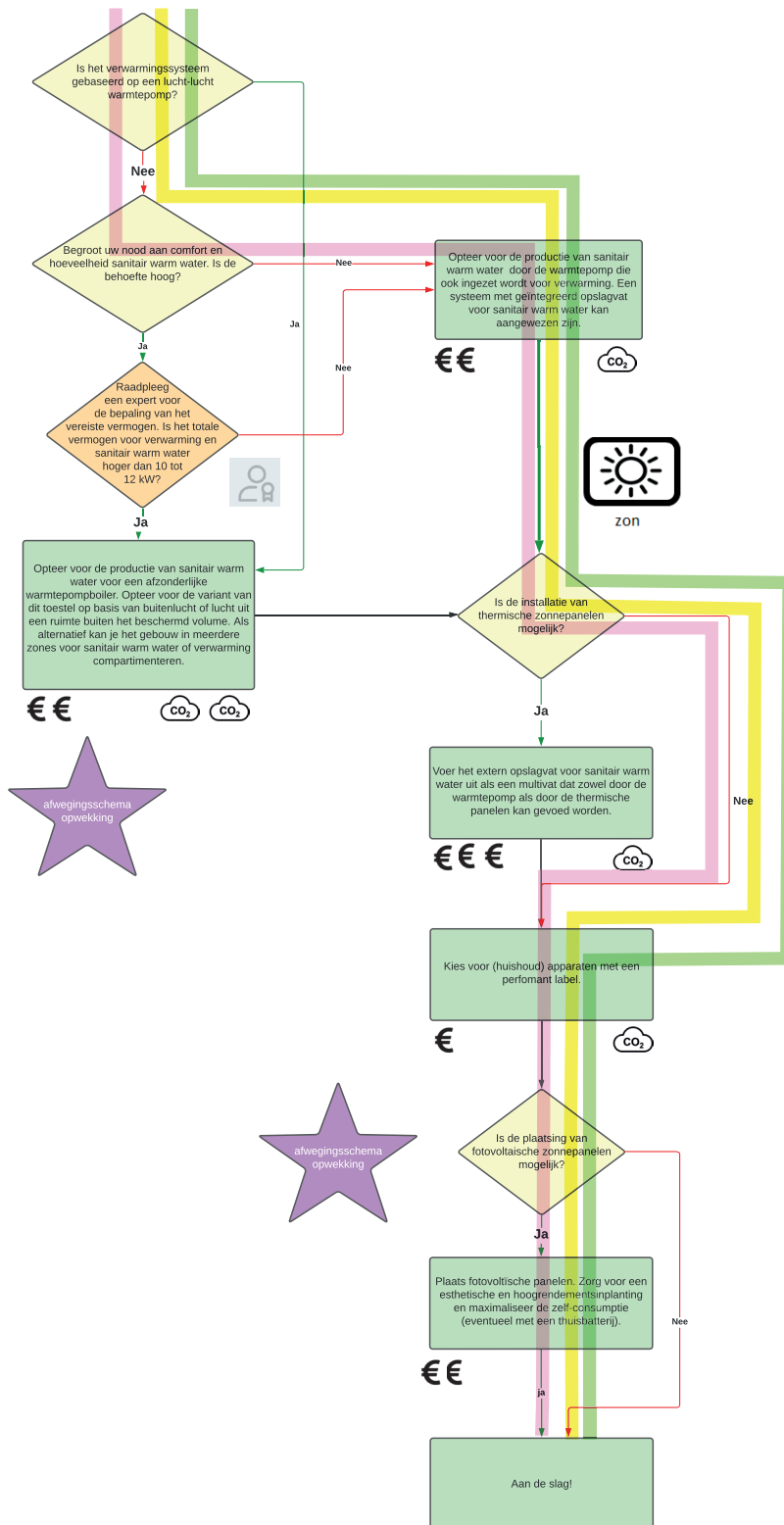
6.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



6.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



6.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN

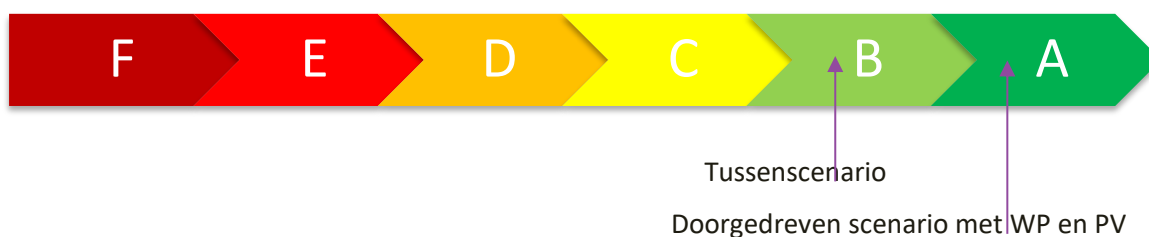


6.7 ANALYSE EPC

In **oorspronkelijke staat** heeft het Godshuis een EPC-label F. We bekijken de impact van de voorgestelde maatregelen uit Tabel 21 op de EPC-score.

Indien de woning **geïsoleerd volgens het tussenscenario** wordt voorzien van een ventilatiesysteem D en geothermische warmtepomp met vloerverwarming, bedraagt het primair energieverbruik 161 kWh/m²/a. Als we bijkomend 5 kWp aan PV panelen plaatsen, daalt dit naar 130 kWh/(m².a). In beide gevallen wordt label B gehaald.

Een label B halen we ook met **doorgedreven isolatie** en een condenserende gasketel (183 kWh/(m².a)). Als we de gasketel vervangen door een geothermische warmtepomp met vloerverwarming, daalt het primair energieverbruik naar 103 kWh/(m².a). Met 5000 Wp aan PV panelen geraken we aan een label A (72 kWh/(m².a)).



6.8 CONCLUSIE

In oorspronkelijke staat heeft het Godshuis een EPC-label F. De voorgestelde renovatiescenario's, die onder meer dak-, gevel- en vloerisolatie en het gebruik van hoogrendementsglas omvatten, kunnen dit verbeteren naar een label B of zelfs A. Dit maakt gebruik van koolstofarme technieken zoals geothermische warmtepompen en moderne ventilatiesystemen, zonder de erfgoedwaarde aan te tasten.

Uit de afwegingskaders en beslissingsbomen volgt een zorgvuldig gekozen combinatie voor verwarmings- en ventilatiesystemen die zowel comfort als energie-efficiëntie bieden. Systemen zoals vloer-, plafond- en wandverwarming zijn ideaal vanwege hun lage temperatuurwerking en stille werking. Ventilatiesysteem D, dat minimale impact heeft op het erfgoedkarakter van het pand, zorgt voor een verbeterde binnenluchtkwaliteit.

Gezien de centrale, stedelijke ligging van het Godshuis, is het niet ondenkbaar dat hier op termijn een collectieve warmte-oplossing (zoals een warmtenet) zou voorzien kunnen worden. In afwezigheid hiervan, biedt een eigen geothermische warmtepomp een technisch valabel alternatief. Dit type warmtepomp laat bovendien toe om in warme zomermaanden passief en dus energiezuinig te koelen.



7 RESIDENTIE DUINPARK, OOSTDUINKERKE

7.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Dit appartementsgebouw is in de late jaren 1950 opgetrokken naast de duingordel in Oostduinkerke, naar een ontwerp van architect Maurice De Wilde. Het wordt als een interessante gevalstudie beschouwd omwille van de architecturale kwaliteiten, de erfgoedgerichte benadering van de renovatie en tenslotte de bouwkundige en materiaalkundige aspecten, die het een vertegenwoordiger maken van naoorlogse architectuur, en die grote verwantschap vertonen met veel andere erfgoedgebouwen uit dezelfde periode.

Het uitzicht van het gebouw is aanzienlijk veranderd in de loop der jaren (vergelijk Figuur 128, Figuur 129 en Figuur 131). Naast de beschadiging van de geglazuurde baksteen (mechanische schade, maar ook vorstschade, zoutschade en het abrasieve effect van zeezand) kunnen we ook de plaatselijke verwijdering van rolluiken vermelden (deels door stormschade), de aanzienlijke beschadiging van uitkragende betonnen elementen (in het bijzonder luifels en kroonlijst), de verwijdering van de karakteristieke kleurvlakken tussen ramen van verschillende verdiepingen. Het oorspronkelijke schrijnwerk is in het verleden nagenoeg compleet vervangen door pvc-schrijnwerk, waarbij ook de raamindelingen veranderd zijn.



Figuur 128. Postkaart daterend van kort na de bouw, vermoedelijke jaren 1950. Hoek van de WWZ- en de ZZO-gevel. De gekleurde vlakken waren oorspronkelijk beschilderde pleister. Kort na de bouw werden ze echter bekleed met Glasal-panels omwille van vocht (- en mogelijk zout-) problemen.





Figuur 129 .ZZO-gevel in 2019, vóór de start van de renovatiewerkzaamheden.

In 2021-2022 werden renovatiewerken uitgevoerd aan het gebouw. Het doel van de renovatie was om het uitzicht van het geheel (gevels, betonnen uitkragingen, natuurstenen sokkel, kleurvlakken, schrijnwerk, en gemene delen van de binnenkant van het gebouw) te restaureren of te reconstrueren en een aanzienlijke verbetering van het comfort en de energieprestatie te realiseren.

De betonnen dakstructuur van het platte dak werd hersteld, en geïsoleerd met 18 cm drukvaste minerale wol.

Er werd geopteerd voor een ingrijpende gevelrenovatie. De spouw was veel te smal en te onregelmatig (mortelbaarden, wisselende spouwbreedte, aanwezigheid van allerlei bouwafval in de spouw) om een efficiënte na-isolatie van de spouw te bekomen. Bovendien zou een loutere na-isolatie van de spouw geen oplossing bieden voor de vele koudebruggen (De betonnen, ter plaatse gegoten, vloerplaten, raamlateien en andere betonnen elementen rusten op het binnenspouwblad, maar zijn her en der in contact met het buitenspouwblad.) De voorziene oplossing bestond uit het verwijderen van het huidige buitenspouwblad (Figuur 130). Tijdens de werken werd duidelijk hoe onregelmatig het binnenspouwblad was: verschillende types metselblokken zijn gebruikt, de stenen liggen niet recht, ze liggen niet in het vlak (afwijkingen tot meer dan 5 cm over de hele hoogte van de muur), de voegen zijn maar heel gedeeltelijk gevuld (zeker de stootvoegen) en de betonnen structurelementen liggen niet mooi in het vlak.





Figuur 130 Werfbeeld na de afbraak van het buitenspouwblad (september 2021) (Foto: Buildwise).

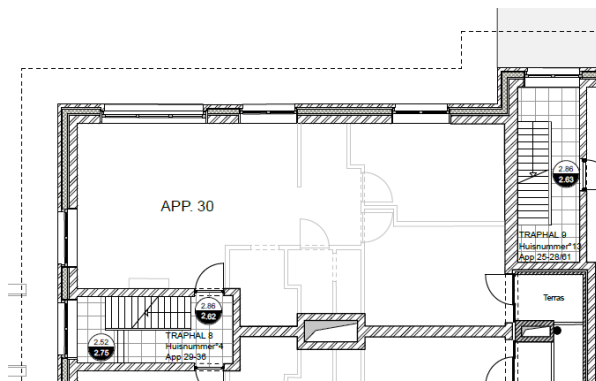
In het uitvoeringsdossier was voorzien om overal 14 cm rotswol als isolatie te plaatsen met daaronder een uitvullaag om de oneffenheden weg te werken en een nieuwe buitenbekleding van geglaazuurde bakstenen van hetzelfde formaat als de oorspronkelijke. Volgens de informatie die we na de renovatiewerken ontvingen van de eigenaar, werd uiteindelijk 10 cm isolatie van het type URSA XPS (λ 0.035W/mK) geplaatst.

Zonwering (rolluiken) werden niet standaard voorzien. Het gebruik van rolluiken blijft enigszins gecontesteerd in het gebouw, aangezien er in het verleden aanzienlijk stormschade vastgesteld kon worden aan de rolluiken. De keuze voor zonwering werd dan ook aan de individuele bewoners overgelaten.

De ramen werden vervangen door nieuwe ramen met thermisch onderbroken aluminium profielen die een U_f -waarde hebben van $1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$. Het thermisch verbeterd dubbel glas heeft U_g -waarde $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$, zodat we een U_w -waarde voor de ramen kunnen verwachten rond de $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

We bestuderen in dit project vooral appartement 30, een **hoekappartement op de eerste verdieping** (Figuur 132). Het gebouw wordt typisch gebruikt voor tijdelijk verblijf in het weekend of in de zomervakantie.





Figuur 131. Gebouw anno 2023, met situering en grondplan van appartement 30, dat zich bevindt aan de noordwestelijke hoek op de eerste verdieping.



Figuur 132. Binnenaanzichten van appartement 30: leefruimte (links), keuken (midden) en gang met en kamers (rechts) (Foto: Buildwise).

7.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

Hoewel Residentie Duinpark geen hoge erfgoedwaarde heeft, is het om verschillende redenen een zeer relevante gevalstudie. Het is een representatief voorbeeld van appartementsgebouwen uit de jaren 1950 tot 1970 met onmiskenbaar architecturale kwaliteiten die de moeite waard zijn om te bewaren.

7.2.1 OMGEVING

Typische laat-modernistische kustarchitectuur die zich inpast in de strook tussen de Koninklijke Baan aan de ene kant en de duinen en het strand aan de andere kant. Duinpark is het oudste gebouw in zijn directe omgeving en het enige met modernistische ambities. Alle omliggende recentere gebouwen zijn meer 'post-modern' van insteek en hernemen elementen van landelijke stijl binnen een ietwat slappere compromis-logica. De positie van Duinpark wordt dus gekenmerkt door een eigenzinnig contrast.





Figuur 133 Residentie Duinpark (achteraan) in renovatie tussen recentere appartementsgebouwen (Foto: Buildwise).

7.2.2 EXTERIEUR

- Strakke gevelcompositie in witte baksteen en panelen in primaire kleuren;
- Sterk uitspringende luifel in beton als belangrijk vormelijk element;
- Sokkel in breuksteen;
- Gelijkvloerse parking die visueel opgenomen is in de sokkel van het gebouw.

7.2.3 INTERIEUR

De erfgoedwaarde van het interieur is beperkt. De gebruikte tegels in de gemene delen zijn wel typisch voor de periode.

7.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

7.3.1 BASISINFO

Van dit appartement is geen EPC opgemaakt, wel een EPB voor renovatie, wat betekent dat er geen E-peil of S-peil wordt berekend.

Er is een **co-heating test en luchtdichtheidsmeting** uitgevoerd vóór en na de recente renovatiewerken. Een co-heating test meet de warmteverliescoëfficiënt [W/K] van de volledige gebouwschil en is zo een maat voor de intrinsieke kwaliteit van de gebouwschil, met name de luchtdichtheid en de isolatiekwaliteit van de gebouwschil.

Na de renovatiewerken werd een iets slechtere luchtdichtheid gemeten dan ervoor ($18\text{m}^3/\text{hm}^2$ t.o.v. $14\text{m}^3/\text{hm}^2$), omdat de vensteraansluitingen op dat moment nog niet afgewerkt waren. Desondanks bedroeg de nieuw gemeten warmteverliescoëfficiënt slechts 34% van de waarde die vóór de werken werd gemeten.

7.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES

Het project maakt deel uit van een appartementsblok

Warmteopwekking gebeurt met een collectieve verwarmingsinstallatie. Het gebruik is een atypisch gebruik in weekends en zomerperiodes. Een individuele energieafrekening is niet beschikbaar.

Warmteafgifte gebeurt met nieuwe plaatradiatoren.

Een **ventilatiesysteem C** werd voorzien na renovatie.



7.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

Het **basisscenario** is de situatie voor restauratie.

He **tussenscenario** is nu, dus na de renovatiewerken van 2021-2022. Voor het beschouwde appartement, een hoekappartement op de eerste verdieping, betekent dit dat de volledige buitenschil werd gerenoveerd. De gevel is langs buiten geïsoleerd en de vensters werden vervangen. Bovendien kunnen we hier spreken van doorgedreven isolatie.

Nochtans is het interessant om een derde **maximaal scenario** te beschouwen, waar ook de binnenmuren en de binnenvloer/plafond die grenzen aan andere appartementen of aan de traphal worden geïsoleerd. Het specifieke gebruik van dit gebouw, waarbij de meeste appartementen dienst doen als tweede verblijf, maakt deze maatregelen relevant. De kans is immers groot dat de aangrenzende appartementen niet altijd bewoond/verwarmd zijn en dat er bijgevolg moet rekening gehouden worden met warmteverliezen naar de naburige appartementen.

7.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

Het hoekappartement bevindt zich op de eerste verdieping en grenst bijgevolg niet aan het dak. Er zijn voor dit appartement dus geen renovatie-opties voor de daken.

7.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

Het appartement grenst boven en onder aan andere appartementen en dus aan aangrenzende (doorgaans) verwarmde ruimtes. Het isoleren van de tussenvloeren verlaagt daarom slechts beperkt het warmteverlies. Gezien het atypische verbruik van de appartementen als vakantieverblijf, is het niet ondenkbaar dat de aangrenzende ruimtes gedurende langere tijd maar beperkt verwarmd worden.

Het bijkomend isoleren, boven op het bestaande vloerpeil, maakt bovendien de aanpassing van verschillende andere zaken noodzakelijk. Denk daarbij aan het verhogen van het werkblad van de keuken, het aanpassen van de hoogte van wastafels. Deze optie wordt daarom enkel in het doorgedreven scenario meegenomen.

7.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

Door het buitenspouwblad volledig te verwijderen, is het plaatsen van een traditionele **spouwmuurisolatie** in minerale wol mogelijk (basisscenario).

Door een meer performant isolatiemateriaal zoals XPS te kiezen, kan de isolerende kwaliteit gevoelig worden verhoogd (tussenscenario en doorgedreven scenario).

Het appartement grenst aan andere appartementen en dus aan aangrenzende (doorgaans) verwarmde ruimtes. Het isoleren van de **binnenmuren** verlaagt daarom slechts beperkt het warmteverlies. Ook hier geldt dat het niet ondenkbaar is dat deze aangrenzende vakantieverblijven gedurende langere tijd onbewoond en mogelijk beperkt verwarmd zijn. Deze optie wordt enkel meegenomen in het doorgedreven scenario.

7.4.4 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

Het basisscenario gaat uit van ongewijzigd buitenschrijnwerk. Vanaf het tussenscenario wordt uitgegaan van nieuwe ramen die voldoen aan de huidige EPB-eisen.



7.4.5 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

Tabel 22 herneemt de keuzes die verondersteld worden in de uitgewerkte scenario's (voor appartement 30).

Tabel 22: Overzicht van de scenario's voor thermische isolatie van de schildelen (gevalstudie Duinpark)

Schildeel	Basisscenario Toestand voor renovatie	Tussenscenario Huidige toestand	Doorgedreven scenario Isoleren naar naburige appartementen
Ramen	$U_w = 3.0 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Buitenmuur	buitenisolatie 10cm MW $U = 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$	buitenisolatie 10cm XPS $U = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$	buitenisolatie 10cm XPS $U = 0.31 \text{ W/m}^2\text{K}$
Binnenmuur	geen isolatie $U = 1.04 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.04 \text{ W/m}^2\text{K}$	Eis voor nieuwbouw $U = 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tussenvloeren	geen isolatie $U = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	Eis voor nieuwbouw $U = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$

7.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

De afwegingsschema's zijn in principe niet bedoeld voor collectieve gebouwen, maar in het algemeen wel bruikbaar voor deze gebouwen. We passen ze toe zonder de collectieve aspecten in rekening te brengen.

7.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE

Het afwegingsschema afgifte kan op elke wooneenheid toegepast worden. In de afwegingsschema's voor opwekker en ventilatie worden collectieve installaties niet expliciet beoordeeld. In de begeleidende tekst bij de afwegingsschema's worden daarom de nodige kanttekeningen gemaakt.

In het interieur van het appartement zijn geen elementen met erfgoedwaarde. Vanuit erfgoed zijn er dus geen restricties op de toe te passen **afgifte-elementen**. De opties waarbij op lage temperatuur kan gewerkt worden en waarmee kan gekoeld worden (de oppervlakteverwarming/koeling) krijgen dus de voorkeur (zie Figuur 134).

Het hoge beglazingspercentage en het ontbreken van zonnewering betekent een risico op oververhitting. De keuze valt daarom op een afgiftesysteem waarmee gekoeld kan worden. Merk hier op dat een (buiten-)zonwering deze oververhitting in grote mate zou beperken, waardoor mogelijk de nood om te koelen wegvalt.



criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen
criterium 1 erfgoed										
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaardig?	nee	interieur heeft geen erfgoedwaarde								
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaardig?	nee	interieur heeft geen erfgoedwaarde								
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	geen wandbekleding met erfgoedwaarde	+	+	+	+	+	+	+	+
Aanwezigheid van een waardevolle plafondbekleding of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	geen plafondbekleding met erfgoedwaarde	+	+	+	+	+	+	+	+
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	geen storende objecten	+	+	+	+	+	+	+	+
deelscore erfgoed:										
criterium 2 energie										
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:										
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen										
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?										
ja										
appartement met grote vensters zonder zonnewering										
deelscore energie:										
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort										
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:										
impact op lawaaioverlast in de woning										
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:										

afgifte-elementen	erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	mogelijk + - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk + - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk + - ±
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk + + ±
vloerverwarming plaatsen	voorkeur + + +
plafondverwarming plaatsen	voorkeur + + +
wandverwarming plaatsen	voorkeur + + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	mogelijk + + ±

Figuur 134 Afwegingskader afgifte voor appartement Duinpark, Oostduinkerke

7.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja	toevoerroosters boven de vensters zijn mogelijk
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	geen historische roosters, liever geen nieuwe openingen in de gevel
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	nee	niet van toepassing
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja	bijv in de gemeenschappelijke garageruimtes (voor collectief systeem)
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	moelijk voor individuele appartementen, wel bijvoorbeeld in de gemeenschappelijke garageruimtes voor collectief systeem
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	enkel leefruimte, slaapkamers, badkamer
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	moelijk in te schatten	voor een collectief systeem kunnen de gemeenschappelijke schouwen gebruikt worden indien alle aangesloten appartementen afstappen van een verbrandingsketel
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	in de technische berging kan eventueel een schacht voorzien worden die de appartementen verbindt (bij een collectief systeem)
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	sowieso slechts beperkt nodig gezien de compactheid van het appartement



criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
Impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industrielawaai, verkeerslawaai)?	landelijk	ligging vlak aan het strand
Impact op lawaai-overlast in de woning		
eindbeoordeling systemen		erfgoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	+ ± +
systeem D cascade	mogelijk	+ ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	± - -
systeem C	mogelijk	+ - ±
systeem C hal	mogelijk	+ - ±

Figuur 135 afwegingskader ventilatie toegepast op residentie Duinpark, Oostduinkerke

Wat het ventilatiesysteem betreft, zijn volgens het afwegingskader (Figuur 135) vanuit de erfgoedwaarde zowel een C als een D systeem mogelijk.

Energetisch gaat de voorkeur naar een ventilatiesysteem D. De compactheid van het appartement (zie plan Figuur 131) laat toe om zonder veel kanaalwerk alle ruimten te bereiken. De vraag naar ruimte voor een technische berging, lijkt hier kritisch. De kleine technische ruimte (

Figuur 136) in het appartement bemoeilijkt het plaatsen van een warmteterugwin-unit, zeker in combinatie met een individuele warmtepomp. Eventueel kan een warmteterugwin-unit weggewerkt worden in een kast in de hoofdruimte.

Trekken we de opties open naar collectieve ventilatiesystemen, dan kan de warmteterugwin-unit in een gemeenschappelijke ruimte geplaatst worden. Met die twee oplossingen in het achterhoofd, wordt positief geantwoord op de vraag naar ruimte voor een technische berging en de mogelijkheid voor inbouw van grotere roosters in het afwegingskader.

Voor een collectief ventilatiesysteem kan men gebruik maken van de **bestaande schouwen**, als tenminste alle appartementen aangesloten op eenzelfde schouw afstappen van een verbrandingsketel. Omdat dit op korte termijn niet zeker is, wordt veiligheidshalve ‘moeilijk in te schatten’ geantwoord op het gebruik van bestaande schouwen als verticale schachten in het afwegingskader. Eventueel kan wel ter plaatse van de technische bergingen (Figuur 136 een verticale schacht ingevuld worden



Figuur 136: Technische ruimte (Foto: Buildwise).





Figuur 137 een aantal garageboxen zijn gemeenschappelijk en kunnen ingenomen worden voor collectieve installaties (Foto: Buildwise).



klaar voor 2050	eef uw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp warmtepompboiler	niet weerhouden	+ - -
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	+ + ±
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	mogelijk	+ ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	mogelijk	+ + ±
zonnepanelen - thermisch	mogelijk	+ + +
zonnepanelen - elektrisch	mogelijk	+ + +
warmtenet	mogelijk	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	niet weerhouden	+ ± ±
hybride warmtepomp	niet weerhouden	+ ± -
condenserende gasketel	niet weerhouden	+ - ±

Figuur 138 Afwegingskader opwekker toegepast op residentie Duinpark

Voor de keuze van de **opwekker** zijn er vanuit erfgoed heel wat oplossingen mogelijk:

- er is opstelruimte voor een buitenunit op het platte dak, doorvoeren door de schil zijn daarbij mogelijk (Figuur 131);
- een aantal garages op het gelijkvloers zijn gemeenschappelijk (Figuur 137). Als roosters en voldoende luchttoevoer wordt voorzien, kan daar eventueel de condensor van een lucht-water warmtepomp geplaatst worden;
- het perceel rond het gebouw bestaat voornamelijk uit parkings en biedt voldoende plaats voor verticale boringen (minder voor een horizontaal captatienet) (Figuur 139).

Individuele oplossingen, waarbij elk appartement een eigen buitenunit heeft, worden niet weerhouden. De impact op het exterieur zou groot zijn en bovendien zijn **collectieve oplossingen** ook vanuit duurzaamheid te verkiezen. Lucht-lucht warmtepompen per appartement worden dus niet weerhouden.

Het belangrijkste aandachtspunt is, net als bij ventilatiesystemen, de **beschikbare technische ruimte** in de appartementen. Indien voor een collectieve installatie wordt geopteerd, is 2m² per appartement, in principe voldoende. Er is voldoende plaats in de gemeenschappelijke delen (garages) voor een collectieve installatie.

De voorkeur gaat, om energetische redenen en het potentieel om te koelen, naar een **water/water warmtepomp met verticale boringen**.





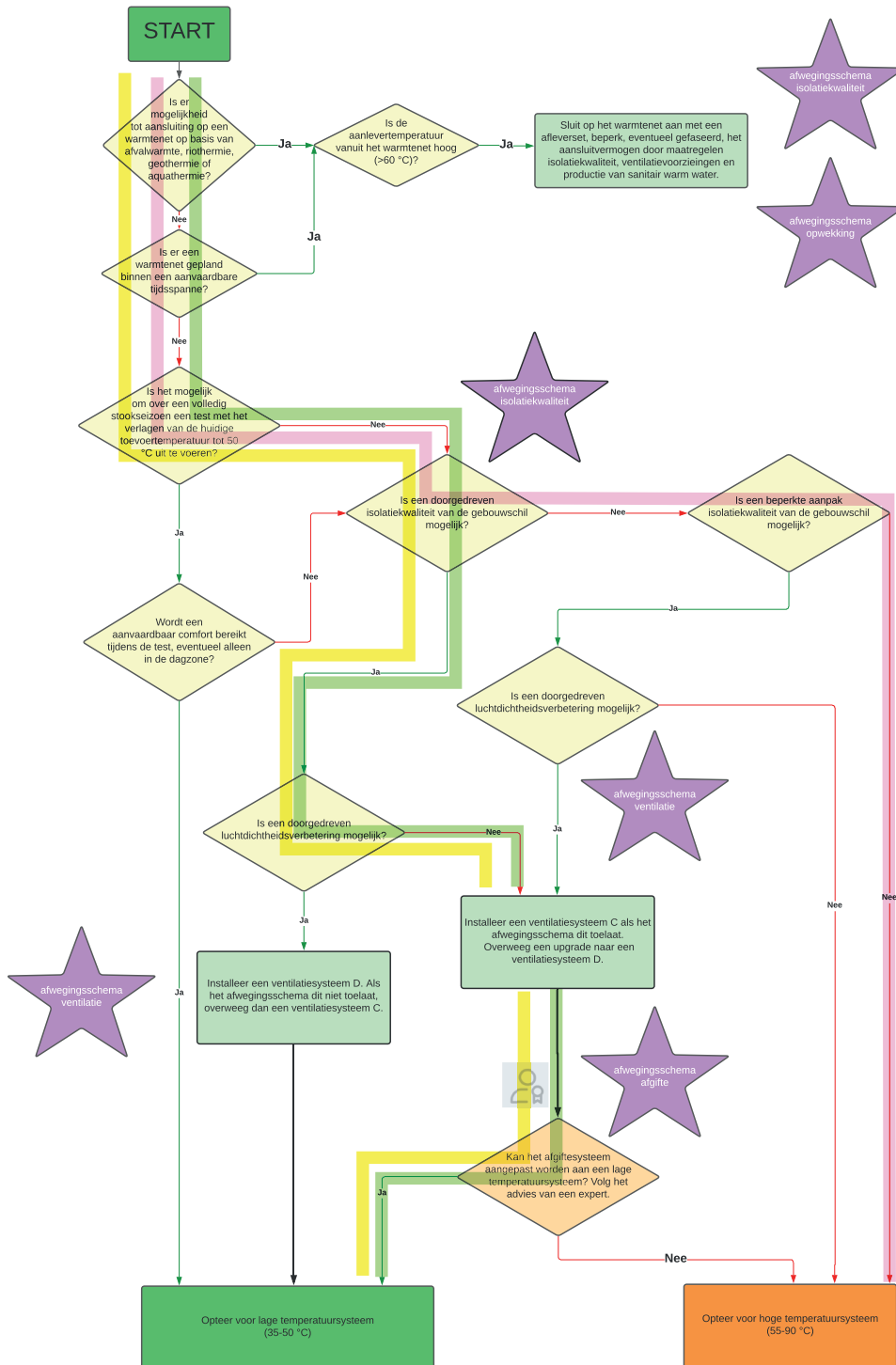
Figuur 139: parking naast het gebouw waar geothermische boringen mogelijk zijn

7.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

7.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU

In het tussenscenario en het doorgedreven scenario uit Tabel 22 is de energieprestatie van de schil hoog: de buitengevels zijn goed geïsoleerd en er zijn nieuwe ramen met HR-glas geplaatst. In combinatie met een ventilatiesysteem D en een goede luchtdichtheid (haalbaar mits afwerking van de vensteraansluitingen) is **lage temperatuurverwarming mogelijk**. Dit was in het basisscenario niet het geval.





7.6.2 SYSTEEMKEUZE

Wat de keuze van de **opwkker** op lage temperatuur betreft, hebben we om 2 redenen te maken met een specifieke situatie. Het betreft een appartement aan de kust, dat typisch gebruikt wordt



tweede verblijf. Ten eerste is het dus een gebouw met een **laag verbruik voor ruimteverwarming** omwille van de lage bezetting, daarnaast is het een **collectief** gebouw.

In principe is een collectieve installatie te verkiezen. Volgens de geothermische screeningstool van Buildwise ([BEO - Geothermische Screeningstool \(smartgeotherm.be\)](http://BEO-GeothermischeScreeningstool.smartgeotherm.be)) is de locatie van het gebouw niet gelegen in beschermingsgebied, en is enkel een vergunning nodig voor boringen dieper dan 150m. Boringen zijn mogelijk ter plaatse van de parking naast het gebouw (Figuur 139). De voorkeur gaat dus uit naar een collectieve geothermische warmtepomp.

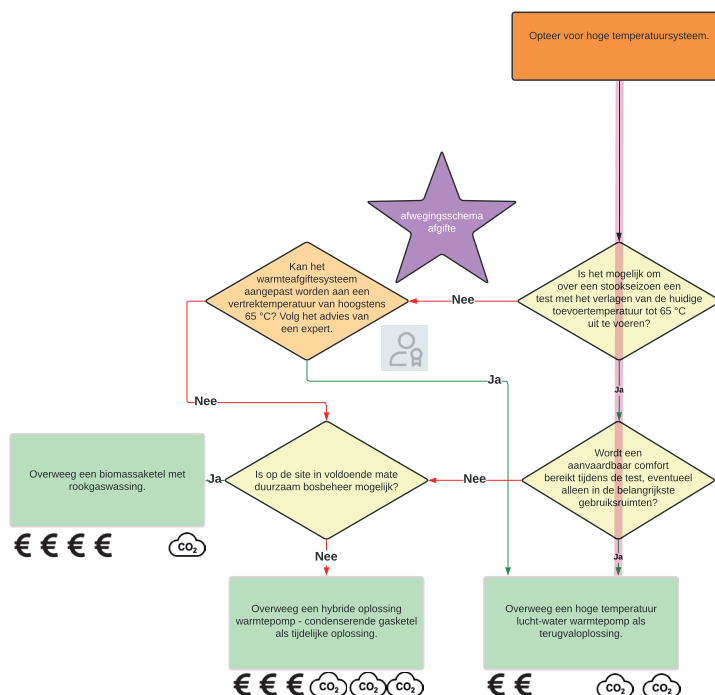
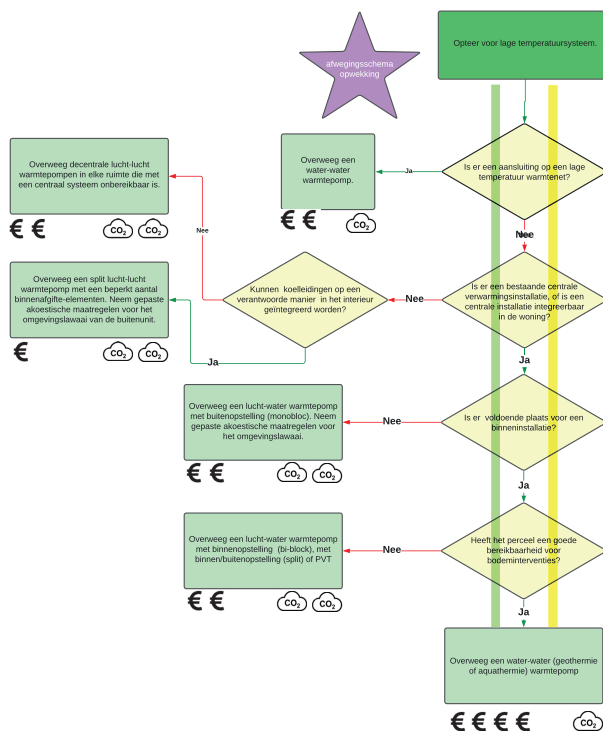
In de praktijk wordt deze oplossing echter bemoeilijkt door het mede-eigenaarschap: de vereniging van mede-eigenaars moet tot een gezamenlijke investering komen die aanzienlijk is in geval van een collectieve (geothermische) warmtepomp. Bovendien is er in deze specifieke gevalstudie een grote diversiteit aan individuele verwarmingssystemen (elektrisch, gasketel,...) en schakelen niet alle eigenaars op hetzelfde moment over naar een lage temperatuur afgiftesysteem, wat nodig is om te kunnen aansluiten op een collectieve warmtepomp. Daarnaast wordt het des te moeilijker om deze investering terug te verdienen gezien het lage verbruik.

Om de collectieve investering te beperken, wordt gekozen voor een **collectieve geothermische bron**. Op deze manier creëer je eigenlijk **een lokaal warmtenet** op lage temperatuur, waarop de individuele appartementen naar behoefte kunnen aansluiten met een eigen water-water warmtepomp. Bij het doorlopen van de beslissingsboom is hiervan uitgegaan.

Alternatieve oplossingen zijn mogelijk:

- collectieve lucht-water warmtepomp, geplaatst op het platte dak of in de collectieve garageboxen, waarop een aantal boven elkaar gelegen appartementen gelijktijdig aansluiten en gebruik maken van de aanwezige schouwen voor het onderbrengen van de distributieleidingen;
- gezien de goede isolatiekwaliteit van de schil en het lage energieverbruik, kan directe elektrische verwarming overwogen worden. Uit energetisch oogpunt kan dit alleen als noodoplossing ingezet worden.

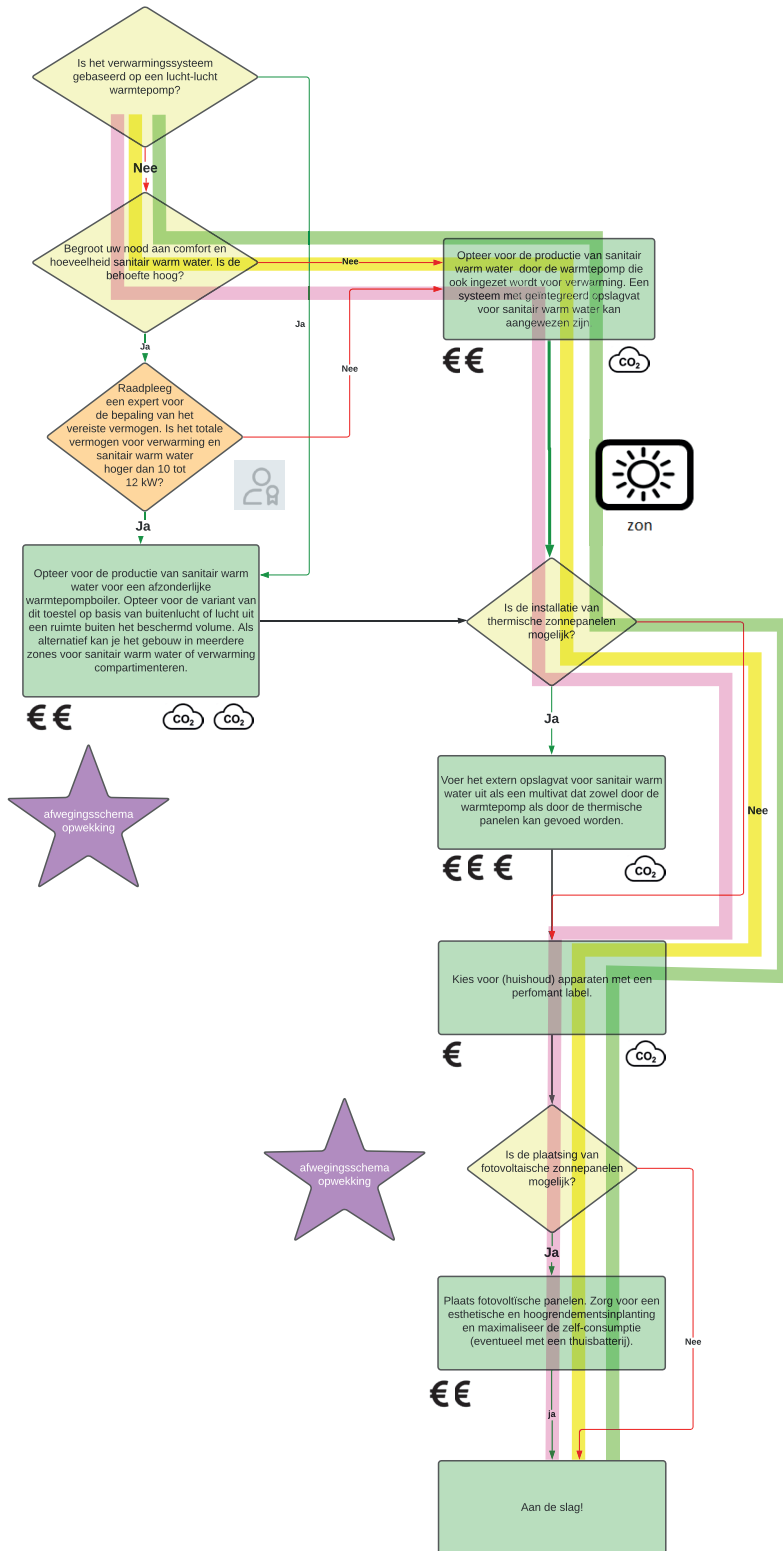




7.6.3 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN

In alle scenario's wordt de warmteopwekker voor verwarming ook ingezet voor de bereiding van sanitair warm water. In het basisscenario is dat de condenserende gasketel, in beide andere scenario's de geothermische warmtepomp.





7.7 DIMENSIONERING AFGIFTESYSTEEM

Uit een warmteverliesberekening (Tabel 23) blijkt dat voor het basisscenario de warmtevraag circa 4 kW bedraagt, dit is haalbaar met warmteafgifte via een vloerverwarmingssysteem. Voor het doorgedreven scenario bedraagt de warmtevraag nog ongeveer 2 kW. In dit scenario kan de vloerverwarming dus op lagere temperatuur werken en zal de warmtepomp een hoger rendement halen.

Tabel 23: Vermogen (W) per appartement in functie van isolatie, luchtdichtheid en ventilatiesysteem

	slechte luchtdichtheid/ systeem C	goede luchtdichtheid, systeem C	goede luchtdichtheid, systeem D
basisscenario	5.157 W	4.531 W	3.919 W
doorgedreven scenario	3.889 W	3.263 W	2.026 W

7.8 ANALYSE EPC



7.8.1 EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE

Er werd een indicatief EPC-verslag opgesteld van het appartement **voor de verbouwing**. Het appartement kreeg hier een **E-label** toegekend, met een energiescore van 475 kWh/(m²jaar). Dit verbruik is geldig voor een continue bewoning, wat hier niet het geval is.

Van de gebouwschil voldoet geen enkel bouwdeel aan de doelstelling. De warmteopwekking gebeurt nog met de originele installatie. Hernieuwbare energie wordt niet benut.

De primaire aanbevelingen in het EPC-verslag om de woning energiezuiniger te maken zijn:

- Plaatsen van isolatie (daken, muren, vloeren)
- Vervangen (beglazing, deuren, poorten en warmte-opwekker)
- Installeren van zonne-energie installatie (zonnepanelen en/of zonneboiler)

De aandachtspunten blijven in dit scenario de gebrekkige luchtdichtheid en een kwalitatieve ventilatie.

7.8.2 EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE

Het **scenario na renovatie** scoort een label B in het tussenscenario. De vervanging van het buitenschrijnwerk en het verbeteren van de isolatie van de buitenwanden resulteert in een energiescore van 118 kWh/(m²jaar). De toevoeging van een fotovoltaïsche installatie laat toe label A te halen.



7.8.3 EPC-SIMULATIE BIJ DOORGEDREVEN RENOVATIE

Vanuit het oogpunt van de EPC-methodiek zijn het tussenscenario en het **doorgedreven scenario** dezelfde. De bijkomend geïsoleerde oppervlaktes (binnenwanden, vloer en plafond) worden in het EPC verondersteld als scheidingsconstructies tussen twee beschermde volumes (adiabatische oppervlaktes). Aan weerszijden van deze constructies worden gelijkaardige temperaturen verondersteld, waardoor er geen warmtetransport is.

Ook dit scenario scoort daarom een label B, met een energiescore van 118 kWh/(m²jaar). De toevoeging van een fotovoltaïsche installatie laat toe label A te halen.

7.9 CONCLUSIE

Dit is een uitzonderingsgeval, waarin we de methode voor individuele woningen toepassen op een wooneenheid in een appartementsgebouw. Bij de renovatie van een appartementsblok is een globale aanpak van het volledige blok, eventueel met centrale opwekking, vereist.

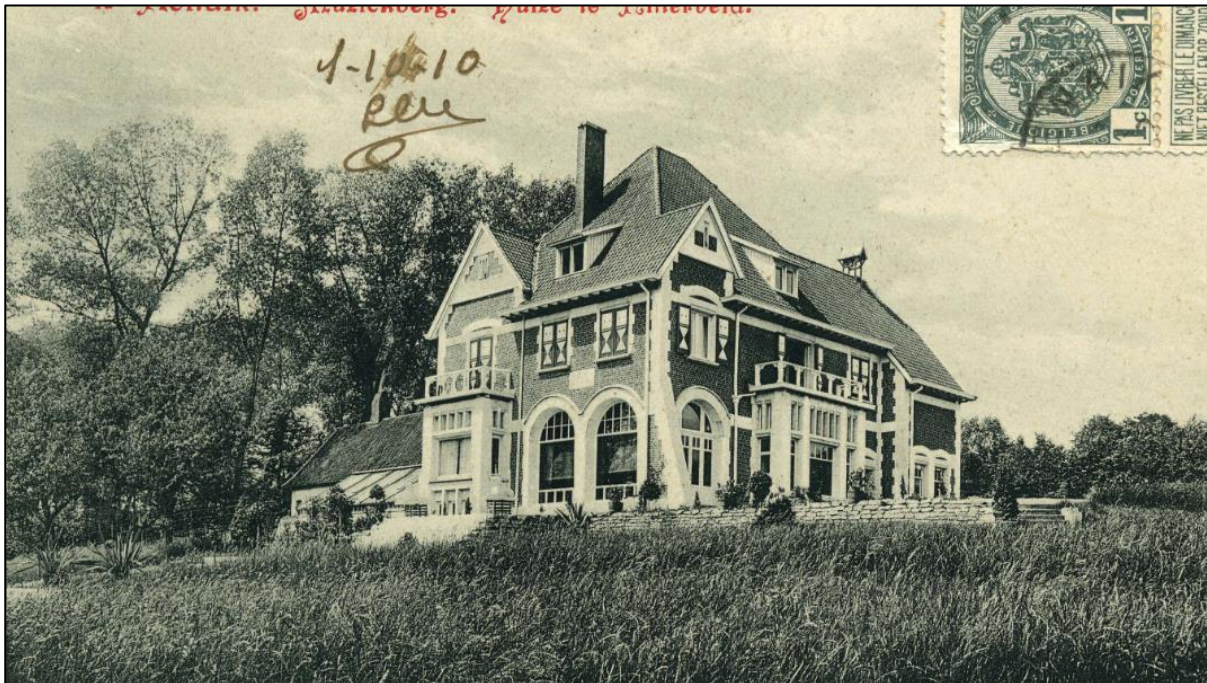
Naast de nodige afwegingen die van belang zijn om de erfgoedwaarde van het gebouw te bewaren, zal ook een consensus moeten gezocht worden met de **vereniging van mede-eigenaren** (VME). Als deze consensus niet alleen wordt gevonden voor de schilaanpak, maar ook voor de **collectieve investering** in een geothermische warmtepomp, dan is het haalbaar de verschillende wooneenheden up te graden naar label A. Voor eigenaren die het appartement als tweede verblijf gebruiken, vormt deze stap echter geen rendabele maatregel.

We merken echter op dat ook in dit soort situaties een belangrijke reductie van de warmtevraag mogelijk is. De verliesoppervlakte van een appartement is typisch relatief beperkt, wat maakt dat ingrepen aan de buitenschil een grote impact hebben op het warmteverlies. Het vernieuwen van grote glaspartijen, zoals in Residentie Duinpark uitgevoerd werd, levert een grote labelsprong op. Dat maakt uiteindelijk de inzet van hernieuwbare energie gemakkelijker.



8 VILLA TE NITTERVELD, RONSE

8.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

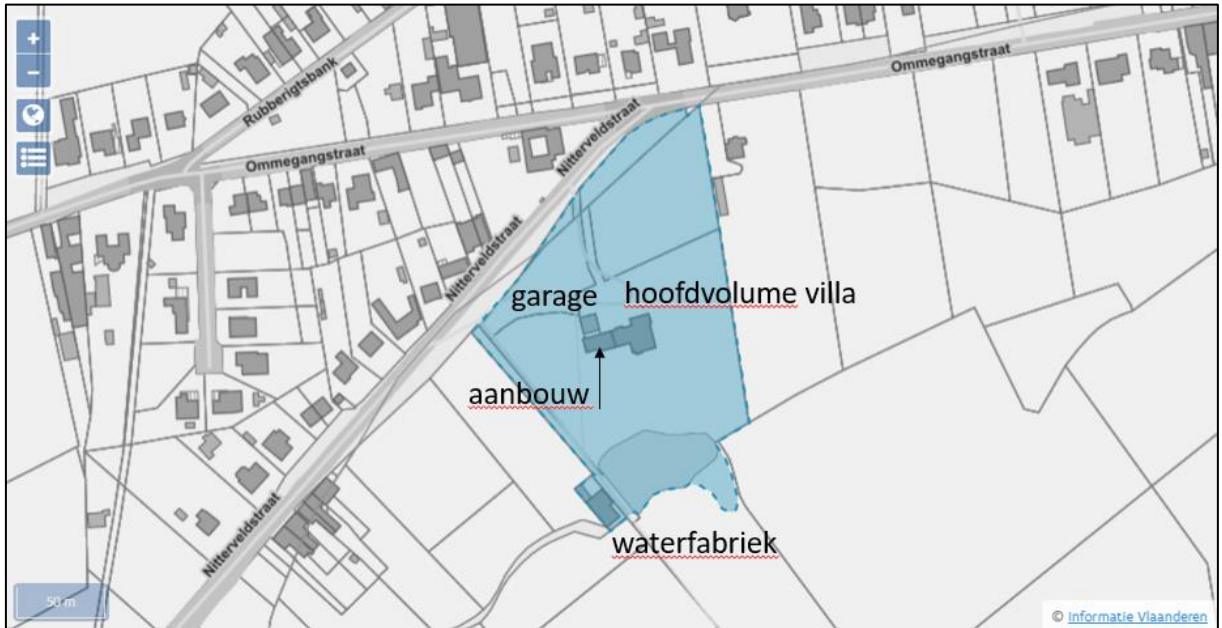


Figuur 140 Historische prentbriefkaart uit 1910 met daarop de villa gezien vanuit zuidoostelijke hoek (Bron: archief eigenaar).

De villa Te Nitterveld is een landhuis uit einde negentiende en begin twintigste eeuw gebouwd voor de familie Ameye in Ronse aan de rand met het gehucht Louise-Marie (Figuur 141). De villa ontleent zijn vormtaal aan de Engels-geïnspireerde *country house* of *cottage*-stroming en ligt ingebed in een grote parktuin die is aangelegd op een hellend terrein dat afloopt naar een vijver. Die vijver sluit aan op een bron die vroeger gebruikt werd voor drinkwaterwinning (Figuur 141 en Figuur 142). De Inventaris Onroerend Erfgoed beschrijft de woning kort als volgt:

“Het landhuis Te Nitterveld is gelegen in de bosrijke omgeving van de Muziekberg te Ronse, aan het einde van de Savooistraat en de grens met de parochie Louise-Marie met dorpskern en parochiekerk te Maarkedal. De woning werd in 1899-1902 gebouwd in opdracht van C. Ameye, naar ontwerp van architecten Albert en Alexis Dumont.”⁹

⁹ <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/29032>, geraadpleegd op 10/11/2023.



Figuur 141 Omgevingsplan van de villa met situering van de verschillende bouwvolumes. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed)

Het grondplan van het gelijkvloers is weergegeven in Figuur 143. Hierop is duidelijk te zien dat de villa bij het ontwerp was opgevat om privé-concerten en andere voorstellingen te organiseren. De eigenaar ontving er kunstenaars en schrijvers, onder meer in de pianozaal waar een podium voorzien was. In die zin is het een atypische woning, alhoewel die pianozaal in de huidige functie als gezinswoning gewoon als leefruimte wordt gebruikt. Wat betreft de volumetrie en het exterieur vermeldt de inventaris verder:

“... een kelder en twee bouwlagen met speelse pannendaken en een zolderverdieping. De zuidzijde met bordes met twee betonnen honden en een trap afdalend naar de vijver, wordt geopend met grote rondbogige vensters. Kenmerkende erkers, puntgevels en gecementeerde vensteromlijstingen en rode pannendaken verwijzen naar de eigentijdse landelijke architectuur en de modieuze cottigestijl. Ook de tuinarchitectuur ademt de sfeer van de cottigestijl.”

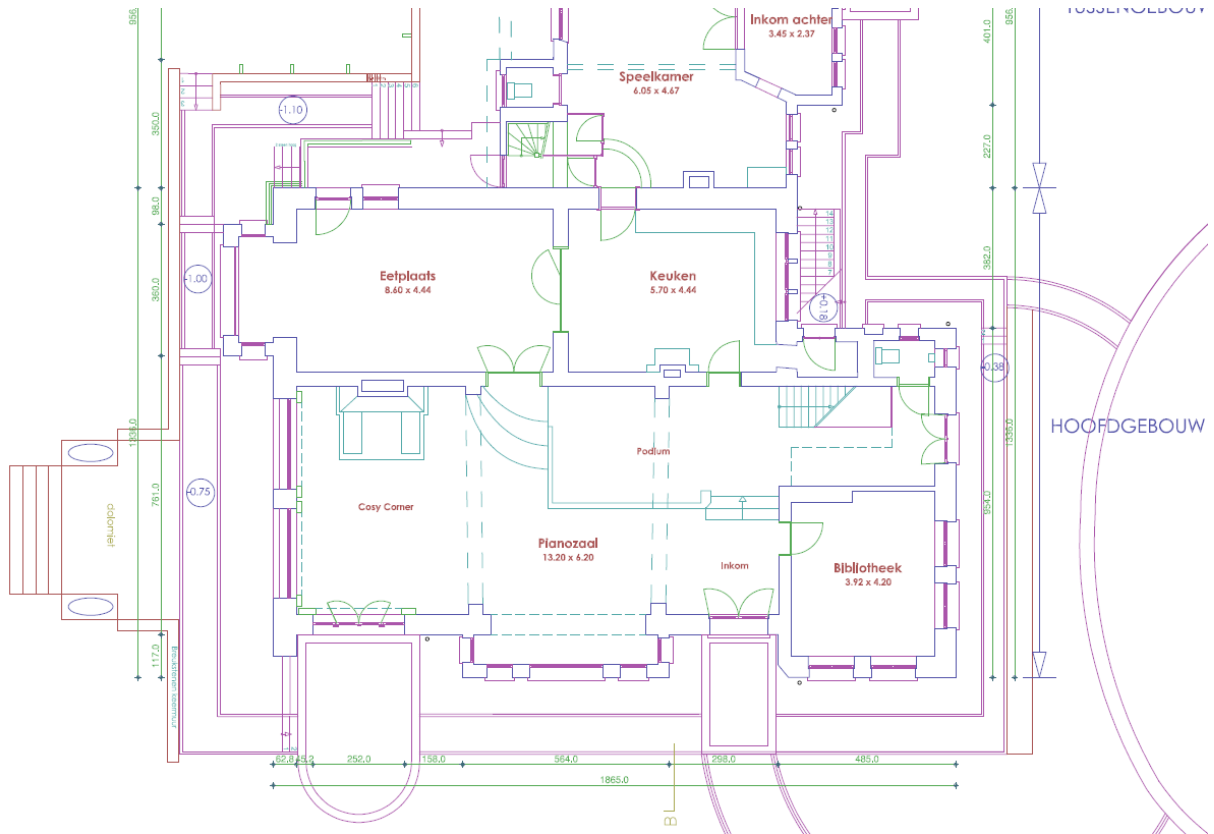
Omwille van privacy-redenen worden geen afbeeldingen of plannen weergegeven van de verdieping, waar zich de kamers bevinden. Om dezelfde reden zijn de foto's opnames van vóór de renovatie. In Figuur 144 is het plan weergegeven van de dakverdieping, waar zich dienstkamers en een zolder bevinden, en verder nog een dakenplan.



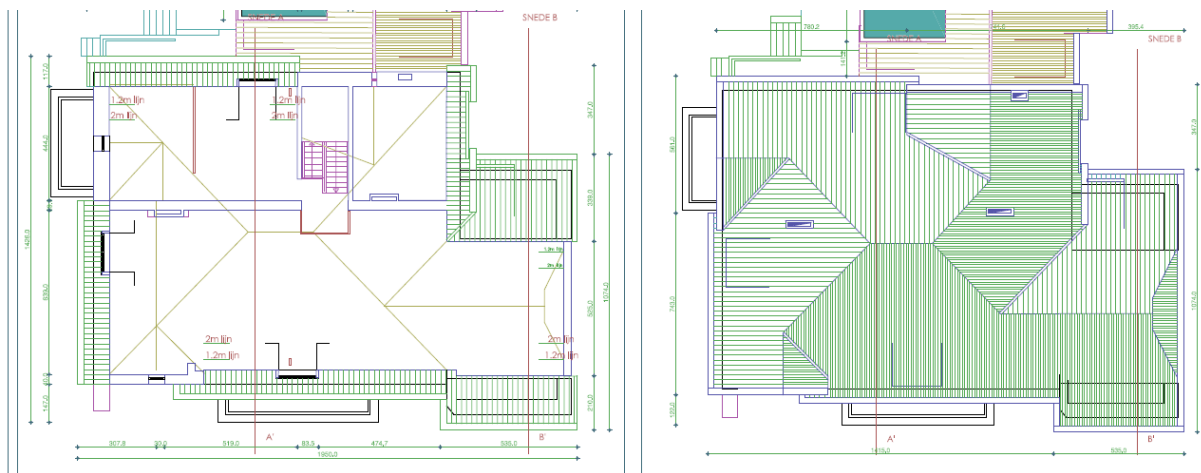


Figuur 142 Luchtfoto van het domein, met linksboven de waterfabriek aansluitend op de vijver, centraal de getrapte parktuin en rechts in het midden de villa en rechtsboven de aanbouw met garage. (Bron: archief eigenaar)





Figuur 143 Grondplan van het gelijkvloers van de villa (het hoofdvolume). De cozy corner met grote schoorsteen en het podium vormen de twee brandpunten van de pianozaal, die de helft van de verdieping inneemt. (Bron: Callebaut architecten)



Figuur 144 Grondplan van de dakverdieping en dakenplan (Bron: Callebaut architecten)

8.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

8.2.1 OMGEVING

De inbedding in de parktuin is van groot belang voor de villa. Het feit dat de villa genoemd is naar de plaats (Nitterveld) is veelzeggend.¹⁰ De terrassen en bordessen, tuinmuren, de grote centrale tuintrap, de gazons en omzomende bomengroepen dragen bij tot de waarde. Hetzelfde geldt voor de interactie met de bijgebouwen: de aanbouw en garage sluiten qua functie en stijl aan op de villa zelf en worden dus ook best gevrijwaard.

8.2.2 EXTERIEUR

- De volumetrie en de dakvorm, eigen aan de cottage-stijl;
- Het materiaalgebruik in het algemeen. Meer specifiek de afwisseling van rode baksteen, witte natuursteen en simili-steen in de gevels;
- Het originele schrijnwerk (nog deels aanwezig) en de slagluiken;
- De monumentale inkompoort aan de straatkant.

8.2.3 INTERIEUR

- Het vrij gaaf bewaarde interieur met vloerbekledingen (o.m. de terrazzovloer met mozaïek op het gelijkvloers en plankenvloeren op de verdiepingen), pleisterwerk, deels bewaard gebleven originele wandbekleding, plafonddecoratie met moulures en rozetten;
- De binnenkant van het originele schrijnwerk, inclusief de omkastingen van raam- en deuropeningen (onder meer Figuur 149);
- De trappen (Figuur 146);
- Bijzonder: het podium en de balustrade in de pianozaal (Figuur 145);
- De natuurstenen schouw met cosy-corner;
- De koperen kroonluchter van kunstsmid Lodewijk Van Boeckel in de eetzaal (Figuur 148).

8.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

8.3.1 BASISINFO

In het kader van de studie over de ontwikkeling van een energieprestatiecertificaat specifiek voor erfgoed, werd deze gevalstudie geanalyseerd. De EPC-analyse van de (toen) bestaande toestand leverde een karakteristiek energieverbruik op van 1004 kWh/m².a nuttige vloeroppervlakte, wat overeenkomt met label F en de drempelwaarde voor dat label (500 kWh/(m².a)) zelfs ruimschoots overschrijdt.¹¹ Het huidige verbruik is niet bekend.

¹⁰ Die plaatsnaam verwijst mogelijk naar de aanwezigheid van nitraat in de grond: niter is een kristallijne vorm van nitraatzouten.

¹¹ Dries Haesendonck, Filip Descamps, Ontwikkelen van een energieprestatie-certificaat voor beschermde woningen, Onderzoeksrapporten agentschap Onroerend Erfgoed nr. 211, Agentschap Onroerend Erfgoed, 2022.



Volgens diezelfde studie zou het met een doorgedreven renovatiestrategie mogelijk zijn om dit terug te brengen tot 145 kWh/(m².a), wat overeenkomt met label B. Hieronder worden deze scenario's voor de schil verder toegelicht.



Figuur 145 De pianozaal met originele vleugelpiano, terrazzovloeren afgelijnd met mozaïek, origineel schrijnwerk en lijstwerk. (Bron: archief eigenaar)



Figuur 146 De trap die van de pianozaal naar de verdieping leidt. (Bron: archief eigenaar)



Figuur 147 De bibliotheek met originele vloer, schrijnwerk met omkasting, plafonddecoratie en gietijzeren radiator. (Bron: archief eigenaar)



8.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES

Voor **warmte opwekking** is de villa voorzien van een niet-condenserende ketel.

Voor de **warmte-afgifte** wordt beroep gedaan op radiatoren.

Er is **geen systeem voor ventilatie** aanwezig.



Figuur 148 Eetzaal met terrazzovloer, gedecoreerd plafond en koperen kroonluchter. (Bron: archief eigenaar)





Figuur 149 Erker van de eetzaal met originele houten bekleding, consoles en lijstwerk. (Bron: archief eigenaar)

8.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

8.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

De **daken** zouden vanwege de complexe vorm inboeten aan esthetische waarde als ze sterk verdikt zouden worden door een sarkingconstructie. Om die reden wordt voor isolatie in eerste instantie gekeken naar isolatie tussen de houten dakstructuur. Een pakket van 22 cm minerale wol wordt verondersteld in de berekening. Het is uiteraard mogelijk om de zolders niet in het beschermd volume op te nemen en de zoldervloer te isoleren. Dit scenario is hier niet uitgewerkt.

8.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

De **vloeren** van het gelijkvloers zijn deels vloeren op troggewelven boven kelders, deels houten plankenvloeren boven een matig geventileerde kruipruimte. De vloeren boven de troggewelven hebben een bekleding in terrazzo en kunnen dus niet aangepast worden aan de bovenkant. Het aanbrengen van een gespoten kunststofschuim aan de onderzijde is mogelijk, maar er is aandacht vereist voor de conditie van de stalen liggers en mogelijke vochtproblemen. Met 7 cm gespoten PUR is het mogelijk om een U-waarde 0.24 W/(m²K) te halen.

Op de plaatsen waar plankenvloeren boven kruipruimten liggen, hangt de mogelijkheid tot isoleren af van de toegankelijkheid van die ruimte aan de onderzijde. Ideaal gezien wordt 10 tot 20 cm minerale wol aangebracht tussen liggers.

Ter info: de renovatiewerken die vanaf 2005 uitgevoerd werden volgens een restauratieontwerp van Callebaut architecten, bestonden uit een gefaseerde herwaardering gebaseerd op een reeks vooronderzoeken. Een onderhoudsdossier bevatte dakwerken en injectiewerken in de woning en bijgebouwen. Daarnaast gebeurde er een preventieve en curatieve behandeling en restauratie van de



kapconstructie. Vervolgens werd het interieur van de bijgebouwen gerenoveerd, alsook het interieur van het landhuis gerestaureerd.¹²

8.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

De **muren** zijn opgebouwd uit massief baksteenmetselwerk met raamkaders in witte kalksteen van Savonnières en banden in simili-steen. De dikte varieert van 56 cm op het gelijkvloers (vermoedelijk 2.5-steens of 3-steens) tot 40 cm op de zolderverdieping (vermoedelijk 2-steens). Voor de meeste gelijkvloerse gevels is isolatie niet mogelijk zonder groot erfgoedwaardeverlies. Voor de muren van de slaapkamers en andere minder representatieve ruimten, is het wél mogelijk na te isoleren met beperkte dikte. De beoogde U-waarde van maximaal 0.24 W/(m²K) is daar niet mogelijk, maar een U-waarde van 0.6 W/m²K kan gehaald worden. Dat komt overeen met een isolatielaag van ongeveer 6 cm minerale wol of XPS ($\lambda_d = 0,035$ W/(m.K)) of 4 cm PUR ($\lambda_d = 0,023$ W/(m.K)). Als geopteerd wordt voor minerale wol tussen stijl- en regelwerk, kan 3 cm extra isolatie achter deze houten structuur aangebracht worden. Renovatie-opties voor het buitenschrijnwerk

Voor het **buitenschrijnwerk** zijn meerder opties denkbaar:

- Vervanging van sterk aangetaste ramen door nieuwe ramen die qua uitzicht vergelijkbaar zijn met de originele;
- Voor de ramen waarvan de profielen in goede staat zijn: vervanging van het glas door vacuümglas en plaatselijk herstel van de profielen;
- In enkele gevallen kunnen achterzetramen geplaatst worden. Dat is met name interessant voor de beide grote erkers op het gelijkvloers. In Figuur 149 is te zien dat er in het binnenvlak van de buitenmuur een nieuwe glaspartij ingebracht zou kunnen worden, die toelaat om de hele originele structuur te behouden.

8.4.4 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

In onderstaande tabel zijn de cijferwaarden weergegeven van de drie scenario's die vastgelegd werden voor verdere analyse.

¹² <https://callebaut-architecten.be/project/landgoed-te-nitterveld/>, geraadpleegd op 24/11/2023.

Tabel 24: Overzicht van de scenario's voor isolatie van de schildelen.

Schildeel	Basisscenario Toestand vóór renovatie 2005	Tussenscenario bijkomend muren en vloeren isoleren	Doorgedreven scenario maximaal isoleren
Hellend dak	Ongeïsoleerd pannendak $U = 5.1 \text{ W/m}^2\text{K}$	22 cm minerale wol tussen kepers en gordingen $U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$	22 cm minerale wol tussen kepers en gordingen $U = 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$
Houten ramen	houten profiel + enkele beglazing $U_w = 5.1 \text{ W/m}^2\text{K}$	Nieuw houten raam met HR++ beglazing $U_w = 1.48 \text{ W/m}^2\text{K}$	Behoud bestaand raam en plaatsing achterzetraam met HR++ glas $U_w = 1.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
Massieve muren gelijkvloers (56 cm)	geen isolatie $U = 1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $U = 1.16 \text{ W/m}^2\text{K}$
Massieve muren verdieping (40 cm)	geen isolatie $U = 2.12 \text{ W/m}^2\text{K}$	10 cm minerale wol binnenisolatie $U = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$	10 cm minerale wol binnenisolatie $U = 0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer boven kelder (troggewelven)	geen isolatie $b*U = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	geen isolatie $b*U = 1.17 \text{ W/m}^2\text{K}$	12 cm PUR tegen gewelf $b*U = 0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer kruipruimte boven	houten roostering, geen isolatie $a*U = 0.81 \text{ W/m}^2\text{K}$	18 cm minerale wol tussen balkjes $a*U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$	18 cm minerale wol tussen balkjes $a*U = 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$



8.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

8.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

Afwegingsschema afgifte-elementen			deel van het gebouw waarop dit schema betrekking heeft: gelijkvloers ruimtes							
criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen
criteria 1 erfgoed										
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	ja	het hele gelijkvloers heeft authentieke vloeren	+	±	-	-	+	+	±	±
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	ja	het hele gelijkvloers heeft authentieke vloeren	+	±	±	±	-	+	+	+
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	±	±	±	±	-	-	-
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	+	+	+	+	-	-	-
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	+	-	-	+	+	+	-
deelscore erfgoed:			+	±	-	-	-	-	-	-
criteria 2 energie										
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:										
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen			±	±	±	+	++	++	++	myt
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?			maak uw keuze							
deelscore energie:			±	±	±	+	+	+	+	+
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort										
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:										
impact op lawaai/overlast in de woning			+	+	+	±	+	+	+	±
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:			+	+	+	±	+	+	+	±
deelscore erfgoed			+	±	-	-	-	-	-	-
deelscore energie			±	±	±	+	+	+	+	+
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort			+	+	+	±	+	+	+	±
eindbeoordeling										
			voorkeur	mogelijk	niet weerhoud en	niet weerhoud en	niet weerhoud en	niet weerhoud en	niet weerhoud en	niet weerhoud en

afgifte-elementen	erfgoed energie omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	voorkeur
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	+
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	± ± +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	- ± +
vloerverwarming plaatsen	- + +
plafondverwarming plaatsen	- + +
wandverwarming plaatsen	- + +
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	- + ±

Figuur 150 Ingevuld afwegingsschema afgiftesystemen (gevalstudie villa te Nitterveld)

Het afwegingsschema afgifte is opgesplitst in twee zones: één voor de representatieve ruimten op het gelijkvloers (Figuur 150) en één voor de ruimten op de verdiepingen.

De voorkeur in de representatieve ruimtes gaat uit naar het behouden van de bestaande afgifte-elementen, aangezien zij erfgoedwaarde hebben. Indien het vermogen van deze elementen onvoldoende zou blijken, blijkt uit het afwegingsschema dat het oordeelkundig bijplaatsen van bijkomende afgifte-elementen mogelijk is.

8.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja, eventueel	enkel te overwegen mits zeer discrete vormgeving
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	ja, eventueel	luchtnaam is meest evident in het dakvlak, maar kan ook door muren, indien discreet geïntegreerd
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	ja	
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja	eventueel in muren of dakvlak van de aanbouw
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervulling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	ja	de pianozaal is opgevat als evenementenruimte en kan grote groepen mensen herbergen
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	er zijn 3 schouwcomplexen in het hoofdvolume
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja, eventueel	ingrijpende maatregel op gelijkvloers van het hoofdvolume, maar niet ondenkbaar
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja, eventueel	visueel niet-evidente ingreep
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmte-terugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
Impact van buitenluchtvervulling of overlast door buitenlawaai (industriellawaai, verkeerslawaai)?	landelijk	
Impact op lawaai-overlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		
deelscore erfgoed		
deelscore energie		
deelscore leefmilieu		
eindbeoordeling (knap kolom E tot K open)		
eindbeoordeling systemen		
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	± ± +
systeem D cascade	voorkeur	± ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	mogelijk	± - -
systeem C	mogelijk	± - ±
systeem Chal	mogelijk	± - ±

Figuur 151 Ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudie villa te Nitterveld)

Wat betreft ventilatie, blijven alle opties mogelijk. Het is niet eenvoudig is om natuurlijke toevoerroosters voor een systeem C te integreren. De integratie van kanalen voor een systeem D zal vooral op het gelijkvloers een bijzondere inspanning van de ontwerper vragen. De beide D-systemen komen evenwel als voorkeursoptie naar voor uit het afwegingskader.



8.5.3 AFWEGINGSSCHEMA WARMTEOPWEKKER

criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	ja	tegen longitudinale aanbouw is eventueel mogelijk
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	de impact op het dak zou te groot zijn (eventueel wel denkbaar op aanbouw)
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	kan geïntegreerd worden
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	nee	te storend
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	ja	
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?		
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	kan in de buurt van de aanbouw
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	
Is het vinden van een potentiële positie mogelijk?		
Is er een opstelruimte binnen?		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	ja	de ruimten onder het dak kunnen te warm worden
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	maak uw keuze	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	maak uw keuze	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

Figuur 152 Ingevuld afwegingsschema opwekker (gevalstudie villa te Nitterveld)



klaar voor 2050	eef uw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	- - -
warmtepompboiler	voorkeur	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	± ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	+ ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	mogelijk	± ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	mogelijk	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	+ + ±
water/water horizontaal	voorkeur	+ + ±
zonnesystemen - thermisch	mogelijk	± + +
zonnesystemen - elektrisch	mogelijk	± + +
warmtenet	mogelijk	+ ± +
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving
biomassaketel	mogelijk	+ ± ±
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	+ - +

Figuur 153 Resultaat afwegingsschema opwekker (gevalstudie villa te Nitterveld)

Het afwegingsschema opwekker is van toepassing op het gehele gebouw (Figuur 152), net zoals het afwegingsschema ventilatie (Figuur 151).

Wat betreft de keuzes voor een opwekker, valt op dat een opstelling van een buitenunit tegen het hoofdvolume best vermeden wordt, maar tegen de aanbouw wel te overwegen valt. Gezien de overvloedige beschikbaarheid van buitenruimte, komen de systemen die gebaseerd zijn op grondwarmte als voorkeur naar boven. De warmtepompboiler komt ook naar voor als interessant, omdat toe- en afvoer van lucht via een dakvlak geen probleem is en er voldoende plaats is binnen om de warmtepompboiler op te stellen.

8.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

Enkel in het doorgedreven isolatiescenario is de Villa te Nitterveld klaar voor een verwarmingssysteem op lage temperatuur. Gezien de uitgestrektheid van de kavel, is het opteren voor een grondgebonden geothermische warmtepomp een interessante piste.

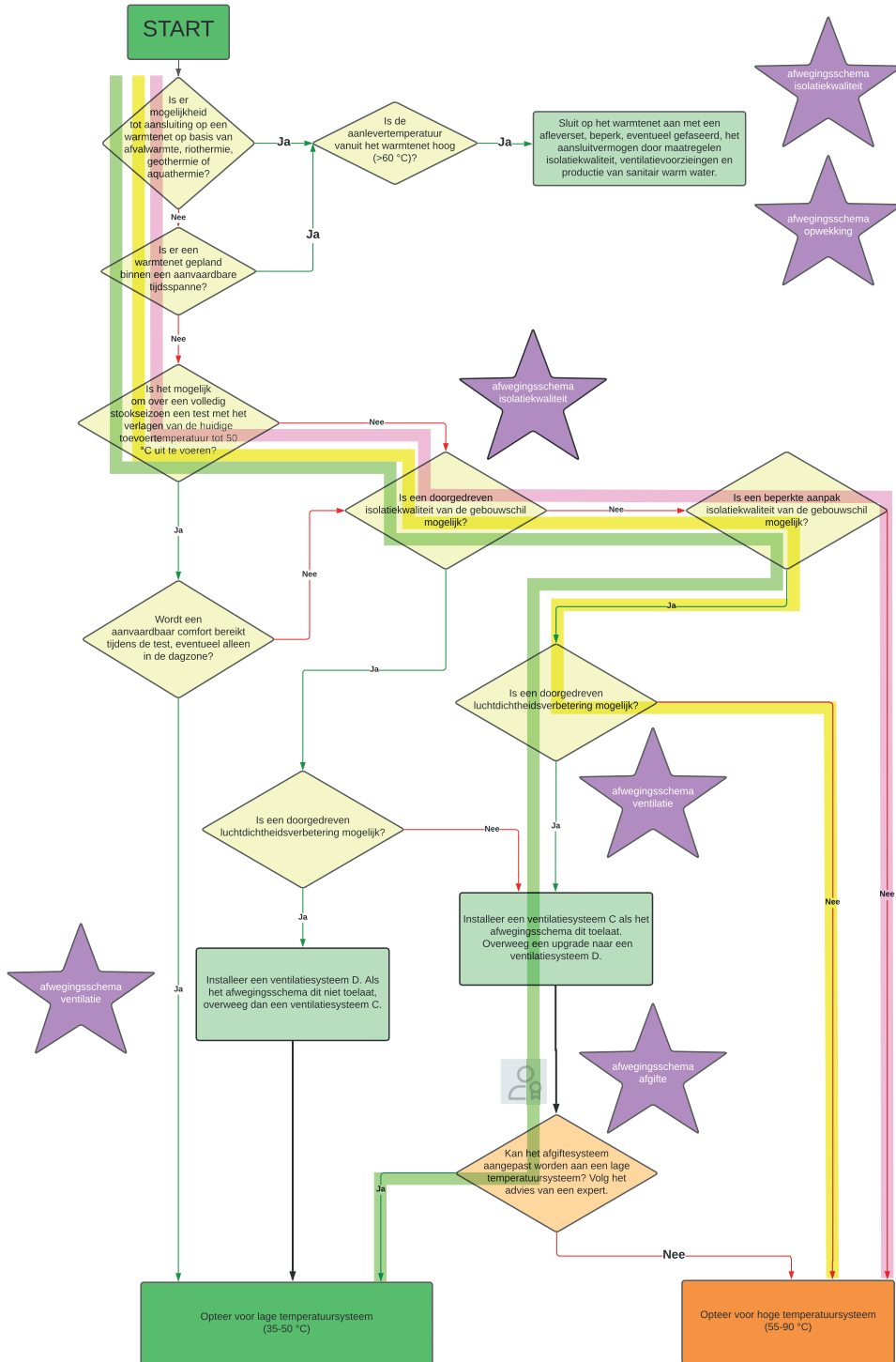
De twee andere scenario's wijzen uit dat het opteren voor een hybride opstelling van een warmtepomp met een condenserende gasketel het verbruik van fossiele brandstoffen gevoelig kan reduceren. Op die manier kan een groot deel van de warmtevraag al op een duurzamere manier worden ingevuld door de warmtepomp, terwijl op momenten van een hogere warmtevraag, de gasketel kan bijspringen.

In alle gevallen is het mogelijk de warmtepomp te benutten voor de productie van sanitair warm water.

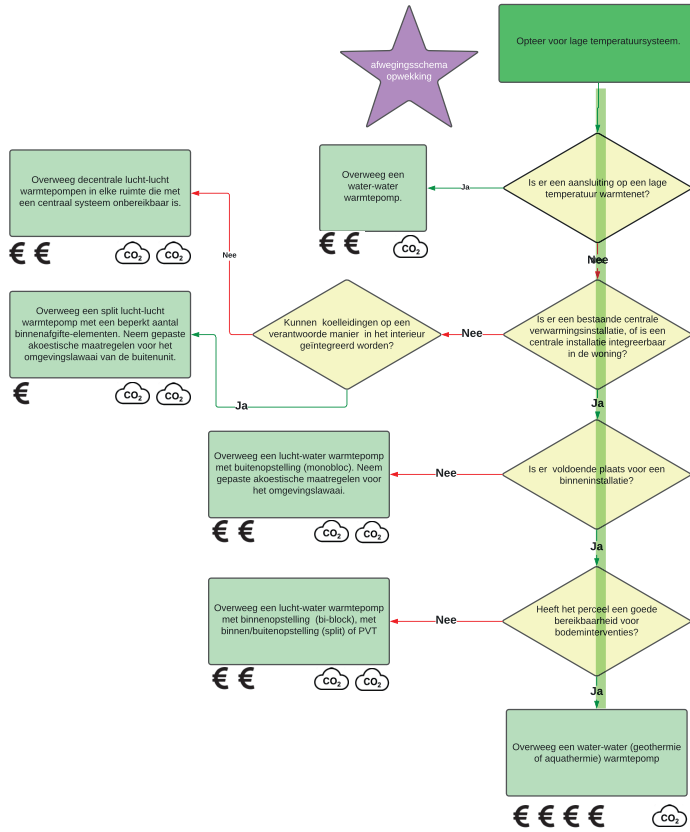
Daarnaast kan het systeem verder worden uitgebreid met zonnesystemen zoals de zonneboiler of fotovoltaïsche panelen.



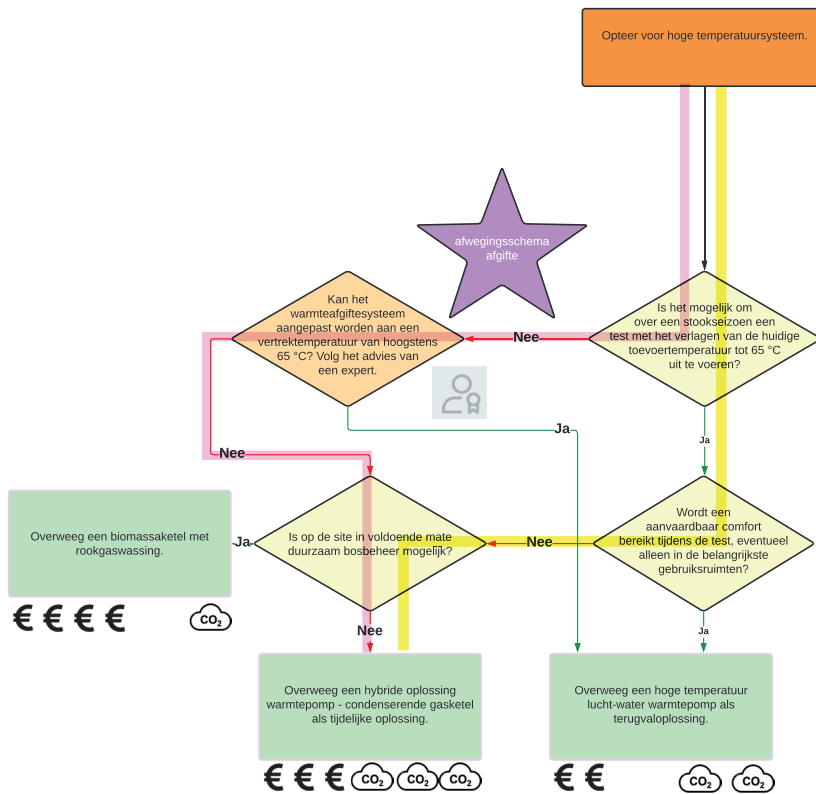
8.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE – TEMPERATUURNIVEAU



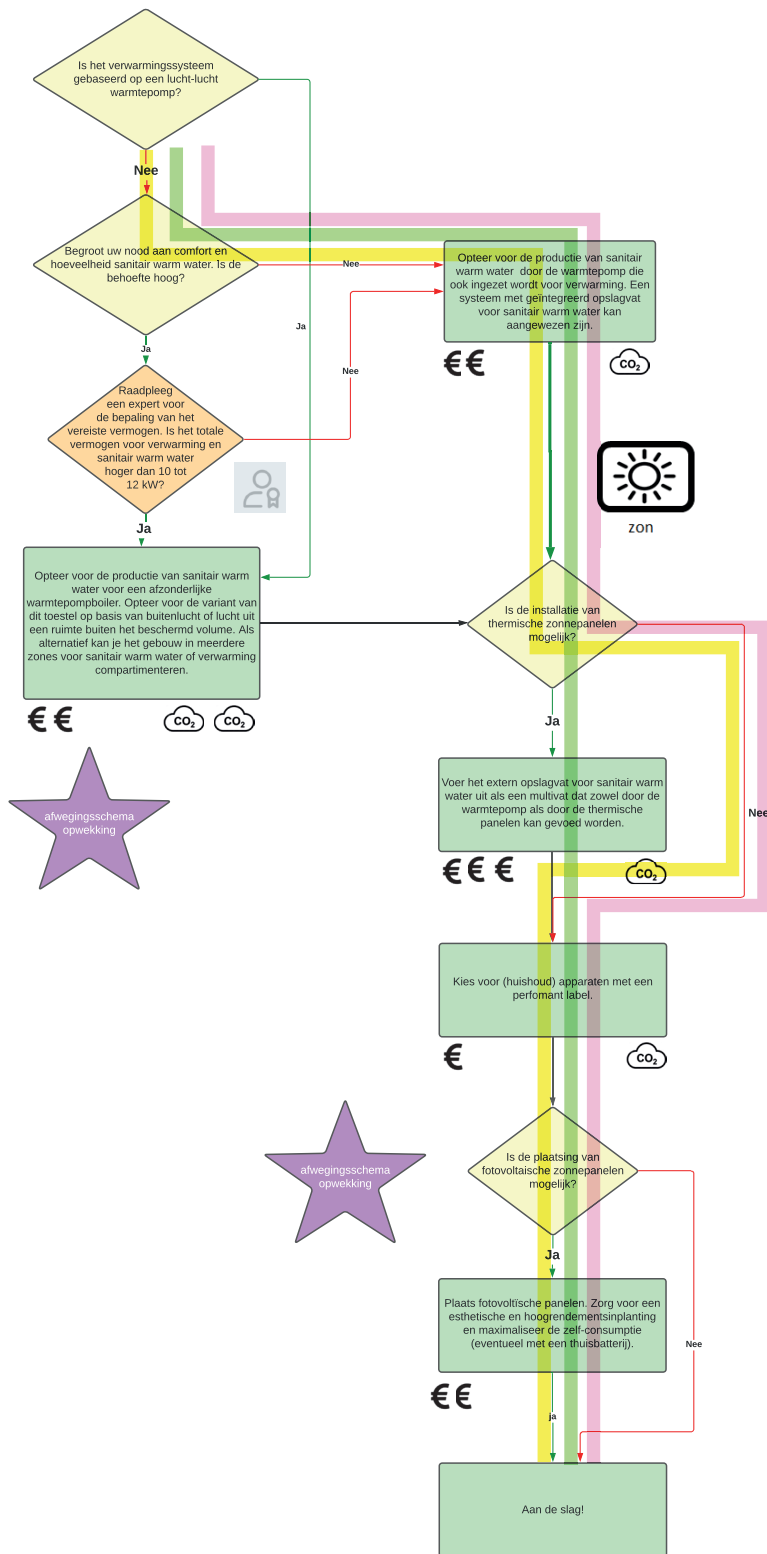
8.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



8.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



8.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN



8.7 ANALYSE EPC

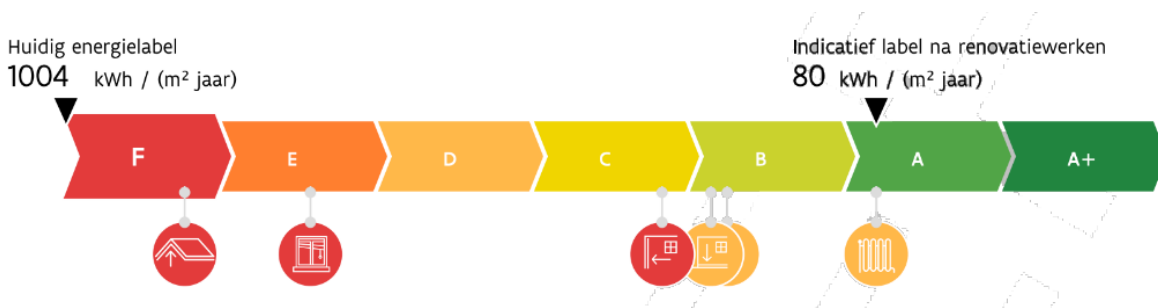
8.7.1 EPC-SIMULATIE VOOR RENOVATIE (TOESTAND 2005)

Er werd een indicatief EPC-verslag opgesteld van de woning **voor verbouwing**. De woning kreeg hier een **F-label** toegekend, met een energiescore van 1004 kWh/(m²jaar) en voldoet niet aan de energiedoelstelling.

Van de gebouwschil voldoet geen enkel bouwdeel aan de doelstelling. De warmteopwekking gebeurt nog met een niet-condenserende gasboiler. Hernieuwbare energie wordt niet benut.

De aanbevelingen om de woning energiezuiniger te maken zijn:

- Plaatsen van isolatie (daken, muren, vloeren)
- Vervangen (beglazing, deuren, poorten en warmte-opwekker)
- Installeren van zonne-energie installatie (zonnepanelen en/of zonneboiler)



Figuur 154: Indicatief label na renovatiewerken - onderaan staat aangegeven hoeveel elke maatregel de energiescore verbeterd.

Het uitvoeren van deze werken zou een indicatieve score van 80 kWh/(m²jaar) opleveren, wat overeenkomt met een A-label.

De aandachtspunten blijven in dit scenario de gebrekkige luchtdichtheid en een kwalitatieve ventilatie.

8.7.2 EPC-SIMULATIE NA RENOVATIE

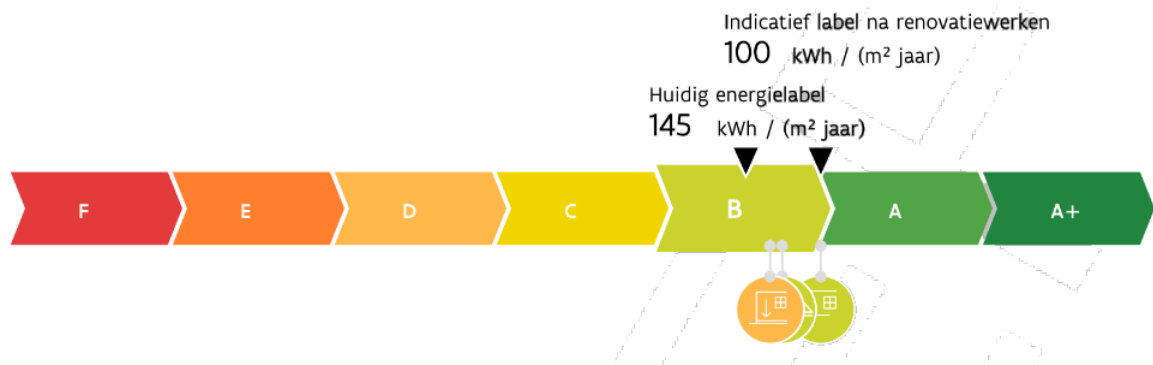
Er werd een indicatief EPC-verslag opgesteld van de woning **na verbouwing volgens het tussenscenario**, waarbij rekening werd gehouden met de isolatiemaatregelen die de **erfgoedwaarde bewaarden**. De woning kreeg hier een **B-label** toegekend, met een energiescore van 145 kWh/(m²jaar).

Van de gebouwschil voldoen daken, muren, vloeren en beglazing nog niet aan de doelstelling, na het plaatsen van isolatie. Vensters, deuren en poorten voldoen **nét** aan de doelstelling. De andere bouwdeelen werden in de simulatie bijkomend geïsoleerd of vervangen. De warmteopwekking is hier vervangen door een condenserende gasboiler. Hernieuwbare energie wordt niet benut.

De aanbevelingen om de woning verder energiezuiniger te maken zijn:

- Plaatsen van isolatie (vloeren)
- Bijkomend isoleren (daken, vensters, muren)
- Installeren van zonne-energie installatie (zonnepanelen en/of zonneboiler)





Figuur 155: Indicatief label na renovatiewerken - onderaan staat aangegeven hoeveel elke maatregel de energyscore verbeterd.

8.7.3 EPC-SIMULATIE DOORGEDREVEN RENOVATIE

Het uitvoeren van de maatregelen voor het doorgedreven scenario zou een indicatieve score van 100 kWh/(m²jaar) opleveren, wat overeenkomt met een A-label.

De aandachtspunten blijven in dit geval de gebrekkige luchtdichtheid en een kwalitatieve ventilatie.

8.8 CONCLUSIE

De grote en weinig compacte villa Te Nitterveld is een voorbeeld van een historisch waardevolle woning in ruraal buitengebied. Deze villa heeft een groot verliesoppervlak is, waarlangs warmte kan weglekken. Maatregelen voor de verhoging van de thermische isolatiekwaliteit zijn daarom cruciaal. Het laat bovendien toe tegelijk de luchtdichtheid van de schil sterk te verbeteren.

Door een grondige renovatie, waarbij isolatie van daken, muren en vloeren wordt aangepakt, en het vervangen van beglazing en warmte-opwekkingssystemen, kan de energieprestatie van de villa aanzienlijk verbeterd worden. Een doorgedreven renovatiestrategie zou het energieverbruik kunnen terugbrengen tot 145 kWh/(m².a), wat overeenkomt met label B.

Ondanks belangrijke inspanningen is zelfs het tussenscenario onvoldoende om volledig fossielvrij te kunnen worden. Als er meer doorgedreven isolatiemaatregelen worden gerealiseerd, dan wordt het mogelijk om met een geothermische warmtepomp de opportuniteit van de landelijke ligging te benutten. Ook dan blijft het vereiste verwarmingsvermogen hoog en beslaan de grondboringen een relatief grote grondoppervlakte.



9 WONING ROELANTS, LENNIK

9.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING



Figuur 156: Positie van het gebouw op een lokale heuveltop, uitkijkend over het open landschap.

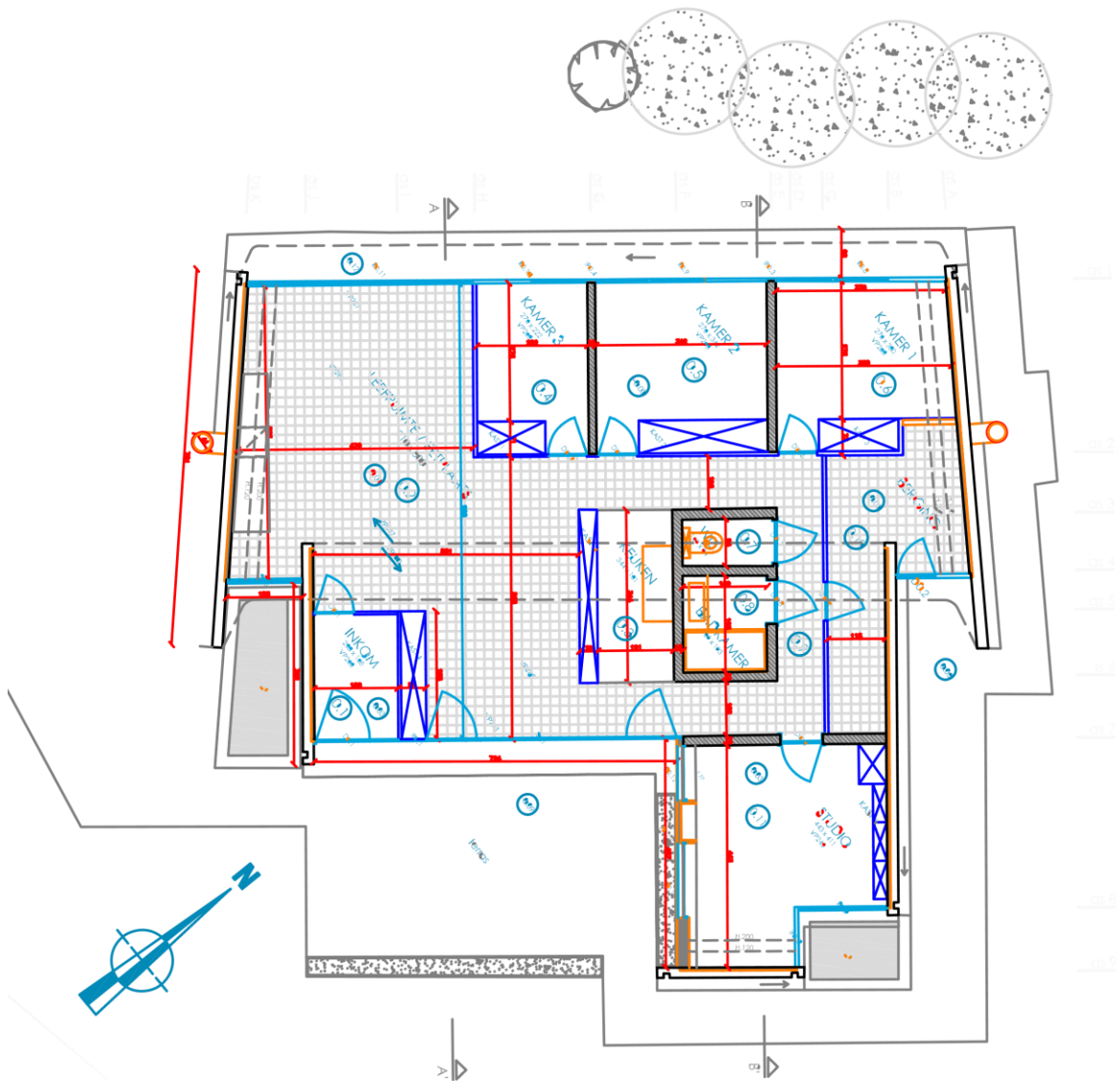
Uit het beschermingsdossier (Modernistisch woonhuis van Maurice Roelants | Inventaris Onroerend Erfgoed, Greta Paesmans):

“In 1962 liet schrijver Maurice Roelants een eigen woning ontwerpen door de vooruitstrevende architect Willy Van Der Meeren. De woning is geïsoleerd ingeplant op de Tomberg, te midden van een agrarisch landschap, ten zuiden van de Ninoofsesteenweg. De woning ligt geïsoleerd op een heuvel, de Tomberg, met een weids uitzicht op de landelijke omgeving. Ter hoogte van de straat, ingewerkt in de terreinhelling bevindt zich de garage. Van hieruit leidt een voetpad naar de oost georiënteerde voorzijde van de woning.

De ligging, het uitzicht - twintig kilometer ver - en de eenheid met de natuur brachten volgens Van Der Meeren met zich mee dat er speciale aandacht moest worden besteed aan het gevoel van veiligheid van de bewoners. Hier bood de eivormige schaal tal van uitkomsten. De meest hellende schaal is naar het westen gericht en maakt dat de snel en laag aanscherende wolken als het ware geen vat hebben op het dak. Wel kan men deze wolken zien verdwijnen naar het oosten door de spleet tussen de twee schalen. Men leeft dus binnen mee met het wolkenspel (...) Het huis staat boven op een heuvel met een



schitterend uitzicht naar alle kanten. Als toeschouwer ondergaat men het huis en het landschap als een eenheid, van binnenuit voelt men zich echter deel uitmaken van die eenheid."



Figuur 157: Grondplan (restauratie Callebaut Architecten, 2018)

De woning bestaat uit twee, in elkaar grijpende, tot op de grond doorgetrokken (dak)schalen in gewapend beton met verloren bekisting van zichtbaar gelaten, aarden potten waartussen de hoofdbewapening is aangebracht. Beide schalen waren oorspronkelijk geïsoleerd met een 8 cm dikke Argexlaag die aan de buitenzijde waterdicht werd geplastificeerd. Waar beide schalen elkaar bovenaan raken is een smalle, horizontale lichtstrook uitgespaard. De enige twee, respectievelijk oost en west georiënteerde "gevels" waren samengesteld uit houten raamelementen opgevuld met gebakliseerde triplexplaten met een laag isolatie en een spaanderplaat aan de binnenkant. De opengaande delen bestaan uit stalen schrijnwerk met dubbele beglazing.

Het volume wordt aan weerszijden geflankeerd door een schoorsteen, een dubbele Eternitbuis die op grondhoogte is volgebetonneerd en via een horizontaal verbindingstuk aansluit op het rookkanaal van de centrale verwarming in de zijwand, en aan de andere zijde op de open haard. Het regenwater



wordt opgevangen door een uitgespaarde gleuf aan de buitenrand van de betonschalen en loopt verder via een open goot, op de grond onder de vensters, richting waterput.



Figuur 158: Twee in elkaar grijpende betonschalen, met invulling in licht schrijnwerk. Links de schouw van de open haard, rechts de schouw van de oorspronkelijke installatie voor warmteopwekking.



Figuur 159: Binnenafwerking van de betonnen schalen met een keramische tegel. Let op de open haard in het linkerbeeld, en de vloertegels in de leefruimte en inkom.

Bij de planindeling ligt de klemtoon én op een praktische organisatie én op een ruimtelijke samenhang van de verschillende onderdelen en dit zonder afbreuk te doen aan de mogelijkheid tot afzondering. Centraal in de woning ligt het gesloten blok van badkamer en toilet met aansluitend de keuken, visueel gescheiden van de eetruimte door een kastenwand. Daar rond gegroepeerd liggen aan westzijde de drie slaapkamers en de zithoek, aan noordzijde de remise en aan noordoostzijde het uitspringende volume van de bibliotheek en werkruimte. Een beglaasd inkomsas verzorgt de toegang. De sfeer van de binnenruimte wordt bepaald door de zichtbaar gelaten draagstructuur van beton, de witgeschilde bakstenen tussenwandjes en de schuin aflopende zoldering van aarden potten.



De bevoering bestaat overwegend uit oude tegels in blauwe hardsteen en dit in combinatie met een antracietkleurig vast tapijt in de slaapkamers en een witte granitotegel in de keuken. Dubbelzijdige kastenwanden in kerselaarhout met houten handgrepen vormen de scheiding tussen slaapkamers, woonruimte en remise. Tegen de wand van de zithoek bevindt zich een lage gemetselde bank waarboven de metalen rookkap van de open haard. In het bureau/bibliotheek bleef een houten, lage bibliotheekkast bewaard. De badkamer is afgewerkt met Jura-stone tegels en met een uit drie stroken samengesteld vals plafond: een matglazen plaat voor dag- en kunstverlichting, een verluchttingsplaat in aluminium boven het bad en voor de rest een gebakeliseerde houten plaat. In het toilet bestaat het plafond uit een dubbele matglazen plaat die voor verlichting moest zorgen.

Na de restauratie kreeg de woning een kantoorfunctie (bezetting 6-8 medewerkers). De studio is een individueel kantoor geworden, en de leefruimte een landschapskantoor. De overige kamers worden gebruikt als bergruimte.

9.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

9.2.1 OMGEVING

- De positie op de top van de heuvel laat een waardevol wijds uitzicht over de vallei toe.

9.2.2 EXTERIEUR

- De specifieke dakvorm met in elkaar grijpende schalen met een uitgespaarde gleuf aan de buitenrand van de betonschalen voor regenafvoer;
- Het slanke houten invulschrijnwerk;
- De twee zijdelingse cilindrische schouwen.

9.2.3 INTERIEUR

- De tegelvloer in de dagzone;
- De keramische plafondafwerking;
- Het meubilair en de organisatie van de ruimten.

9.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

9.3.1 BASISINFO

De energetische analyse start met een inschatting van het energieverbruik voor de huidige kantoorfunctie van de woning. Rekening houdend met de reële gebruikskarakteristieken is het voorspelde gasverbruik volgens de dynamische energiebalanssimulatie (22.805 kWh/a) 15 % lager dan het reële gasverbruik (26.950 kWh/a). Rekening houdend met de onzekerheid rond de aard van het kantoorgebruik is dit een aanvaardbaar verschil.

Als in dit model de kantoorfunctie verandert naar een woonfunctie (gezin met twee gepensioneerde volwassenen) dan stijgt het voorspelde gasverbruik naar 33.117 kWh/a. De gestegen gebruiksduur (van 5 dagen per week naar 7 dagen per week) en de verminderde interne warmtewinsten zijn hiervan de oorzaak.



9.3.2 ANALYSE VAN DE BESTAANDE INSTALLATIES

Wat **warmteopwekking** betreft werd de woning oorspronkelijk verwarmd met een gasgestookte opwekkingsinstallatie die was opgesteld in de berging. Recent werd een naastliggend paviljoen gebouwd, waarin een nieuwe condenserende gasketel werd opgesteld, die zowel de woning als het paviljoen van warmte voorziet.

De kantoorfunctie wordt gekenmerkt door interne warmtewinsten die significant hoger zijn dan in een woonfunctie, maar de gebruiksuren zijn beperkter (geen nacht- en weekendverblijf) en de keuken- en badkamerfunctie zijn sterk gereduceerd.



Figuur 160: Naastliggend paviljoen met de nieuwe warmteopwekkingsinstallatie (condenserende gasketel).

De installaties voor **warmte-afgifte** zijn originele, eerder standaard lamellenradiatoren, die ruim gedimensioneerd zijn. Er is een nieuwe plaatradiator geplaatst in de circulatiezone.

De verluchting van het sanitaire blok werd verzekerd door een sterke elektrische ventilator met regelbaar debiet.

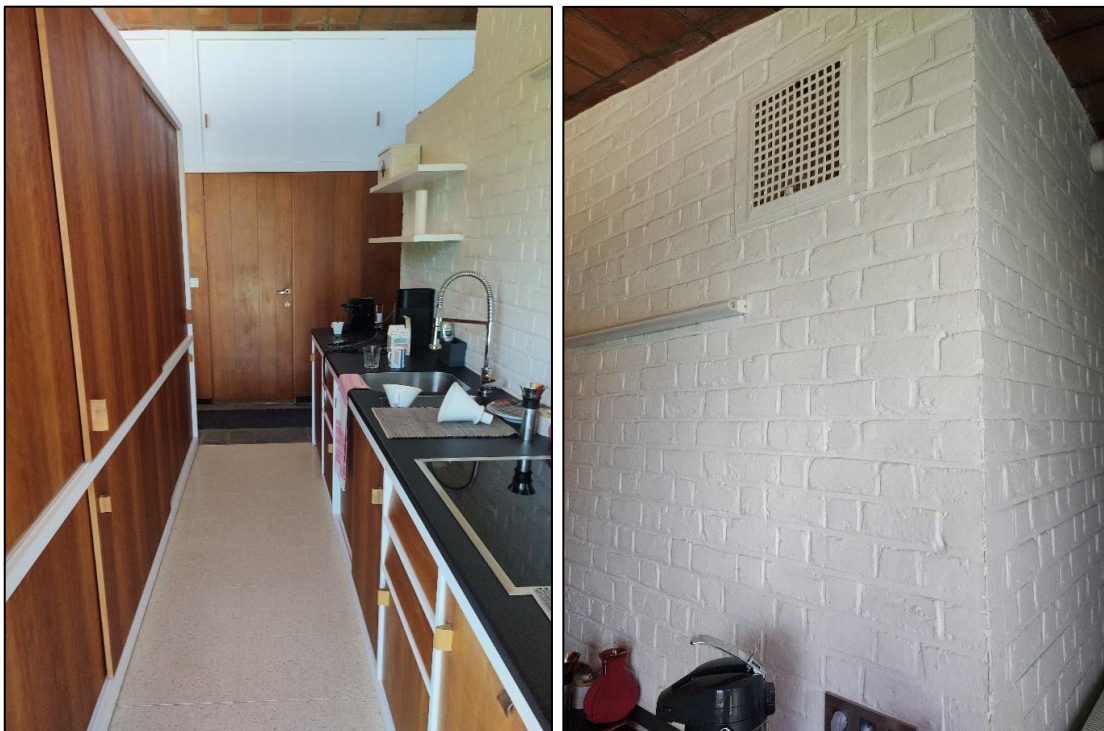


Figuur 161: Afblaas van het ventilatiesysteem dat in het sanitaire blok is geïntegreerd. De afblaas bevindt zich in de overlap tussen de twee betonschalen.





Figuur 162: Circulatieruimte met links het sanitair blok, en rechts de toegang naar de berging. In het sanitair blok is een verlaagd plafond (rechts) waarboven de ventilatie installatie is geplaatst.



Figuur 163: Open keukenblok aansluitend op de leefruimte. Recht: extractierooster in de keuken, aansluitend op het sanitaire blok.



9.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

9.4.1 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE DAKEN

In de huidige toestand werd het isolatiepakket op de betonschalen beperkt tot vijf centimeter om de randdetaillering slechts beperkt te moeten aanpassen. Omdat de betonschalen het belangrijkste verliesoppervlak vertegenwoordigen wordt voorgesteld om het dakvlak nog verder met vijf centimeter extra uit te dikken tot de huidige standaard (U-waarde $< 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$).



Figuur 164: Tijdens de restauratie van 2018 (tussenscenario) werd omwille van de verhoging van de thermische isolatiekwaliteit het dak licht uitgedikt waardoor het vlak van het dak vijf centimeter hoger ligt dan de bovenkant van de gootrand. In het maximaal scenario energetische renovatie wordt nog een bijkomende dikte van vijf centimeter toegevoegd aan het dakvlak.

9.4.2 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE VLOEREN

De vloeren met keramische tegels worden ongemoeid gelaten, maar de ruimten met tapijtafwerking (studio en slaapkamers) kan worden voorzien van een vloerisolatielaag van 8 cm bovenop de vernieuwde en verdiepte betonplaat. (U-waarde $< 0.24 \text{ W/m}^2\text{K}$). In deze ruimten wordt geen vloerverwarming voorzien, maar kunnen de ruim gedimensioneerde originele radiatoren behouden blijven.

9.4.3 RENOVATIE-OPTIES VOOR DE GEVELS

De isolatielaag in de invulpanelen kan worden vervangen door een hoogperformante aerogel isolatielaag (richtmerk Bluedec SL). Recuperatie van de bestaande buitenpanelen is mogelijk.



9.4.4 RENOVATIE-OPTIES VOOR HET SCHRIJNWERK

De enkele en dubbele beglazing kan worden vervangen door hedendaags selectief HR++ glas (U-waarde glas $< 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $g \leq 0.4$) in houten schrijnwerk. Deze vervanging biedt ook de opportuniteit om lucht- en regendichtingen rond het schrijnwerk correct te plaatsen. Voor de luchtdichtheidseis wordt een n_{50} -waarde van 1 1/h als richtwaarde gehanteerd.

De vervanging van een beglazing zonder low-e coating, door een beglazing met low-e coating is delicaat om dat de reflectie-eigenschappen (en kleur) veranderen, en zo ook het beeld van het gebouw. Om dit effect te minimaliseren combineren we twee eisen aan de beglazing: (1) de glasbladen worden uitgevoerd als low iron (AGC Clearvision, SGG Diamant) en (2) er worden eisen gesteld aan de kleur van de reflectie. We stellen voor een samenstelling 6/15/6 beglazing volgende kleureisen voor: $|a| < 1.8$, $|b| < 3.5$, visuele doorlaat $> 72 \%$, visuele reflectie buitenzijde $< 14\%$ (richtmerk AGC Energy N on Clearvision).

9.4.5 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

In tabel 25 worden de schilmaatregelen gedocumenteerd. Er wordt met drie scenario's gewerkt: de oorspronkelijke toestand, de huidige toestand (na restauratie 2018) en een energetische renovatie.

Tabel 25: Thermische eigenschappen van de schil voor de drie scenario's. Het K-peil evolueert van K206 (oorspronkelijk scenario) over K118 (huidig scenario) tot K29 (doorgedreven scenario energetische renovatie). De verliesoppervlakte bedraagt 459 m^2 , het volume bedraagt 461 m^3 .

	Basisscenario (oorspronkelijke situatie)	Tussenscenario (huidige situatie)	Doorgedreven scenario
Betonschaal dak en wand	4 cm uitvulbeton met lichte toeslagstoffen $U = 2.25 \text{ W/m}^2\text{K}$	4 cm uitvulmortel en 5 cm vermiculietchape $U = 1.53 \text{ W/m}^2\text{K}$	4 cm uitvulmortel 10 cm PIR isolatie $U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tegelvloer	geen isolatielaag $U = 0,78\text{W/m}^2\text{K}$	geen isolatielaag $U = 0,78\text{W/m}^2\text{K}$	8 cm PUR $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vloer met tapijt	geen isolatielaag $U = 0,78\text{W/m}^2\text{K}$	5 cm XPS $U = 0,38\text{W/m}^2\text{K}$	8 cm PUR $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
Opake schrijnwerkelementen	2 cm PUR $U = 1.30 \text{ W/m}^2\text{K}$	2 cm aërogel $U = 0,71 \text{ W/m}^2\text{K}$	6 cm aërogel $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
Beglazing	Enkele beglazing $U = 6.0 \text{ W/m}^2\text{K}$	Dubbele beglazing $U = 1.70 \text{ W/m}^2\text{K}$	Low-e dubbele beglazing $U = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$



9.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

9.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

In de zones met tegelvloer is het niet haalbaar bijkomende afgifte-elementen te integreren. In de zones met tapijt zijn de radiatoren voldoende groot gedimensioneerd om ook bij verlaging van de buitentemperatuur een correcte binnentemperatuur te realiseren. In de huidige functie treedt door de hoge interne warmtewinsten van mensen en ICT-apparatuur belangrijke oververhitting op. Nochtans volstaan de beschikbare dwarsventilatiemogelijkheden in combinatie met het overstek van de betonschalen om bij een woonfunctie een aanvaardbaar zomercomfort te realiseren.

criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem		
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	ja, beperkt	De meeste radiatoren zijn eerder standaard lamellenradiatoren. Er is een nieuwe bijkomende plaatradiator geplaatst in de circulatiezone.
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	ja	Waar keramische vloertegels zijn (in combinatie met de keramische plafondtegels) moeten die behouden blijven. In de slaapkamers kan het tapijt eventueel vervangen worden.
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	
Aanwezigheid van een waardevolle plafonddafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan	
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:		
mogelijkheid om op lage temperatuur te verwarmen		
mogelijkheid om te koelen indien gewenst - Hulpvraag: Is er in de woning kans op oververhitting volgens het EPC of volgens de bewoners?	ja	De oververhitting hangt samen met de huidige hoge kantoorbezetting.
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit afgiftesysteem veroorzaakt:		
impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		
deelscore erfgoed		
deelscore energie		
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort		
eindbeoordeling		
afgifte-elementen		
bestaande afgifte-elementen behouden	voorkeur	+ - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	voorkeur	± - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	niet weerhouden	- - +
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	niet weerhouden	- + ±
vloerverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
plafondverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
wandverwarming plaatsen	niet weerhouden	- + +
binneneenheid(s) van LL-warmtepomp plaatsen	niet weerhouden	- + ±
		erfgoed energie omgeving

Figuur 165 resultaten afwegingsschema afgiftesysteem (gevalstudie woning Roelants)

9.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

Een goede binnenluchtkwaliteit (vocht, geur, CO₂, verontreinigingen, ...) vraagt om een correct gedimensioneerd ventilatiesysteem. Het invulschrijnwerk laat toe om regelbare natuurlijke ventilatiemogelijkheden discreet te integreren.

Het buitenliggende schouwkanaal van de oorspronkelijke stookinstallatie kan ingezet worden als afblaaskanaal.

De ventilatieunit (ventilatiesysteem D) kan ingebouwd worden boven de bestaande natte cel, waar nu al een verlaagd plafond aanwezig is, met een bestaande connectie met de leefruimte (Figuur 162). De verse luchtname kan gebeuren via de oorspronkelijke schouw van de verwarmingsketel, de afblaas kan gebeuren via het bestaande traject met uitmonding tussen de twee betonschalen. In de vloer van de open mezzanine tussen sanitair blok en berging kunnen horizontale kanaaltrajecten ingebouwd worden voor pulsie in slaapkamers en studio, en voor de verse luchtname vanuit de bestaande schouw van de verwarmingsketel. Op deze manier blijft de ruimtelijkheid van de zichtbare plafondschaal maximaal behouden. De extractie gebeurt in het sanitaire blok, en via het afzuigrooster in de keuken (aansluitend op het sanitaire blok) (richtmerk Zehnder Comfoair).



criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja, eventueel	Het houten invulschrijnwerk (beglazing, invulpanelen en opengaande delen) laat de inbouw van toevoerroosters toe, met beperkte visuele impact.
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	ja	De badkamerventilator heeft een uitlaat in de zone tussen de twee dakschilden.
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	nee	
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja, eventueel	Grotere roosters kunnen eventueel ingebouwd worden in de zone tussen de twee dakschilden (waar de huidige badkamerventilator uitmondt).
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	Er is een voldoende grote berging.
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	ja	De originele leefruimte wordt nu gebruikt als kantoor met hoge bezetting.
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	moelijk in te schatten	Er is een buitenliggend schouwkanaal voor de open haard in de leefruimte, en een buitenliggend schouwkanaal voor de bestaande gasketel. Deze schouwkanalen kunnen buiten gebruik genomen worden.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	maak uw keuze	Er is slechts 1 bouwlaag.
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	Er is een inbouwblok met badkamer, toilet en een aanliggende keuken. In deze zone, en in de aanliggende circulatiezone zijn horizontale trajecten mogelijk. De tegels van de verloren bekisting van het dak moeten zichtbaar blijven.
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmteterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvuiling of overlast door buitenlawaai (industrielawaai, verkeerslawaai)?	landelijk	Zeer landelijke omgeving.
Impact op lawaaioverlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

deelscore erfgoed		
deelscore energie		
deelscore leefmilieu		
eindbeoordeling (klap kolom E tot K open)		

eindbeoordeling systemen		erfgoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	± ± +
systeem D cascade	voorkeur	± ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	mogelijk	+ - -
systeem C	mogelijk	± - ±
systeem C hal	mogelijk	± - ±

Figuur 166 resultaten afwegingsschema ventilatie (gevalstudie woning Roelants)



9.5.3 AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKER

De grote tuin biedt uitstekende mogelijkheden voor een geothermische warmtepomp. Het perceel is goed bereikbaar voor grote machines. De geothermische warmtepomp kan opgesteld worden in de berging, waarbij de onderzijde van het buitenliggende schouwkanaal een opportuniteit biedt voor de doorvoer van leidingen. Als alternatief kan een lucht-water warmtepomp opgesteld worden, op voldoende afstand van het gebouw.

criteria	antwoord	duiding
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	De impact op de gevels is te groot.
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	Het dak laat geen buitenopstelling toe door zijn specifieke vorm.
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	ja	De twee buitenliggende schouwkanalen bieden een opportuniteit.
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	nee	De impact op de gevels is te groot.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	nee	Er is een berging die voldoende groot is.
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?	ja	
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	Er is in de directe nabijheid een bijkomend gebouwdeel geplaatst, waar een opstelling mogelijk is.
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	De beplanting bevindt zich langs de randen van het perceel. Er is geen vermoeden van archeologische onderlagen.
Is het vinden van een potentiële positie mogelijk?		
Is er een opstelruimte binnen?		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		



Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	ja	De oververhitting hangt samen met de huidige hoge kantoorbezetting.
deelscore energie:		
criterium 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Hoeveelheid (en type) koelmiddel		
Impact op de akoestische druk op de buitenomgeving	landelijk	
Impact op lawaaioverlast in de woning		
Invloed op luchtkwaliteit in de buurt	landelijk	
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort:		

deelscore erfgoed		
deelscore energie		
deelscore omgeving/leefmilieu/comfort		
eindbeoordeling (deze wordt automatisch ingevuld op basis van uw keuze hieronder)		

klaar voor 2050	eef uw keuze hieronder aan	erfgoed energie omgeving
lucht/lucht warmtepomp	mogelijk	- - -
warmtepompboiler	mogelijk	+ + ±
lucht/water split gebouwgebonden	mogelijk	- ± -
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	± ± -
lucht/water monoblock gebouwgebonden	niet weerhouden	- ± ±
lucht/water monoblock perceelgebonden	voorkeur	+ ± ±
water/water verticaal	voorkeur	± + ±
water/water horizontaal	voorkeur	± + ±
zonnepanelen - thermisch	niet weerhouden	± + +
zonnepanelen - elektrisch	niet weerhouden	± + +
warmtenet	niet weerhouden	+ ± +
tijdelijke oplossingen		
biomassaketel	mogelijk	+ ± ±
hybride warmtepomp	mogelijk	± ± -
condenserende gasketel	mogelijk	+ - ±

Figuur 167 Afwegingskader opwekker (gevalstudie woning Roelants)

9.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

In de volgende schema's worden de paden gevisualiseerd voor de drie scenario's in drie verschillende kleuren: roze voor het basisscenario, geel voor beperkte verbeteringen en groen voor doorgedreven isolatie.

In het **basisscenario** is een hoge temperatuurverwarming vereist. We behouden de bestaande gasketel (in het naastliggende gebouw). Deze kan evenwel tot een hybride systeem worden uitgebreid door een koppeling met een lucht-water warmtepomp. Tijdens de tussenseizoenen en in de zomer kan de warmtepomp de warmteproductie dan op een koolstofvrije manier overnemen. Gedurende de koudere wintermaanden kan de gasketel bijspringen, zodat het comfort in de winterperiode niet wordt gehypothekeerd.

De maatregelen in het **tussenscenario** (en bij uitstek het **doorgedreven scenario**) laten lage temperatuurverwarming wel toe. Bij het tussenscenario is de interventie van een expert wenselijk. Deze persoon kan de detailberekening maken om correct in te schatten of het comfortniveau bij omschakeling naar lage temperatuur voldoende gewaarborgd blijft.

In het tussenscenario wordt in de tuin, op een afstand van de woning, een hoge temperatuur lucht-water warmtepomp geplaatst.

In het lage temperatuurscenario is een geothermische water-waterwarmtepomp een logische keuze: er is een geschikte opstelplaats binnen, en de tuin is groot en toegankelijk, wat toelaat verticale boringen (drie boorputten) te plaatsen.

De opwekkingssystemen laten ook de productie van sanitair warm water toe. De woning is klein, de vraag dus beperkt, zodat we voor deze optie gaan.

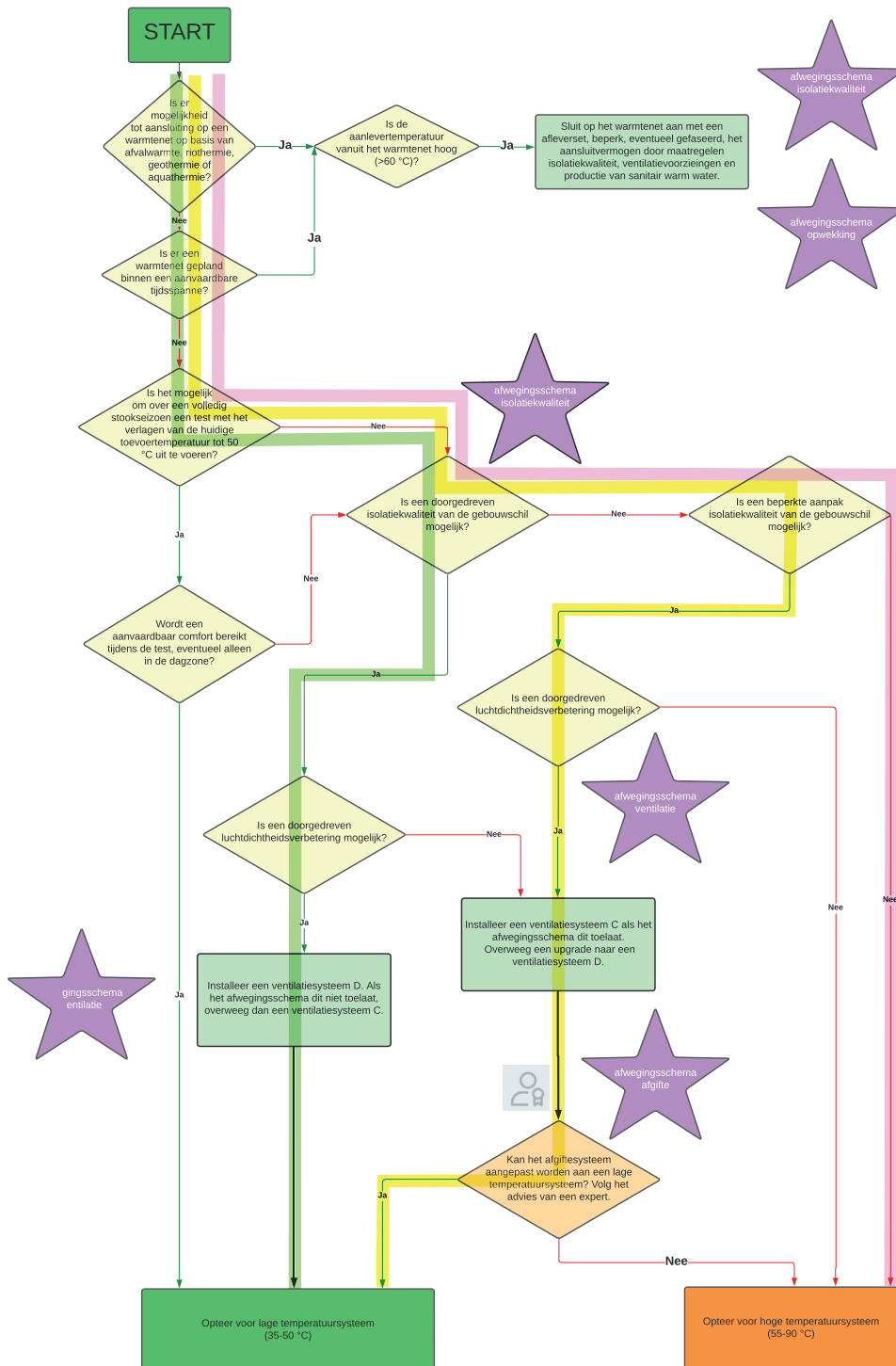
Zonnesystemen zijn op het dak onmogelijk zonder onaanvaardbaar verlies van de erfgoedwaarde, zoals naar voor komt uit de afwegingsschema's. Een fotovoltaïsch systeem opgesteld op het maaiveld langs de rand van het perceel is wel mogelijk.

De radiatoren zijn in deze scenario's voldoende groot om het verwarmingsvermogen te leveren. Een bijkomende vloerverwarming in de ruimten met tapijt is niet nodig. Het perceel is eenvoudig bereikbaar voor de boorinstallaties. Het resultaat is een spectaculaire daling van het gebouwgebonden primair energieverbruik van 228 kWh/(m².a) naar $2.5 \cdot 28 = 70$ kWh/(m².a).

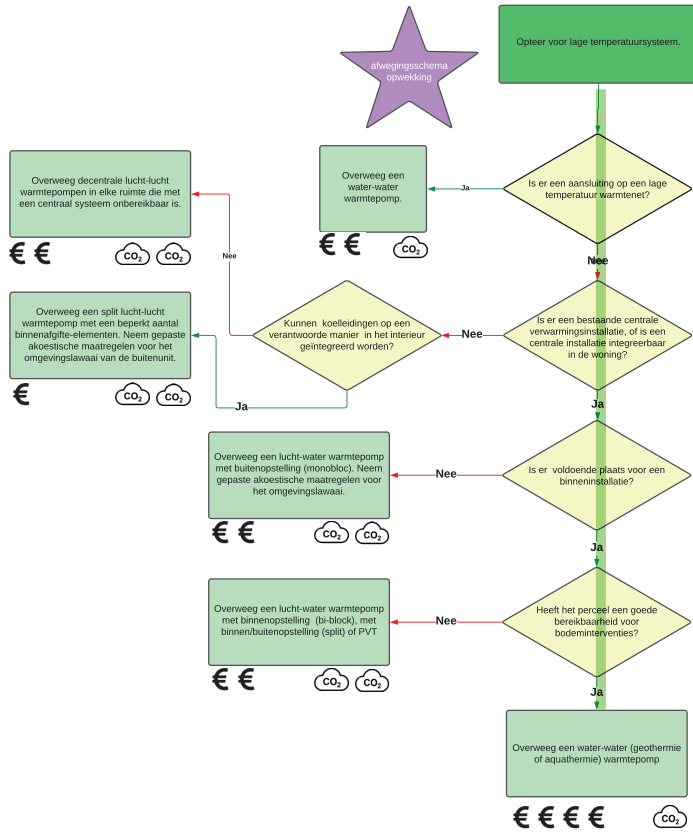
In de oorspronkelijke situatie is een hoge temperatuur water-water warmtepomp onvermijdelijk. Alternatief kan geopteerd worden voor een hybride warmtepomp, in combinatie met de bestaande gasgestookte warmteopwekking.



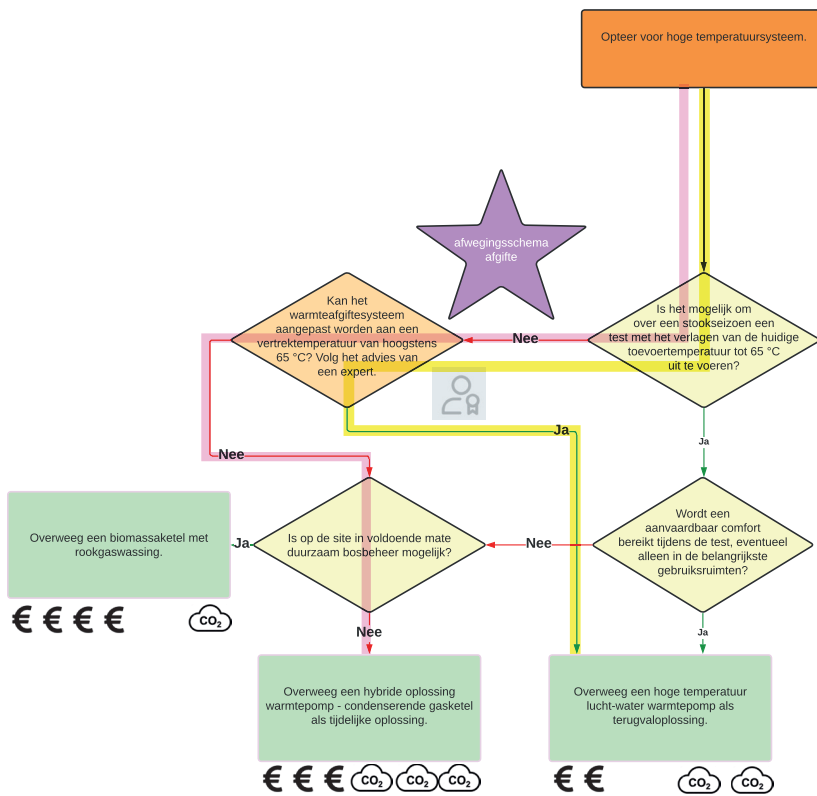
9.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE- TEMPERATUURNIVEAU



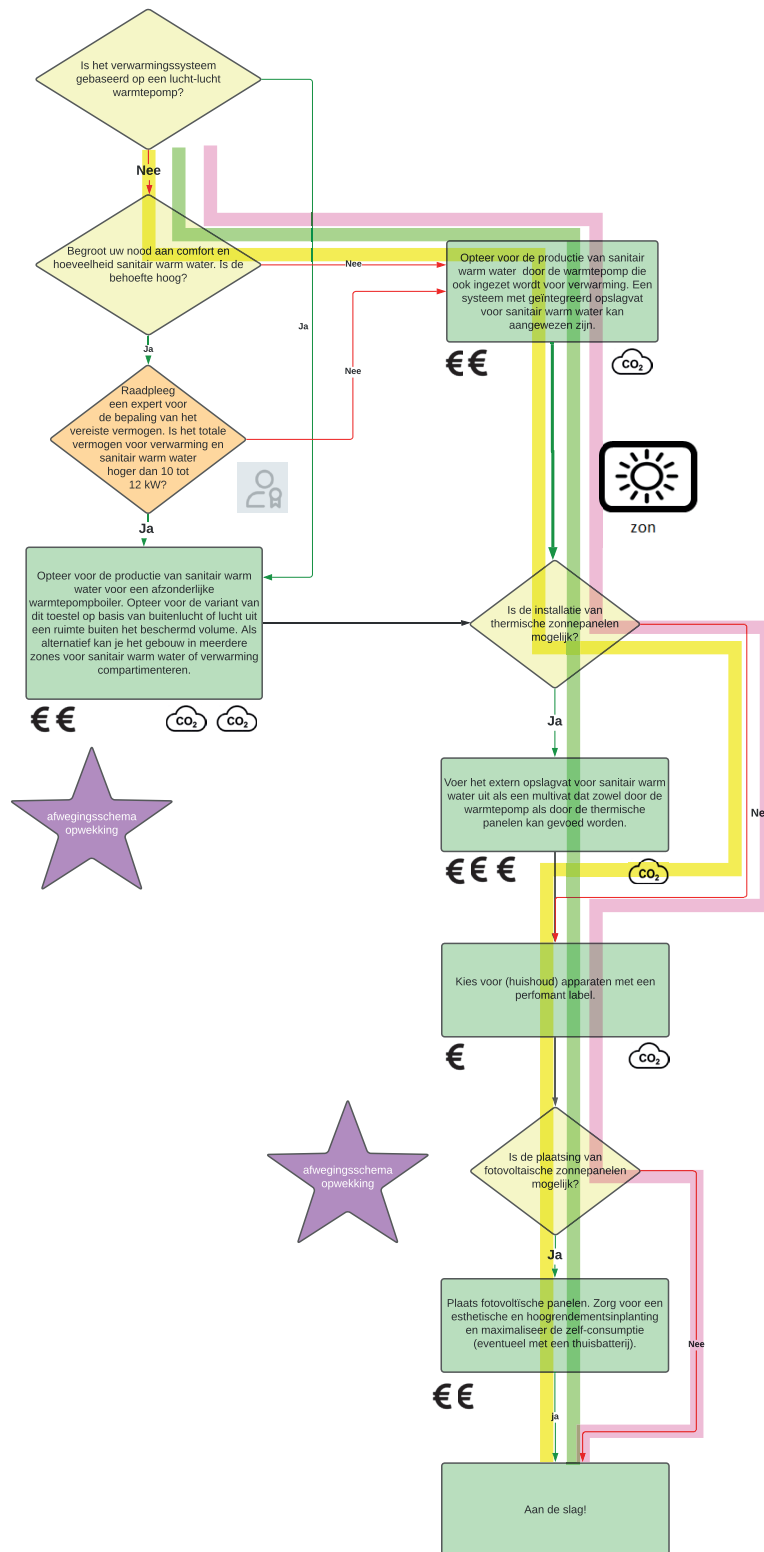
9.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



9.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



9.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN



9.7 ANALYSE DYNAMISCHE ENERGIEBALANSSIMULATIE

Er wordt een dynamisch simulatiemodel gebruikt om het energieverbruik te voorspellen gedurende een gemiddeld klimaatjaar.

Voor de **oorspronkelijke toestand** wordt een piekvermogen van 25 kW (Figuur 168) bekomen, en een gasverbruik van 50140 kWh/a bij gebruik van het gebouw als woning.

In de huidige toestand (**tussenscenario**) volstaat een vermogen van 17 kW, en daalt het energieverbruik met 15 %. Dit vermogen is eerder hoog om met een warmtepomp in te vullen.

Het is alleen in het derde **maximaal scenario** met een doorgedreven energetische renovatie dat het vermogen daalt tot ongeveer 6 kW (voor een geothermische water-water warmtepomp komt dat overeen met 2 à 3 boorputten), en zo een realistische optie wordt. Het bijhorende gebouwgebonden elektriciteitsverbruik voor verwarming daalt tot ongeveer 4000 kWh/a.

Analyse woning Roelants				
	Oorspronkelijke toestand	Huidige toestand	Energetische renovatie	
Piekvermogen verwarmingsinstallatie	24.4	16.5	6.2	kW
Reëel gasverbruik gebouwgebonden kantoor KANTOOR (dynamische simulatie)		26971		kWh/jaar
Gasverbruik gebouwgebonden kantoor	38126	22805	3387	kWh/jaar
Verwarmingsinstallatie	Condenserende gasketel	Condenserende gasketel	Geothermische	
Ventilatieinstallatie	geen	systeem C vraaggestuurd	systeem D vraaggestuurd	
GEZINSWONING (dynamische simulatie)				
Gasverbruik gebouwgebonden gezin	50140	33117	0	kWh/jaar
Elektriciteitsverbruik gebouwgebonden	0	537	4041	kWh/jaar
Elektriciteitsverbruik niet gebouwgebonden	3000	3000	3000	kWh/jaar
Gasverbruik gebouwgebonden gezin	346	228	0	kWh/m ² .jaar
Elektriciteitsverbruik gebouwgebonden	0	4	28	kWh/m ² .jaar

*Figuur 168: Resultaten van de dynamische simulatie voor de drie scenario's. Tegenover de huidige toestand daalt het gebouwgebonden primair energieverbruik met 70% (4041*2.5/33117) (gezinsfunctie).*

9.8 ANALYSE EBECs

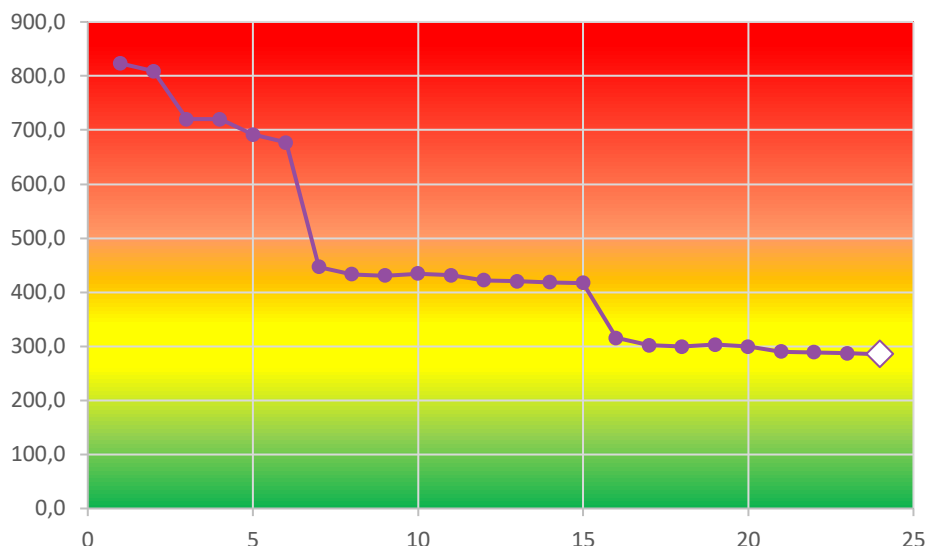
9.8.1 OORSPRONKELIJKE ISOLATIESCHIL

De woning in oorspronkelijke toestand (condensatieketel op aardgas) heeft een F-label en een EPC-kengetal van 851,4 kWh/m². Er zijn in dit scenario in totaal nog 24 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 169, bevat enkel een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 823,1 kWh/m². Deze oplossing maakt nog steeds gebruik van fossiele brandstoffen voor ruimteverwarming en warm water.

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem D, een water/water warmtepomp met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een C-label met EPC-kengetal van 285,2 kWh/m². Dit is ook het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.

////////////////////////////////////



Figuur 169: spreiding EPC-kengetal van de huidige toestand van woning Roelants met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 26: EBECS-resultaten huidige isolatieschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	F	851,4
Hoogste EPC-kengetal	F	823,1
Volgens beslissingsboom	C	285,2
Best mogelijke EPC-kengetal	C	285,2

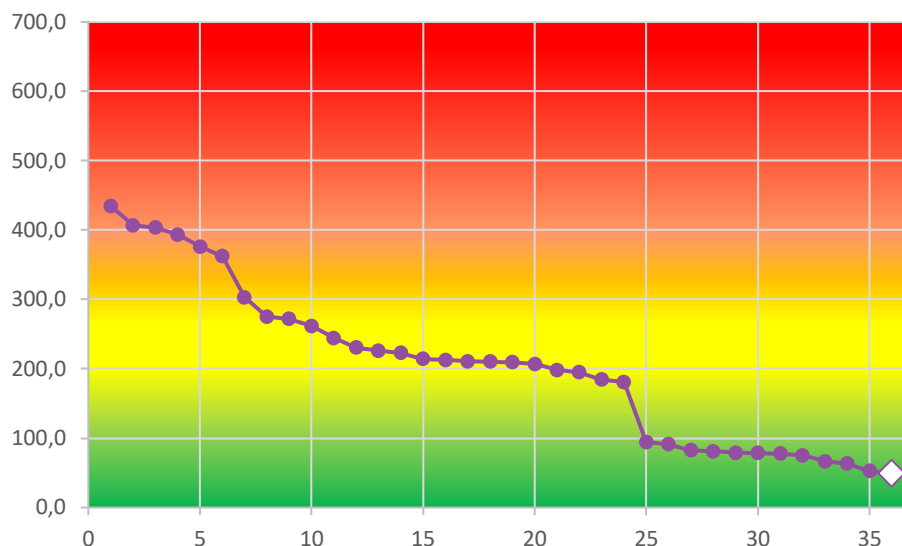
9.8.2 HUIDIGE TOESTAND ISOLATIESCHIL NA RENOVATIE

In het **beperkt geïsoleerde scenario** (dat overeenkomt met de huidige toestand na renovatie) heeft de woning een E-label en een EPC-kengetal van 434,6 kWh/m². In deze situatie gaan we uit de huidige gasgestookte condensatieketel. In dat geval zijn er in totaal nog 35 combinaties van technische installaties mogelijk.

De **minimale interventie op de technische installaties**, links op Figuur 170, omvat alleen een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Hier is het bestaande verwarmingssysteem nog steeds van toepassing. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een E-label met EPC-kengetal van 407,0 kWh/m².

De **interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal** bevat ook in dit geval een ventilatiesysteem D, een water/water warmtepomp met een zonnecollector en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 49,2 kWh/m². Dit is niet toevallig het technisch systeem dat voortkomt uit de beslissingsboom. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.





Figuur 170: spreiding EPC-kengetal van de beperkt geïsoleerde toestand van woning Roelants met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 27: EBECs-resultaten beperkte isolatieschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	E	434,6
Hoogste EPC-kengetal	E	407,0
Volgens beslissingsboom	A	49,2
Best mogelijke EPC-kengetal	A	49,2

9.8.3 MAXIMALE INTERVENTIE ISOLATIESCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE

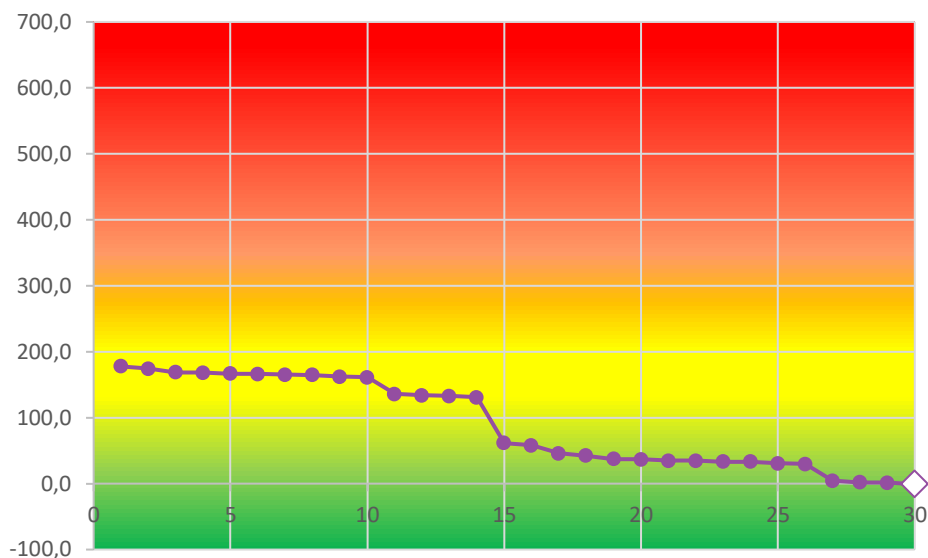
Wanneer alle isolatiemaatregelen worden geïmplementeerd die mogelijk zijn **met** behoud van erfgoedwaarde (scenario energetische renovatie), zou de woning een B-label en een EPC-kengetal van 177,7 kWh/m² behalen. In deze situatie blijven we nog steeds uitgaan van een condensatieketel op aardgas en geen ventilatiesysteem.

Er zijn in dit geval er in totaal nog 29 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 171, bevat enkel lucht/lucht warmtepomp. Deze oplossing maakt nog steeds gebruik van aardgas voor sanitair warm water. Dat resulteert in een B-label met EPC-kengetal van 174,1 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem C, een water/water warmtepomp met een zonnepaneel en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een A+-label met EPC-kengetal van -1,0 kWh/m². Dit is gelijkaardig aan de klimaatinstallatie die voortkomt uit de beslissingsboom, op uitzondering van het ventilatiesysteem. Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.





Figuur 171: spreiding EPC-kengetal van de maximaal geïsoleerde toestand woning Roelants met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 28: EBECS-resultaten maximaal geïsoleerde gebouwschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Maximaal geïsoleerd	B	177,7
Hoogste EPC-kengetal	B	174,1
Volgens beslissingsboom	A+	-1,0
Best mogelijke EPC-kengetal	A+	-1,0

9.9 CONCLUSIE

Bij de recente restauratie in 2018 door Callebaut Architecten werd bijzondere aandacht besteed aan het behoud van de erfgoedwaarde van de woning, terwijl tegelijkertijd werd gestreefd naar een verbetering van de energieprestaties. Het grondplan en de interne organisatie van de ruimtes bleven grotendeels intact, waardoor de originele sfeer en de ruimtelijke dynamiek behouden zijn gebleven. De betonnen schalen en de specifieke materialen zoals de keramische tegels en het houten schrijnwerk bleven prominent aanwezig in het interieur.

Energetisch gezien kent de woning een transitie van een oorspronkelijk hoge energiebehoefte naar een aanzienlijk efficiëntere situatie na de restauratie. De invoering van een condenserende gasketel en verbeterde isolatiematerialen hebben al een significante eerste reductie van het energieverbruik mogelijk gemaakt. Desalniettemin kunnen er verdere stappen voor energetische renovatie gezet worden, zoals de toevoeging van extra dakisolatie, vloerisolatie in de slaap- en studioruimtes, en de vervanging van het bestaande schrijnwerk door modern HR++ glas, hoewel deze laatste maatregel moeilijk ligt vanuit erfgoedstandpunt. Deze maatregelen zouden het energieverbruik nog verder kunnen verminderen, wat past in de veranderde functie van de woning naar een kantoorruimte met een andere energieprofiel dan een traditionele woonfunctie.

Een belangrijke overweging voor de toekomst is de integratie van een geothermische water-water warmtepomp, die, samen met de reeds aanwezige gasketel, een hybride verwarmingssysteem kan



vormen. Deze combinatie biedt een duurzame oplossing voor de verwarmingsbehoefte van de woning, passend binnen de historische context zonder afbreuk te doen aan de erfgoedwaarde. Daarnaast biedt de ruime tuin mogelijkheden voor de installatie van de benodigde boorputten, waardoor de implementatie van dit systeem technisch haalbaar is.

Door een bijgebouw in te zetten voor de plaatsing van nieuwe technische installaties, zoals hier gebeurde in het naastliggende paviljoen, blijven de ruimtes van het originele pand bewaard.

De overstap naar een warmtepomp als warmteopwekker is echter enkel haalbaar wanneer de isolatieschil zwaarder wordt aangepakt dan in de recente renovatie. De woning ligt op een heuveltop, met zeer beperkte bescherming door groen. Het realiseren van een goede luchtdichtheid van de schil is daarom hier nog essentiëler dan in andere gevallen.



10 STEEGBELUIK KARTUIZERLAAN, GENT

10.1 SITUERING EN KORTE BESCHRIJVING

Beluikwoningen zijn woningen die opgetrokken werden om zo veel mogelijk gezinnen te huisvesten aan een lage bouwkost. Dit resulteert in kleine woningen met eenvoudige schilopbouwen en een minimum aan comfort. De woningen hebben historisch een eenvoudige planopbouw. We gaan specifiek in op het beschermde steegbeluik in de Kartuizerlaan 12 te Gent. De Inventaris Onroerend Erfgoed beschrijft het steegbeluik als volgt:

“Aan weerszijden bebouwd steegbeluik met brede open toegang. Woonhuizen van twee en een halve bouwlaag en twee traveeën met repeterend schema, onder zadeldak (pannen). Getoogde vensters, gedicht boven de deur. Verankerde gevels door middel van rechte ankers. Koolbakken onder de vensters en waterpomp in het midden van de koer. Gebouwd in 1860, met oorspronkelijk open, geknikte toegang, respectievelijk in 1867 en 1885 rechtgetrokken door sloping van een woonhuis rechts en nieuwbouw links van de toegang.”¹³



Figuur 172: Omgevingsplan van het steegbeluik met situering van de verschillende wooneenheden. (Bron: Agentschap Onroerend Erfgoed).

¹³ <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/83655> laatst geraadpleegd op 27/03/2024



Figuur 173: Beeld vanuit steegbeluik naar de Kartuizerlaan (foto Buildwise)





Figuur 174: beeld van voorgevels in het steegbeluik (Buildwise)



Figuur 175: binnenbeelden (Buildwise)





Figuur 176: Grondplannen, snedes en voorgevel (bron: Beluiken in Gent. Erfgoedanalyse en duurzame toekomstscenario's, Stad Gent, 2022)

10.2 BESCHRIJVING VAN DE VOORNAAMSTE ERFGOEDKENMERKEN

10.2.1 OMGEVING

- Een beluik is een specifieke woonvorm die bestaat uit een geheel van eenvoudige en kleine arbeiderswoningen rondom een gedeelde buitenruimte, zoals een steeg of een plein.

10.2.2 EXTERIEUR

- De uniformiteit van het ensemble is de drager van de erfgoedwaarde. Ingrepen moeten dan ook collectief gebeuren.

10.2.3 INTERIEUR

- De planindeling is heel eenvoudig, maar karakteristiek.



10.3 HUIDIGE ENERGIEVERBRUIK

10.3.1 BASISINFO

De studie werd opgemaakt zonder gegevens over het werkelijke verbruik in één van de beluikwoningen. De uitgevoerde analyse in EBECs werd echter gebaseerd op een gekalibreerd verbruik, niet op het theoretische verbruik op basis van het EPC-kengetal.

10.3.2 ANALYSE VAN BESTAANDE INSTALLATIES

De **warmteopwekking** gebeurt typisch met individuele gasketels, die ook instaan voor de bereiding van sanitair warm water. In sommige beluikwoningen wordt verwarmd met lokale oliekachels. Het sanitair warm water wordt in dat geval opgewekt met een elektrische boiler met opslagvat, eventueel nog gecombineerd met een elektrisch doorstroomtoestel in de keuken.

De **afgifte-elementen** betreffen radiatoren zonder erfgoedwaarde

Er is in de bestaande beluikwoningen **geen bewuste ventilatie** aanwezig. De luchtdichtheid van de buitenschil zorgt voor een continue in- en exfiltratie van buitenlucht (met bijhorend energieverlies), aangevuld met de mogelijkheid om de ramen te openen.

10.4 RENOVATIESCENARIO'S VOOR DE GEBOUWSCHIL

In dit beluik zijn er ernstige structurele problemen. Sommige gevels hellen over en moeten verankerd worden. De funderingen blijken minimaal. Een onderschoeiing lijkt aangewezen. De buitenmuren en scheidingsmuren bestaan uit steens baksteenmetselwerk (zonder spouw). Injectie tegen opstijgend vocht is gebeurd. De daken zijn licht geïsoleerd. Vloerisolatie ontbreekt. Het buitenschrijnwerk bevat enkele beglazing. Dit alles resulteert in een slechte thermische isolatiekwaliteit.

Een energetische renovatie biedt een enorme opportuniteit naar het verbeteren van het gebruikscomfort en het verlagen van het energieverbruik. Er zijn echter ook sterk beperkende aspecten. Zo worden deze woningen vaak bewoond door mensen die de middelen niet hebben om deze verbeteringen uit te voeren, of om een hogere huur te betalen wanneer de huisbaas deze verbeteringen doorvoert.

In deze kleine woningen kan het plaatsen van een voorzetwand om energetische (of akoestische) redenen ervoor zorgen dat de ruimten onvoldoende groot worden om nuttig gebruikt te worden. De uniformiteit van het steegbeeld is belangrijk, waardoor een collectieve aanpak zich opdringt. Bovendien zijn de aansluitingsdetails tussen de woningen alleen betrouwbaar oplosbaar wanneer aanliggende woningen tegelijk aangepakt worden. De mogelijke set van maatregelen wordt door deze randvoorwaarden beperkt.

We hanteren daarom een vork aan maatregelen, om uiteindelijk die ingrepen voor te stellen die nodig zijn om aan de energieprestatieregelgeving te voldoen. De combinatie tussen schilmaatregelen en installatiemaatregelen wordt gegeven in tabel 29.

10.4.1 OVERZICHT VAN DE SCENARIO'S VOOR ISOLATIE VAN DE SCHILDELEN

In tabel 29 zijn de cijferwaarden weergegeven van de drie scenario's die vastgelegd werden voor verdere analyse.



Tabel 29: Overzicht van de schilmaatregelen

	Bestaande situatie	Basisscenario	Tussenscenario	Doorgedreven scenario
Wanden	20cm baksteen	20 cm baksteen	5cm binnenisolatie 20 cm baksteen	10cm buitenisolatie 5 cm binnenisolatie
Daken	Geen isolatie, enkel onderdak-plaat	20 cm minerale wol (0,24 W/m ² K cfr eis EPB)	20cm minerale wol (0,24 W/m ² k cfr eis EPB)	20cm minerale wol (0,24W/m ² K cfr eis EPB)
Schrijnwerk	eerste generatie dubbele beglazing in pvc schrijnwerk	Hedendaagse beglazing in performant houten schrijnwerk	Hedendaagse beglazing in performant houten schrijnwerk	Hedendaagse beglazing in performant houten schrijnwerk
Vloer	tegels op zavel	tegels op zavel	5cm XPS	5cm XPS



10.5 AFWEGINGSSCHEMA'S VOOR OPWEKKERS, WARMTEAFGIFTE EN VENTILATIE

10.5.1 AFWEGINGSSCHEMA AFGIFTE-ELEMENTEN

Wat betreft afgifte is er een brede waaier aan mogelijkheden, met voorkeur voor het behoud van de huidige afgifte-elementen of het overstappen op vloer-, wand of plafondsystemen (Figuur 177 en Figuur 178).

Afwegingsschema afgifte-elementen										
deel van het gebouw waarop dit schema betrekking heeft:										
criteria	antwoord	duiding (voeg eventueel foto's toe in tabblad 'foto's')	bestaande afgifte-elementen behouden	bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo- convectoren	vloerverwarming plaatsen	plafondverwarming plaatsen	wandverwarming plaatsen	binnenunit(s) van LL- warmtepomp plaatsen
criterium 1 erfgoed										
Aandachtspunten voor de keuze voor het afgiftesysteem										
Hebben de bestaande afgifte-elementen erfgoedwaarde?	nee									
Heeft de bestaande vloerafwerking erfgoedwaarde?	nee									
Aanwezigheid van een wandbekleding of -decoratie met erfgoedwaarde. Het kiezen voor dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	±	±	±	±	±	+	±
Aanwezigheid van een waardevolle plafondafwerking of -decoratie. Het kiezen van dit afgiftesysteem leidt tot:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	+	+	+	+	+	+	+
De globale visuele indruk van de ruimte:	pas de velden per systeem met paarse achtergrond aan		+	+	+	+	+	+	+	+
deelscore erfgoed:			+	±	±	±	±	±	+	±

Figuur 177: Ingevuld afwegingsschema afgifte-elementen (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)

afgifte-elementen		erfgoed	energie	omgeving
bestaande afgifte-elementen behouden	voorkeur	+	±	±
bestaande afgifte-elementen vervangen door (grotere) radiatoren en/of bijkomende radiatoren plaatsen	mogelijk	±	±	±
bestaande afgifte-elementen vervangen door convectoren	mogelijk	±	±	±
bestaande afgifte-elementen vervangen door ventilo-convectoren	mogelijk	±	±	±
vloerverwarming plaatsen	voorkeur	±	+	±
plafondverwarming plaatsen	voorkeur	+	+	±
wandverwarming plaatsen	voorkeur	±	+	±
binnenunit(s) van LL-warmtepomp plaatsen	niet weerhouden	-	±	±

Figuur 178: Resultaat ingevuld afwegingsschema afgifte-elementen (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)

10.5.2 AFWEGINGSSCHEMA VENTILATIE

Uit het afwegingsschema komt er een voorkeur voor systemen D en D cascade naar voor, terwijl een systeem C ook een mogelijkheid blijft (Figuur 179 en Figuur 180).

criteria	antwoord	duiding (voeg ja, misschien foto's toe in tabblad 'foto's')
criterium 1 erfgoed		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Kan er een ontwerp overwogen worden waarbij de inbouw van een regelbaar toevoerrooster in of rond het buitenschrijnwerk van leefruimten, slaapkamers of hal gedetailleerd wordt?	ja	De ramen moeten vernieuwd worden. Een onzichtbare plaatsing van regelbare toevoerroosters is mogelijk.
Zijn er in één of meerdere gevels historische roosters geïntegreerd? Kunnen er meerdere nieuwe kleine openingen geïntegreerd worden, typisch kleiner dan 25x25cm?	nee	
Zijn er keldergaten of een Engelse koer beschikbaar?	nee	
Zijn er lokale mogelijkheden tot inbouw van grotere roosters (typisch groter dan 25x25 cm) in schrijnwerkdelen of ondoorzichtige geveldelen (*)?	ja	Dit is zeker mogelijk langs de achterzijde, bij voorkeur niet langs de voorzijde.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Kan er 1 x 1 x 2 m ³ worden vrijgemaakt voor een technische berging (bijkomend aan de ruimte voor de centrale klimaatinstallatie)?	ja	De lokalen in de beluikwoning zijn klein, maar een technische berging is integreerbaar met een andere berging.
Komen in de woning ruimten voor met een hoge bezetting of met hoge binnenluchtvervuiling waar een lokale ventilatieunit in het interieur kan geïntegreerd worden?	nee	
Zijn er in de eventuele schouwcomplexen kanalen geïntegreerd voor natuurlijke ventilatie of rookafvoer? Worden sommige schouwkanalen die oorspronkelijk rookafvoerkanalen waren niet langer gebruikt?	ja	
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie van een nieuwe verticale schacht die de verdiepingen met elkaar verbindt (typisch 25x60 cm)? Beantwoord deze vraag enkel als er meer dan één verdieping is.	ja	
Zijn er lokale mogelijkheden tot integratie (inbouw of opbouw) van een horizontaal traject voor luchtkanalen tegen de wanden of in plafonds?	ja	
deelscore toevoer		
deelscore binnenleidingen (schachten)		
deelscore erfgoed:		
criteria 2 energie		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
efficiëntie van de warmterugwinning		
nood aan onderhoud		
electrisch hulpenergieverbruik van het systeem		
deelscore energie:		
criteria 3 omgeving/leefmilieu/comfort		
Het kiezen van dit scenario veroorzaakt:		
impact op zomercomfort		
impact van buitenluchtvervuiling of overlast door buitenlawaai (industrielawaai, verkeerslawaai)?	stedelijk of voorstedelijk	
Impact op lawaai-overlast in de woning		
deelscore leefmilieu:		

Figuur 179: Ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)

eindbeoordeling systemen		erfgoed energie omgeving
systeem D (gebalanceerde ventilatie met warmte-terugwinning)	voorkeur	+ ± +
systeem D cascade	voorkeur	+ ± +
decentrale ventilatie met warmterugwinning	niet weerhouden	± - -
systeem C	mogelijk	+ - ±
systeem C hal	mogelijk	+ - ±

Figuur 180: Resultaat ingevuld afwegingsschema ventilatie (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)

10.5.3 AFWEGINGSSCHEMA OPWEKKING

Het is realistisch dat beluikwoningen als ensemble tegelijk aangepakt zullen worden. De gelijktijdige aanpak opent de mogelijkheid om het warmteopwekkingsstelsel te delen. Dit biedt volgende voordelen:

////////////////////////////////////

- de plaats voor technische installaties in de individuele beluikwoningen blijft beperkt ;
- de kostprijs voor een gedeelde installatie kan lager liggen dan de som van individuele installaties (afhankelijk van het aantal beluikwoningen);
- het rendement van een gemeenschappelijk systeem kan hoger zijn dan dat van individuele systemen;
- bewoners die dit anders niet zouden overwegen kunnen in dit geval wel gebruik maken van vernieuwende technieken;
- periodiek onderhoud kan in één keer gebeuren en op één plaats gebeuren, wat een collectief onderhoudscontract minder duur maakt dan individuele onderhoudscontracten;
- de vervanging bij het einde van de levensduur is gemakkelijker;
- de collectieve ruimte voor de woningen maakt het benutten van de bodem in de steeg mogelijk, en ook de aanleg van een (klein) lokaal warmtenet;
- het geïnstalleerde vermogen kleiner kan zijn dan de som van de individuele opwekkers omdat de pieken in het verbruik worden uitgemiddeld (gelijktijdigheid).

Maar er kunnen ook nadelen zijn:

- bij een beperkt aantal woningen kan de kostprijs hoger liggen voor een collectief systeem;
- elke woning moet een individuele aansluiting krijgen op een lokaal warmtenet, met (beperkt) rendementsverlies als gevolg;
- de installatie en het onderhoud van een collectief systeem vraagt een enkele eigenaar of een vereniging van eigenaars met een gelijkaardige visie. De eigenaars op één lijn krijgen, en de nodige investeringsbudgetten reserveren is een stevige uitdaging;
- de collectieve warmteopwekkingsinstallatie moet opgesteld worden op een collectieve plaats, die beheerd wordt door een vereniging van mede-eigenaars. In het uiterste geval moet een beluikwoning niet langer voor bewoning gereserveerd worden, maar wel als opstelplaats voor de collectieve installatie ;

Er komen twee varianten voor de collectieve warmteopwekkingsinstallatie in aanmerking: een lucht-water warmtepomp en een geothermische water-water warmtepomp. Er wordt hierbij telkens uitgegaan van een systeem waarbij een centrale warmtepomp warmte en sanitair warm water levert aan verschillende beluikhuizen van de steeg via een lokaal warmtenet in de steeg. De grondboringen voor dit collectieve systeem worden in de vrije ruimte tussen de beluikwoningen geboord. De individuele woningen zijn op het warmtenet aangesloten via een afleverset.

De individuele toepassing van deze water-water warmtepomp is weinig zinvol omwille van de kostprijs van het uitvoeren van een beperkt aantal boringen. De individuele toepassing van een lucht-water warmtepomp is door plaatsgebrek in de open ruimte van de steeg niet haalbaar.

Voor het warmtenet zijn twee collectieve opties mogelijk:

- een lokaal warmtenet op middentemperatuur (40-45 °C) of hoge temperatuur (55-65 °C), met een collectieve warmtepomp die de warmtebron vormt voor het lokaal warmtenet;
- een lokaal warmtenet op lage temperatuur (5-15 °C), aangesloten op de boringen, met een individuele water-water warmtepomp per beluikwoning, die aangesloten zijn op een warmtenet.



- *Lucht-water warmtepomp*

De buitenunit van de lucht-water warmtepomp wordt buiten opgesteld, eventueel op een dakverdieping van een woning. Deze buitenunit moet zo geplaatst worden visuele hinder en geluidhinder voor de burens aanvaardbaar blijven. Het opstellen van een buitenunit in de buitenruimte van de steeg moet daarom vermeden worden.

Geothermische water-water warmtepomp

Een water-waterwarmtepomp haalt zijn warmte uit de bodem via horizontale of verticale warmtewisselaars. We beperken ons tot het type met verticale grondboringen (BEO-veld of Boorgat Energie Opslag) omwille van de beperkte beschikbare buitenruimte in de steeg. Deze warmtepomp wordt binnen opgesteld. Eén van de beluikwoningen wordt hiervoor gecollectiviseerd als technische ruimte.



criteria	antwoord	duiding
criterium 1 erfgoed		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Invloed op erfgoedelementen exterieur		
Is er een opstelruimte tegen een van de gevels, eventueel mits omkasting?	nee	
Is er een opstelruimte op het dak (of één van de daken), eventueel mits omkasting?	nee	
Is er een plaats voor zichtbare doorvoeren doorheen de gebouwschil (*)?	nee	Belangrijke verstoring van het gevelbeeld
Is het mogelijk de leidingen en kanalen te voorzien op één van de gevels conform de richtlijn 'kabels op gevels met erfgoedwaarde' of is er een aanvaardbaar binnentracé?	ja	Het kan langs de achtergevel.
Invloed op erfgoedelementen interieur		
Is er binnen een opstelruimte mogelijk van 4m ² of meer?	ja	De lokalen in de woning zijn klein, maar de indeling laat toe een inplantingszone te vinden.
Indien u op de vorige vraag negatief antwoordde, is er binnen dan wel een opstelruimte mogelijk van 2m ² ?	ja	
Invloed op erfgoedelementen perceel		
Is er een geschikte(*) opstelruimte op het perceel, voldoende dicht bij het gebouw maar niet noodzakelijk tegen de gevel, eventueel mits omkasting?	ja	Op het perceel van het volledige beluik kan een zone voor collectief gebruik afgesproken worden.
Is er een plaats op het perceel zonder waardevolle archeologische onderlagen (diep of ondiep) cfr richtlijn (oppervlakte/archeol.) of wortelstelsels van waardevolle bomen?	ja	
Is het vinden van een potentiële positie mogelijk?		
Is er een opstelruimte binnen?		
deelscore erfgoed:		
criterium 2 energie		
Aandachtspunten voor de keuze van de opwekker		
Efficiëntie van de opwekking		
Mogelijkheid om ook sanitair warm water te produceren		
Is er volgens het EPC of volgens de bewoners een risico op oververhitting? <i>(als je hier 'nee' selecteert, wordt met dit criterium geen rekening gehouden)</i>	nee	
deelscore energie:		

Figuur 181: Ingevuld afwegingsschema opwekker (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)



klaar voor 2050		erfgoed energie omgeving		
lucht/lucht warmtepomp	niet weerhouden	-	-	-
warmtepompboiler	niet weerhouden	-	+	±
lucht/water split gebouwgebonden	niet weerhouden	-	±	-
lucht/water split perceelgebonden	mogelijk	±	±	-
lucht/water monoblock gebouwgebonden	niet weerhouden	-	±	±
lucht/water monoblock perceelgebonden	voorkeur	±	±	±
water/water verticaal	voorkeur	+	+	±
water/water horizontaal	voorkeur	+	+	±
zonnepanelen - thermisch	voorkeur	±	+	+
zonnepanelen - elektrisch	voorkeur	+	+	+
warmtenet	voorkeur	+	+	+
tijdelijke oplossingen		erfgoed energie omgeving		
biomassaketel	mogelijk	±	±	-
hybride warmtepomp	mogelijk	±	±	-
condenserende gasketel	niet weerhouden	±	-	±

Figuur 182: Resultaat ingevuld afwegingsschema opwekker (gevalstudie steegbeluik Kартuizerlaan)



10.6 TOEPASSING VAN DE BESLISSINGSBOMEN

In de volgende schema's worden de paden gevisualiseerd voor de drie scenario's uit Tabel 27: roze voor het basisscenario, geel voor beperkte verbeteringen en groen voor doorgedreven isolatie.

Een energetisch zinvolle piste voor het steegbeluik zou een collectieve warmte-opwekkingsinstallatie bevatten.

Het warmteverlies in het **basisscenario** is nog te hoog om over te schakelen op lage temperatuur. In dit geval zou de collectieve warmte aan het huidige temperatuurregime moeten voorzien.

Gezien de compactheid van de woningen is het waarschijnlijk wel mogelijk de vertrektemperatuur te beperken tot 65°C, waardoor het mogelijk is om in de warmtevraag te voorzien via een hoge temperatuur warmtepomp.

In zowel het **tussenscenario** als het **scenario met doorgedreven isolatie** is het mogelijk om de overstap te maken naar een systeem op lage temperatuur. Bij het tussenscenario is het wel aan te raden hierbij ook het advies van een expert te betrekken, die de nodige aanpassingen in de afgiftetoestellen per ruimte kan berekenen.

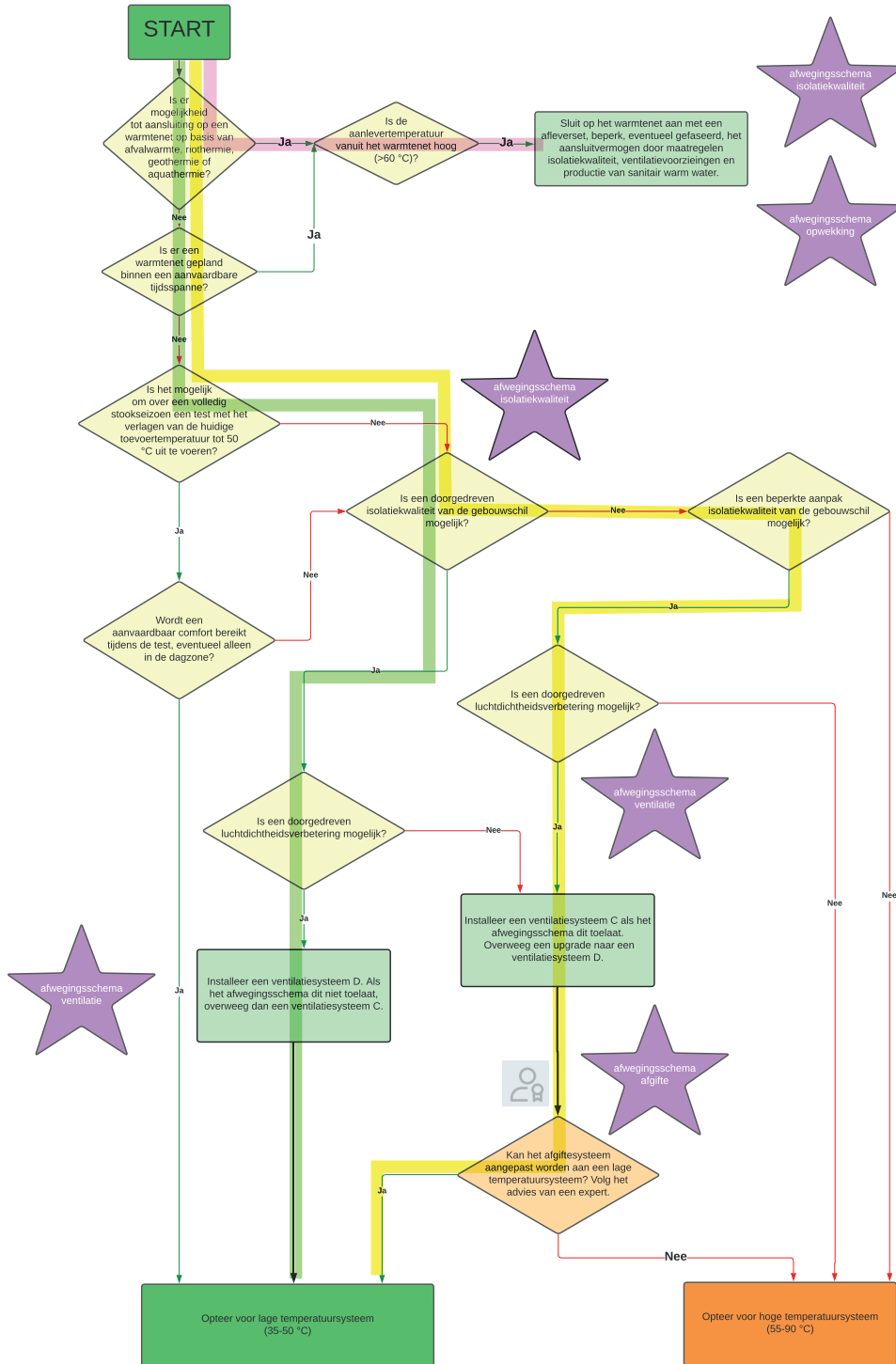
Zowel een lucht-water als een geothermisch systeem kunnen in deze laatste gevallen worden benut. Aandachtspunt bij het collectieve geothermische systeem is de locatie van de boringen.

Alle drie de systemen kunnen voorzien in de productie van sanitair warm water.

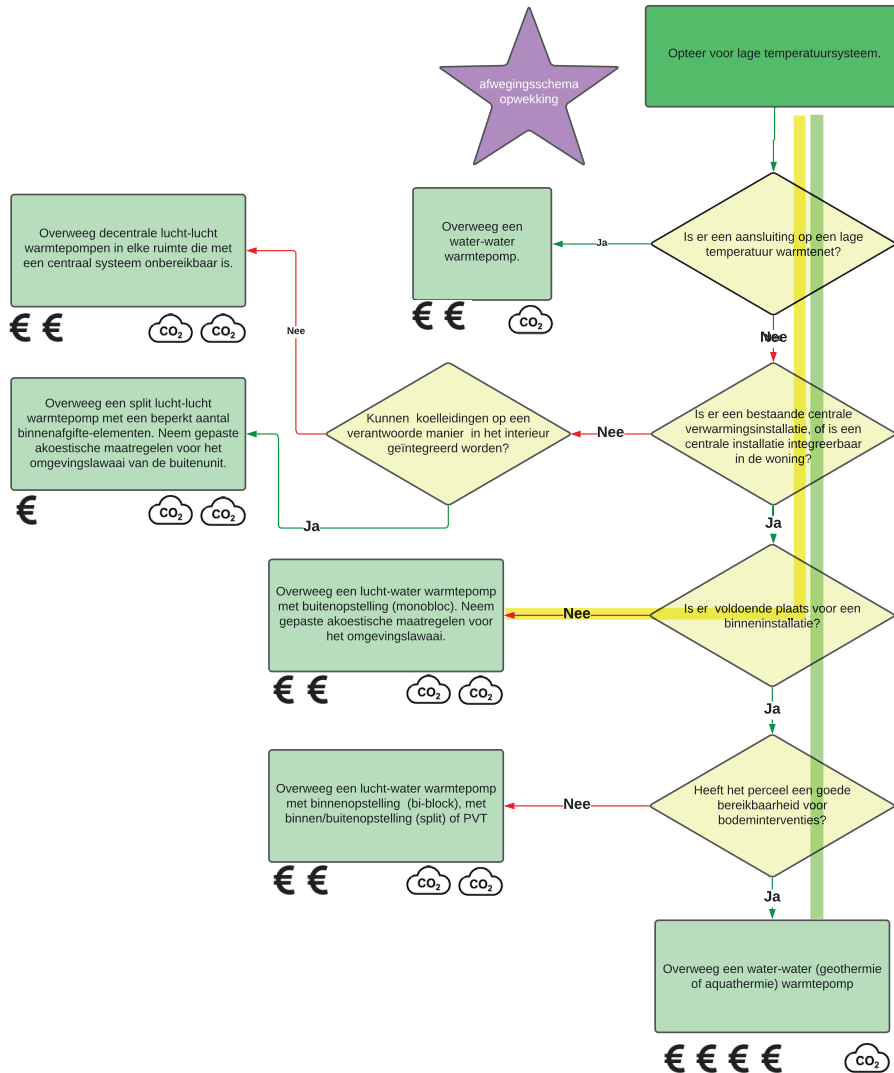
Gezien de beperkte dakoppervlakte wordt voorrang gegeven aan de zon-elektrische systemen die een deel van het bijkomende elektriciteitsverbruik van de warmtepompen kunnen opvangen.



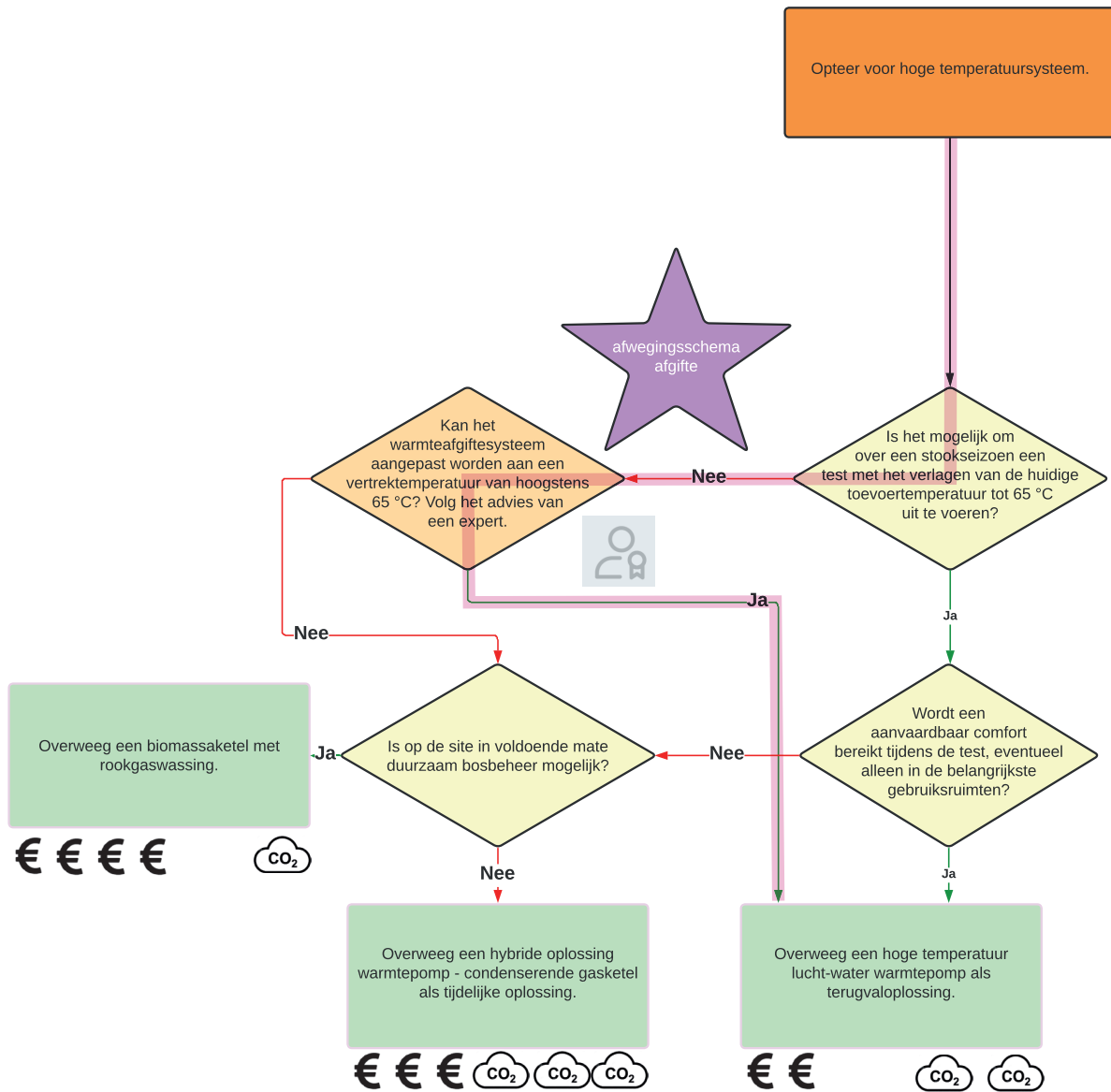
10.6.1 THERMISCHE ISOLATIE – VENTILATIE- TEMPERATUURNIVEAU



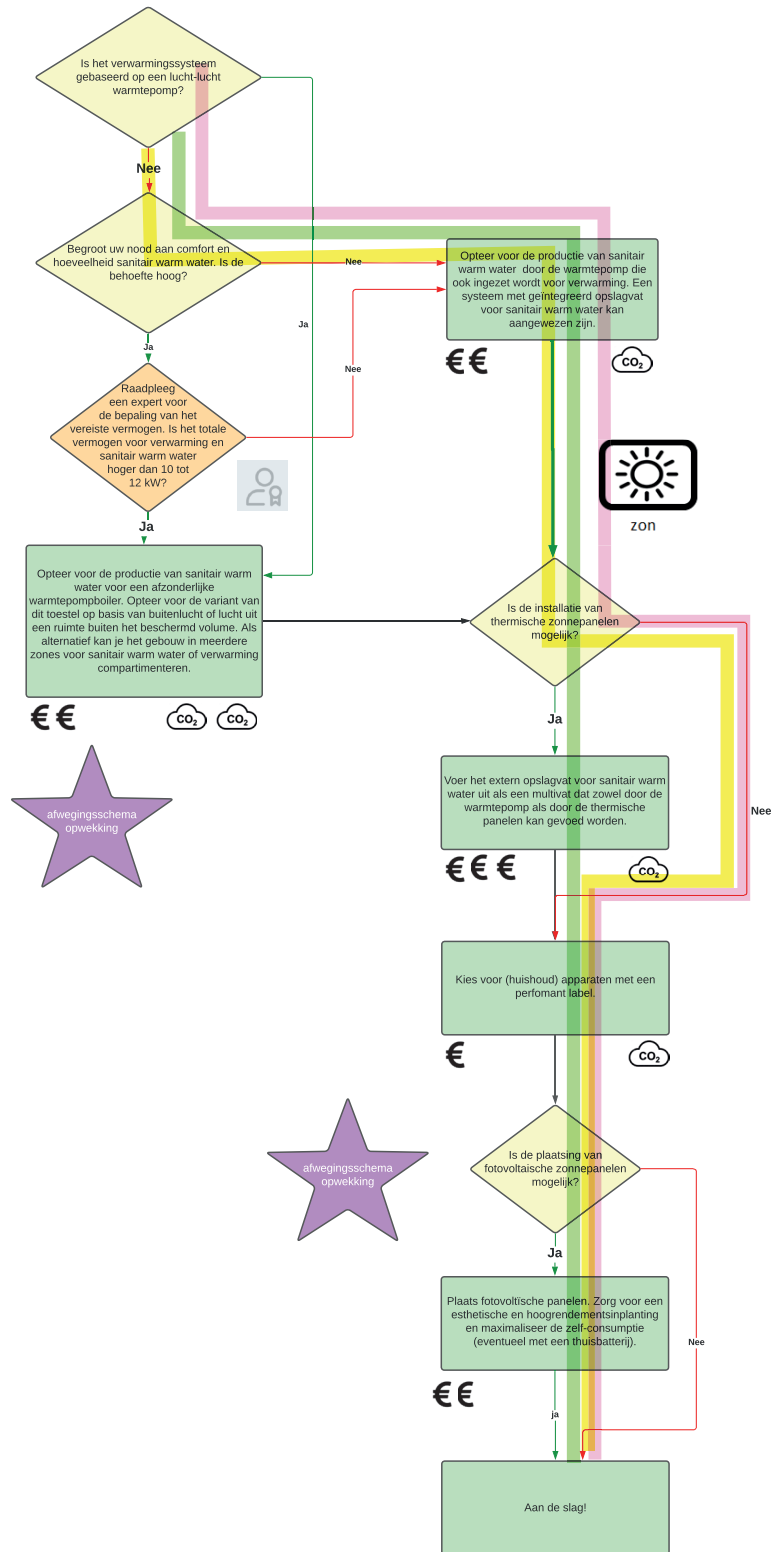
10.6.2 SYSTEEMKEUZE (LAGE TEMPERATUUR)



10.6.3 SYSTEEMKEUZE (HOGE TEMPERATUUR)



10.6.4 SANITAIR WARM WATER EN ZONNESYSTEMEN



10.7 ANALYSE EPC

In de **huidige toestand** van de beluikwoningen met een gascondensatieketel is het label F. In een scenario met beperkte verbetering van de isolatieschil (basisscenario), in combinatie met een systeem D en een gascondensatieketel levert een label B op. In het doorgedreven scenario, in combinatie met een collectieve geothermische warmtepomp wordt een A-label bereikt. De doorgedreven isolatiekwaliteit is alleen haalbaar met een buitenisolatiesysteem, dat echter niet aanvaardbaar is vanuit erfgoedpunt.

In het geval van het steegbeluik maken we bovendien een matrix op in Tabel 30, waarbij we in de kolommen de verschillende isolatieniveaus uitzetten en op de rijen het niveau van technieken. Bovenaan links is dus de huidige situatie, onderaan rechts is de meest doorgedreven oplossing, met zowel een doorgedreven renovatie en de meest uitgewerkte technische installatie.

Tabel 30: Matrix EPC-labels (gevalstudie steegbeluik Kartuizerlaan)

E-peilen	Schil bestaande situatie	Schil basisscenario	Schil tussenscenario	Schil doorgedreven scenario
Technieken 0 Oliekachels/elektrische boiler	F	E	D	C
Technieken bestaande situatie condensatiegasketel	F	D	D	C
Technieken basisscenario	D	C	B	B
Technieken doorgedreven scenario	D	B	B	A

10.8 ANALYSE EBECs

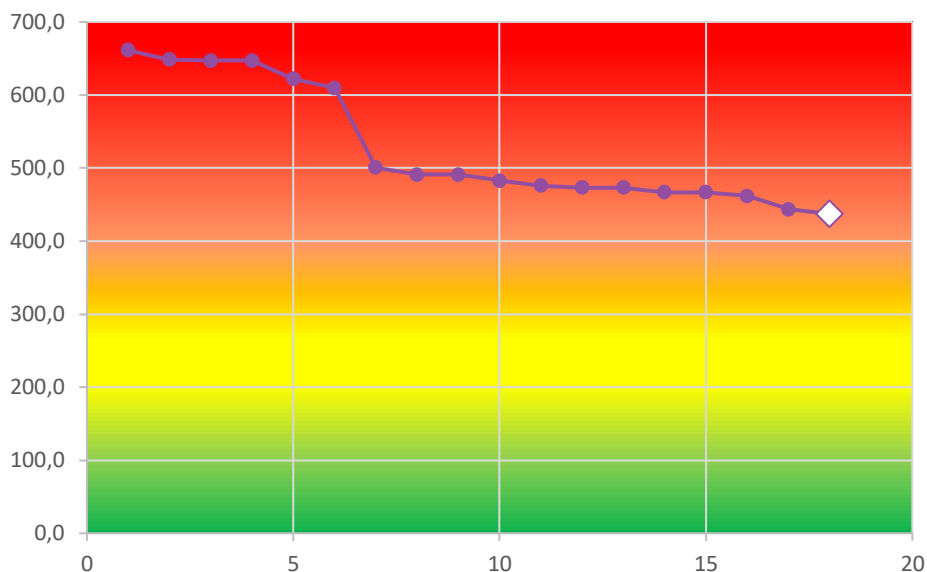
10.8.1 HUIDIGE ISOLATIESCHIL

De woning in huidige toestand heeft een F-label en een EPC-kengetal van 686,3 kWh/m². In deze situatie gaan we uit van een condensatieketel op aardgas. Er zijn in de EBECs aanpak in totaal nog achttien combinaties van technische installaties mogelijk voor deze toestand.

De minimale interventie op de technische installaties, links op Figuur 183, bevat enkel een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Dat resulteert in een F-label met EPC-kengetal van 661,1 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat een ventilatiesysteem D, een lucht/water warmtepomp met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een E-label met EPC-kengetal van 437,1 kWh/m². Het vermogen van deze lucht/water warmtepomp is echter onrealistisch groot.





Figuur 183: spreiding EPC-kengetal van de huidige toestand van het steegbeluik met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 31: EBECS-resultaten huidige isolatieschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Huidige situatie	F	686,3
Hoogste EPC-kengetal	F	661,1
Volgens beslissingsboom	E	437,1
Best mogelijke EPC-kengetal	E	437,1

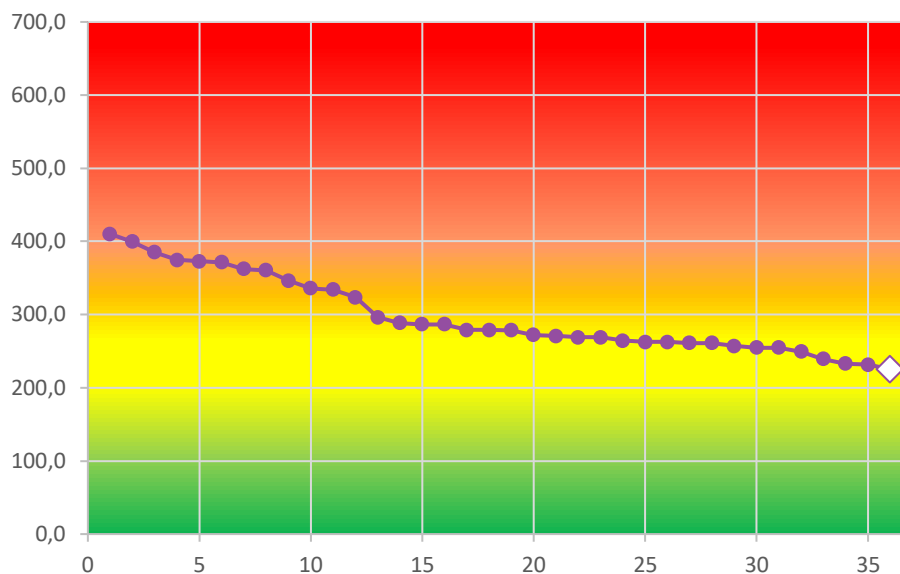
10.8.2 TUSSENSCENARIO: BEPERKTE INGROPEN OP DE ISOLATIESCHIL

Door het beperkt isoleren van de woning (variant 2 in tabel 26) kan een EPC-kengetal behaald worden van 410,3 kWh/m². Deze score komt overeen met een E-label als de condenserend gasketel behouden blijft. Er blijven in EBECS 35 combinaties van technische installaties mogelijk in dit scenario.

De minimale technische interventie, links op het figuur, omvat alleen een ventilatiesysteem C met CO₂-sturing. Hier is het huidige warmteopwekkingssysteem behouden. Deze oplossing maakt met andere woorden nog steeds gebruik van aardgas voor ruimteverwarming en warm water. Dat resulteert in een D-label met EPC-kengetal van 385,3 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat ook in dit geval een ventilatiesysteem D, een lucht/water warmtepomp met zonneboiler en een PV-installatie. Deze oplossing resulteert in een C-label met EPC-kengetal van 225,3 kWh/m².





Figuur 184: spreiding EPC-kengetal van de beperkt geïsoleerde toestand van het steegbeluik met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 32: EBECS-resultaten beperkte isolatieschil

<i>Scenario</i>	<i>Label</i>	<i>EPC-kengetal</i>
<i>Huidige situatie</i>	E	<i>410,3</i>
<i>Hoogste EPC-kengetal</i>	D	<i>385,3</i>
<i>Volgens beslissingsboom</i>	C	<i>225,3</i>
<i>Best mogelijke EPC-kengetal</i>	C	<i>225,3</i>

10.8.3 MAXIMALE INTERVENTIE ISOLATIESCHIL IN LIJN MET ERFGOEDWAARDE

Wanneer alle schilisolatiemaatregelen worden geïmplementeerd die mogelijk zijn met behoud van erfgoedwaarde, en zonder vervanging van het warmteopwekkingssysteem, zou de woning een B-label en een EPC-kengetal van 184,5 kWh/m² behalen.

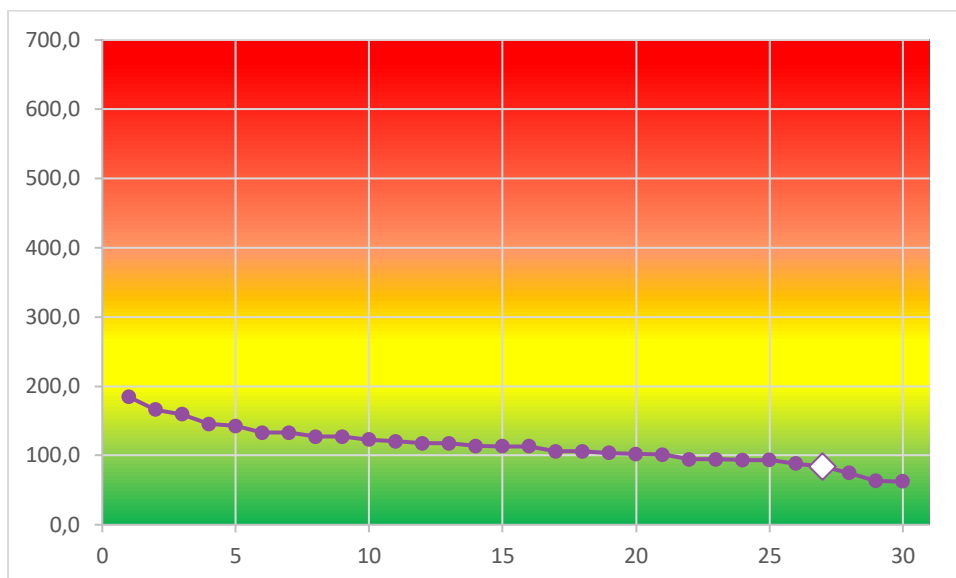
Er zijn in dit geval zijn er in EBECS in totaal nog 29 combinaties van technische installaties mogelijk.

De minimale technische interventie, links op Figuur 185, bevat enkel een ventilatiesysteem C met behoud van het huidige warmteopwekkingssysteem. Dat resulteert in een B-label met EPC-kengetal van 166,0 kWh/m².

De interventie die resulteert in het laagste EPC-kengetal bevat in dit geval een ventilatiesysteem D, een geothermische water/water warmtepomp en een PV-installatie met zonneboiler. Deze oplossing resulteert in een A-label met EPC-kengetal van 62,2 kWh/m².

Uit de beslissingsboom komt hetzelfde systeem naar voor, zonder toevoeging van de zonneboiler. Dat systeem heeft een EPC-kengetal van 83,9 kWh/m². Op de figuur is deze oplossing zichtbaar als witte ruit.





Figuur 185: spreiding EPC-kengetal van de maximaal geïsoleerde toestand van de tuinwijkwoning in Waterschei met aanduiding van de optie die voortkomt uit de beslissingsboom

Tabel 33: EBECS-resultaten maximaal geïsoleerde gebouwschil

scenario	Label	EPC-kengetal
Maximaal geïsoleerd	B	184,5
Hoogste EPC-kengetal	B	166,1
Volgens beslissingsboom	A	93,2
Best mogelijke EPC-kengetal	A	62,2

10.9 CONCLUSIE

Het beluik, bestaande uit kleine arbeiderswoningen met minimale funderingen en structurele problemen, vereist een geïntegreerde aanpak die zowel de erfgoedwaarde als de energetische prestatie optimaliseert.

De structurele instabiliteit van de gevels en minimale funderingen vereisen een **grondige stabilisatie voordat energetische renovaties kunnen beginnen**. Het verankeren van gevels en het verstevigen van funderingen door onderschoeiing zijn cruciale eerste stappen. Zonder deze maatregelen blijft elke verdere renovatie kwetsbaar voor structurele falen.

De uniformiteit van het steegbeluik en de beperkte ruimte binnen de woningen vragen om een **collectieve renovatieaanpak**. Energetische verbeteringen zoals de isolatie van muren, daken en vloeren moeten gecoördineerd worden uitgevoerd om de erfgoedwaarde te behouden en technische uitdagingen, zoals aansluitingsdetails tussen woningen, effectief aan te pakken.

Drie scenario's voor de renovatie van de gebouwschil zijn geëvalueerd: basis, tussentijds en doorgedreven isolatie. De doorgedreven isolatie biedt het grootste potentieel voor energiebesparing en comfortverbetering, maar kan conflicteren met de erfgoedwaarde door de noodzaak van buitenisolatie. De voorkeur gaat daarom uit naar een combinatie van binnen- en buitenisolatie die de balans tussen energetische prestaties en erfgoedbehoud optimaliseert.



De overstap naar **collectieve verwarmingssystemen** zoals een lucht-water of geothermische warmtepomp biedt aanzienlijke voordelen. Een collectieve aanpak vermindert de ruimtevereisten voor individuele installaties, verlaagt de kosten en verhoogt het rendement. De keuze tussen lucht-water en geothermische systemen hangt af van praktische aspecten zoals ruimte voor grondboringen en geluidsoverlast.

De huidige woningen missen bewuste ventilatiesystemen, wat leidt tot energieverlies door infiltratie. De introductie van moderne ventilatiesystemen zoals systeem D of een hybride systeem D cascade biedt een oplossing voor dit probleem, terwijl het comfortniveau voor de bewoners aanzienlijk wordt verhoogd.

Een collectieve renovatieaanpak brengt juridische en organisatorische uitdagingen met zich mee. Het coördineren door meerdere eigenaars en het verkrijgen van overeenstemming over investeringsbeslissingen is complex maar noodzakelijk. Het oprichten van een vereniging van mede-eigenaars kan een effectieve manier zijn om deze uitdagingen te overwinnen en de renovatie succesvol te implementeren.

De huidige situatie van de beluikwoningen resulteert in een laag energielabel (F). Door beperkte verbeteringen kan dit label verbeterd worden tot D, terwijl doorgedreven renovaties een A-label mogelijk maken. De keuze voor een collectieve geothermische warmtepomp en efficiënte ventilatiesystemen kan aanzienlijke besparingen opleveren in het energieverbruik en de EPC-waarde drastisch verlagen.

Een collectieve en goed gecoördineerde aanpak is essentieel om de erfgoedwaarde te behouden, de woonkwaliteit te verbeteren en de energieprestaties te optimaliseren. Met de juiste aanpak kunnen deze historische woningen worden getransformeerd tot moderne, energie-efficiënte woonruimten die hun historische karakter behouden.



11 ALGEMENE CONCLUSIE BIJ ALLE GEVALSTUDIES

Er werden tien heel diverse gevalstudies gepresenteerd, om de toepassing te demonstreren van de methodiek die werd uitgewerkt voor het ontwikkelen van een pad naar koolstofarm verwarmen en koelen van woningen met erfgoedwaarde.

In de gevalstudies konden de grote lijnen van de methodiek gevolgd worden. In sommige specifieke gevallen week de concrete aanpak licht af. Dit illustreert de 'genius loci'. Elk erfgoedgebouw is uniek en vergt een aanpak op maat. Maar de methodiek biedt voldoende flexibiliteit om dit mogelijk te maken. Bij ensembles of appartementsgebouwen is een collectieve aanpak meestal de enige goede oplossing. De beslissingsboom focust op dit ogenblik op individuele gebouwen.

De aangereikte methodes en beslissingsbomen dienen als een handvat voor erfgoedconsulenten en andere gebruikers, om in te spelen op de specifieke situatie van elk gebouw. Maatwerk blijft wel essentieel om de unieke eigenschappen en behoeften van erfgoedgebouwen adequaat te adresseren. Een goed voorbeeld hiervan is de case van het herenhuis in Gent, waar een functionele splitsing een ontdebbling van de afwegingsschema's en beslissingsbomen verantwoordt. Door de methodiek flexibel toe te passen, kunnen consulenten inspelen op de unieke context en uitdagingen van elk erfgoedproject.

De analyse van de gevalstudies benadrukt de complexe afwegingen die eigenaars-bewoners en de ondersteunende experts (erfgoed en andere) moeten maken bij het opstellen van individuele renovatieplannen. Een essentiële stap hierin is het eerst treffen van alle noodzakelijke structurele maatregelen die de instandhouding van het gebouw waarborgen. Pas daarna kunnen maatregelen die de energie-efficiëntie verbeteren, effectief worden geïmplementeerd. Door de verschillende opties voor technische systemen en isolatieniveaus te bekijken en af te wegen, wordt duidelijk dat er geen one-size-fits-all oplossing is voor het verbeteren van de energie-efficiëntie van de woning.

Eigenaars-bewoners moeten rekening houden met verschillende factoren, waaronder de erfgoedwaarde, de staat van het gebouw en de aanwezige installaties, de beschikbare budgetten en persoonlijke voorkeuren met betrekking tot duurzaamheid en onderhoudsgemak. Het is een complex proces waarbij bewoners moeten afwegen welke combinatie van isolatiemaatregelen en technische systemen het meest geschikt is voor hun specifieke situatie.

Het realiseren van een energielabel A of B ligt voor een groot deel erfgoedwoningen binnen het bereik, maar vergt in de meeste gevallen ook een doorgedreven isolatie-aanpak en/of een investering. Meestal kan dit met respect voor de erfgoedwaarde, in sommige gevallen wordt dit moeilijk. Typisch vormen alleenstaande, weinig compacte en grote woningen (bijvoorbeeld villa's en kastelen) een uitzondering op deze regel.

De onderzochte cases, zoals het steegbeluik en residentie Duinpark, illustreren dat individuele oplossingen soms tekortschieten in termen van efficiëntie en haalbaarheid. Bij deze specifieke gebouwen is een collectieve benadering veel interessanter om technische en economische voordelen te realiseren, zoals schaalvoordelen en een grotere impact op het milieu. Bovendien biedt een collectieve aanpak aanvullende mogelijkheden, zoals het uitvoeren van geothermische boringen op collectief terrein of zelfs op het openbaar domein, wat meerdere omwonenden ten goede komt. Deze collectieve aanpak kan zorgen voor een betere integratie van moderne technologieën zonder afbreuk te doen aan de historische en culturele waarde van de panden.

