

**PRAKTISCH GEBRUIK VAN BETON
IN DE LANDBOUW**

Deze brochure wordt ter beschikking gesteld door:



Wetenschappelijke Instelling van de Vlaamse Gemeenschap
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek
Departement Mechanisatie, Arbeid, Gebouwen, Dierenwelzijn en Milieubeveiliging (DVL)
Technologische Adviseerdienst AgriCONSTRUCT
Burg. Van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke
Tel. (09) 272 27 51, Fax. (09) 272 28 04
E-mail: agriconstruct@clo.fgov.be
Internet: <http://www.clo.fgov.be/agriconstruct>

Uitgever:



Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Administratie Beheer en Kwaliteit Landbouwproductie (ABKL)
Afdeling Voorlichting (VLT)
W.T.C. III
Simon Bolivarlaan 30 – 12^{de} verdieping
1000 Brussel

Met medewerking en steun van:

Burg. Van Gansberghelaan 115 A
9820 Merelbeke
Tel: 09/272 23 07, Fax: 09/272 23 01
Email: suzy.vangansbeke@ewbl.vlaanderen.be



IWT-Vlaanderen - Instituut voor de Aanmoediging van Innovatie door Wetenschap en Technologie in Vlaanderen
Vlaams Innovatienetwerk
Bischoffsheimlaan 25
1000 Brussel

Layout kافت:
Joris Pollet

Niets uit deze uitgave mag gekopieerd of vermenigvuldigd worden zonder toestemming van de auteurs.
AgriCONSTRUCT stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van deze gegevens in deze brochure.

Inhoud

INHOUD	3
INLEIDING	6
DEEL 1: BETONTECHNOLOGIE	7
1 WAT IS BETON?	7
1.1 Grind en steenslag.....	7
1.1.1 Grind.....	7
1.1.2 Steenslag.....	7
1.1.3 Korrelmaat.....	8
1.1.4 Granulaatkeuze.....	8
1.2 Zand.....	8
1.3 Cement.....	9
1.4 Water.....	12
1.5 Wapening.....	12
1.6 Hulpstoffen.....	13
1.7 Toevoegsels.....	13
1.8 Het beton.....	13
1.8.1 De water/cement factor (W/C-factor).....	13
1.8.2 De hoeveelheid cement.....	13
2 HOE BETON BESTELLEN?	14
A Sterkteklasse.....	14
B Gebruiksdomein en omgevingsklasse.....	15
C Consistentieklasse.....	18
D Korrelgrootte.....	19
E Aanvullende gegevens.....	19
3 ZELF BETON MAKEN	21
4 STORTEN VAN BETON	24
4.1 Storten.....	24
4.2 Verdichten.....	24
4.3 Afwerken.....	24
4.4 Nabehandelen.....	24
DEEL 2: NORMALISATIE EN CERTIFICATIE	27
1 BOUWPRODUCTENRICHTLIJN	27
2 WAT IS EEN BENOR-PRODUCT?	27
3 HET ATG-MERK	28
4 WAAROM BENOR?	28
5 BUITENLAND	28
6 NORMALISATIE EN CERTIFICATIE IN DE LANDBOUW	29
7 STANDARDISATIE	29

DEEL 3: PRAKTISCH GEBRUIK VAN BETON IN DE LANDBOUW	33
1 GEBRUIK VAN BETON IN DE LANDBOUW.....	33
1.1 Aantasting van het beton.....	33
1.2 Toepassingen.....	33
2 TOEPASSINGEN VAN BETON IN DE LANDBOUW.....	36
2.1 Buitenvloeren en erfverharding	36
2.1.1 Vloerconstructie	36
2.1.2 Fundering	36
2.1.3 Betonverharding.....	37
2.1.3.1 Verhardingsdikte.....	37
2.1.3.2 Platen en voegen.....	37
2.1.3.3 Uitvoering.....	38
2.1.3.4 Afwerking.....	39
2.1.4 Samenvatting	40
2.2 Dichte stalvloeren.....	41
2.2.1 Kwaliteitseisen	41
2.2.1 Aanleg	41
2.3 Sleufsilo.....	43
2.3.1 Kwaliteitseisen	43
2.3.2 De aanleg.....	43
2.3.3 De grootte	45
2.3.4 Sleufsilo's van geprefabriceerd beton.....	47
2.3.5 Afvoer en opvang van regenwater en silosappen.....	47
A. Wetgeving.....	47
B. Afvoer van silosappen.....	48
C. Opvang van silosappen	48
D. VLIF-steun	49
2.3.6 Onderhoud	49
2.4 Roostervloeren	50
2.4.1 Kwaliteitseisen	50
2.4.2 Wat met gladde betonvloeren?	52
2.4.2.1 Stralen	52
2.4.2.2 Vlamstralen.....	53
2.4.2.3 Lamelfrezen	53
2.4.2.4 Boucharderen	54
2.4.2.5 Diamantfrees	54
2.4.2.6 Chemische middelen	55
DEEL 4: BESCHERMING EN REPARATIE	57
1 OPPERVLAKTEBESCHERMING.....	57
1.1 Impregneren/hydrofoberen.....	57
1.2 Impregneren/dichten	58
1.3 Aanbrengen van een oppervlaktelaag.....	58
1.3.1 Coatings	58
1.3.2 Kunsttharsmortels	59
1.3.3 Polymeer gemodificeerde cementmortels.....	59
1.3.4 Stallit/Bernit.....	59

2	REPARATIE	60
2.1	Reparatie van sleufsilovloer	60
A.	Volledig nieuwe vloer	60
B.	Nieuwe betonlaag van minimaal 8 cm	61
C.	Toplaag reparatiemortel	61
D.	Zuurbestendig asfalt.....	61
E.	Beschermingslagen.....	62
F.	Onderzoek.....	62
2.2	Reparatie van dichte stalvloeren	62
2.3	Reparatie van roostervloeren	63
	BIBLIOGRAFIE	64
	EINDAFWERKING EN CONTACTPERSOON BESTELLING VAN BROCHURES	66

Inleiding

Meer en meer worden technische hulpmiddelen ingezet in de landbouw om de arbeid van de landbouwer mentaal en fysiek te verlichten. De hedendaagse uitrustingen voor het melken (bv. melkrobot), landbewerking (bv. GPS Global Positioning System), aardappelopslag (bv. klimatisatie) zijn spitsvondig en heel vernuftig. De evolutie in de elektronica en mechanica ('mechatronics') heeft niet stil gestaan en heeft zijn weg naar de landbouwtoepassingen gevonden. Laten we echter niet vergeten dat ook de bouwwereld zijn plaats veroverd heeft in de landbouw van de 21^{ste} eeuw. Beton is bijvoorbeeld onder zijn verschillende vormen (blokken, gegoten of prefab) alom tegenwoordig op het landbouwbedrijf. Ook nieuwe producten zoals epoxyharsen, bitumineuze mengsels en kunststoffen vinden toepassing in de landbouw.

Er worden vaak hoge eisen gesteld aan de bouwconstructies in de land- en tuinbouw. Denk maar aan de agressieve milieus, de hoge belastingen, waterdichtheid, enz.. Om tot duurzame en kwaliteitsvolle constructies te komen is het daarom heel belangrijk de juiste producten te bestellen voor de juiste toepassing. Bij geprefabriceerde elementen komen hierbij weinig problemen voor: de fabrikant is goed uitgerust en heeft tevens de nodige kennis in huis om een goed product af te leveren. Wanneer echter ter plaatse gestort wordt, rust er meer verantwoordelijkheid bij de landbouwer zelf. Het juiste beton moet gestort worden, de juiste voor- en nabehandeling moeten toegepast worden, enz.

Dat het bestellen van beton voor landbouwtoepassingen meer is dan de hoeveelheid cement doorgeven, is onvoldoende gekend. Met deze brochure trachten we de landbouwer waakzaam te maken en een overzicht te geven van belangrijke punten waar men moet op letten bij het gebruik van beton in de landbouwsector. Als landbouwer is men er vaak niet van bewust dat bij het bestellen van een 'P40, 350kg cement' een zeer slechte beton kan worden geleverd. Ook bij het beoordelen van offertes kan deze brochure een nuttig instrument zijn, zodat de betonspecificaties toch ontcijferd kunnen worden.

Is kalksteen beter dan grind voor de toepassing in sleuvsilo's?

Hoe moet het beton besteld worden?

Wat is een BENOR-roostervloer?

Welke methoden bestaan er om mijn sleuvsilo te herstellen?

Hoe moet een epoxy-vloer worden aangelegd?

Wat moet er gebeuren met glad geworden roostervloeren?

Op deze en nog vele andere vragen wordt een antwoord gegeven in deze brochure.

Voor specifiek advies rond de aanleg en gebruik van beton in de landbouw kan u altijd terecht bij de technologische adviseerdienst AgriCONSTRUCT, Burg. Van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke.

Bij deze wens ik Prof. Dr. Ir. Bart Sonck, Ir. Suzy Van Gansbeke en Ir. Claude Ployaert te bedanken voor het nalezen van deze brochure en het doorgeven van hun opmerkingen.

Deze brochure werd herwerkt en aangevuld in augustus 2005.

Ing. Katrien Boussery

DEEL 1: BETONTECHNOLOGIE

1 WAT IS BETON?

Beton is een materiaal dat gevormd wordt door het mengen van cement, water, grove (steenslag of rolgrind) en fijne (zand) materialen en dat overgaat naar de vaste toestand door het verharden van de cementpasta (cement en water).

1.1 Grind en steenslag

1.1.1 *Grind*

Grind is een steenachtig granulaat van natuurlijke herkomst waarvan de korrels meestal afmetingen hebben begrepen tussen 2 en 80 mm. Het in België gebruikte grind is riviergrind gebaggerd uit de Rijn of de Maas en zeegrind gebaggerd uit de Noordzee. Grind komt voor onder de vorm van rolstenen.



Figuur 1: gerold grind

1.1.2 *Steenslag*

Steenslag is een granulaat bestaande uit gebroken stenen waarvan de korrels doorgaans afmetingen hebben tussen 2 en 80 mm. Meestal wordt de aard van de stenen nader omschreven: porfiersteenslag, kalksteenslag, zandsteenslag, gebroken kwartsiet, gebroken rolstenen, gebroken grind, gebroken slakken. Meest gebruikt in België zijn: kalksteenslag, porfiersteenslag en gebroken grind.



Figuur 2: steenslag

1.1.3 Korrelmaat

De afmetingen van de granulaten (grind, steenslag en zand) worden weergegeven aan de hand van de korrelmaat d/D. Deze afmetingen worden bepaald door de openingen van de zeven met vierkante mazen waartussen zich het belangrijkste deel van het granulaat bevindt: d voor de kleinste zeef en D voor de grootste. Een korrelmaat wordt dan aangeduid door d/D. De korrelmaten zijn gedefinieerd in de Europese norm NBN EN 12620:2002. Een voorbeeld van een korrelmaat is 6/14.

1.1.4 Granulaatkeuze

Voor doorsnee toepassingen is de keuze van de granulaten meestal eenvoudig. Op het departement Mechanisatie, Arbeid, Gebouwen, Dierenwelzijn en Milieubeveiliging (DVL) werd onderzoek verricht naar het gebruik van kalksteengranulaten en naar niet-gebroken grind als toeslagmateriaal in betonroosters voor varkensstallen. Hieruit blijkt dat de druksterkte van de beide types vergelijkbaar is. Naar aantasting van de roosters blijkt dat de roosters met kalksteen iets sneller gaan afslijten, maar dat de kalksteengranulaten mee afslijten. Bij de roosters met gebroken grind als granulaat zal de mortel rond het grind afslijten zodat de keien bloot komen te liggen. Indien de impact van de aantasting kleiner is (bijvoorbeeld bij rundveeroosters) is de keuze van het granulaat van minder belang. Echter voor de aanleg van sleufsilovloeren is aan te raden een kalksteenslag te gebruiken.

1.2 Zand

Zand is een geheel van steenachtige korrels van gelijk welk aard en vorm. Naargelang de aard en herkomst wordt zand ingedeeld in twee groepen:

- Natuurlijk zand: product ontstaan door verwerking van doorgaans kiezelhoudende gesteenten; met name zand herkomstig uit een zandgroeve of een kiezelgroeve, uit rivier of zee of door de wind aangevoerd.
- Kunstmatig zand, product ontstaan uit een fysisch of chemisch proces met name zand van steenslag (voortkomend van het breken en het zeven van gesteenten zoals kalksteen, grind, kiezelzandsteen, slakken, porfier, kwartsiet) en slakkenzand (voortkomend van het afschrikken van gesmolten hoogovenslakken in een grote overmaat aan water).

Daarnaast kan zand worden ingedeeld in grof of fijn zand. Het grof zand (0/4 mm) wordt meestal betonzand genoemd en wordt gebruikt voor beton. Het fijn zand (0/1 mm) ook metselzand genoemd, wordt meer gebruikt voor metselmortel of eventueel voor funderingsbeton. Gebruik nooit te fijn zand en zorg ervoor dat er geen humus of kleideeltjes in het zand voorkomen.



Figuur 3a: grof zand



Figuur 3b: fijn zand

1.3 Cement

Cement is een hydraulisch bindmiddel geleverd in de vorm van een zeer fijn poeder. Door toevoeging van water ontstaat een slappe, min of meer vloeibare pasta, die zowel onder water als aan de lucht verhardt en daarbij de vaste materialen, zoals toeslagmaterialen en zand kan samenkiten.

Het speciëren van cement kan door een keuze te maken uit:


- 4 cementtypes, naargelang de hoeveelheid klinker, hoogovenslak, kiezelachtig vlieg-as en kalksteen en eventueel bijkomende bestanddelen.
- 3 sterkteklassen nl. 32,5; 42,5 en 52,5. De vermelde sterktes zijn de minimale waarden van de druksterkte uitgedrukt in N/mm², op een ouderdom van 28 dagen, gemeten op prisma's 40 x 40 X 160 mm vervaardigd uit plastische normaalmortel.
- 2 verhardingstypes: normaal (vermelding N) en snel (vermelding R).

Er bestaan ook een reeks speciale cementsoorten: de vermelding HSR of LA geeft aan dat het cement respectievelijk een grote bestandheid tegen sulfaten of een laag alkaligehalte heeft.

In het onderstaande schema wordt een overzicht gegeven van de specificatie van cement:

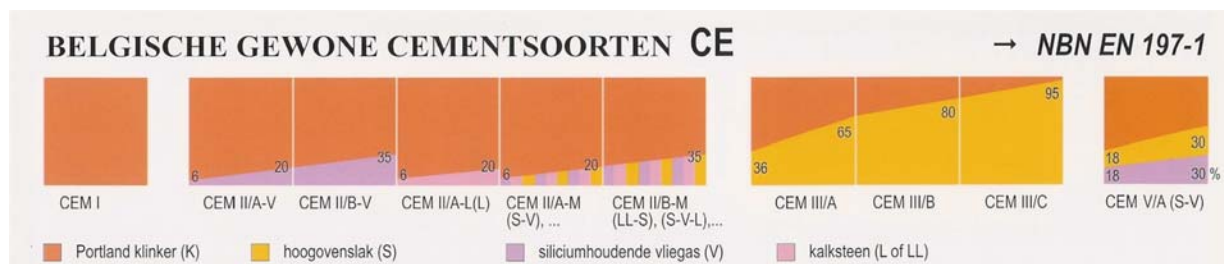
Tabel 1: Specificatie van cement volgens de norm NBN EN 197-1

Type	Benaming	Aanduiding			Sterkteklasse		Bijkomende eigenschap(en)	
		CEM						
I	Portlandcement	CEM	I		32,5 42,5 52,5	N R	High Sulfate Resisting	HSR
II	Portlandvlieg-as-cement	CEM	II/A-V					
		CEM	II/B-V					
	Portlandkalksteen-cement	CEM	II/A-L of LL					
	Portlandcomposiet-cement	CEM	II/A-M	(S-V-L-LL)				
		CEM	II/B-M					
III	Hoogovencement	CEM	III/A					
		CEM	III/B					
		CEM	III/C					
V	Composietcement	CEM	V/A	(S-V)				



Bron: 'Febelcem: Cement – Specificatie en Certificatie'

De keuze van deze parameters speelt een belangrijke rol. Zij moeten aangepast zijn aan de verwerking van het beton, aan de atmosferische omstandigheden en aan de gebruiksomstandigheden.



Figuur 4: Overzicht samenstelling van de Belgische gewone cementsoorten (Bron: Febelcem, 2001)

In België worden de volgende soorten geproduceerd conform de norm NBN EN 197-1:

Tabel 2: gewone cementsoorten geproduceerd in België conform NBN EN 197-1

	CEM I	CEM II/A-M	CEM II/B-M	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
32,5 N			X	X	X	X	X
32,5 R		X	X				
42,5 N	X			X	X		
42,5 R	X						
52,5 N	X						
52,5 R	X						

Tabel 3: speciale cementsoorten geproduceerd in België

	CEM I	CEM II/A-M	CEM II/B-M	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
32,5 N HSR					X	X	X
42,5 (R) HSR	X				X		
52,5 (R) HSR	X						
32,5 N LA				X	X	X	X
42,5 (R) LA	X			X	X		
52,5 (R) LA	X						

Het is ook mogelijk dat beide aanduidingen (HSR en LA) van toepassing zijn. Naast deze speciale soorten, bestaat er ook een derde aanduiding **LH** voor de cementen met een lage hydratatiewarmte. Deze aanduiding is echter nog niet genormaliseerd.

Het cement moet de CE-markering dragen. Deze markering die verplicht is vanaf 1 april 2002 garandeert enkel de conformiteit met de norm EN 197-1. Het BENOR-merk daarentegen is en blijft een vrijwillig kwaliteitsmerk dat gebaseerd is op een strengere kwaliteitscontrole. Het is dus aangeraden cementen met het BENOR-merk te gebruiken.

De keuze van de cementsoort is afhankelijk van de omstandigheden waarbij zal gebouwd worden.

- Onder **normale omstandigheden** verstaat men het geval waarbij er een normale wachttijd tot ontkisten en/of ingebruikname, een normale omgevingstemperatuur (10 tot 15 °C) heerst, de omgeving niet agressief is, geen dooizouten en de constructie niet te groot is (dikte ≤ 50 cm). In dit geval kunnen blootstelling aan dooizouten in de volgende cementen gebruikt worden:

Tabel 4: mogelijke cementsoorten bij normale omstandigheden

	CEM I	CEM II/A-M	CEM II/B-M	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
32,5 (R)		X	X	X	X	X	X
42,5 (R)	XX			XX	XX		
52,5 (R)	XXX						

X: matige prestaties op 28 dagen: metselmortels, funderingsbeton, betonsterkteklassen tot C25/30

XX: hoge prestaties op 28 dagen: betonsterkteklassen vanaf C25/30

XXX: zeer hoge prestaties op 28 dagen: bepaalde types prefab beton, voorgespannen beton en beton dat na korte tijd hoge prestaties moet leveren

- Bij **zeer koud weer** (< 5°C)

Tabel 5: mogelijke cementsoorten bij zeer koud weer

	CEM I	CEM II/A-M	CEM II/B-M	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
32,5 (R)		XX	XX	X	X	X	X
42,5 (R)	XXX			XX	X		
52,5 (R)	XXX						

X: minder geschikt tenzij voor mortels en beton die traag mogen of moeten verharden

XX: geschikt

XXX: zeer geschikt, de sterkteklasse 52,5 R wordt aangeraden indien er gevaar voor vorst is tijdens de uren volgend op het betonneren, het beton kan eventueel met thermische isolatie afgedekt worden.

- Bij **zeer warm weer** (> 25 °C)

Tabel 6: mogelijke cementsoorten bij zeer warm weer

	CEM I	CEM II/A-M	CEM II/B-M	CEM III/A	CEM III/B	CEM III/C	CEM V/A
32,5 (R)		X	XX	XXX	XXX	XXX	XX
42,5 (R)	X			XX	XXX		
52,5 (R)	X						

X: minder geschikt, de cementpasta verstijft te snel, gevaar voor scheurvorming door thermische krimp

XX: geschikt

XXX: zeer geschikt, maar opletten bij droog en warm weer: jong beton zorgvuldig tegen uitdrogen beschermen

- Gevaar voor **alkali-silica reactie**

Wanneer de drie hieronder vermelde voorwaarden gelijktijdig vervuld zijn, gebruik dan **LA-cement**

- Vochtige omgeving (beton dat continu nat is of dikwijls wordt bevochtigd)
- Aanwezigheid in het beton van granulaten die gevoelig zijn voor alkaliën of waarvan de gevoeligheid voor alkaliën niet gekend is.
- Beton met hoog alkali-gehalte

- Aanwezigheid van **sulfaten**

Wanneer het beton in contact komt met mest, afvalwater, sulfaathoudende grond, zeewater, e.d. gebruik dan **HSR-cement**

- Massieve bouwwerken (dikte > 50 cm)

Wanneer de betonconstructies een groot volume en een beperkt buitenoppervlak hebben, gebruik dan **LH-cement**

Opmerking:

De overeenkomst tussen de oude en de nieuwe cementsoorten is bij benadering de volgende:

TYPE	OUD	NIEUW
	P	CEM I
	PPz	CEM II
	HK	CEM III/A
	HL	CEM III/A of B
	LK	CEM III/C
		CEM V/A

KLASSE	OUD	NIEUW
	30	32,5
	40	42,5
	50	52,5

De vroeger veel gebruikte cementsoort P40 wordt nu aangeduid met CEM I, 42,5.

1.4 Water

De kwaliteit van het aanmaakwater is belangrijk voor de uiteindelijke kwaliteit van het ermee vervaardigde beton. Onzuiverheden in het aanmaakwater kunnen de binding en de verharding beïnvloeden. Gebruik het liefst leidingwater, eventueel regenwater.

1.5 Wapening

Het toe te passen wapeningsstaal dient vooral schoon te zijn en mag slechts oppervlakkig geroest zijn. Gebruik altijd BENOR-gekeurd staal.

Voordat het betonstorten kan beginnen moet worden nagegaan of alle controlewerkzaamheden aan de bekisting en de wapening zijn uitgevoerd.

Wapening wordt meestal toegepast als constructieve wapening. Soms wordt er ook lichte wapening geplaatst als wapening tegen de krimpspanningen.

Ongewapende vloeren met een dikte tot 12 cm zijn heel dun en kunnen weinig belasting dragen. Daarom is het noodzakelijk in deze gevallen constructieve wapening te voorzien bijvoorbeeld in de vorm van een net. Door het voorzien van dit net kunnen deze vloeren al meteen meer dan 3 keer zoveel belasting opnemen in vergelijking met een zelfde vloer zonder wapeningsnet.

1.6 Hulpstoffen

Hulpstoffen zijn dikwijls een zeer goed middel om aan bepaalde kwaliteitseisen te kunnen voldoen en moeten dan ook beschouwd worden als een wezenlijk deel van de betonsamenstelling.

Zo is het gebruik van een superplastificeerder (sterke waterreducerder) « het » middel om de hoeveelheid water nodig voor het plaatsen van het beton te beperken zonder daarbij in te boeten inzake verwerkbaarheid van het verse beton of aan mechanische eigenschappen en duurzaamheid van het verharde beton. Als een verhoogde verwerkbaarheid gewenst is, is het noodzakelijk dit te melden aan de betoncentrale zodat waterreducerders kunnen worden toegevoegd in plaats van water. **Te veel water is namelijk VERGIF voor beton.**

In andere gevallen waar het beton is blootgesteld aan vorst-dooi cycli en aan dooizouten zal een luchtbelvormer toegevoegd worden aan het beton. De ingesloten luchtbellen zullen de dimensiewijzigingen veroorzaakt door de ijsvorming opvangen.

1.7 Toevoegsels

Toevoegsels zijn fijn verdeelde materialen die kunnen toegevoegd worden aan het beton om bepaalde eigenschappen te verbeteren of om speciale eigenschappen te verlenen. Voorbeelden van toevoegsels zijn: vliegas, microsilica, fillers, slakken,...

1.8 Het beton

1.8.1 *De water/cement factor (W/C-factor)*

Dit is de verhouding van de hoeveelheid water aanwezig in het mengsel tot de hoeveelheid cement. Slechts een deel van het aanwezige water zal zich chemisch binden met het cement en op die wijze de potentiële eigenschappen van het beton bepalen. Het andere deel van het water zal nodig zijn voor de verwerkbaarheid maar zal gelijktijdig, na migratie en verdamping, holtes en capillairen nalaten. Ongelukkigerwijze zijn deze holtes en capillairen eveneens toegangspoorten voor de agressieve agentia. Naarmate hun gehalte toeneemt, zal het beton minder compact zijn, minder dicht of minder ondoorlatend zijn, en des te meer blootgesteld zijn aan de invloed van de agressieve stof. Het is dus absoluut noodzakelijk de hoeveelheid water in het beton maximaal te beperken maar de consistentie van het beton moet zodanig zijn dat een correcte plaatsing mogelijk blijft.

1.8.2 *De hoeveelheid cement*

De hoeveelheid cement moet oordeelkundig worden gekozen om een correcte verwerkbaarheid te kunnen bekomen, om mechanische prestaties te bereiken die overeenkomstig zijn met de eisen en om duurzaamheidsredenen. Op te merken valt dat het niet aanbevolen is zonder reden de cementdosering te verhogen op kans van een verhoogd risico op het verstoren van de verwerking (door vroegtijdige binding) of van scheurvorming ten gevolge van de verhoogde hydraulische krimp.

2 HOE BETON BESTELLEN?

Bij het omschrijven van de beoogde eigenschappen voorziet de norm NBN B15-001 (2004)¹ vier basisgegevens die de gebruiker in alle geval moet opgeven bij het bestellen van beton

- De sterkteklasse (A)
- De gebruiksdomein en omgevingsklasse (B)
- De consistentieklasse (C)
- De nominale maximale korrelgrootte van de granulaten (D)

Om alle twijfels uit te sluiten is het aangeraden de bestelling van beton **schriftelijk (per brief of per fax)** te bevestigen en daarbij **de 4 basisgegevens (A, B, C en D)** evenals de **eventuele aanvullende gegevens (E)** op te geven.

A Sterkteklasse

Als maatstaf voor de sterkte van het beton wordt gebruik gemaakt van verschillende sterkteklassen. Deze worden aangeduid met de letter C gevolgd door twee cijfers, bv C20/25 of 30/37. Deze twee cijfers geven respectievelijk de karakteristieke cilinder- en kubusdruksterkte in N/mm² aan, die het beton na 28 dagen verharding bij 20°C moet hebben. De sterkte wordt vooral beïnvloed door de W/C-factor.

Tabel 7: Overzicht van de sterkteklassen volgens de norm NBN B15-001

Klasse	Cilinderdruksterkte (N/mm ²)	Kubusdruksterkte (N/mm ²)
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C55/67	55	67
C50/60	50	60
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

De hogere sterkteklassen zullen zeer weinig (of zelfs niet) toegepast worden in de landbouwsector.

¹ De norm NBN B15-001 (2004) is een nieuwe norm ter vervanging van de norm NBN B15-001 (1992). Hier en daar werden grote veranderingen doorgevoerd.

De sterkteklasse C20/25 wordt voorbehouden voor de funderingen. De sterkteklasse C25/30 wordt aangeraden voor verhardingen, weinig of niet blootgesteld aan de atmosferische buitenomstandigheden of aan agressieve chemische stoffen, belast met middelmatig zware lasten (tot 2 ton), met een voldoende dikte (minimum 130 mm). Voor wat alle buitenverhardingen betreft, onverschillig de chemische en fysische sollicitatie en de grootte van de mechanische belasting, is een sterkteklasse van minstens C30/37 aangewezen.

B Gebruiksdomein en omgevingsklasse

Daar de duurzaamheid van het beton een zeer belangrijke eis is geworden, werd in de nieuwe norm geopteerd om de milieuklassen sterk uit te breiden. Daar een combinatie van verschillende soorten aantastingsmechanismen kan optreden tijdens de levensduur van het beton, werden **omgevingsklassen** gedefinieerd. Deze omgevingsklassen worden aangeduid met de letter E van het engelse woord 'environment', gevolgd door een letter, I (interieur), E (exterieur), S (zee) of A (agressief). Daarenboven geeft een cijfer de mogelijkheid om de omgeving nader te omschrijven.

Bij het bestellen van beton wordt de **omgevingsklasse** doorgegeven in plaats van de milieuklasse. Voor toepassingen in de landbouwsector betekent dit voor bijvoorbeeld sleufsilovloeren (agressieve omgeving) dat de omgevingsklasse EE3 en EA3 moet worden doorgegeven.

Aan de hand van de omgevingsklassen wordt met behulp van tabel 8 het 'betontype' bepaald. Elk betontype wordt bepaald door een specifieke combinatie van duurzaamheidseisen (tabel 9) en wordt voorgesteld met de letter T, gevolgd door een getal dat verwijst naar de maximaal toelaatbare water-cementfactor.

Praktisch betekent dit dat het doorgeven van de omgevingsklasse aan de betoncentrale de volgende eisen bepaald voor het beton:

- maximale water-cementfactor
- minimaal cementgehalte
- minimale druksterkteklasse
- eventueel minimaal luchtgehalte.

Het is dus van allergrootste belang de omgevingsklasse door te geven aan de betoncentrale.

Tabel 8: Duurzaamheidseisen voor ongewapend (OB), gewapend (GB) en voorgespannen (VB) beton (Bron: Febelcem)

Omgevingsklasse		OB		GB en VB	
Symbool	Omschrijving	Duurzaamheidseisen		Duurzaamheidseisen	
		Betontype	Andere eisen	Betontype	Andere eisen
E0	Niet schadelijk	T(1,00)	(6)		
EI	Binnenomgeving (met middelmatige RV)	T(1,00)		T(0,65)	
EE	Buitenomgeving				
EE1	Geen vorst	T(1,00)		T(0,60)	
EE2	Vorst, geen contact met regen	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,55)	(1) (2) (3) (4)
EE3	Vorst, contact met regen	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,50)	(1) (2) (3) (4)
EE4	Vorst en dooizouten (aanwezigheid van ter plaatse ontdooid of opspattend of aflopend dooizouthoudend water)	T(0,45) of T(0,50)A	(1) (3) (4)	T(0,45) ou T(0,45)A	(1) (2) (3) (4)
ES	Zeeomgeving				
	geen contact met zeewater; wel contact met brak water en/of zeelucht; tot 1 km van kust				
ES1	Geen vorst	T(0,60)		T(0,50)	
ES2	Vorst	T(0,55)	(1) (3) (4)	T(0,50)	(1) (2) (3) (4)
	contact met zeewater				
ES3	Getijden- en spatzone	T(0,45) of T(0,50)A	(1) (3) (4)	T(0,45) ou T(0,45)A	(1) (2) (3) (4)
ES4	Ondergedompeld	T(0,55)		T(0,45)	
EA	Agressieve omgeving				
EA1	Zwak agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,55)	(5)	T(0,55)	(5)
EA2	Middelmatig agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,50)	(5)	T(0,50)	(5)
EA3	Sterk agressieve chemische omgeving volgens tabel 2 van NBN EN 206-1:2001	T(0,45)	(5)	T(0,45)	(5)

(1) Granulaten moeten vorstbestendig zijn volgens NBN EN 1367-1:1999 of NBN EN 1367-2:1998.

(2) Bij gebruik van CEM I met toevoeging van meer dan 33 % vliegias t.o.v. het cementgehalte, is de k-waarde gelijk aan nul. Bij gebruik van CEM III/A met toevoeging van meer dan 25 % vliegias t.o.v. het cementgehalte, is de k-waarde gelijk aan nul.

(3) Bij toevoeging van vliegias met een gloeiverlies tussen 5 en 7 % aan beton geldt als bijkomende eis (ten aanzien van de eisen in artikel 5.2.5.2.2) dat de totale vliegiasmassa in beton niet meer mag bedragen dan 25 % van de cementmassa. Op basis van voorafgaandelijke geschiktheidproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden.

(4) CEM II/B-V, CEM II/B-M (V-...) en CEM V/A met melding op de zak en/of de leveringsbon dat het daarin verwerkte vliegias een gloeiverlies heeft van 7 %, mogen alleen gebruikt worden wanneer de maximale vliegiasmassa in het cement beperkt wordt tot 25 % van de som van hoofd- en nevenbestanddelen van het cement (volgens NBN EN 197-1). Op basis van voorafgaandelijke geschiktheidproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden.

(5) Cement met hoge bestandheid tegen sulfaten (volgens NBN B12-108:2000) moet gebruikt worden indien het sulfaatgehalte > 500 mg/kg in water en > 3000 mg/kg in grond.

(6) Enkel voor uitzonderlijke toepassingen in ongewapend beton, zoals b.v. zuiverheidbeton voor funderingen, is betontype T(1,50) mogelijk.

Tabel 9: Betontype (Bron: Febelcem)

Aanduiding	T(1,50)	T(1,00)	T(0,65)	T(0,60)	T(0,55)	T(0,55)A	T(0,50)	T(0,50)A	T(0,45)	T(0,45)A
Maximale water-cementfactor ⁽¹⁾	1,50	1,00	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45
Minimaal cementgehalte ⁽²⁾	-	-	260	280	300	300	320	320	340	340
Minimale druksterkteklasse ⁽³⁾ ⁽⁵⁾	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C20/25	C30/37	C25/30	C35/45	C30/37
Minimum luchtgehalte ⁽⁴⁾ van vers beton in % voor nominale max. korrelgrootte van het granulaat:										
20 of 32 mm						4		4		4
16 mm						5		5		5
8 mm						6		6		6
<p>(1) effectief watergehalte; voor cementgehalte zie bepalingen van artikels 5.2.5.2.1, 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 en 5.2.5.2.4.</p> <p>(2) zie bepalingen van artikels 5.2.5.2.1, 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 en 5.2.5.2.4.</p> <p>(3) op basis van voorafgaandelijke geschiktheidproeven volgens bijlage J van NBN EN 206-1:2001 kan van deze eis afgeweken worden op voorwaarde dat de samenstelling wel beantwoordt aan de 2 basiseisen, namelijk de maximaal toelaatbare water-cementfactor en het minimaal vereiste cementgehalte.</p> <p>(4) met een afstandsfactor van de ingebrachte luchtballen < 0,200 mm gemeten op het verharde beton (volgens NBN EN 480-11:1998)</p> <p>(5) niet van toepassing op lichtbeton</p>										

Vroegere norm

In de vorige norm werden slechts 5 milieuklassen gedefinieerd. De tabel 10 worden deze milieuklassen gegeven. Agressieve stoffen zoals voedersappen, silosappen, gassen uit mestkelders, mest,... leiden er toe vooral milieuklasse 5c te gebruiken in de landbouwsector.

Tabel 10: Milieuklassen met betrekking tot omgevingsinvloeden

Milieuklasse	
1. Droge omgeving	
2. Vochtige omgeving	a. zonder vorst
	b. met vorst
3. Vochtige omgeving met sterke blootstelling aan water, vorst en dooizouten	
3. S. Vochtige omgeving met matige blootstelling aan water, vorst en dooizouten	
4. Zeewateromgeving	a. zonder vorst
	b. met vorst
5. Agressieve chemische omgeving	a. licht agressieve chemische omgeving
	b. gemiddeld agressieve chemische omgeving
	c. zeer agressieve chemische omgeving

C Consistentieklasse

De consistentie, uitgedrukt in **consistentieklassen**, is een aanduiding voor de verwerkbaarheid van het beton. Deze kan worden bepaald door het meten van de inzakking van een betonkegel. De norm definieert naargelang de gehanteerde methode om consistentie te meten verschillende consistentieklassen.

De meetmethode met de Abramskegel (figuur 5) maakt een onderscheid in 5 klassen: van S1 tot en met S5.



Figuur 5: Consistentieproef met kegel waarbij de inzakking wordt gemeten (bron: Febelcem)

Hoe meer de verse beton inzakkt, hoe hoe vloeibaarder het beton en hoe groter de consistentieklasse. De indeling gebeurt volgens onderstaande tabel:

Tabel 11: Overzicht van de consistentieklasse

Klasse	Zetmaat (Slump) in mm
S1	10 – 40
S2	50 – 90
S3	100 – 150
S4	160 – 210
S5	≥ 220

De consistentieklassen S1 en S2 zijn voorbehouden voor de verwerking van beton met behulp van krachtige en mechanische verdichtings- en plaatsingssystemen (slipform-paver, zware trilbalken,...). In het geval van een manuele en traditionele plaatsing (vooral in combinatie met een wapening) met lichte verdichtingsmiddelen, is de consistentieklasse S3 normaal de ideale keuze. Deze klasse laat doorgaans een gemakkelijke plaatsing en een goede verdichting toe. Voor vloeren wordt afhankelijk van de plaatsingsmethode S3 of S4 gebruikt.

Een andere meetmethode voor de consistentie bestaat uit een consistentiemeting met de schoktafel genaamd Flow (F). Gelijkaardig als met (S) onderscheidt men de klassen F1 tot en met F6.

De toegelaten waterhoeveelheid is dikwijls te klein om het beton voldoende verwerkbaar te maken. Om tegelijkertijd te voldoen aan de eisen van duurzaamheid en consistentie moet daarom vaak een superplastificeerder (sterk waterreducerend vloeimiddel) worden toegevoegd. Indien – op vraag van de gebruiker – op de werf water of andere producten aan het beton wordt toegevoegd, is het betreffende beton niet meer gedekt door het BENOR-merk. Het gebruik van meer water voor een betere verwerkbaarheid verlaagt niet alleen de sterkte maar vooral de duurzaamheid omdat het beton dan meer en grotere poriën bevat. Het gebruik van zogenaamde vertragers of superplastificeerders, als aanvulling op zo weinig mogelijk water, zorgt voor een betere verwerkbaarheid van de betonmortel zonder dat de duurzaamheid en sterkte nadelig worden beïnvloed. Door het gebruik van deze waterreducerende hulpstoffen is

er een geringe meerprijs wat betreft materialen maar deze weegt absoluut niet op t.o.v. de makkelijke verwerkbaarheid en de meerwaarde van de kwaliteit. In vele gevallen is het gebruik van deze producten inbegrepen in de vaste prijs van beton.

D Korrelgrootte

Bij gewapend beton mogen de granulaten van het beton niet te groot zijn aangezien zij een hinderpaal kunnen zijn voor de volledige omhulling van de wapening en een voldoende betondekking. Daarom geeft de norm richtlijnen over de keuze van de nominale maximale korrelgrootte (D_{max}). Er bestaan 7 nominale maximale korrelgroottes. De selectie van D_{max} is afhankelijk van de afmetingen van het te storten element, de betondekking en de afstand tussen de wapeningen. D_{max} moet gekozen worden uit de volgende reeks: 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 20, 22, 32, 40, 45 of 63 mm.

Enkele voorbeelden:

D_{max} = 8 mm voor een vloerplaat met een dikte van 5 cm.

D_{max} = 14 mm voor een plaatdikte van 10 cm.

D_{max} = 22 mm voor een plaatdikte van 20 cm.

E Aanvullende gegevens

De gebruiker moet speciale aandacht hebben voor het cementtype. Het gebruik van een cement van het type HSR (hoge bestandheid tegen sulfaten) en LA (beperkt gehalte aan alkaliën) is wenselijk en voor bepaalde toepassingen zelfs noodzakelijk.

Daarnaast kan dit nog aangevuld worden met enkele praktische gegevens zoals:

- Eventuele wijze van verwerking (stortgoot, pomp, ...)
- Stortdatum, aanvangstijd en stortsnelheid
- De benodigde hoeveelheid beton
- Waarvoor het beton gebruikt moet worden

Het is aan te bevelen om beton te bestellen bij een betoncentrale die erkend is en gecertificeerde beton (BENOR) levert.

Een lijst van gecertificeerde betoncentrales is terug te vinden op de website:

<http://info.benoratg.org/infopoint/searchatg/search.cfm>

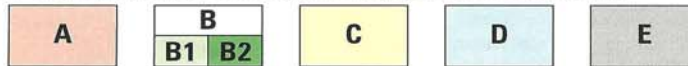


Alle voorgaande basisgegevens worden samengevat in de volgende tabel 12:

Tabel 12: Voorschrijven van een beton volgens de norm NBN B15-001

PRAKTISCH: HOE EEN BETON MET GESPECIFICEERDE EIGENSCHAPPEN VOORSCHRIJVEN?

Door te eisen dat het beton moet voldoen aan NBN B 15-001:2004 en NBN EN 206-1:2001, door het **verplicht** invullen van de vakken A tot en met D (basiseisen) en het **facultatief** invullen van het vak E (aanvullende eisen) met de gegevens van dit beton :


Basiseis A: kies de gewenste sterkteklasse

KLASSE	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
<i>f_{ck,cyl}</i>	8	12	16	20	25	30	35	40	45
<i>f_{ck,cube}</i>	10	15	20	25	30	37	45	50	55
KLASSE	C50/60	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115		
<i>f_{ck,cyl}</i>	50	55	60	70	80	90	100		
<i>f_{ck,cube}</i>	60	67	75	85	95	105	115		
<i>f_{ck,cyl}</i> : cilinderdruksterkte (N/mm ² ; cilinder 300 mm hoogte x 150 mm diameter)						Proefstukken gedurende 28 dagen bewaren bij (20±2)°C onder water of in kamer met R.V. ≥ 95%			
<i>f_{ck,cube}</i> : kubusdruksterkte (N/mm ² ; kubus zijde 150 mm)									

Basiseis B1: kies het gewenste 'gebruiksdomein'

OB	Ongewapend beton (toegelaten chloride-ionengehalte ≤ 1,0 % Cl ⁻)
GB	Gewapend beton (toegelaten chloride-ionengehalte ≤ 0,40 % Cl ⁻)
VB	Voorgespannen beton (toegelaten chloride-ionengehalte ≤ 0,20 % Cl ⁻)

Basiseis B2: kies de gewenste omgevingsklasse

KLASSE	OMSCHRIJVING
E0	Niet schadelijk (enkel van toepassing op ongewapend beton)
EI	Binnenomgeving (binnenkant van woningen en kantoren)
EE	<i>Buitenomgeving</i>
EE1	Geen vorst (fundering onder vorstgrens, ...)
EE2	Vorst, geen contact met regen (overdekte open parkeergarage, kruipkelder, open doorgang in gebouw, ...)
EE3	Vorst, contact met regen (buitenmuur, ...)
EE4	Vorst en dooizouten (delen van verkeersinfrastructuur, ...)
ES	<i>Zeeomgeving</i>
	<i>Geen contact met zeewater, wel met zeelucht (tot 3 km van kust) en/of brak water</i>
ES1	Geen vorst (fundering onder vorstgrens in contact met brak water, ...)
ES2	Vorst (buitenmuur aan kust, ...)
	<i>Contact met zeewater</i>
ES3	Ondergedompeld
ES4	Getijden- en spatzone (kaaimuren, ...)
EA	<i>Agressieve omgeving (altijd in combinatie met één van voornoemde omgevingsklassen)</i>
EA1	Zwak agressieve chemische omgeving
EA2	Matig agressieve chemische omgeving
EA3	Sterk agressieve chemische omgeving

Basiseis C: kies de gewenste consistentieklasse

KLASSE	ZETMAAT (<i>Slump</i>) in mm	KLASSE	SCHOKMAAT (<i>Flow</i>) in mm
S1	10 - 40	F1	≤ 340
S2	50 - 90	F2	350 - 410
S3	100 - 150	F3	420 - 480
S4	160 - 210	F4	490 - 550
S5	≥ 220	F5	560 - 620
		F6	≥ 630

Basiseis D: kies de nominale grootste korrelafmeting (*D_{max}*)

Kies <i>D_{max}</i> uit de volgende reeks:	6	8	10	11	12	14	16	20	22	32	40	45	63
--	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Aanvullende gegevens E

Met betrekking tot de samenstelling
Met betrekking tot het verse beton
Met betrekking tot de verwerking
Met betrekking tot het verharde beton

3 ZELF BETON MAKEN

Kleine hoeveelheden beton kunnen zelf gemaakt worden. Dit kan door middel van een betonmolen of gewoon met de hand. Voor beide technieken moet in eerste instantie aandacht besteed worden aan de gewenste betonsamenstelling. Niet enkel de kwaliteit en de soort van de materialen (zie punt 1) zijn belangrijk maar ook in welke verhouding deze samengevoegd worden is een belangrijk gegeven. In de onderstaande tabellen staan enkele gangbare betonsamenstellingen opgesomd voor constructief en funderingsbeton, uitgedrukt in volumedelen (bv. emmers) (tabel 13) en uitgedrukt in liter/kg (tabel 14). Voor bijzondere toepassingen of grotere hoeveelheden beton, wordt aangeraden advies in te winnen bij vakmensen.

Tabel 13: Aantal volumedelen granulaat, zand en water nodig voor volumedeel cement

Bestemming v/h beton		Gekozen grind of steenslag	Aantal volumes voor volume cement			Hoeveelheid vers beton (volumes)
			Grind of steenslag	Rijzand	Water	
Constructief beton	Topkwaliteit (1)	4/32	2,75	1	0,5	3,25
		4/14, 6/20 of 8/22	2,5	1	0,5	3
		2/8	1,75	1	0,5	2,5
	Gewone kwaliteit (2)	4/32	3	1,5	0,66	3,75
		4/14, 6/20 of 8/22	2,75	1,5	0,66	3,33
		2/8	2	1,5	0,66	3
Funderingsbeton	Met Rijzand	4/28, 6/20, 8/22 of 4/14	3,75	2	0,75	4,33
	Met fijn zand		3,5	2	0,75	4

Tabel 14: Aantal liter/kg granulaat, zand en water nodig voor 50 kg cement

Bestemming v/h beton		Gekozen grind of steenslag	Aantal liter / kg voor 50 kg cement			Aantal liter vers beton
			Grind of steenslag	Rijzand	Water	
Constructief beton	Topkwaliteit (1)	4/32	110 / 180	45 / 75	20	135
		4/14, 6/20 of 8/22	100 / 160	45 / 75	20	120
		2/8	75 / 105	45 / 75	20	105
	Gewone kwaliteit (2)	4/32	130 / 205	60 / 100	25	160
		4/14, 6/20 of 8/22	115 / 160	60 / 100	25	140
		2/8	85 / 120	60 / 100	25	125
Funderingsbeton	Met Rijzand	4/28, 6/20, 8/22 of 4/14	155 / 220	80 / 130	30	180
	Met fijn zand		145 / 200	85 / 110	30	165

(1) in geval van betonconstructies in open lucht, al of niet gewapend, blootgesteld aan regen en/of vorst

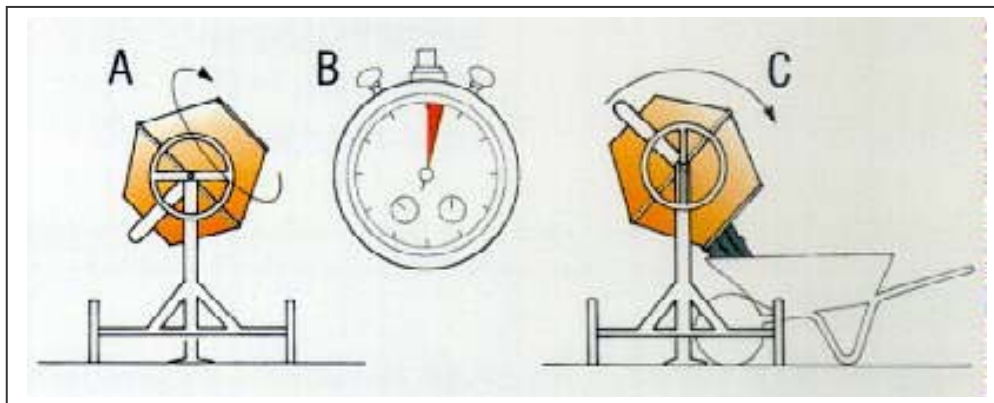
(2) in geval van betonconstructies al of niet gewapend, binnen of buiten, maar beschermt tegen regen en vorst

Let wel: de hoeveelheden zand die hierboven zijn aangeduid, gelden enkel voor droog zand. Zand dat buiten op een hoop ligt is echter bijna altijd vochtig: het heeft een donkere kleur en er kunnen zandtaartjes mee gemaakt worden. Doordat er zich al een kleine hoeveelheid water in het zand bevindt, moet de betonsamenstelling als volgt aangepast worden:

- de hoeveelheid zand vermeerderen met ongeveer 20 % bij dosering in volumes en met ongeveer 5 % bij dosering in gewichten
- en de hoeveelheid water verminderen met ongeveer 10 %

Wanneer de samenstelling van het beton gekend is, kan het mengen beginnen. Dit kan gebeuren door middel van een betonmolen of eenvoudig weg met de schop.

In het geval van een betonmolen, gaat men als volgt te werk (zie figuur 6):



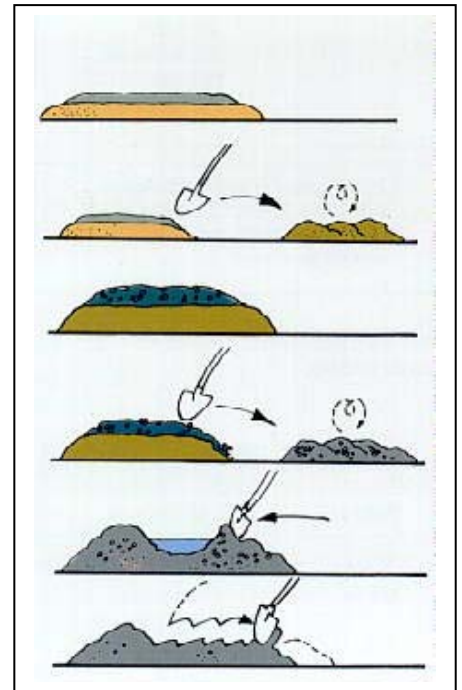
Figuur 6

1. Zet de betonmolen in opgerichte stand en laat hem draaien.
2. Giet er de helft van het grind en een deel van het water in.
3. Voeg vervolgens al het cement, al het zand en de rest van het grind toe
4. Voeg tenslotte water toe zoals nodig voor de consistentie
5. Laat de betonmolen nog gedurende 2 tot 3 minuten verder draaien
6. Giet het beton in een kuip of een kruitwagen
7. Maak na het werk de betonmolen zorgvuldig leeg en spoel hem uit.

Het is zo dat de materialen ook in een andere volgorde kunnen worden ingebracht. Begin echter nooit met het cement in een vochtige molen te gieten: het cement zal aan de wand kleven of klonters vormen.

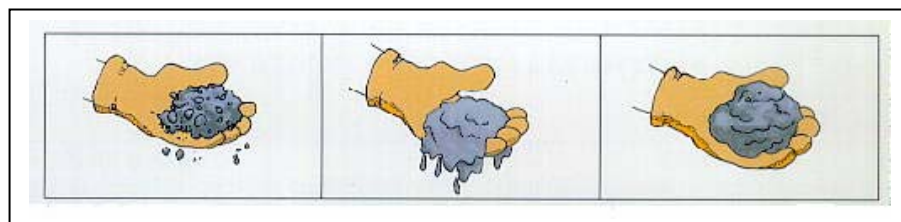
Wanneer er geen betonmolen aanwezig is, gaat men als volgt te werk (zie figuur 7):

1. Voorzie een hard en proper oppervlak of een plaat om het beton op te maken.
2. Giet het zand op een helft van het oppervlak en strooi het cement er bovenop.
3. Meng beide lagen door ze te verscheppen naar de andere helft van het oppervlak en terug.
4. Strooi het grind bovenop de laag zand-cement.
5. Meng deze nieuwe lagen weer door ze te verscheppen naar de andere helft van het oppervlak en terug.
6. Maak een krater en giet er het water in. Duw het droge mengsel geleidelijk vanaf de rand in die krater.
7. Meng tot een homogene specie.



Figuur 7

In verband met de hoeveelheid water, moet nog gezegd worden dat men deze beter niet in een keer volledig toevoegt. Het is beter op het einde geleidelijk aan water toe te voegen tot de juiste consistentie is bereikt. Dit kan men controleren door na het mengen een bol van vers beton te vormen in de hand en aan de hand daarvan te beoordelen.



Figuur 8:

(1)

(2)

(3)

- (1) Te droog: dit is moeilijk verwerkbaar beton. Bepaalde zones kunnen minder goed gevuld zijn, er kunnen grindnesten ontstaan e.d..
- (2) Te nat: Er is gevaar voor ontmenging: het grind, het zand en de cementpasta kunnen gescheiden raken.
- (3) OK als het een plastisch geheel is: het beton blijft homogeen en er is geen gevaar voor ontmenging, wat de kwaliteit en duurzaamheid van het beton ten goede komt. Het beton is moeilijk verwerkbaar zodat licht aandammen of trillen noodzakelijk is.

4 STORTEN VAN BETON

4.1 Storten

Storten van beton uit een betonmixer kan door middel van een stortgoot. Wanneer het te storten werk niet rechtstreeks bereikbaar is, dan kan een kraan worden ingeschakeld voor het storten met een kubel. Ook is het mogelijk de betonspecie met een betonpomp te transporteren.

Bij het storten in een bekisting moet ervoor gezorgd worden dat de betonmortel van niet te hoog wordt gegoten. Om ontmenging te voorkomen moet men ervoor zorgen dat de storthoogte, i.e. de vrije val van de betonmortel, maximaal 1 à 1,5 m is. Bij grotere hoogten moet een storkoker worden gebruikt. Bij dunne wanden waarin bovendien wapening voorkomt, is dit overigens niet altijd te verwezenlijken. In dit geval moet ervoor gezorgd worden dat de betonspecie een grote samenhang heeft en kan gebruik van fijner grind (groep 4/16) ook helpen.

4.2 Verdichten

Nadat het beton gestort is, moet voldoende aandacht besteed worden aan het verdichten. Wanneer onvoldoende verdicht wordt, kan het gebeuren dat niet alle holtes evengoed gevuld zijn met beton. Dit kan tot scheurvorming en sterkteverlies leiden. Te veel verdichten is echter ook niet goed daar dit kan leiden tot ontmenging.

Verdichten kan gebeuren met een trilnaald (meer voor wanden), een trilbalk of een afreibalk. Bij gebruik van een afreibalk moet ervoor gezorgd worden dat er altijd voldoende beton voor de balk aanwezig is.

4.3 Afwerken

Wanneer het beton enigszins begint te drogen (wanneer het beton zijn glans verliest) kan het oppervlak nog ingestrooid worden met kwarts of een zand/cement mengsel (verhouding 3/1) om het oppervlak een betere dichtheid te geven en ook om te zorgen voor een betere slipresistentie (bv. in melklokalen). Daarna moet alles netjes dichtgeschuurd worden.

4.4 Nabehandelen

Tijdens de eerste week van het droogproces moet er voor gezorgd worden dat het beton niet te snel kan uitdrogen. Zoniet droogt het bovenste of buitenste laagje beton sneller dan het dieper gelegen beton en ontstaan er spanningen binnenin het beton. Dit kan leiden tot kleine scheurtjes, die later heel snel kunnen uitgroeien tot grotere scheurvorming. Het verdampen van water verstoort ook de reactie van de binding waardoor er minder sterkteontwikkeling is. Om te vermijden dat het vocht uit de bovenste of buitenste laag van het beton te snel verdamppt, kan het volgende gedaan worden:

Bij een oppervlak:

- afdekken van het oppervlak met een kunststoffolie of een ander vochtremmend materiaal
- het oppervlak regelmatig benevelen met water
- het aanbrengen van een dampremmende laag, i.e. curing compound

Bij opstaande wanden:

- idem als bij oppervlakken
- het laten staan van de bekisting

Dit voor minimum 5 dagen, afhankelijk van de buitentemperatuur:

Gemidd. etmaal T (°C)	5 – 10	10 – 15	15 – 25
Min. aantal dagen	8	6	5

Het beschermen van het oppervlak kan ook nuttig zijn bij verhardingen en dit specifiek voor het beschermen tegen regen en hagel.

Bij nachtvorst is het ook belangrijk om het vers gestorte beton te beschermen. Het water in het beton bevriest en zet uit waardoor de hele betonconstructie vernietigd is.

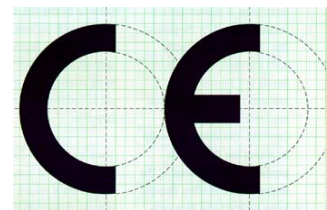


DEEL 2: NORMALISATIE EN CERTIFICATIE

1 BOUWPRODUCTENRICHTLIJN

De Europese richtlijn (89/106/EEG) heeft heel wat impact op de Europese bouwmarkt. De doelstelling van de bouwproductenrichtlijn is te komen tot één Europese markt waarin de Europese richtlijnen voor elke lidstaat gelden. Door de invoering van het CE-merk wordt het vrije verkeer van producten in Europa mogelijk. Het CE-merk kan aan bouwproducten worden toegekend op voorwaarde dat ze voldoen aan de bepalingen van die eengemaakte technische specificaties. Op dit moment wordt hard gewerkt om alle Belgische normen (NBN) om te zetten naar EN-normen.

Als gevolg van de Bouwproductenrichtlijn mogen bouwproducten enkel nog in de handel gebracht worden - zowel in eigen land als in welke lidstaat van de Europese Unie dan ook - als ze een CE-merk dragen. De bouwproductenrichtlijn en de CE-gemarkeerde producten dienen door alle sectoren te worden gerespecteerd, dus ook de landbouwsector. Op de websites <http://info.benoratg.org> en www.bbri.be kan u meer informatie vinden over de stand van zaken.

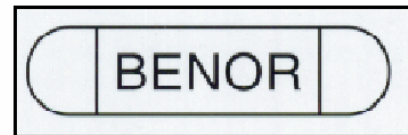


CE-label

2 WAT IS EEN BENOR-PRODUCT?

Het merk BENOR is een gedeponneerd merk dat eigendom is van het BIN (Belgisch Instituut voor Normalisatie). Het geeft aan dat een product in overeenstemming is met een Belgische Norm (NBN) of een gelijkgesteld document (vb. PTV). Het verlenen van de machtiging aan een fabrikant tot gebruik van het merk BENOR wordt productcertificatie genoemd. Dit is een handeling waarbij:

- de fabrikant (machtiging- of certificaathouder) de overeenstemming van zijn product met de norm verklaart op basis van een interne fabriekscontrole;
- een derde partij (certificatie-instelling) op basis van een externe controle bevestigt dat er een voldoende mate van vertrouwen is dat de door de fabrikant verstrekte verklaring van overeenstemming gewettigd is.



Het organisme dat de labels toekent in het geval van de betonproducten en geprefabriceerde betonelementen is PROBETON, de externe controle daarentegen wordt uitgevoerd door het controle-organisme SECO.

De zelfcontrole van de fabrikant, aangevuld door de externe controle, is de enige procedure om de overeenstemming met alle aspecten van de technische specificaties terdege te waarborgen. Door het permanent karakter van de controles en de statische interpretatie van de controleresultaten, wordt in het kader van de BENOR-merken een betrouwbaarheidsniveau gewaarborgd dat geen enkele afzonderlijke keuring van een partij kan bereiken.

Producten met een BENOR-label hebben een identificatie op het product zelf (verpakte hoeveelheid of elk stuk afzonderlijk) of op de begeleidende leveringsbon.

Alhoewel het merk BENOR vooral bekendheid heeft voor bv. snelblusapparaten, heeft het zich ook de laatste jaren sterk uitgebreid voor diverse bouwmaterialen, o.a. voor betonproducten.

3 HET ATG-MERK

Naast het systeem van BENOR-label kennen we in België ook nog aTg's of 'algemene Technische goedkeuringen'. Een aTg is een gunstige beoordeling van de gebruiksgeschiktheid in de bouw van een welbepaald product en dus een gepersonaliseerde norm die de eigenschappen van het product beschrijft in functie van de gebruiksbestemming. Het document wordt enkel opgesteld op aanvraag van een individuele producent of groep van producenten van hetzelfde product en is gebonden aan de commerciële benaming van het product.



De aTg wordt uitgewerkt voor materialen met sterk individuele, niet veralgemeenbare of innovatieve eigenschappen waarvoor nog geen norm of PTV bestaat. De goedkeuringen worden verleend door de Belgische Unie voor technische goedkeuring in de bouw (Butgb). De conformiteit van de producten met de beschrijving in de goedkeuring wordt eveneens gecertificeerd (aTg met certificaat). Ook hier treedt PROBETON op als certificatieorganisme i.s.m. SECO als inspectie-organisme.

Enkele voorbeelden van aTg-goedgekeurde producten zijn: isolatiepanelen, brandveilige draaideuren, sandwichpanelen, ...

4 WAAROM BENOR?

Het conformiteitsmerk geeft de verschillende partijen een garantie zowel wat betreft de kwaliteit als de geschiktheid voor verwerking in het beoogde bouwwerk. De controle gebeurt steekproefsgewijs en op een preventieve manier waardoor de kosten voor de controle dalen en de producten nog niet verwerkt kunnen zijn in een bouwwerk wanneer men tot de vaststelling komt dat deze niet voldoen aan de gestelde eisen.

Andere voordelen zijn:

- De clausules van de bestekken vereenvoudigen.
- Een keuring van de producten voor de verwerking ervan vervalt.
- De kans op geschillen tussen de fabrikant en de afnemer vermindert.
- De bouwheer heeft een betere kwaliteitsgarantie van de aangewende producten.
- De aannemer vermijdt risico's te wijten aan de uitvoering van de bouwwerken met minderwaardige producten.
- Er komt een gezondere concurrentie doordat de producten allemaal gelijkgesteld zijn.
- De fabrikant kan met zijn product gemakkelijker op de buitenlandse markt terecht.

5 BUITENLAND

Elk land heeft zo zijn eigen systeem van certificeren gebaseerd op de eigen technische specificaties. De meeste bekende merken in ons omringende landen zijn het Ü-merk (Duitsland), het KOMO-merk (Nederland) en het NF-merk (Frankrijk). De wederzijdse erkenning van dergelijke conformiteitsmerken is geen automatisme omdat niet alleen de voorschriften maar ook de certificatie- en goedkeuringsprocedure van de verschillende landen en instellingen verschillend zijn. Ook de wettelijke beschikkingen voor het bouwen in de landen zijn verschillend zodanig dat de draagwijdte van de conformiteitsmerken ook verschillend is. België heeft wel met sommige omringende landen afspraken voor wederzijdse erkenning bedongen, en is voor wat de technische goedkeuring betreft, lid van de Europese Unie voor de Technische Goedkeuring in de Bouw (UEAtc), zodat via gemeenschappelijke richtlijnen en leidraden de wederzijdse erkenning wordt vergemakkelijkt.

6 NORMALISATIE EN CERTIFICATIE IN DE LANDBOUW

De begrippen “Normalisatie” en “Certificatie” zijn vrij nieuw in de agrarische sector. In de sector van de boerderijbouw worden veel typeconstructies met een bepaalde functie geconstrueerd waarbij bepaalde standaardiseerbare bouwelementen steeds terugkomen (vb. wandpanelen, roostervloeren, onderslagbalken, sleufsilopanelen, enz.)

Via het systeem van certificering kan een efficiënte kwaliteitsborging van deze relatief goedkope gebouwen of constructie-elementen gerealiseerd worden. Boven op de constructieve eisen gesteld aan betonnen geprefabriceerde elementen, wordt hier ook aandacht besteed aan de milieuvriendelijkheid en dierenwelzijn.

Het eerste agrarische betonproduct dat in België is gecertificeerd, is de betonrooster voor dieren. Op 10 maart 1998 is het normatief document PTV 203 voor “*geprefabriceerde roostervloerelementen van gewapend beton en van voorgespannen beton voor stalgebouwen*” goedgekeurd door het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN). In het normatieve document PTV 203 worden alle voorschriften en kenmerken bepaald. De gestelde constructieve eisen in het normatief document houden ook rekening met het dierenwelzijn en het milieu.

Een tweede normatief document PTV 212 voor ‘Geprefabriceerde wandelementen van gewapend beton en van voorgespannen beton’ laat fabrikanten toe een aanvraag in te dienen voor geconstrueerde wandpanelen.

Het BENOR-label voor deze producten garandeert het gebruik van kwaliteitsgrondstoffen, een fabricatie volgens “*de regels van de kunst*” en een hoge kwaliteit van het eindproduct. Een geprefabriceerd element met dit label is dus sterk aan te raden.

7 STANDARDISATIE

Iedere Belgische betonroosterfabrikant heeft een eigen gamma aan roostervloerelementen. Opvallend hierbij is echter de grote verscheidenheid aan afmetingen binnen de gamma's van de verschillende fabrikanten en tussen de fabrikanten onderling. Dit stelt echter enkele problemen:

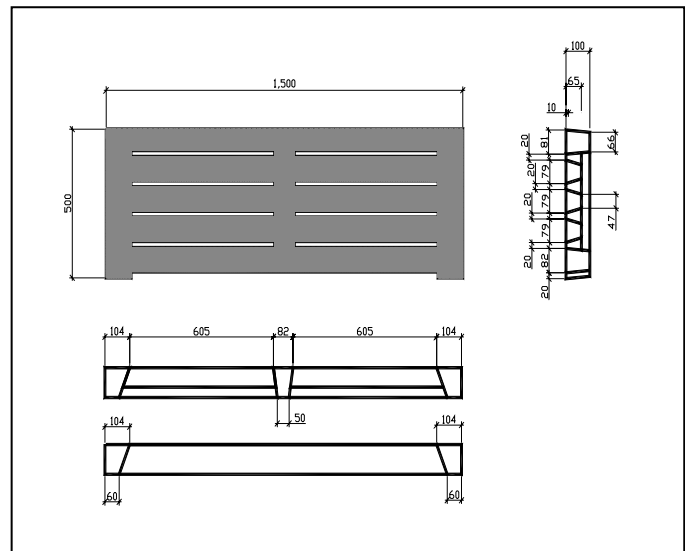
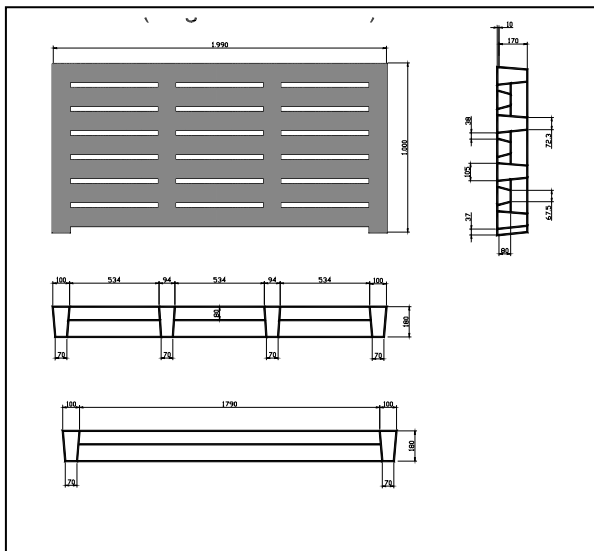
- Wanneer een landbouwer enkele roosters in zijn stal wenst te vervangen of zijn stal wenst uit te breiden, is hij genoodzaakt terug naar dezelfde leverancier te gaan en hetzelfde rooster te kopen.
- Wanneer een voorlichtingsdienst een stalplan voor een landbouwer uittekent, moet hij daar een bepaald type rooster (bepaalde afmetingen van het rooster) inpassen. Door de keuze van het roostertype, wordt meteen de mogelijke leverancier vastgelegd en is de vrije keuze van de landbouwer beknot.
- Daar waar de concurrentie tussen fabrikanten normaal gevoerd wordt over de prijs/kwaliteit verhouding, spelen bij de betonroostervloerelementen de afmetingen ook een rol.

Om het hoofd te bieden aan deze problemen nam de vereniging van betonroosterfabrikanten het initiatief om een varkens- en rundveerooster te ontwerpen met standaardmaten. Hierbij werd rekening gehouden met de geometrische voorschriften van de PTV 203. Let wel: dit wil niet zeggen dat de standaardrooster daarmee ook automatisch voldoet aan de andere eisen van de PTV 203 en dus een BENOR-rooster zou zijn. In tabel 15 is een overzicht gegeven van de afmetingen van de standaard varkens- en rundveerooster:

Tabel 15: Afmetingen van de standaard varkens- en rundveerooster

	Breedte (m)	Hoogte (m)	Lengte (m)	Gleufbreedte (mm)	Balkbreedte (mm)	Mestdoorlaat (%)
Varkens 25 – 250 kg	0.5	0.1	0.8, 0.9, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2, 2.25 of 2.5	20	79 tot 82	14.7 tot 17.3
Rundvee 200 – 285 kg	1	0.18	2, 2.25, 2.5, 2.75, 3, 3.25, of 3.5	38	105	21.7 tot 22.2

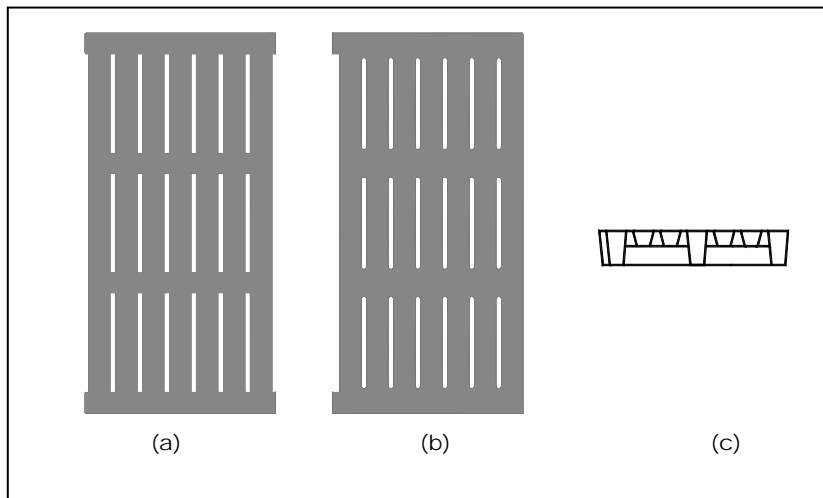
In de onderstaande figuren zijn de standaard varkens- (figuur 9) en rundveerooster (figuur 10) voorgesteld.



Figuur 9: Standaard rundveerooster (klasse A2)

Figuur 10: Standaard varkensrooster (klasse B2)

Bepaalde fabrikanten trachten door een specifiek detail een eigen kenmerk aan te brengen aan de rundveerooster (figuur 11). Zo zijn er roosters met (a) aan beide zijden een halve gleuf i.p.v. aan een zijde een hele gleuf, (b) met afgeronde gleuven of (c) met maar 3 i.p.v. 4 balken van 18 cm hoog.



Figuur 11: Roosters met (a) aan beide zijden een halve gleuf, (b) afgeronde gleuven en (c) 3 i.p.v. 4 hoge balken

Deze roostertypes zijn in principe bij alle Belgische roosterfabrikanten verkrijgbaar.



DEEL 3: PRAKTISCH GEBRUIK VAN BETON IN DE LANDBOUW

1 GEBRUIK VAN BETON IN DE LANDBOUW

1.1 Aantasting van het beton

Er zijn verschillende vormen van aantasting van het beton:

- een chemische aantasting door organische en anorganische zuren
- een fysische aantasting door erosie, door vorst, door vorst-dooi cycli
- een fysico-chemische aantasting ten gevolge van de vorst-dooi cycli in de aanwezigheid van dooizouten.

Tabel 16 hieronder geeft een bondig overzicht van een aantal stoffen gebruikt in de agrarische wereld die eventueel een risico van aantasting van het beton inhouden. Er dient daarbij rekening te worden gehouden met het feit dat de graad van agressiviteit verhoogt wanneer de vochtigheidsgraad van het milieu toeneemt.

Tabel 16: Agressiviteit van enkele stoffen gebruikt in de landbouw

Agentia	Agressiviteit			
	Onschadelijk	Zwak	Matig	Sterk
Vast mest Drijfmest Gier		X	X	X
Diesel brandstof Minerale olie Plantaardige olie en vet	X X	X	X	
Kuilvoer Silosap (zuren) Fruitsappen		X	X	X
Kalk Chemische meststof	X		X	
Melkerij (melkzuur, water van melkerij)			X	

1.2 Toepassingen

Voor enkele typische toepassingen werden de basisgegevens en de aanvullende gegevens opgegeven in tabel 17 met het oog op het realiseren van een zo duurzaam mogelijk beton. Aangezien de aanpassing van de nieuwe norm wellicht enige tijd in beslag zal nemen, werden de gegevens van de oude norm tussen haakjes opgenomen.

Tabel 17: Voorbeelden van specificaties van typische toepassingen

Type toepassingen	Basisgegevens					Aanvullende gegevens E
	A(*)	B1 (1)	B2(*)	C (2)	D(*)	
Verharding voor mestopslag Verharding voor opslag van groenten, fruit of tuinafval	C30/37 C30/37	GB GB	EA2 en EE3 (5b) EA2 en EE3 (5b of 5c)	S2, S3 of S4 S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20 of 28) 20, 22 of 32 (20 of 28)	Cement HSR LA Cement HSR LA
Verharding voor de opslag van chemische meststoffen	C35/45 (C30/37)	GB	EA3 en EI (5c)	S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20 of 28)	Cement HSR LA
Verharding van silo voor kuilvoer ♦ Gras ♦ Mais ♦ Pulp van bieten	C30/37 C35/45 (C30/37) C35/45 (C30/37)	GB GB GB	EA2 en EE3 (5b) EA3 en EE3 (5c) EA3 en EE3 (5c)	S2, S3 of S4 S2, S3 of S4 S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20 of 28) 20, 22 of 32 (20 of 28) 20, 22 of 32 (20 of 28)	Cement LA Cement LA Cement LA
Verharding voor opslag ♦ Aardappelen ♦ Suikerbieten ♦ Fruit, groenten buiten ♦ Fruit, groenten binnen	C25/30 of C30/37 C30/37 C30/37 C30/37	GB GB GB GB	EI (2a) EE3 (2a) EA2 en EE3 (5a) EA2 en EI (5a)	S2, S3 of S4 S2, S3 of S4 S2, S3 of S4 S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20, 28 of 32) 20, 22 of 32 (20, 28 of 32) 20, 22 of 32 (20, 28 of 32) 20, 22 of 32 (20, 28 of 32)	Cement LA Cement LA
Verhardingen voor kweek in containers	C30/37	OB of GB	EA2 en EI (5b)	S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20 of 28)	Cement HSR LA
Stalgebouw ♦ Voergang (in contact met voeder)	C35/45 (C30/37)	GB	EA3 en EI(5c)	S2, S3 of S4	14, 16, 20 of 22 (14, 20 of 28)	Cement HSR LA

Wegverharding :						
◆ Landbouwweg – vaste bekisting	C35/45	OB of GB	EE4 (2b, 3 of 3S)	S3 of S4	20, 22 of 32 (20, 28 of 32)	Cement LA
◆ Landbouwweg – slipform	C35/45	OB of GB	EE4 (2b, 3 of 3S)	S1	20, 22 of 32 (20, 28 of 32)	Cement LA
◆ Reinigingsplaats – phyto-sanitaire producten	C30/37	OB of GB	EA2 en EE3 (5b)	S2, S3 of S4	20, 22 of 32 (20, 28 of 32)	Cement HSR LA

(*) De basiseisen voor de nieuwe norm zijn verschillend als deze van de oude norm. Aangewezen is de nieuwe norm te hanteren voor het bestellen van het beton. De gegevens van de oude norm werden tussen haakjes opgenomen.

(1) OB = ongewapend beton en GB = gewapend beton

(2)

- Indien de beschikbare middelen het toelaten, wordt bij voorkeur het beton geplaatst in consistentieklasse S3. In consistentieklasse S4, loopt men het risico dat de mortel van het beton naar het oppervlak stijgt, wat nadelig is voor de duurzaamheid en sommige andere prestaties zoals de wateropsorping, slijtweerstand, enz

- De consistentieklassen S3 en S4 maken het gebruik van een superplastificeerder – sterke waterreducerder noodzakelijk. Alleen in speciale gevallen kan in overweging worden genomen de consistentieklasse te verhogen bij middel van een verhoging van het cementgehalte (bij voorbeeld bij een lange duur van het plaatsen van het beton)

2 TOEPASSINGEN VAN BETON IN DE LANDBOUW

2.1 Buitenvloeren en erfverharding

2.1.1 *Vloerconstructie*

Een vloer is een vlak horizontaal of lichthellend bouwdeel dat voor intern transport en de opslag van producten of goederen gebruikt wordt.

Van onder naar boven bestaat de vloerconstructie uit de volgende onderdelen:

- Een natuurlijke ondergrond: het draagvermogen van de ondergrond kan zeer sterk variëren. Het is niet alleen afhankelijk van de grondsoort (klei, kleileem of zand), maar ook van de grondwaterstand. Een goede drainage kan het draagvermogen aanzienlijk verbeteren.
- De fundering onder een verharding heeft een tweeledig doel. Enerzijds worden de belastingen door de fundering op de ondergrond overgedragen, anderzijds moet de fundering water dat onder de verharding aanwezig is of kan komen, afvoeren. In alle gevallen moet een fundering toegepast worden omdat de vloer het gehele jaar door bereden wordt en hierop ook zwaardere belastingen kunnen voorkomen.
- Een folie (glijvlies): dit is een soepele polyethyleenfolie van minstens 1/10 mm dikte die dient om:
 - te beletten dat het aanmaakwater uit het beton door de onderlaag zou worden opgezogen, wat schadelijk is voor de hydratatie en voor de duurzaamheid van het materiaal
 - de hechting tussen beton en fundering te verhinderen en zo de wrijving te beperken. Door wrijving zouden scheuren kunnen ontstaan¹.
- De betonverharding: een ter plaatse gestorte betonverharding wordt gekenmerkt door een grote stijfheid. Het voordeel van een stijve verharding is dat de belastingen over een groot oppervlak van de ondergrond worden gespreid. De ondergrond wordt daardoor minder zwaar belast terwijl geen vervormingen in de verharding optreden.
- En eventueel een slijtlaag.

2.1.2 *Fundering*

Al naargelang de uiteenlopende aard van de ondergrond – van slap veen tot goed draagkrachtig zand – zullen aangepaste voorzieningen nodig zijn om de verharding een stabiele onderbouw te verschaffen die bestand is tegen vorst. Daartoe wordt de bovenste laag van de ondergrond verwijderd en wordt het funderingsmateriaal uitgespreid en verdicht. Deze funderingslaag vormt meestal een werkvloer voor een vlotte aanleg van de betonverharding. In een aantal gevallen zoals het erf zelf en de privé-toegangswegen is een funderingslaag meestal zelfs overbodig. Enkel bij zware belasting en ondraagkrachtige ondergrond zal een fundering voorzien worden met een goede ontwatering.

Als funderingsmateriaal kan gekozen worden uit:

- Een goed verdicht mengsel van granulaten met een continue korrelverdeling; laagdikte 20-25 cm.
- Een laag mager beton, zandcement, of een ander mengsel van granulaten, gebonden met cement, laagdikte 15-25 cm.

De tweede keuze biedt de meest zekere oplossing voor een fundering voor betonvloeren. Enkele samenstellingsgegevens zijn in tabel 18 gegeven. Vergeet niet dat de mengsels zo goed mogelijk verdicht moeten worden.

Tabel 18: Funderingseigenschappen, mengsels met cement

Mengsel		Zandcement	Met cement verbeterde steenslag	Schraal beton
Gehaltes aan cement	Massa % van de inerte materialen	6 à 10	2,5 à 4	4 à 6
	kg/m ³ verdicht mengsel	90 à 180	50 à 90	100 à 130
Water	Massa % van de som cement + inerte materialen	6 à 11	4 à 6	6 à 8

2.1.3 Betonverharding

2.1.3.1 Verhardingsdikte

Bij het ontwerpen van een betonverharding is het bepalen van de dikte afhankelijk van vele factoren:

- de betonkwaliteit, uitgedrukt in sterkteklassen
- het draagvermogen van de ondergrond en van de fundering
- de belastingen die de verharding tijdens haar levensduur zal ondergaan.

Tabel 19 hieronder geeft richtwaarden voor de minimale verhardingsdikte bij verschillende soorten ondergrond.

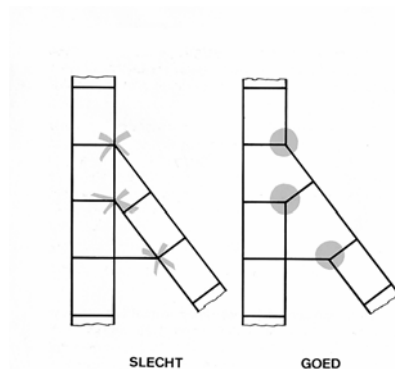
Tabel 19: Vloerdikte

	Fijne, met water verzadigde klei	Kleileem	Zand
Draag vermogen	Gering	matig	goed
Beton C25/30	230	200	160
Beton C30/37	200	180	150

2.1.3.2 Platen en voegen

Krimp, het verschijnsel dat optreedt ten gevolge van volumevermindering door hydratatie en gedeeltelijke verdwijning van het aanmaakwater in de betonspecie, maakt dat spanningen optreden in het verhardende beton omwille van de wrijving op de onderlaag. Daarom wordt de verharding opgedeeld in platen. Voor plaatbreedten tussen 3 en 4 m worden plaatlengten van 4 tot 4,50 m geadviseerd. Dergelijke korte platen bieden bovendien het voordeel dat de voegen tussen de platen smal blijven, waardoor de wiellast via de vertanding in een gezaagde voeg over beide platen wordt verdeeld.

Hoe dunner de plaat, hoe korter de plaatlengte. Ter plaatse van aansluitingen (figuur 12) dienen scherpe plaathoeken zo veel mogelijk vermeden te worden.

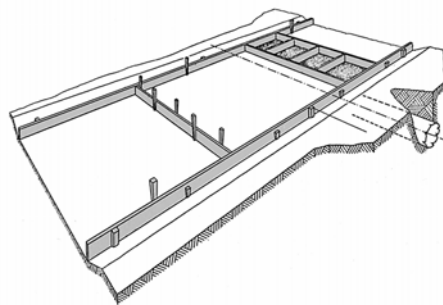


Figuur 12: Ter plaatse van aansluitingen dienen scherpe plaathoecken zoveel mogelijk vermeden te worden

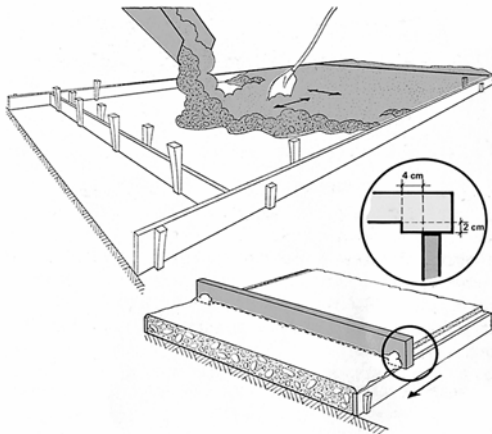
2.1.3.3 Uitvoering

Figuur 13 tot 15 schetsen de aanleg van de platen met gebruik van voegplanken. Hier wordt geen lastoverdracht in de voegen tot stand gebracht, zodat na verloop van tijd met kleine niveauverschillen aan de voegranden zal moeten afgerekend worden.

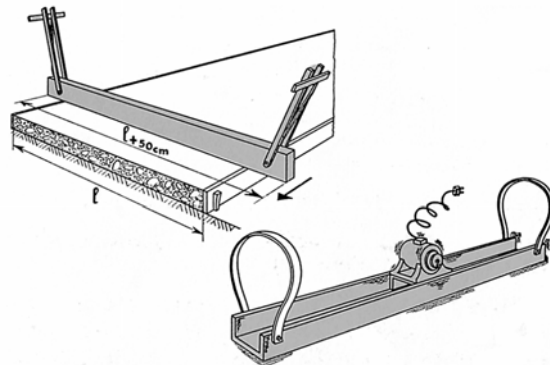
Dit kan vermeden worden door de verharding continu aan te leggen en op geregelde afstanden voegen in te zagen tot een diepte gelijk aan $\frac{1}{3}$ van de plaatdikte. Met gewone carbonrandumschijven kan dit in de regel reeds na 6 tot 10 uren (afhankelijk van de aanlegtemperatuur). Gespecialiseerde firma's komen de voegen na 12 tot 24 uren in zagen met behulp van diamantschijven. Bij gebruik van grind in het betonmengsel zal altijd beroep moeten gedaan worden op diamantschijven.



Figuur 13: Plaatsen van voegplanken en op kant vastgezet met voorlopige pennen.



Figuur 14: Storten en uitspreiden van het beton en wegnemen van de voorlopige pennen.



Figuur 15: Verdichten van het beton met dambalk of trilbalk, de voegplanken blijven in het beton steken

2.1.3.4 Afwerking

De afwerking van een betonvloer is één van de belangrijkste elementen waarmee men rekening dient te houden en dit vanaf het ontwerpen van de vloer. De spiegelgladde afwerking, die vooral gebruikt wordt in industriële gebouwen is niet geschikt voor vloeren in de landbouw. Het perfect gepolijste oppervlak met toevoeging van een slijtlaag is goed bestand tegen thermische en mechanische belastingen, doch heeft het nadeel enorm glad te zijn bij regen en is dus niet de ideale afwerking tenzij voor welomschreven werken.

Om die reden kan men ervoor kiezen natuurlijk de vloer niet te polijsten. Dit heeft als gevolg dat het inwerken van een slijtlaag onmogelijk wordt en dat de thermische en mechanische eigenschappen verminderen. Bovendien heeft een 'met de lat afgetrokken' vloer geen regelmatig esthetisch uitzicht aangezien er hernemingsnaden zichtbaar blijven. Aan dergelijke vloer kan evenwel een luchtbelvormer toegevoegd worden hetgeen de vloer meer dooizoutbestendig maakt.

Tussen deze twee uitersten heeft de opdrachtgever talrijke mogelijkheden. Elke oplossing heeft zijn voor- en nadelen. Men spreekt hier van enkel-mechanisch polijsten, half-polijsten, afwerking type «peau de pêche», type «peau d'orange» enz. Deze afwerkingen zijn tussenoplossingen tussen de spiegelgladde vloer en de « met de lat afgetrokken » vloer. Voor elke afwerking bestaat er een specifieke werkmethode, goed gekend door de vakman, die kan samengevat worden in het aantal keren dat de machines langsrijden over het af te werken oppervlakte. Deze machines, in vaktaal helikopters genoemd, zijn uitgerust met spaan en polierijzers. Het is hoe dan ook moeilijk om de verschillende afwerkingsmogelijkheden te beschrijven en/of te vergelijken. Bovendien worden ze beïnvloed door de kwaliteit van het beton (vooral de snelheid van het drogen) en door de weersomstandigheden. Zo kunnen ze gelijkaardige kenmerken vertonen, zodanig dat het verschil tussen de verschillende afwerkingen onduidelijk wordt. Daarvoor is het aan te raden dat de opdrachtgever aanwezig is op het moment van de afwerking teneinde elk misverstand te voorkomen. Het gebeurt nog te vaak dat na het realiseren van vloeren volgens de regels van de kunst en volgens het lastenboek de gebruiker de vloer uiteindelijk te glad of te ruw vindt. Het bezoeken van referenties alvorens de werken te starten vermijdt onduidelijkheid en/of dubbelzinnigheid.

Een geborstelde vloerafwerking wordt zoals zijn naam het zegt bekomen door het borstelen van de vloer na de integratie van de eventuele slijtlaag en het langskomen van de helikopter. Deze afwerking heeft als voordeel uitgesproken ruw te zijn en wordt regelmatig uitgevoerd.

Bij al deze afwerkingen kunnen slijtlagen ingewerkt worden. Dit is net zoals bij binnenvloeren niet zonder risico. Buiten kunnen slijtlagen door thermische schommelingen loskomen van de ondergrond. Doorgaans zal de vakman het gebruik van slijtlagen in open lucht afraden. Om een voldoende verdicht oppervlak te bekomen zal hij voor een stockageplaats eerder voorstellen om de vloer half te polijsten.

Wat ook de keuze van de vloerafwerking is, in elk geval dient er na de afwerking van de vloer een « curing compound » over de vloer gespoten te worden om de vroegtijdige verdamping te beletten van het aanmaakwater. Deze vroegtijdige verdamping en de hiermee gepaardgaande krimpscheuren worden aldus vermeden. Een « curing compound » buitenvloers-kwaliteit is aangeraden. Het is dikker - en dus meer dekkend - dan diegene die binnen gebruikt wordt en is vaak in de massa gekleurd. Zo heeft men een visuele controle over de goede verdeling van het product over het vloeroppervlak. In plaats van het gebruik van curing compound kan het betonoppervlak gedurende een aantal dagen afgedekt worden met een plastic folie. Tot besluit kunnen we zeggen dat elke vloer, zelfs een buitenvloer, een echt bouwelement is dat een minimum aan onderhoud nodig heeft. 's Winters wordt het gebruik van dooizout afgeraden, vooral tijdens de eerste winter na het plaatsen van de vloer. Verder moet men zaagsneden regelmatig nakijken. Zonodig dienen ze zuiver gemaakt te worden en heropgevuld. Zaagsneden zijn zwakke punten waarvoor preventief onderhoud belangrijk is om grotere problemen in de toekomst te vermijden.

2.1.4 Samenvatting

Toe te passen beton:

Sterkteklasse: C35/45

Omgevingsklasse: EE4 voor landbouwweg

Consistentieklasse: 2 à 3 (vaste bekisting) of 1 (slipformpaver of glijbekisting)

Soort cement: toegangsweg en erfverharding: CEM LA

Betonconstructie

150 tot 230 mm afhankelijk van de ondergrond, betonkwaliteit en belasting

Verdichten

Dubbele afreibalk met trilmoter.

Afwerking

Het nog 'verse' betonoppervlak na het verdichten licht bezemen in dwarsrichting ten behoeve van voldoende stroefheid.

Nabehandeling

Afdekken met plastic folie of afspreken met curing compound (minimaal 150g/m²)

Uiterlijk 6-24 uur na het betonstorten de dwarskrimpvogen zagen; afhankelijk van de weersomstandigheden.

2.2 Dichte stalvloeren

2.2.1 *Kwaliteitseisen*

Dichte stalvloeren komen in verschillende vormen voor in de rundveestal. Zo is er de vloer in voedergang, in het melklokaal, de voedergoot enz. Aan deze vloeren worden steeds hogere eisen gesteld. Het is tenslotte een vloer die een fysische (bvb. hoge drukreiniging, opschepapparatuur, ...) en chemische (ruwvoerders met een lage pH zoals bvb. mais) belasting moet opvangen. Net zoals de roostervloerelementen moet de vloer ook voldoen aan de gestelde eisen i.v.m. de betrouwbaarheid, de diervriendelijkheid, het milieu, de duurzaamheid en de reinigbaarheid. De samenstelling van het beton, het aanbrengen van de specie, de kwaliteit van de ondergrond en evenzeer de nabehandeling vergen bijzondere aandacht. Wanneer dit echter met weinig zorg wordt uitgevoerd, zit men vroeg of laat in nesten, bijvoorbeeld scheuren en barsten, verstuvende vloeren, afbrokkeling, gladde vloeren, ...

Wanneer de dichte vloer boven een mestkelder gelegen is, wordt meestal gebruik gemaakt van prefab betonelementen. Zo zijn er de prefab ligboxplaten, dekplaten voor de voedergang enz. Andere vloeren zoals deze in het melklokaal worden vaak door de veehouder zelf ter plaatse gestort. De volgende aspecten zijn daarbij heel belangrijk:

2.2.1 *Aanleg*

Werkvloer:

Men stort geen beton op een niet drukvast aarden dek. Bij een minder draagkrachtige ondergrond kan het draagvermogen verbeterd worden door een laag zand aan te brengen. Een dergelijke laag moet wel voldoende dik zijn (minimaal 20 à 30 cm) en uiteraard zo goed mogelijk verdicht worden. Op de werkvloer wordt tenslotte een plastic folie aangebracht die voorkomt dat het cement samen met de benodigde hoeveelheid water in de grond wegzinkt.

Verhardingsdikte:

Dit is een van de belangrijkste factoren bij het gieten van een vloer. De meerkost van een extra cm betondikte bestaat praktisch alleen uit materiaalkosten. De sterkte-toename hierdoor is echter aanzienlijk. Ook moet rekening gehouden worden met mogelijke variaties in de dikte tijdens de uitvoering. De ontwerpdikte moet dan ook als minimum worden aangehouden. Voor het gebruik van een trekker wordt een minimum van 12 cm vereist. Er moet altijd een minimale betondekking van 30 mm voorzien worden op de eventuele wapening.

Betonkwaliteit:

Voor beton in stallen wordt geadviseerd voor een sterkteklasse C 35/45, een omgevingsklasse EA3 en EI en een consistentieklasse (verwerkbaarheid) van max 3. Wat de cementsoort betreft wordt de voorkeur gegeven aan de sulfaatbestendige cement CEM I HSR of CEM III/B HSR. Met deze gegevens kan de betoncentrale het correcte beton afleveren. De grootste fout die kan gemaakt worden bij aankomst van een lading beton, is er zelf nog water aan toe te voegen. **Water is namelijk vergif voor beton.** Daardoor verandert de samenstelling van het beton en loopt de betonkwaliteit zienderogen achteruit: minder sterkte en geringere duurzaamheid.

Afwerking:

Het verdichten kan gebeuren met een trilnaald of een afreibalk. Een juiste verdichting is heel belangrijk. Te veel kan ontmenging voor gevolg hebben, te weinig daarentegen leidt tot een verminderde sterkte en eventuele vorming van scheuren.

Nabehandeling:

Om voldoende weerstand te kunnen bieden tegen de aantasting door onder andere zuren is het noodzakelijk dat het betonoppervlak zo dicht mogelijk is. Daarom is het belangrijk dat de vloer dichtgeschuurd en gedurende 1 week vochtig gehouden wordt. Voor het schuren kan de vloer eventueel ingestrooid worden met een droog mengsel van cement en zand (verhouding 1/3) of nog beter met kwarts (ca 3,6 kg/m²). Dit zorgt voor een voldoende stroefheid van het betonoppervlak wat heel belangrijk kan zijn in bijvoorbeeld het melklokaal. De voortijdige uitdroging kan voorkomen worden door het betonoppervlak af te dekken met een plastic folie of er regelmatig water op te sproeien. Ideaal is evenwel de pas gestorte vloer te bespuiten met dampremmende laag (min. 150 gr/m²). Het ideale moment hiervoor is het moment waarop het verse betonoppervlak zijn glans verliest en dof begint te worden.

2.3 Sleufsilos

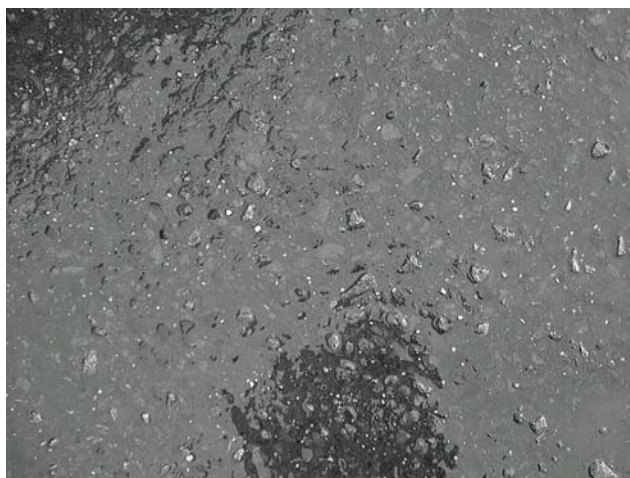
2.3.1 *Kwaliteitseisen*

Er worden hoge eisen gesteld aan de vloerplaat van sleufsilos en kuilplaten:

- Slijtvastheid om mechanische beschadiging door uitkuilmachines of hogedruk reiniging te voorkomen.
- Dichtheid (niet poreus) anders blijft de vloer te lang vochtig of kunnen de (zure) perssappen in het beton dringen.
- Effenheid om plasvorming te vermijden (figuur 16).
- Niet te ruw om goed te kunnen reinigen maar ook niet te glad.



Figuur 16: Oneffenheid leidt tot plasvorming.



Figuur 17: Het zure milieu kan het beton aantasten.

De ingekuilde producten, vooral deze met een laag drogestofgehalte, hebben een pH-waarde van 4 of lager terwijl beton zelf van nature een pH van ca. 12 heeft. Dit zure milieu, in de vorm van vrijgekomen perssappen, kan het betonoppervlak aantasten. Door de zuren gaat de bindende werking tussen zand, kiezel, cement en water verloren en brokkelt het beton af. Bij een betonvloer, met een betonspecie met goede kwaliteit en met een verdicht oppervlak verloopt die zuuraantasting zeer langzaam. In de praktijk echter zijn er veel andere gevallen: een te waterrijke specie of slecht verdicht oppervlak heeft een poreuze beton tot gevolg, waardoor het sap gemakkelijk kan indringen en de cementsteen, die de zand- en grindkorrels aan elkaar kit, kan aantasten. (figuur 17)

2.3.2 *De aanleg*

Om een duurzame silo te realiseren zijn alle aspecten van het bouwen van even groot belang. Zowel de betonsamenstelling, de verwerking en afwerking als de nabehandeling hebben een grote invloed op de uiteindelijke sterkte-eigenschappen van het beton en dus ook van de constructie zelf.

Tabel 20 geeft een overzicht van de verschillende betontechnologische aspecten waarop moet gelet worden bij het construeren van een silo. Dit heeft enkel betrekking op sleufsilos met een fundering 'op staal', d.w.z. zonder paalfunderingen of in combinatie met bijvoorbeeld een mestkelder.

Tabel 20: Richtlijnen voor de aanleg van een sleufsilos

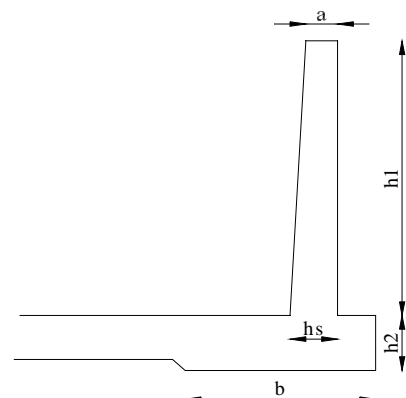
	Vloer	Wand
Fundering	best op een zandbed waarvan de dikte afhankelijk is v/d ondergrond, bij onvoldoende draagkrachtige ondergrond kan een werkvloer aangebracht worden, anders een kunststoffolie.	
Beton Sterkte Omgevingsklasse Consistentie Cementsoort Superplasti-ficeerder Granulaat	C 30/37 (gras) of C35/45 (maïs, pulp) graskuil: EE3 en EA2; maïs en pulp: EE3 en EA3 max. 3 hoogovencement (Benor) Kalksteen (gelijkmatige aantasting) Grind wanneer beschermlaag wordt voorzien	C 30/37 (gras) of C35/45 (maïs, pulp) graskuil: EE3 en EA2; maïs en pulp: EE3 en EA3 max. 3 hoogovencement (Benor)
Constructie Vloerdikte Wapening Dekking Uitzetvoegen Krimpvoegen	min 160 mm (150 kN kip-aslast) Benor, volgens berekeningen min 30 mm min 1 per 25 m; voegwijdte \pm 20 mm platen van max. 3 tot 4m	min 200 mm over breedte b (zie fig.18) Benor, volgens berekeningen min 25 mm buitenzijde min 30 mm binnenzijde verticale dilatatievoegen met een voegwijdte van 10 à 20 mm op een onderlinge afstand van 10 x de wandhoogte
Verdichten	trilnaald of een dubbele afreibalk met motor	trilnaald
Afwerken	met houten schuurbord of machinaal inschuren	niet van toepassing
Afschot • Dwarsrichting • Langsrichting	min 10 mm/m naar het midden van de silo min 10 mm/m	niet van toepassing
Nabehandeling	min 5 dagen tegen uitdroging beschermen door bijvoorbeeld: - afdekken met plastic folie - bespuiten met een dampremmende laag - constant benevelen met water	min 5 dagen tegen uitdroging beschermen door de bekisting te laten staan. Bij eerdere ontkisting bespuiten met een dampremmende laag

naar 'Betonwijzer voor sleufsilos', VNC, 1995

h_1 (m)	h_s (mm)	a (mm)	b (mm)
0,75	120	100 à 120	600
1	150	100 à 150	600
1,25	150	100 à 150	750
1,5	150	100 à 150	900

Dikte van de vloer onder de silowand $h_2 = 200$ mm

Figuur 18: dwarsdoorsnede van een sleufsilos



De vloer en dus de wapening van de vloer moet berekend worden op het eigengewicht (vloer en wanden), de veranderlijke belasting van het voeder en de belasting door een voertuig in kipstand. Bovendien moet er gezorgd worden voor een (zeer) goede verbinding en hechting tussen de wand en de vloer.

2.3.3 De grootte

Bij het bepalen van de ideale afmetingen voor een sleufsilos spelen vele factoren een rol (omvang van de veestapel, lengte van de stalperiode, eventuele voeding in de zomer, aantal soorten voeder,...), maar vooral de minimale voedersnelheid is belangrijk:

zelfvoeding: 1 m/week

kuilvoedersnijder: 1,5 m/week

kraan, voederdoseerbak en geen gronddek op de kuil: 2 m/week

De omvang van de veestapel kan uitgedrukt worden in het aantal grootvee-eenheden (gve). Melkkoeien worden hierbij gesteld op 1, jongvee ouder dan 2 jaar op 0,7; pinken van 1-2 jaar op 0,5 en kalveren op 0,3 gve. Gemiddeld kan men uitgaan van een stalperiode van een half jaar of ruim 180 dagen. De gemiddelde waarden voor de hoeveelheid droge stof (ds) per m³ en het gemiddelde soortelijke gewicht zijn terug te vinden in tabel 21.

Tabel 21: Hoeveelheid ds (kg) en gewicht per m³ van diverse soorten kuilvoeder

Soort kuilvoeder	Gewicht (kg/m ³)	Hoeveelheid ds/m ³ (kg/m ³)
Graskuil (± 40 % ds)	475	190
Snijmaïs (± 30 % ds)	620	185
Bietenkoppen en –blad	900	160
Perspulp	850	170
Aardappelvezels	840	150
Bierbostel	760	190

Aan de hand van deze gegevens samen met tabel 22 (sleufsilos) of 23 (kuilplaten), is het mogelijk de afmetingen van de kuilvoederopslagplaats te bepalen.

Tabel 22: Kg ds per strekkende m silo i.f.v. de plaatbreedte, de wand- en gemiddelde hoogte bij sleufsilos

Kg droge stof per meter		Plaatbreedte (m)			
Wandhoogte (m)	Gemiddelde hoogte (m)	7	8	9	10
<i>Voordroogkuil of snijmaïs met gronddek</i>					
0,8	1,1	1500	1715	1930	-
1	1,3	1820	2080	2340	2660
1,2	1,5	2150	2460	2770	3075
1,5	1,8	-	3025	3460	3780
<i>Voordroogkuil of snijmaïs zonder gronddek</i>					
0,8	1,1	1385	1585	1780	-
1	1,3	1685	1925	2165	2405
1,2	1,5	1995	2280	2565	2850
1,5	1,8	-	2880	3240	3600

Tabel 23: Kg ds per strekkende m silo i.f.v. de plaatbreedte, de wand- en gemiddelde hoogte bij rijkullen

Kg droge stof per meter Gemiddelde hoogte (m)	Plaatbreedte (m)				
	5	6	7	8	8,5
<i>Voordroogkuil in een rijkuil met gronddek</i>					
1	760	950	-	-	-
1,25	915	1150	1405	1640	-
1,5	-	-	1660	1960	2100
<i>Snijmaïs in een rijkuil met gronddek</i>					
1	720	900	-	-	-
1,25	870	1090	1330	1555	-
1,5	-	-	1575	1860	1995
<i>Voordroogkuil of snijmaïs in rijkuil zonder gronddek</i>					
1	835	935	1105	-	-
1,25	980	1170	1380	-	-
1,5	-	1450	1675	1945	-
1,8	-	-	-	2430	2565

Een voorbeeld:

Een landbouwer wil een sleufsilos bouwen voor de opslag van graskuil voor zijn 75 melkkoeien. Dit zijn de gegevens:

- 75 melkkoeien = 75 gve
- winterperiode van 26 weken = 182 dagen
- graskuil: 190 kg ds per m³
- ieder gve krijgt per dag 8,8 kg ds graskuil
- Er wordt gebruik gemaakt van een kuilvoedersnijder: voedersnelheid = 1,5 m / week

Tijdens de volledige winterperiode is de volgende hoeveelheid (kg) graskuil nodig:

$$\frac{8,8 \text{ kg ds}}{\text{gve.dag}} \times 182 \text{ dagen} \times 75 \text{ gve} = 120.120 \text{ kg ds graskuil}$$

De lengte van de sleufsilos wordt bepaald door de minimale voedersnelheid:

$$\frac{1,5 \text{ m}}{\text{week}} \times 26 \text{ weken} = 39 \text{ meter}$$

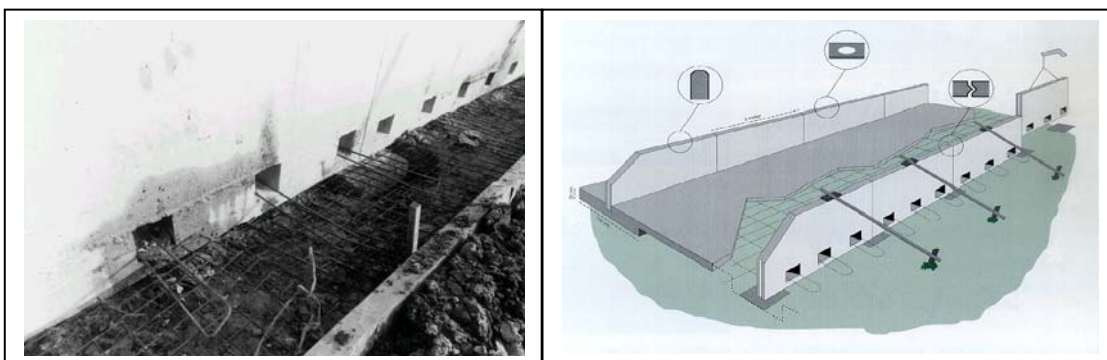
M.a.w. moet per strekkende meter sleufsilos de volgende hoeveelheid (kg) ds graskuil opgeslagen worden:

$$\frac{120120 \text{ kg ds}}{39 \text{ m}} = 3080 \text{ kg ds per strekkende meter sleufsilos}$$

Volgens tabel 23 zijn de ideale breedte, wandhoogte en gemiddelde hoogte van de silos respectievelijk 10 m, 1,2 m en 1,5 m (met gronddek).

2.3.4 Sleufsilos van geprefabriceerd beton

Silos voor kuilvoederopslag zijn eveneens te realiseren met geprefabriceerde betonelementen. Deze bouwwijze heeft als voordeel dat de silo na aanleg onmiddellijk klaar is voor gebruik en dat de constructie later eenvoudig te verbreden of te verplaatsen is. De eisen die gesteld worden aan de ondergrond, betonkwaliteit en –sterkte zijn uiteraard dezelfde als in tabel 18 vermeld en worden gegarandeerd door de prefabconstructeur. Het geheel van storten, verdichten, ontkisten, afwerken en nabehandelen behoort tot het industriële productieproces en gebeurt dan ook onder geconditioneerde voorwaarden. Het plaatsen van de elementen kan gebeuren door de fabrikant of door de landbouwer zelf. Het is ook mogelijk een silo uit te voeren d.m.v. een combinatie van de twee vermelde bouwwijzen nl.: prefab wanden (gewone, T- of L-elementen) die steunen op een fundering met daartussen een ter plaatse gestorte vloer. Hierbij dient rekening gehouden te worden met specificaties van de leverancier van de wandelementen, meer bepaald de wijze waarop het wandelement moet verankerd worden in de vloerconstructie (figuur 19).



Figuur 19: Wandelementen worden verankerd in de vloer.

2.3.5 Afvoer en opvang van regenwater en silosappen

Silosappen worden best vlug zo mogelijk afgevoerd om het invreten van een betonvloer te beperken. Maar hoe moet het verder? Hoe moeten deze silosappen worden opgeslagen? In dit artikel wordt dieper ingegaan op de wetgeving rond het opvangen van silosappen en de bouwtechnische maatregelen voor een snelle afvoer en een goede opslag van de sappen. Ter volledigheid moet worden toegevoegd dat dit artikel zich beperkt tot voederopslagplaatsen waarbij een verharding wordt aangebracht.

A. Wetgeving

Een sleufsilos wordt als een vaste inrichting beschouwd waarvoor een stedenbouwkundige vergunning is vereist. Voor een sleufsilos binnen de onmiddellijke omgeving van een bestaand landbouwbedrijf (60 m) van maximaal 300 m² en een hoogte van maximaal 2 meter is geen tussenkomst van een architect nodig. De gemeente kan hiervoor de bouwaanvraag zelf beoordelen en moet niet het advies van de ‘gemachtigde ambtenaar’ vragen.

Indien een milieuvergunning vereist is voor de bestaande of nieuwe sleufsilos is de VLAREM-wetgeving van toepassing. Hoewel de VLAREM niets specifiek voor sleufsilos eist, kan de vergunningsverlenende overheid enkele specificaties voorschrijven.

Vaak betreft het de volgende eisen:

- opslag van voeder dient te gebeuren op een ondoordringbare vloer;
- de silo dient afgedekt te worden;
- een citerne of mestkelder moet voorzien worden om eventuele voedersappen op te vangen.

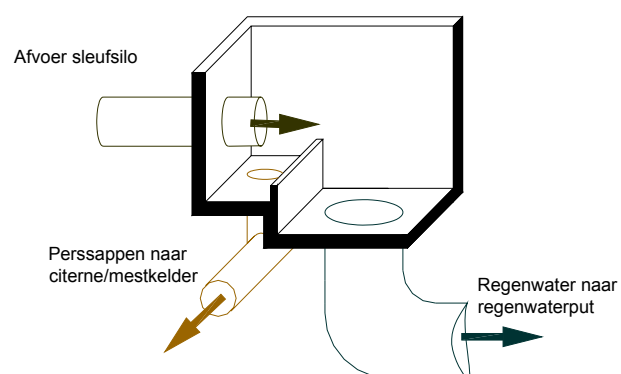
B. Afvoer van silosappen

Het inkuielen gebeurt best in ideale omstandigheden waarbij een voldoende hoog droge stofgehalte wordt gehaald om zo weinig mogelijk silosappen te verkrijgen. Anderzijds is het proper houden van de kuil en het afsluiten van de kuil na gebruik een goede remedie. Om de silosappen die toch vrijkomen uit de silo zo snel mogelijk af te voeren is een helling noodzakelijk van de vloer. In de lengterichting is een afschot van minimaal 1,5 % of 15 mm/m nodig. Bij een lange sleufsilos kan dit voor grote hoogteverschillen zorgen vb. bij een lengte van 30 m bedraagt het verschil tussen begin en einde 45 cm. Indien dit hoogteverschil niet gehaald kan worden, is het aanleggen van een helling over de volledige lengte in dwarsrichting een optie, waarbij de silosappen via putjes en/of een goot kunnen afgevoerd worden.

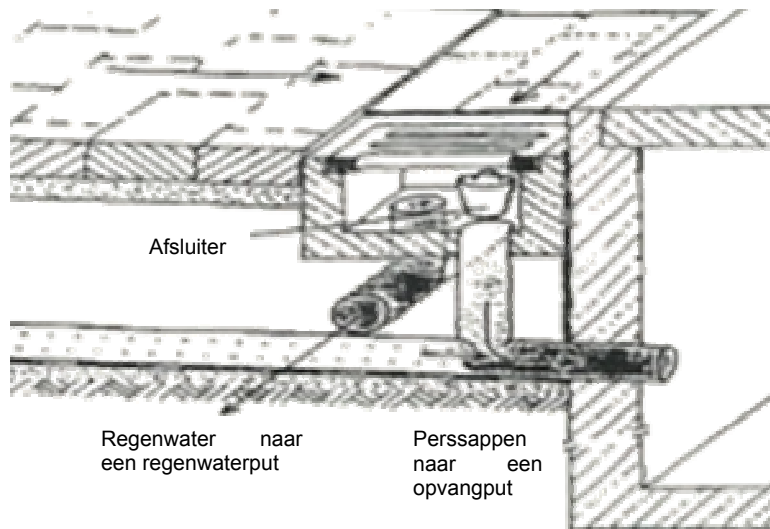
C. Opvang van silosappen

De silosappen die worden geloosd in een citerne of in de mestkelder dienen uitgereden te worden volgens de uitrijregeling van het MAP. Het plaatsen van een overstortstelsysteem is een noodzakelijk kwaad om bij overmatige aanvoer van water tijdens heftige regenbuien rechtstreeks te lozen op het oppervlaktewater, zodat de bergingscapaciteit binnen de perken kan blijven.

Het principe van de verschillende overstortsystemen is gebaseerd op het debiet van het afgevoerde materiaal. Het afvalwater wordt opgevangen in een verzamelput vooraleer het wordt geloosd in de citerne of mestkelder en regenwaterput. Bij droog weer zullen de silosappen druppelsgewijs terechtkomen in het eerste deel van het opvangstelsysteem. Bij heftige regenbuien is de aanvoer naar de verzamelput vrij groot. Door het grotere debiet zal het regenwater over de al dan niet aanwezige overstortrand stromen en in het lager gelegen gedeelte worden afgevoerd naar bijvoorbeeld een regenwaterput.



Figuur 20: Principe-tekening van een overstortstelsysteem



Figuur 21: Gescheiden afvoer van perssappen en regenwater

D. VLIF-steun

Voor de bouw van een sleufsilos kan enkel een VLIF-steun aangevraagd worden indien een recuperatiesysteem voor de silosappen wordt geïnstalleerd. Het steunpercentage bedraagt 20%, wat wordt bereikt door een rentesubsidie van 3%. De maximum duur van de rentesubsidie hangt af van de economische levensduur van de investering. Deze bedraagt 7 jaar indien de normale afschrijvingsduur minder dan 10 jaar is en 15 jaar indien de normale afschrijvingsduur meer is dan 10 jaar. De duur van de waarborg is 10 jaar.

2.3.6 *Onderhoud*

Om een duurzame kuilplaat of sleufsilos te verkrijgen, is het noodzakelijk het betonoppervlak te beschermen tegen het zure milieu van de perssappen. Enkel vrij nieuwe of slechts weinig aangetaste vloeren kunnen preventief behandeld worden. Bij het gebruik van beschermende producten is de doelstelling dat er zeker geen beton meer aan de zuren wordt blootgesteld. Bij het inkuilen is het aan te raden om een plastic aan te brengen over de opstaande wanden. Enkele bestaande beschermtechnieken:

- Impregneermiddelen vullen alle holten in het beton zodat aantasting door de sappen enigszins kan tegengehouden worden.
- Coatings met een dikte van 1 à 2 mm vormen een zuurvaste bescherm laag, maar hebben een minder goede hechting op het oppervlak waardoor mechanische beschadiging door de uitkuilapparatuur kan ontstaan.
 - Polyurethaan (PUR) is een product dat de toplaag verstevigt. Er wordt een soort van film op het beton aangebracht. Hierdoor wordt het contact beton-voeder verbroken. Bij juiste toepassing is schilfervorming en beschadiging door werktuigen uitgesloten.

- Silolak of blackvernis is een goedkoop alternatief. Hiermee wordt het best begonnen na het eerste jaar van gebruik, als de eventuele cementhuid verdwenen is. Daarna moet het jaarlijks tot tweejaarlijks herhaald worden omdat het door mechanische beschadigingen gemakkelijk verdwijnt.
- Een ander alternatief is een overdikte te voorzien, zodat de aangepaste vloer geen constructieve gebreken kan vertonen.

2.4 Roostervloeren

2.4.1 *Kwaliteitseisen*

Aan roostervloeren worden zowel landbouwkundige als bouwtechnische eisen gesteld. De bouwtechnische kant van de zaak omvat klassiek de stabiliteit, de betondekking, de betonsamenstelling en dergelijke. De landbouwkundige eisen daarentegen hebben zowel betrekking op de dieren die op de stalroosters lopen als de veehouder die in de stal moet werken. De volgende aspecten zijn daarbij heel belangrijk:

Beloopbaarheid:

Betonroosters mogen in geen geval glad zijn of worden. Is de vloer te glad, dan hebben de dieren geen houvast en glijden makkelijk uit. Hierdoor kunnen aandoeningen of kwetsuren aan de klauwen en poten ontstaan. De gladheid van de vloer wordt bepaald door de stroefheid ervan. Door bevuilding met mest en urine zullen door de tijd heen de eigenschappen van de vloer wijzigen. Dit houdt onder andere ook een daling van de stroefheid in.

Zelfreinigbaarheid en bevuilding:

Betonroosters hebben de positieve eigenschap zelfreinigend te zijn doordat mest en urine door de gleuven vallen of door de dieren door de gleuven worden getrapt in de mestkelder. De bevuilding hangt nauw samen met de dierbezetting en –activiteit, de verhouding tred-spleetoppervlak en de klimaatsomstandigheden. Vooral bij droog en warm weer kan een dunne film van mest en urine zich vastzetten op het oppervlak. Hierdoor kan een vloer extreem glad worden. De mate waarin vocht en vuil in het vloeroppervlak kan achterblijven, wordt bepaald door de ruwheid (\neq stroefheid: een ruwe vloer kan spiegelglad zijn) van het betonoppervlak. Te ruwe vloeren kunnen klauwverwondingen veroorzaken door te sterke afslijting van het hoorn. En vuile vloeren kunnen leiden tot uitglijden, ontstekingen (de mest kan door de scheur in de klauw dringen), kwetsbaarder klauwen (het hoorn van vochtige klauwen is minder sterk) en verhoogde ammoniakemissie.

Mestdoorlaatbaarheid:

Betonroosters moeten mest en urine gemakkelijk afvoeren via de spleten naar de mestkelder. De verhouding van de vrije opening van de spleten t.o.v. het tredoppervlak is hierbij belangrijk. Vanuit het oogpunt van dierenwelzijn zijn er bovengrenzen gesteld aan de spleetbreedte. De ideale spleetbreedte is ook afhankelijk van het gewicht van het dier (dat evenredig is met de grootte van de klauw). Te brede spleten veroorzaken verwondingen aan de kroonrand doordat de hele klauw in de spleet zakt.

Diervriendelijkheid:

Oneffenheden en scherpe randen moeten zoveel mogelijk vermeden worden om de kans op beschadiging van de klauwen te verkleinen. Vooral aan de spleetopeningen kunnen scherpe bramen voorkomen.

Hardheid:

Als een vloer te hard is, liggen de dieren er niet graag op. Bij harde vloeren ontstaan er vooral compressie- en perforerende verwondingen. De nadelen die aan betonnen stalroosters verbonden zijn ten aanzien van de hardheid doen zich enkel voor als in de stalruimte geen andere ligplaats is voorzien en kunnen eventueel opgelost worden door het aanbrengen van een goede coating (rubber, epoxyhars, ...). Dit is van minder van toepassing voor rundvee daar er meestal wel een ligplaats is voorzien.

Milieu:

De reductie van ammoniakemissie uit stallen wordt naar de toekomst toe een belangrijke factor bij het stalontwerp. Voor rundvee gehuisvest in ligboxenstallen met betonroosters komt ongeveer 60 % van de ammoniakemissie van het roosteroppervlak en 40 % vanuit de mestkelder. Om dit te reduceren dienen de betonroosters gecombineerd te worden met een mestschuif en eventueel watersproeiers om mest en urine op regelmatige tijdstippen af te voeren. Door het regelmatig schuiven over de roosters bestaat het gevaar dat het oppervlak als het ware gepolijst wordt en met de tijd gladder wordt. De dieren zullen zich minder zeker en trager bewegen over de roostervloer.

Duurzaamheid:

Betonroosters liggen meestal in een matig tot zeer sterk agressief milieu. Door de blootstelling aan vaste en vloeibare mestbestanddelen, gassen uit mestkelders, voederzuren en reinigingsproducten kunnen betonroosters na verloop van tijd ernstig aangetast worden. Naast de chemische belasting worden roosters mechanisch belast door de dieren en hogedrukreiniging. Duurzame roosters kunnen bekomen worden door een compact beton. Dit betekent een beton met laag watergehalte ten einde zo weinig mogelijk poriën te creëren binnenin het beton. Via het dicht poriënnetwerk kunnen agressieve stoffen minder gemakkelijk indringen en het beton aantasten. Water beperken tot 45 % van de cementmassa is aan te raden.

Reinigbaarheid:

Figuur 22: Roostervloeren moeten bestand zijn tegen het agressief milieu

De eigenschappen van stalroostervloeren zoals stroefheid, ruwheid, vlakheid, geometrie, mestdoorlaatbaarheid, enz. beïnvloeden sterk de kans op poot- en klauwgebreken zowel bij rundvee als bij varkens. Bij de ontwikkeling van nieuwe stalroosters dient zeker gelet te worden op eisen die gesteld worden ten aanzien van het milieu (ammoniakemissiereductie) en het dierenwelzijn. Roostervloeren moeten bovendien duurzaam zijn tegen het zeer sterke agressief milieu van stallen. Zowel voor het landbouwtechnische onderzoek als voor de industrie is het een uitdaging om al deze eisen te verenigen in een stalrooster die bovendien betaalbaar blijft.

2.4.2 Wat met gladde betonvloeren?

Betonvloeren en roostervloeren kunnen na enige tijd gevaarlijk glad worden voor mens en dier. Voornamelijk door de chemische (mest en urine) en mechanische (mestschuif, beloop van de koeien) slijtage van de vloeren in rundveestallen wordt het oppervlak van de vloer of roostervloer glad gemaakt. Ook een te sterk gepolierde vloer in stallen (vb. voedergang, melklokaal) kan, in combinatie met vocht (water, urine) door vochtigheid voor de veehouder en ook voor de dieren te glad zijn.

Dit houdt het risico in dat de dieren gemakkelijker kunnen uitglijden en zich eventueel kwetsen. Door ditzelfde feit zullen sommige dieren zich ook minder verplaatsen naar bijvoorbeeld de drinkbak, de melkrobot of het voederhek. Dit bevordert de gezondheid en de productie niet.

Niet alle opruwmethodes zijn geschikt voor het opruwen van stalvloeren. In de volgende tabel wordt een overzicht gegeven van verschillende methodes:

Tabel 24: overzicht van de opruwmethoden voor dichte vloer en roostervloeren

Methode	Dichte vloer	Roostervloer	Diepte (mm)
Stralen	X	X	0 – 1
Vlamstralen	X		0 – 1
Lamelfrezen	X	X	0 – 1
Boucharderen	X		0 – 1,5
Diamantfrees	X	X	1 – 2
Chemische middelen	X	X	0 – 1

2.4.2.1 Stralen

Het stralen van de betonvloer is een methode waarbij het korrelmateriaal met grote snelheid op het oppervlak wordt gespoten. Het korrelmateriaal kan bestaan uit zand, staal, staalgrit, koperkorrels Afhankelijk van de keuze van het materiaal kan de ruwheid van de vloer die men wenst te bekomen worden bepaald. Het stralen van het betonoppervlak veroorzaakt veel stof zodat het gebruik van beschermkledij en beschermkap noodzakelijk is. Bij het opruwen van roostervloeren blijft het rondvliegend staalgrit achter in de mestkelder, terwijl bij volle vloeren het korrelmateriaal eventueel kan gerecupereerd worden via een afzuigsysteem. Door het irritante geluid zijn de werkzaamheden echter niet uit te voeren indien er dieren in de stal aanwezig zijn.

Bij een geringe textuurdiepte van 0 tot 1 mm dient de behandeling herhaald te worden na ongeveer 2 à 3 jaar.



Figuur 23: gritstralen



Figuur 24: Opgeruwde vloer dmv gritstralen

2.4.2.2 Vlamstralen

Bij het thermisch behandelen van betonvloeren wordt het zogenaamde vlamstralen toegepast, waarbij gebruik wordt gemaakt van een breedbrander. Hierbij wordt door de kortdurende, intensieve temperatuurwerking alleen de bovenste laag van het beton aangetast. Het dieper gelegen beton mag niet verhit worden, daar er anders ter grote schijfers afspringen en de vloer zonder verdere reparaties onbruikbaar is. Gezien de hoge kostprijs per m², zal men alleen in uitzonderlijke gevallen van deze methode gebruik maken.

2.4.2.3 Lamelfrezen

Door een eenvoudige behandeling met de lamelfrees kan de dichte vloer of de roostervloer stroever worden gemaakt. Bij het opruwen van een rooster kan het toestel niet over de gleuven rijden, zodat de handeling in de lengterichting moet worden uitgevoerd. Door de slagwerking van de lamellen kunnen de randen langs de gleuven beschadigd worden en kunnen haarscheuren ontstaan. Het is dan ook zeer belangrijk om de roostervloer voordien goed te inspecteren op de aantasting aan de onderkant van de roostervloer. Door de inwerking van vocht en gassen uit de mestkelder kan de wapening in de roostervloer aangetast worden en het beton, door de uitzetting van de wapening, afstoten. Door bijkomende trillingen van het toestel kan het beton sneller loskomen en de stabiliteit in gevaar brengen. Een belangrijk voordeel bij dit systeem is dat de landbouwer het toestel kan huren en de handeling zelf kan uitvoeren. De levensduur bedraagt 3 à 4 jaar.



Figuur 25: lamelfrees



Figuur 26: opgeruwde vloer dmv lamelfrees

2.4.2.4 Boucharderen

De licht hamerende beitels zorgen voor het loskappen van de bovenste laag van het betonoppervlak. Het systeem kan niet worden toegepast op roostervloeren daar de hamertjes tussen de gleuven vast komen te zitten. Voor het goed uitvoeren van de werkzaamheden is enige ervaring vereist; bij het te lang stilstaan van het toestel worden er gaatjes geboord in de vloer door de hamertjes. De stroefheid is voldoende groot zodat een levensduur van 6 tot 8 jaar kan worden gegarandeerd.



Figuur 27: bouchardeertoeestel

2.4.2.5 Diamantfrees

De freesmachine bestaat uit een 25 cm brede diamant freesrol die in de vloer groeven slijpt, bij toevoeging van water, van 0 tot 2 mm diepte. Deze methode kan toegepast worden bij dichte vloeren en roostervloeren. Voor het goed uitvoeren van de werkzaamheden dient de vloer voldoende vlak te liggen. Dit toestel is nog maar enkele jaren in gebruik en tot dusver zijn er nog te weinig praktijkvoorbeelden om het effect op lange termijn na te gaan. De fabrikant garandeert een levensduur van 10 jaar.



Figuur 28: Diamantfrees



Figuur 29: opgeruwde vloer dmv diamantfrees



Figuur 30: Links: boucharderen; midden: lamelfrees; rechts: diamantfrees

2.4.2.6 Chemische middelen

Deze methode berust hoofdzakelijk op de beitsende werking van het chemische middel (vb. zoutzuurverduunning) dat de cementsteen van het beton aantast en de vloer ruw en beloopbaar maakt. Het aanbrengen van een zuur op roostervloeren is sterk af te raden. De dosering van het zuur is zeer moeilijk te bepalen. Daardoor heeft men geen controle of het zuur al dan niet voldoende of te veel de rooster aantast.



DEEL 4: BESCHERMING EN REPARATIE

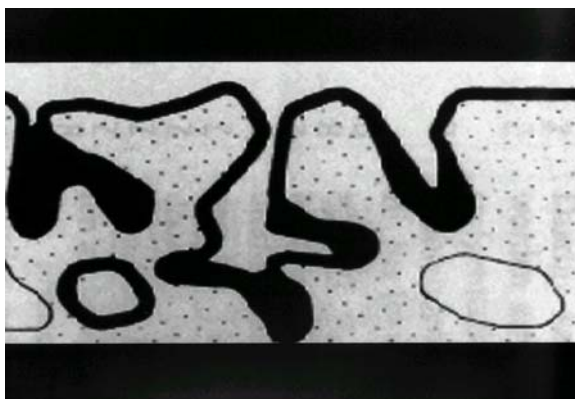
1 OPPERVLAKTEBESCHERMING

Om de levensduur van beton te verhogen, kan men producten aanbrengen op het verharde beton. Een kenmerk van alle oppervlaktebeschermingen is natuurlijk dat hun werking staat of valt met hun intactheid.

Al naargelang de aard van de oppervlaktebescherming kan men onderscheid maken in:

1.1 Impregneren/hydrofoberen

Hierbij vindt een zeer dunne bekleding van buitenoppervlak en poriënwanden van het beton plaats met een waterafstotende (hydrofobe) stof. Zodoende vermindert de opname van water en aanwezige stoffen. Toch wordt de bescherming tegen scheikundige inwerkingen soms in vraag gesteld. De meest gebruikte hydrofobeermiddelen zijn op basis van organische silicumverbindingen. Naargelang het zuigend vermogen van de ondergrond worden 1 tot 3 behandelingen toegepast (150 tot 250 g/m² per behandeling).



Figuur 31: impregneren van het betonoppervlak

- **Siliconaten** zijn in water of alcohol oplosbare producten (vaak ca. 40 % oplossing). Op de bouwstof reageren ze met CO₂ uit de lucht. Ze worden voor het behandelen van betonoppervlakken slechts op beperkte schaal gebruikt.
- **Siliconenharsen** (4-6 % oplossing in een koolwaterstof) blijven na verdamping van het oplosmiddel op het beton achter. Ze dringen slechts goed binnen in droge materialen met relatief grove poriën (dus minder goed in beton) en leiden gemakkelijk tot een kleverig oppervlak.
- **Silanen** worden gebruikt in een hoog gehalte (bv. 40 %) opgelost in een koolwaterstof. De moleculen zijn kleiner t.o.v. siliconenharsen en dringen dan ook dieper in. Onder invloed van vocht en met de alkalische bestanddelen van het beton als katalysator, vernetten ze zich tot silicoonachtige producten. Een nadeel is dat het silaan vluchtig is en met het oplosmiddel mee kan verdampen, waardoor het effect van de behandeling nogal weersafhankelijk is.
- **Siloxanen** (5-10 % in koolwaterstoffen) zijn licht gepolymeriseerde silanen die minder vluchtig zijn en de voordelen van silanen behouden.
- **Polymere alkylalkoxysilanen** zijn lange kettingachtige moleculen, ontstaan door verdere polymerisatie van silanen en siloxanen. De toepassing is gering.

1.2 Impregneren/dichten

Het oppervlak wordt doordrongen met een stof die de poriën vult. Dichten zorgt tevens voor een versteviging van het oppervlak, een verhoging van de slijtweerstand en een gedeeltelijke vermindering van stofvorming door afslijten. Reinigen en onderhoud worden vergemakkelijkt.

De volgende types producten bestaan:

- Middelen die het beton binnendringen en zich daar met kalk omzetten in slecht oplosbare zouten.
- Middelen die niet met kalk reageren, maar die eenmaal de poriën binnengedrongen een vaste stof vormen en de poriën gedeeltelijk opvullen. Ervaring voor toepassing op beton is gering.
- Producten op basis van kunstharsen, meestal epoxyhars, polyurethanen of acrylaten.

1.3 Aanbrengen van een oppervlaktelaag

Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen dunne coatings (tot 100 µm), dikke coatings (100-500 µm), mortels (500 µm-5 mm), folies, rubberen bekleding, platen, tegels.

Rubberen bekledingen worden soms aangebracht op dichte stalvloeren, bv. aan het voerderhek in veestallen. Op roostervloeren in varkenstallen worden op de meest kritieke plaats, voor de voederbak, soms vezelcement-, polyester- of metaalplaten aangebracht, waarin openingen gemaakt worden ter plaatse van de roostergleuven, zodat mestdoorlaat mogelijk blijft.

1.3.1 *Coatings*

Voor het aanbrengen van coatings moet het ondergrondbeton goed voorbehandeld worden en moet het proper en droog zijn. Als de betonhuid zwak is en niet wordt verwijderd zal de onthechting daar plaatsvinden. De hechting zal onder natte omstandigheden minder zijn dan onder droge. Het beton moet voldoende verhard en nabehandeld zijn voor het aanbrengen van een coating. Curing compounds van het membraantype moeten vermeden worden. De ondergrond en het herstellingsproduct moeten compatibel zijn wat betreft krimp en thermische vervormingen.

Harsen (binding door reactie tussen bindmiddelcomponenten)

- **Epoxyharsen**: bieden een goede hechting aan het beton, vertonen weinig krimp en zijn bestand tegen chemische aantasting;
- **Twee componenten polyurethaanharsen (PUR)**: hechten goed op droge (vochtgehalte <5%) ondergrond, zijn nagenoeg krimpvrij en bestand tegen lichte chemische aantasting; ze zijn echter niet goed bestand tegen een hoog alkalisch milieu en worden daarom bij voorkeur niet toegepast op (blijvend) natte ondergrond;
- **Teer-epoxy**: mag niet meer worden gebruikt daar dit een schadelijk product is
- **Polymethylmethacrylaat (PMMA)**: biedt een goede hechting, doch krimpt vrij veel, bezit een hoge mechanische sterkte en een goede bestandheid tegen lichte chemische aantasting. Bij de aanleg dient men op te passen voor vrijkomende schadelijke gassen.

Drogende typen bindmiddelen (droging als gevolg van verdamping van oplos- en dispergeermiddelen)

- **Acrylaten**: worden in oplossing of in dispersie verkocht, ze hebben een goede hechting en een goede alkali-, oxidatie- en weersbestandheid;
- Verder chloorrubber, cyclorubber, vinyl-chloride copolymeren, vinyl-fluride copolymeren, siliconenharen en polymere alkylalkoxysilanen of combinaties van deze producten.

Bitumineuze materialen

Asfalt en teer worden soms toegepast als emulsie in water, maar meestal worden ze warm aangebracht of koud in een oplosmiddel. Vooral asfalt heeft een goede zuur- en zoutresistentie. Het nadeel van bitumineuze coatings is dat ze bij hogere temperaturen zacht worden en dat ze na een langere periode broos kunnen worden. Teer is bovendien weinig bestand tegen zonlicht en abrasie.

1.3.2 Kunstharsmortels

Deze worden in het bijzonder gebruikt voor oppervlakken in contact met agressieve stoffen en voor het handmatig repareren van kleine oppervlakken. Als bindmiddel worden vooral epoxyharsen, acrylaten en polyurethanen gebruikt. Polyesterharsen worden wegens hun verzepingsgevoeligheid minder toegepast.

Hechtingsproblemen kunnen worden veroorzaakt door slecht geformuleerde hechtingsprimers, door uithardingskrimp, door het (vaak grote) verschil in uitzettingscoëfficiënt van de betonnen ondergrond en de kunstharsreparatiemortel, en bij polyester- en acrylaatharsen door optreden van de maximum warmte-ontwikkeling bij de vorming wanneer de vaste toestand reeds bereikt is, hetgeen resulteert in vrij hoge spanningen in het contactvlak met de ondergrond.

1.3.3 Polymeer gemodificeerde cementmortels

Deze paren de goede eigenschappen van cementmortels aan die van kunststofgebonden mortels en vormen een goedkoper alternatief voor deze laatste. T.o.v. de cementmortels zijn ze minder uitvoeringsgevoelig, ze hebben een betere hecht- en treksterkte, de vorst- en slijtweerstand verbeteren en de elasticiteitsmodulus, de doorlatendheid en krimp nemen af. Laagdiktes tot 30 mm kunnen aangewend worden voor reparatie van betonoppervlakken.

1.3.4 Stallit/Bernit

Op stalvloeren worden soms ook afwerkingslagen met Stallit of Bernit aangebracht. Dit product wordt grondig droog gemengd met cement in een verhouding van 3/1. Dit geheel wordt dan grondig gemengd met water tot een mengsel dat minstens zo stijf is als metselmortel en in een laag van 1 à 3 cm op de bestaande vloer gelegd. Oppervlaktelagen met Stallit of Bernit worden meestal aangebracht omwille van de isolatiewaarde of om herstellingen uit te voeren. Ervaring in varkensstallen leert dat deze afwerkingslagen stapvast, slijtvast en duurzaam zijn.

2 REPARATIE

De belangrijkste middelen voor reparatie van aangetaste vloeren zijn traditionele zand-cement mortels en de polymeergemodificeerde zandcementmortels en kunstharsmortels. Voor stalvloeren kunnen ook zeer goed Stallit- en Bernitlagen aangewend worden. Om een goede hechting te bekomen moet het ondergrondbeton nog stevig genoeg zijn en losse en slechte delen dienen eerst verwijderd worden. De vloer moet ook vrij zijn van vet en vuil, en best wat open van structuur. Dit kan verkregen worden door een gepaste voorbehandeling: stralen, schuren, afbikken of chemische reiniging (het gebruik van zuren is wel gevaarlijk voor corrosie van eventuele wapening). Zand-cement mortels zijn zeer uitvoeringsgevoelig: de ondergrond moet worden bevochtigd en goede nabehandeling van de mortel is noodzakelijk. Een zorgvuldige samenstelling is nodig om dichtheid en verwerkbaarheid te combineren. Ter beperking van de verhardingskrimp kan grof toeslagmateriaal worden toegevoegd met maximale korrelgrootte niet meer dan 1/3 van de laagdikte. Voor de herstelling van vloeren die blootgesteld worden aan nachtvorst zal eerder geopteerd worden voor een dikkere betonlaag, daar de mortellaag na verloop van tijd terug zal loskomen.

2.1 Reparatie van sleufsilovloer

De voornaamste oorzaak van de aantasting van sleufsilovloeren is de lage pH-waarde van het ingekuilde voeder. Dit zure milieu, gecreëerd door vrijgekomen perssappen, kan een pH-waarde hebben van 4 of zelfs lager, terwijl beton zelf een pH heeft van ongeveer 12. Bij een poreuze betonvloer, bijvoorbeeld door een te grote hoeveelheid water dat werd toegevoegd bij de aanleg, zal deze aantasting nog versneld worden.

Indien de granulaten bloot liggen en te veel voeder achterblijft is het te overwegen de sleufsilos te herstellen. Aangezien grind een siliciumhoudend gesteente is zal dit niet aangetast worden door de zuren en komen de keien bloot te liggen nadat de cementmatrix is weggesleten. Kalksteen daarentegen is een zachter gesteente dat wel wordt aangetast door de zuren. Dit resulteert in een minder ruwe betonvloer gedurende de gebruikstermijn van de silo. Hierna wordt een overzicht gegeven van de mogelijke reparatiemethoden.

A. Volledig nieuwe vloer

Wanneer de vloer volledig verbrossend is of vol scheuren zit, is het aanbevolen de vloer volledig uit te breken en te vervangen door een nieuwe vloer. De minimale eisen van ter plaatse gestort beton voor een sleufsilos op een rijtje:

- bij voorkeur C30/37 (gras), C35/45 (maïs, pulp)
- omgevingsklasse : graskuil: EE3 en EA2; maïs of pulp: EE3 en EA2
- consistentiegebied: max. S3
- hoogovencement CEM III/B HSR LA
- betondekking minimaal 40 mm
- granulaat: kalksteen
- verhardingsdikte van 15 tot 23 cm (afhankelijk van betonsterkte en ondergrond)
- eventuele opofferingslaag van 1 à 2 cm

De reparatie gebeurt vanzelfsprekend wanneer de kuil leeg is en dus in de zomermaanden. De hogere buitentemperaturen zorgen er dan voor dat het beton snel verhardt. Het nemen van maatregelen om té snelle uitdroging van het beton te voorkomen is dan ook noodzakelijk:

- het gestorte beton goed trillen en verdichten
- eventueel instrooien met een mengsel van cement en zand (verhouding 1/3)
- polieren van het oppervlak
- na aanleg onmiddellijk besproeien met curing compound of afdekken met een plastic folie gedurende enkele weken.

In de wintermaanden (van november tot maart) doet men er beter aan geen reparatie uit te voeren. Indien men genoodzaakt is dit toch te doen in deze maanden, laat men zich beter deskundig adviseren over de extra maatregelen die tijdens de uitvoering en de verhardingsperiode genomen moeten worden.

B. Nieuwe betonlaag van minimaal 8 cm

Wanneer de cementsteen volledig werd aangetast en de granulaten bloot komen te liggen kan de renovatie worden uitgevoerd met een nieuwe laag beton met een dikte van minimaal 8 cm bovenop de oude vloer. De oude vloer doet in dit geval dienst als funderingslaag. Voor een goed resultaat moet er voldoende aandacht worden besteed aan de voorbereiding:

- de aangetaste vloer goed reinigen;
- de oude vloer inborstelen met een cementpap voor een goede hechting van de nieuwe betonlaag;
- de betonlaag van minimaal 8 cm aanbrengen op een vochtige vloer (voorkom plasvorming) met dezelfde betonkwaliteit als bij een nieuwe vloer (zie punt A);
- afwerking en nabehandelen zoals bij een nieuwe vloer.

Niet onbelangrijk is het respecteren van de bestaande krimpvoegen in de oude aangetaste vloer. In de nieuwe toplaag moeten de krimpvoegen op dezelfde plaats voorzien worden. Indien de voegen niet op dezelfde plaats worden voorzien, zal het beton toch op die plaatsen scheuren. De krimpvoegen kunnen uitgevoerd worden door het plaatsen van voegplanken vooraleer het beton wordt gestort. Anderzijds kunnen de voegen ook achteraf ingezaagd worden met behulp van diamantschijven.

C. Toplaag reparatiemortel

Het aanbrengen van een toplaag in beton van minder dan 8 cm is geen duurzame oplossing. Door de inwerking van vorst en dooi zal deze toplaag na een paar jaar terug los komen. Ook bij reparatie d.m.v. van dunne deklagen van een paar centimeter zullen na korte tijd hechtingsproblemen ontstaan. De levensduur van de sleufsilos wordt bij het gebruik van dunne deklagen slechts een paar jaar verlengd. Indien het onmogelijk is om een nieuwe betonlaag van 8 cm aan te brengen op de oude vloer, is het aanbrengen van een nieuwe betonvloer vaak de enige duurzame oplossing.

D. Zuurbestendig asfalt

Asfalt kent de laatste jaren meer en meer toepassingen in de agrarische sector. Zo kan ook voor de herstelling van sleufsilos gekozen worden voor een zuurbestendige asfaltlaag. Asfalt is een mengsel van steen, zand en vulstof dat met bitumen bij elkaar wordt gehouden. Bitumen is een product van de aardolie-industrie en heeft de eigenschap vloeibaar te zijn bij verwarming en de granulaten aaneen te kitten. Zuurbestendig asfalt is goed bestand tegen de inwerking van silosappen.

De aangetaste betonvloer doet bij het gebruik van asfalt dienst als fundering en moet dus constructief in orde zijn. De vloer moet goed schoongemaakt worden vooraleer gestart wordt met de werkzaamheden. De scheuren in de bestaande vloer worden vooreerst opgevuld met een asfaldemulsie. Nadien wordt een kleeflaag aangebracht. Naargelang de ruwheid van de vloer zal worden geopteerd voor een herstelling in twee lagen asfalt van ongeveer 3 à 4 cm of in één laag van 5 à 6 cm. Na het aanbrengen wordt de asfaltlaag verdicht met behulp van een wals die ervoor zorgt dat de laag ongeveer 10% dunner wordt. Het asfalt heeft enige tijd nodig om af te koelen. Indien de asfaltlaag niet volledig is gekoeld kan deze vervormd worden door de belasting. De temperatuurgevoeligheid is dan ook een van de belangrijkste nadelen van dit vloertype. Bij zeer warm weer kunnen beschadigingen optreden bij het uitkuilen door de tractoren of het materieel. Ook het plaatsen van een kipper of ander materieel op de asfaltlaag kan ervoor zorgen dat bij hoge temperaturen putjes gevormd worden. Bij de aanleg van een nieuwe verharding met zuurbestendig asfalt dient aandacht besteed te worden aan de fundering. Vaak is dan ook een betonvloer nodig als fundering, wat de kostprijs opmerkelijk hoger maakt.

E. Beschermingslagen

Naast beton en asfalt zijn er tal van producten op de markt om sleufsilos te herstellen en de vloer te beschermen tegen verdere aantasting. Aangezien een sleufsilos een vrij groot oppervlak in beslag neemt, zijn deze behandelingen aanzienlijk duurder dan beton en asfalt. Daarbij komt vaak nog het probleem dat de hechting van dergelijke producten onvoldoende is.

F. Onderzoek

Het Departement Mechanisatie, Arbeid, Gebouwen, Dierenwelzijn en Milieubeveiliging (DVL) voert in samenwerking met de Universiteit Gent een onderzoek uit naar de aantasting van verschillende betonsoorten voor sleufsilovloeren. Op het praktijkbedrijf van de Universiteit Gent werden reeds twee sleufsilos aangelegd waarbij telkens 4 verschillende betonsamenstellingen werden toegepast. Aan de hand van ruwheidsmetingen zal de aantasting gedurende de komende jaren worden opgevolgd. Via dit onderzoek zal gezocht worden naar de belangrijkste parameters die van belang zijn bij de bestelling van het beton.

2.2 Reparatie van dichte stalvloeren

In veel stallen is echter schade via scheurvorming en slechte toplagen merkbaar. Daar wat aan verhelpen is best mogelijk:

- De meest radicale en duurste oplossing is de vloer opbreken en een volledige nieuwe verharding aanleggen.
- Een redelijk intacte vloer kan nog doorgaan voor een uitstekende funderingslaag (na voldoende reiniging). Daarop wordt dan een dikke laag van 6 à 8 cm beton gestort. De aanleg, ver- en afwerking gebeurt verder volkomen analoog aan de hierboven vermelde gang van zaken. Als er zettingen te verwachten zijn of de bestaande vloer vol met scheuren zit, gebruikt men best een wapeningsnet.
- Betonvloeren die nog voldoende draagkracht hebben, kunnen voorzien worden van een nieuwe toplaag (cementrijk mengsel). Zand-cement mortels zijn zeer uitvoeringsgevoelig: de ondergrond moet, na reiniging, worden bevochtigd (geen plassen!) en goede nabehandeling van de mortel is noodzakelijk.

Voor lokale reparaties is het belangrijk dat men krimparme mortels gebruikt. Anders loopt men het risico dat de mortel loskrimpt, waardoor het niet meer hecht aan de ondergrond. Hier bewijzen kunststoffen als bindmiddel goede diensten.

2.3 Reparatie van roostervloeren

Een rooster is een geprefabriceerd element dat bij beschadiging niet te herstellen valt. Hier is vervanging de enige optie. Deze elementen bieden wel het voordeel dat niet de hele vloer dient vervangen te worden maar dat het beschadigde element uit de vloer kan gelicht worden en vervangen worden.



Figuur 32: Aangetaste roostervloeren

Bibliografie

B. DE BLAERE

'Het gebruik van beton voor verhardingen rondom agrarische gebouwen', AgriCONSTRUCT, Buitenvloeren, n°3, 3^{de} trim.2000, p 8-11

C. PLOYAERT & G. VERMEULEN

'Revêtements monolithiques plans sans couche d'usure: technologie du béton, AgriCONSTRUCT, Buitenvloeren, n°3, 3^{de} trim. 2000, p 12-17

C. PLOYAERT

'Het concept van buitenvloeren', AgriCONSTRUCT, Buitenvloeren, n°3, 3^{de} trim. 2000, p 4-7

C. PLOYAERT

'Scheurvorming en oorzaken', AgriCONSTRUCT, Correct gebruik van beton in de landbouw, n°1, 1^{ste} trim. 2001, p 14-15

C. PLOYAERT,

'Beton in de landbouw' (2) Geprefabriceerde elementen, 28 maart 2002 - FEBELCEM

C.PLOYAERT,

'Beton in de landbouw' (1) toepassingen van stortklaar beton, 27 oktober 2001 - FEBELCEM

FEBELCEM

'Cement – specificatie et certificatie, *CE-markering en dubbele markering CE+BENOR*', 25 augustus 2001

FEBELCEM

'Cement – Voorschrijven van beton volgens de normen NBN EN 206-1:2001 & NBN B 15-001:2004, april 2005

FEDERATIE VAN DE BELGISCHE CEMENTNIJVERHEID vzw

'Technische Fiche: Belgische Cement en de Europese norm *EN 187-1*', december 2001

K. BOUSSERY

'Herstelling van aangetaste sleufsilovloeren', AgriCONSTRUCT, Kunststof als bouwmetaal, n°2, 2^{de} trim. 2003, p 19-21

K. BOUSSERY & B. SONCK

'Wat met gladde betonvloeren?', AgriCONSTRUCT, Wanden, n°4, 4^{de} trim. 2001, p 19-21

K. BOUSSERY

'Degelijk beton maken met de hand', AgriCONSTRUCT, Correct gebruik van beton in de landbouw, n°1, 1^{ste} trim. 2001, p 11-13

K. BOUSSERY

'Opgang van silosappen', AgriCONSTRUCT, Kunststof als bouwmetaal, n°2, 2^{de} trim. 2003, p 22-23

K. BOUSSERY, J. BUELENS & L. BOLS

'De opgang van epoxyvloeren in de landbouw, AgriCONSTRUCT, Algemene afwerking vloeren, n°4, 4^{de} trim. 2000, p 17-18

L. TAERWE

'De nieuwe Europese norm voor beton', Bouwkroniek, extra editie – 23^{ste} Betondag, 16 oktober 2003.

LEIDRAAD BETONMORTEL

'Repareren van opslagplaatsen voor kuilvoer', p.63-66

R. COLLARD

'Finitions', AgriCONSTRUCT, Buitenvloeren, n°3, 3de trim. 2000, p 18-19

V. VERVAEKE

'Buitenvloeren een complexe opdracht', AgriCONSTRUCT, Buitenvloeren, n°3, 3^{de} trim. 2000, p 4

V. VERVAEKE, L AERTS & R. BEYERS

'Herstellingsmethoden voor beschadigde opslagplaatsen', AgriCONSTRUCT, Sleufsilos en kuilplaten, n°2, 2^{de} trim.1999, p12-15

VERBOND DER CEMENTNIJVERHEID vzw,

'Infrastructuur voor landbouwbedrijven', maart 1984, D/1984/0280/2

VERENIGING NEDERLANDSE CEMENTINDUSTRIE,

'Betonverhardingen voor de landbouw', mei 1994

VERENIGING NEDERLANDSE CEMENTINDUSTRIE,

'Betonwijzer voor sleufsilos', augustus 1995

Lay-out en bestelling van brochures:

Margot Cocquyt

Vlaamse overheid

ILVO – Technologie en Voeding - Agrotechniek

Technologische Adviesdienst AgriCONSTRUCT

Tel: 09/272 28 11

Fax: 09/272 28 04

E-mail: m.cocquyt@ilvo.vlaanderen.be

Eindafwerking en eveneens bestelling van brochures:

Carine Van Eeckhoudt

Vlaamse overheid

Departement Landbouw en Visserij

Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling (ADLO)

Tel: 02/208 41 53

Fax: 02/208 41 84

E-mail: carine.vaneeckhoudt@lv.vlaanderen.be

