

De monostortplaats Laag-Vlaanderen te Wervik

Scenario-analyse met betrekking tot de afwerking

Suzanna Lettens, Bruno De Vos, Bart Vandecasteele

INBO.R.2008.18

Auteurs:

Suzanna Lettens, Bruno De Vos, Bart Vandecasteele
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Geraardsbergen
Gaverstraat 4, 9500 Geraardsbergen
www.inbo.be

e-mail:

info@inbo.be

Wijze van citeren:

Lettens S., De Vos B. & Vandecasteele B. (2008). De monostortplaats Laag-Vlaanderen te Wervik. Scenario-analyse met betrekking tot de afwerking. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2008 (INBO.R.2008.18). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2008/3241/121

INBO.R.2008.18

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse Overheid

Foto cover:

Uitzicht op de monostortplaats Laag-Vlaanderen te Wervik met op de achtergrond de kerk van Bousbecque

Baggergronden in Vlaanderen
De monostortplaats Laag-Vlaanderen
te Wervik

Suzanna Lettens, Bruno De Vos en Bart Vandecasteele

Scenario-analyse met betrekking tot de
afwerking

INBO.R.2008.18
i.o.v. Waterwegen & Zeekanaal n.v.

Samenvatting

Dit rapport bespreekt mogelijke afwerkingsscenario's voor de monostortplaats voor baggerspecie Laag-Vlaanderen te Wervik. De laatste aanvoer van baggerspecie dateert van 2005 en het terrein wordt aan hoog tempo gekoloniseerd door planten. Veranderingen in begroeiing en hydrologie houden mogelijk een risico in voor de verspreiding van de bodemverontreiniging in het milieu. Een definitieve afwerking van het terrein dringt zich dan ook op.

Metingen van bodemverontreiniging met zware metalen en organische polluenten tonen aan dat minstens de bovenste 30cm weinig verontreinigd zijn. Diepere lagen bevatten wel zware metalen en organische polluenten, maar de concentraties liggen lager dan voor de reeds gekende oudere baggergronden langs de Leie. Er worden drie afwerkingsscenario's voor Laag-Vlaanderen besproken, waarvan 2 uitgaan van bebossing van het terrein. Gezien de beperkte verontreiniging van het gebied en het stabiliserend effect van bomen op de fluxen van zware metalen, is bebossen een interessante optie. De aanleg van een bos heeft ook een belangrijke landschappelijke meerwaarde en draagt bij tot bosuitbreiding. Er wordt een beplantingsschema voorgesteld met boomsoorten die aangepast zijn aan het bodemtype en gekenmerkt worden door een lage opname van zware metalen. Tenslotte worden aanwijzingen geformuleerd voor de aanleg van deze aanplanting om de overleving van het plantsoen zoveel mogelijk te garanderen.

Abstract

This report discusses possible scenarios for the future management of the landfill site 'Laag-Vlaanderen' in the municipality Wervik, which is used for disposal of polluted sediments dredged in the Leie. No new sediments were deposited since 2005 and the site is rapidly being colonized by plants. These recent changes in plant cover and hydrology could stimulate the leaching of heavy metals or their uptake in plants. There exists a clear need to decide between possible final management scenarios for the site.

Measurement of heavy metals and organic pollutants in the soil show that at least the upper 30cm of soil are only lightly polluted. Although deeper layers do contain heavy metals and organic pollutants, the concentrations are below the values of previous measurements in the older dredged sediment landfills along the Leie. Three management scenarios for Laag-Vlaanderen are discussed, two of which propose afforestation of the site. Introducing forest is an interesting option since suitable tree species could control the heavy metal fluxes throughout the ecosystem. Moreover, afforestation is a useful tool for landscape planning and forest expansion. An afforestation plan is proposed with tree species that are adapted to the soil type and characterised by low heavy metal uptake rates. Finally, a list of instructions for preparing the site and planting the trees is proposed in order to limit mortality and maximise growth.

Inhoud

Samenvatting	5
Abstract	6
Inhoud	7
1 Inleiding	9
2 Materiaal en methoden	9
2.1 Beschrijving van het terrein	9
2.2 Bodem- en bladbemonstering	12
2.3 Analyses van bodem en blad	12
2.4 Beoordeling van de bodemkwaliteit	13
3 Resultaten en discussie	13
3.1 Bodemkwaliteit	13
3.2 Zware metalen in bladeren	25
3.3 Beschikbare gegevens uit vroeger onderzoek	26
4 Scenario's voor de afwerking	27
4.1 scenario 0: VLAREM-afdek, bomen aanplanten niet toegelaten	27
4.2 scenario 1: Beplanting na terreinegalisatie	27
4.3 Scenario 2: beplanting na herprofiëren van de heuvel	28
4.4 Preferentieel scenario	28
5 Bebossen van verontreinigde gronden	29
5.1 Afdeklaag niet noodzakelijk	29
5.2 Voorstel boomsoortenkeuze voor Laag-Vlaanderen	30
5.3 Randvoorwaarden voor bebossen	32
Referenties	33

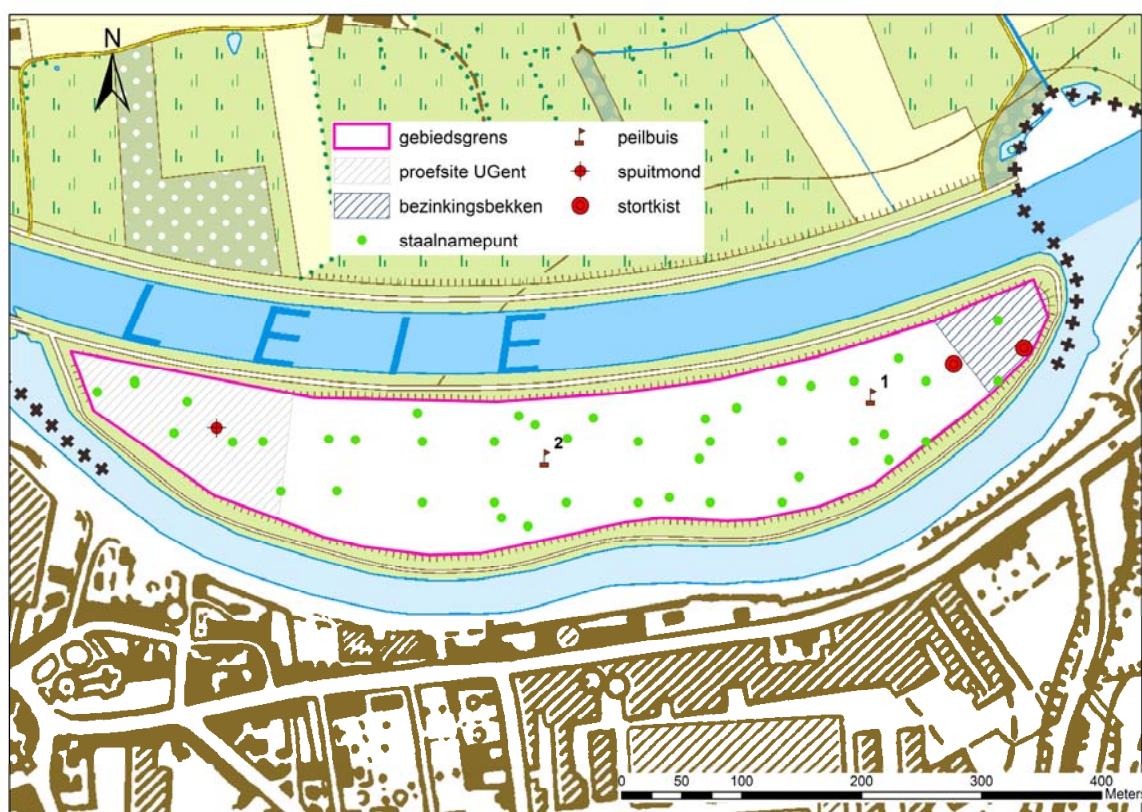
1 Inleiding

Tot 2005 werd baggerspecie uit de Leie gestort op de monostortplaats Laag-Vlaanderen te Wervik. Sindsdien werd geen nieuwe specie meer aangevoerd en het grootste deel van het terrein is op dit moment (eind 2007) drooggevalen. Enkel in het bezinkingsbekken is nog een kleine vijver aanwezig. Het terrein wordt aan een hoog tempo gekoloniseerd door begroeiing, vooral riet en natuurlijke verjonging van wilgen, afkomstig van moederbomen op de bermen. De verandering in begroeiing en hydrologie houdt mogelijk een risico in voor de verspreiding van de bodemverontreiniging in het milieu. Dit rapport bespreekt mogelijke afwerkingsscenario's, rekening houdend met de verontreiniging, textuur en hydrologie van de bodem.

2 Materiaal en methoden

2.1 Beschrijving van het terrein

Het baggerstort bestaat uit 3 delen, met 1 groot centraal bekken en 2 kleinere deelbekkens in de oostelijke en westelijke punt. Figuur 1 toont een overzicht van het terrein. De totale oppervlakte bedraagt 8,5 ha, waarvan de deelbekkens respectievelijk 0,6 ha (bezinkingsbekken) en 1,4 ha (proefsites UGent) uitmaken.



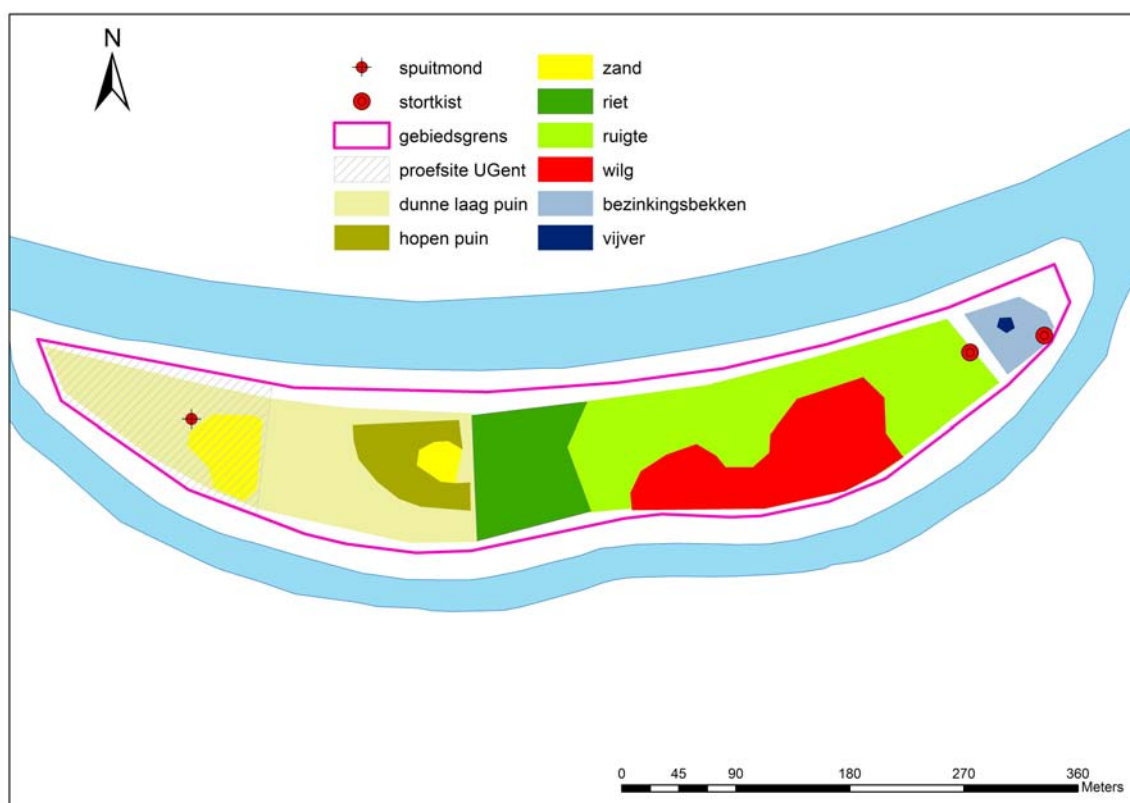
Figuur 1. Ligging van de monostortplaats Laag-Vlaanderen met aanduiding van de bodemstaalnamepunten, de peilbuizen, de spuitmond en de 2 stortkisten.

Het bezinkingsbekken bevat momenteel nog een kleine vijver. Deze is het afgelopen jaar reeds sterk in oppervlakte afgenomen en is nu nog slechts een 10-tal meter in diameter. Het lijkt aannemelijk dat hij binnen afzienbare tijd verdwijnt. Het westelijk deelbekken werd door onderzoekers van de UGent intensief bemonsterd. Het opspuiten van dit deel was voltooid in 2003. Het opspuiten van de rest van het terrein was voltooid in 2005. De

laatste opspuiting, ca 30cm dik, gebeurde met vrij proper materiaal (infrastructuurspecie). De onderliggende lagen zijn afkomstig van onderhoudsbaggerwerken in de Leie.

Figuur 2 toont de huidige vegetatie van het terrein. De proefsite van UGent is gedeeltelijk (westen) opgehoogd en gedeeltelijk zandvlakte (oosten). Deze zandvlakte is ontstaan aan de spuitmond van de laatste opspuiting. Verder naar het oosten wordt het oppervlak onregelmatig door de aanwezigheid van hopen puin (zie Figuur 3). Daarna volgt een strook die begroeid is met riet en vervolgens Schietwilg (*Salix alba*). Deze wilgen zijn allicht zaailingen van de wilgen die momenteel groeien op de bermen van het terrein. De natuurlijke verjonging heeft massaal plaatsgevonden op het gedeelte dat net drooggefallen was in het voorjaar van 2006. In 2007 zijn deze wilgen reeds meer dan 2m hoog (Figuur 4). Het stuk naast de stortkist lag waarschijnlijk nog te nat toen verderop de wilgen kiemden en hier groeien nu ruigtekruiden. Na de stortkist ligt een berm die het centrale deel en het bezinkingsbekken scheidt. In het bezinkingsbekken ligt een kleine vijver omgeven door Grote lisdodde en de tweede stortkist in het meest oostelijk punt van het terrein. Op de berm aan de zuidkant van het terrein zijn bomen aangeplant, namelijk Zwarte els, vogelkers, berk, Beuk. Tussen deze aanplanting komt natuurlijke verjonging van vlier en wilg voor.

De kruinhoogte van de dijken is 18,8m TAW. Ze werden aangelegd met het oorspronkelijk bodemmateriaal van het terrein en zijn tijdens de opspuiting bijkomend opgehoogd. Het oorspronkelijk bermmateriaal werd reeds bemonsterd in een vorige rapport (Vandecasteele et al., 2004). Naast het opgehoogd gedeelte van de proefsite UGent liggen de dijken lager dan het terrein zelf. Verder oostelijk verdwijnt het hoogteverschil tussen dijk en terrein en vanaf het riet is er opnieuw een resterende dijkhoogte van ca. 0,5m die toeneemt tot ca. 2m ter hoogte van de stortkist.



Figuur 2. Huidige vegetatie van Laag-Vlaanderen.



Figuur 3. Het terrein ten oosten van de zandplaat is zeer onregelmatig.



Figuur 4. Schietwilg in het oostelijk deel van het terrein.

2.2 Bodem- en bladbemonstering

Er werden 3 bodemstaalnamecampagnes uitgevoerd, namelijk in februari 2007, april 2007 en juni 2007. In februari werd de bovenste 30cm bemonsterd op 41 punten en de bovenste 100cm op 5 punten met behulp van de steekguts voor analyse op anorganische polluenten. Het bemonsteringsschema is een combinatie van een regelmatig (25 punten) en random grid (20 punten). Figuur 1 toont de bemonsterde punten. In april werd op dezelfde 46 punten de laag 60-90cm bemonsterd met de steekguts eveneens voor analyse op anorganische polluenten. In juni tenslotte werden met steekbussen 10 ongeroerde bodemstalen genomen op 5 punten (een selectie van de punten van de vorige staalnames), telkens een staal van de 0-20cm en de 60-80cm laag voor analyse van organische polluenten. Deze stalen werden dezelfde dag nog naar het labo Envirotex gebracht waar ze geanalyseerd werden.

Op 10 juli 2007 werden 2 HDPE peilbuizen geïnstalleerd in het centrum van het terrein. De locatie van deze peilbuizen is aangegeven in Figuur 1, peilbuis 1 zit 4,7m diep en peilbuis 2 reikt 3,9m diep. De onderste 2m van elke peilbuis is filter, dit wil zeggen geperforeerde HDPE buis overtrokken met filterkous.

Tenslotte werden begin september 2007 drie mengstalen genomen van de bladeren van de wilgen (*Salix alba*) in de natuurlijke verjonging op het centrale deel van het terrein. De bemonstering gebeurde op willekeurige bomen op verschillende posities (schaduw en licht) in de kroon. De bladeren werden niet gewassen omdat het terrein niet onder directe invloed van puntbronnen van atmosferische depositie staat.

2.3 Analyses van bodem en blad

De pH-H₂O, pH-CaCl₂ en elektrische geleidbaarheid (EC) van de bodem werden gemeten in een bodem:water (1:5) suspensie. Het CaCO₃-gehalte in de bodem werd bepaald door terugtitratie van een overmaat H₂SO₄, toegevoegd aan 1 g luchtdroog sediment, met 0.5 M NaOH. Organische stof (OS) werd bepaald aan de hand van gloeiverlies (LOI) van het bodem- en bladmateriaal na het verassen van ovendroog materiaal in een moffeloven bij 550°C. De bodemtextuur werd bepaald met laserdiffractie (Coulter LS200, Miami, FL). De kleifracie wordt gedefinieerd als de 0-6 µm fractie. Deze fractie had een hoge correlatie met de 0-2 µm fractie, bepaald met de conventionele pipetmethode, behalve voor bodemstalen met kleigehalten > 50% (Vandecasteele & De Vos, 2003). De hoeveelheid N in bodem en blad werd gemeten met de Kjeldahl-methode. Totale concentraties van Na, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Al, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Mn en As in de bodem zijn pseudo-totale aqua-regia-extraheerbare concentraties gemeten met ICP-OES (Varian VISTA-MPX, Varian, Palo Alto, CA). De ontsluiting werd uitgevoerd met microgolfoven (Milestone 1200 MS Mega) met het volgende programma: 250 W (5 min), 400 W (5 min), 600 W (5 min), 800 W (10 min), ventilatie (10 min).

De bladeren werden 7 dagen gedroogd bij 40 °C, mechanisch gemalen (Pulverisette 14, Fritsch, Idar-Oberstein, Duitsland) en bewaard in donkere flesjes tot de analyses uitgevoerd werden. Totale metaalconcentraties in de bladeren werden geëxtraheerd met HNO₃ (min. 65%) en H₂O₂ (supra pur) in een 3:1 verhouding met microgolfoven-ontsluiting en gemeten met de ICP-OES. Het programma van de microgolfoven was als volgt: 250 W (5 min), 0 W (5 min), 400 W (5 min), 500 W (5 min), 600 W (5 min), ventilatie (10 min). Kwaliteitscontrole van de analyses was gebaseerd op multi-element standaarden (Merck 11355 ICP standard IV), en op externe en interne standaarden. Sulfaatgehaltes in de bodem wordt bepaald door sulfaat neer te slaan als bariumsulfaat waarna de absorptie gemeten wordt met behulp van een spectrofotometer bij 720 nm of 882 nm. De hoeveelheid plantbeschikbare P (PI-P) in de bodem wordt gemeten volgens de extractiemethode van Olsen (Olsen et al., 1954).

De analyse van organische polluenten gebeurde in het geaccrediteerde labo Envirotex n.v. in Oostkamp. Zij werken volgens de gestandaardiseerde methodes van het Compendium voor Monsterneming en Analyse (CMA) van OVAM, raadpleegbaar op <http://www.emis.vito.be>. Na ASE-extractie ('accelerated solvent extraction') van de bodemstalen wordt het

gehalte minerale olie via GC-FID bepaald, dit wil zeggen met behulp van een gaschromatograaf met een FID-detector ('flame ionization detector'). Het gehalte aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen of PAK's wordt gemeten met behulp van een gaschromatograaf uitgerust met een massaspectrometrische detector (GC-MS). De hoeveelheid extraheerbare organohalogeenvormingen (EOX) worden microcoulometrisch gemeten.

2.4 Beoordeling van de bodemkwaliteit

De beoordeling van de bodemkwaliteit is gebaseerd op de VLAREBO-wetgeving. Er werden voor een groot aantal organische en anorganische stoffen achtergrondwaarden (AW) en bodemsaneringsnormen (BSN) vastgelegd. Er werd hierbij rekening gehouden met de bodemeigenschappen (kleifractie en organische stof (OS)-gehalte) en met de bestemming van het terrein (bestemmingstype). Er werd een standaardbodem gedefinieerd, gebaseerd op de eigenschappen van een groot aantal landbodems. Deze standaardbodem heeft een OS-gehalte van 2% en een kleigehalte van 10%. De AW en BSN voor de standaardbodem wordt omgerekend naar de eigenschappen van de onderzochte bodem. Een bodemstaal wordt in dit rapport als verontreinigd beschouwd wanneer het gehalte voor 1 van de 7 metalen het verontreinigingscriterium voor bestemmingstype 1&2 (VC1&2) overschrijdt. Deze waarde wordt berekend als $0,8 \times \text{bodemsaneringsnorm voor type 1\&2 (BSN1\&2)}$.

3 Resultaten en discussie

3.1 Bodemkwaliteit

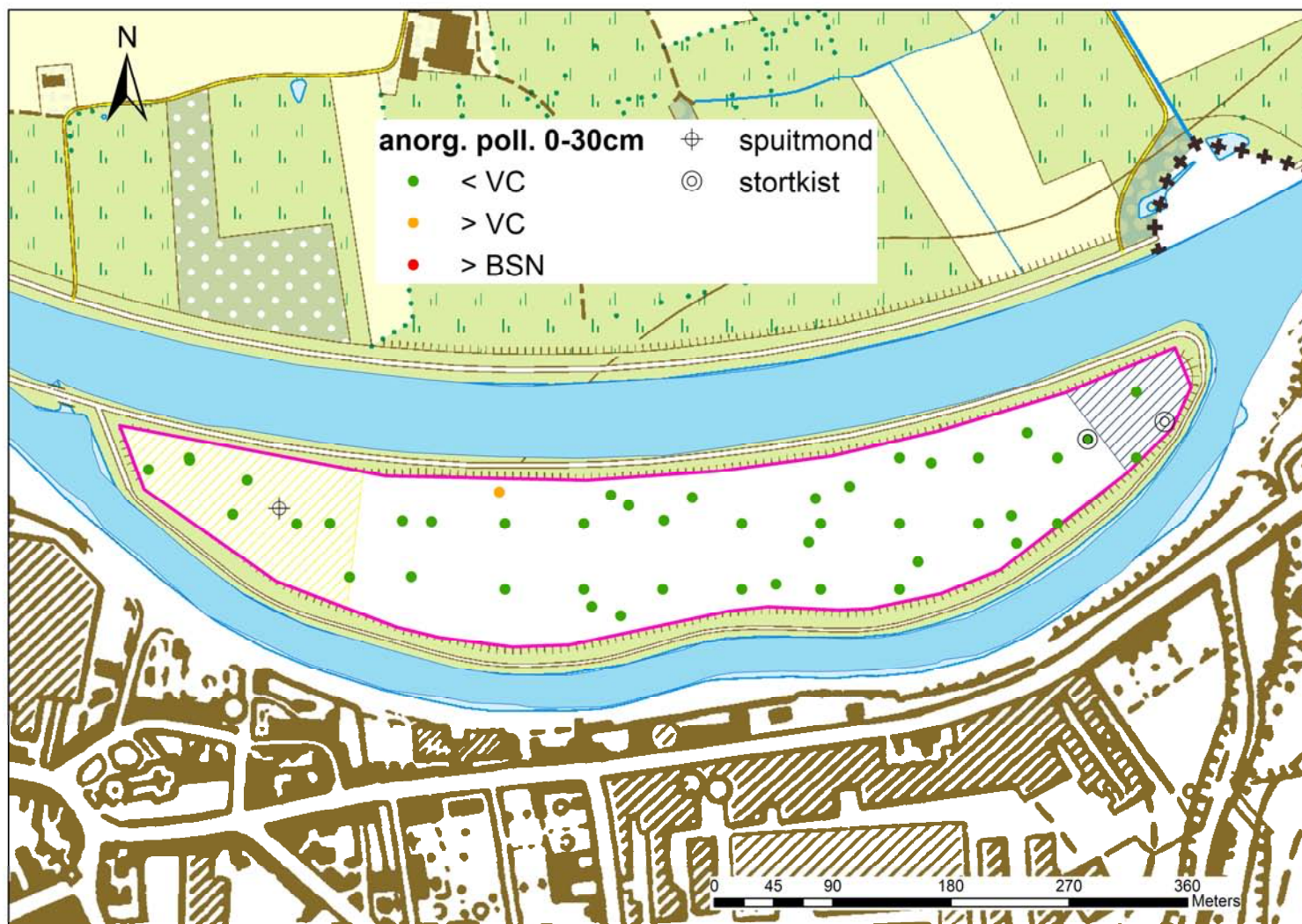
De beschrijvende parameters voor de bodemeigenschappen van de bodemstalen worden in Tabel 1 getoond voor de bovenste 30cm en in Tabel 2 voor de 60-90cm laag. Het bodemmateriaal kan algemeen gekarakteriseerd worden als een kleiige, kalkrijke bodem met een neutrale pH en hoog organische koolstofgehalte. Voor de bovenste 30cm wordt de bodemsaneringsnorm voor geen enkel metaal overschreden. Het verontreinigingscriterium wordt op 1 meetpunt voor Pb overschreden. Voor de 60-90cm laag wordt de bodemsaneringsnorm enkel overschreden voor Cd en Pb in respectievelijk 6 en 3 meetpunten. Bijkomend wordt het verontreinigingscriterium overschreden voor Cd (3 punten), Pb (3 punten), Cr (2 punten) en Zn (1 punt). Voor Cu en Ni worden geen overschrijdingen vastgesteld, maar zijn de concentraties wel verhoogd ten opzichte van de achtergrondwaarden. Voor As worden geen verhoogde waarden vastgesteld. Figuur 5 geeft de verspreiding van de overschrijdingen van het verontreinigingscriterium en van de bodemsaneringsnorm in de 0-30cm bodemlaag per staalnamepunt. Figuur 6 doet hetzelfde voor de 60-90cm. De gemeten concentraties liggen lager dan de concentraties die bij oudere baggergronden langs de Leie gemeten werden (Vandecasteele et al., 2002a), en dit kan wijzen op een verbetering van de sedimentkwaliteit van de Leie. Bodemstalen in het deelbekken UGent geïntegreerd over de bovenste 100cm en voor de 60-90cm laag tonen dat de concentraties voor alle metalen onder of rond de achtergrondwaarden uitkomen. Dit deel van het terrein is bijgevolg niet verontreinigd in de bovenste meter bodem.

Tabel 1. Bodemeigenschappen en zware metalen in 0-30cm (N=41); VC = verontreinigingscriterium = 0,8*BSN (niet gecorrigeerd voor klei en organisch materiaal).

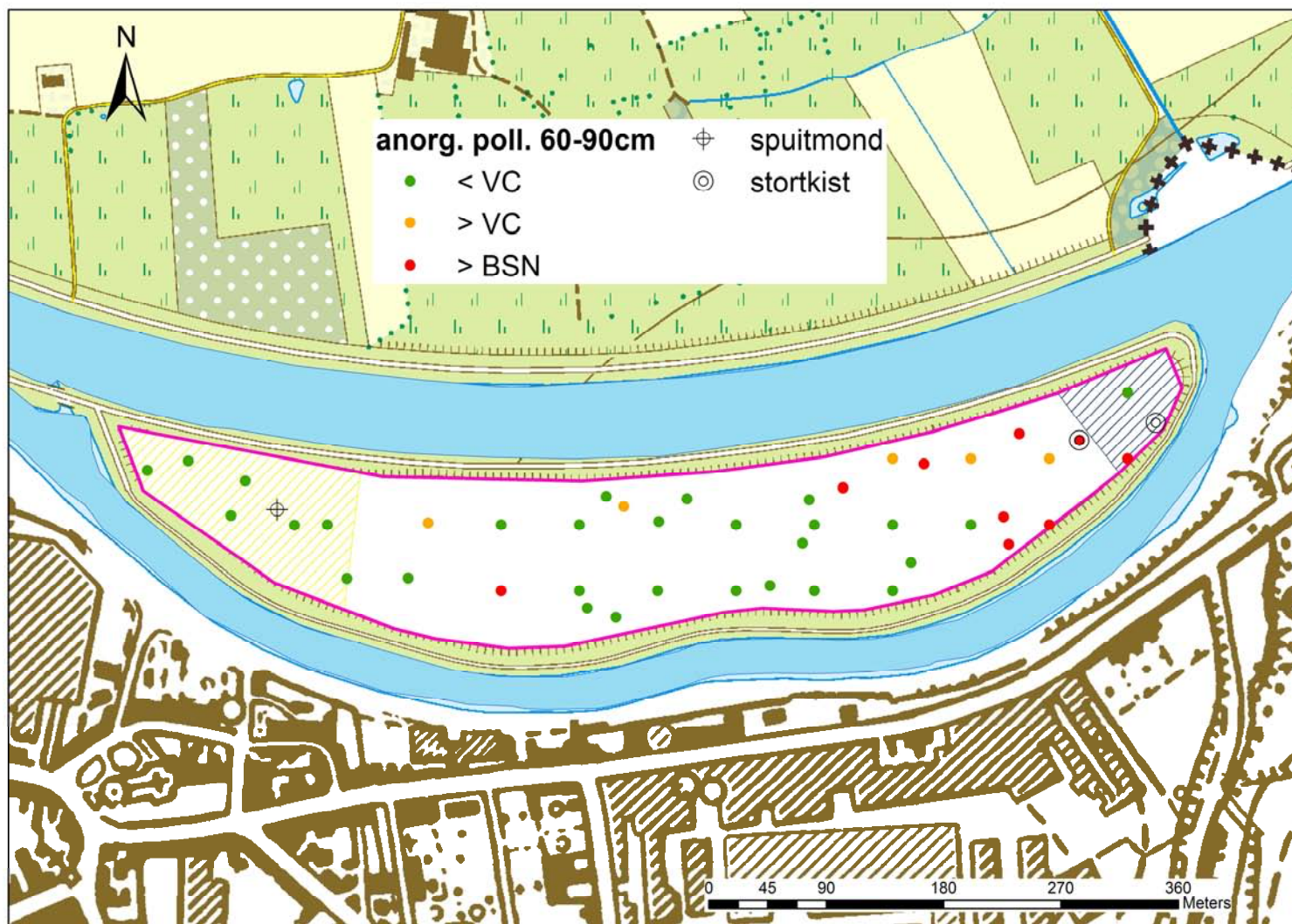
	Gem.	Med.	Min.	Max.	VC
pH-H ₂ O	8.2	8.1	5.6	8.8	
pH-CaCl ₂	7.5	7.5	7.2	7.8	
EC ($\mu\text{S/cm}$)	264	210	74	680	
Kjel-N (%)	0.14	0.08	0.02	0.35	
LOI (%)	7.5	4.1	0.9	18.0	
CaCO ₃ (%)	6.7	6.9	2.6	13.2	
Klei (%)	24	16	4	59	
Leem (%)	40	43	6	73	
Zand (%)	36	33	0	90	
Sulfaat (mg/kg ds)	256	258	20	699	
PI-P (mg/kg ds)	31	31	2	54	
Na (mg/kg ds)	277	199	44	640	
K (mg/kg ds)	3735	1832	627	9891	
Ca (mg/kg ds)	23552	24734	8908	32504	
Mg (mg/kg ds)	3336	2294	782	7479	
P (mg/kg ds)	913	654	150	2179	
S (mg/kg ds)	520	384	90	1195	
Al (mg/kg ds)	16743	6716	2379	48065	
Fe (mg/kg ds)	27609	13932	5528	69865	
Mn (mg/kg ds)	430	338	71	869	
Cd (mg/kg ds)	0.6	0.5	0.5	1.0	1.6
Cr (mg/kg ds)	41	24	10	100	104
Ni (mg/kg ds)	20	12	5	48	80
As (mg/kg ds)	11	6	5	29	36
Cu (mg/kg ds)	27	16	4	83	160
Zn (mg/kg ds)	116	65	15	331	480
Pb (mg/kg ds)	66	38	12	214	160

Tabel 2. Bodemeigenschappen en zware metalen in 60-90cm (N=46); VC = verontreinigingscriterium = 0,8*BSN (niet gecorrigeerd voor klei en organisch materiaal).

		Gem.	Med.	Min.	Max.	VC
pH-H ₂ O		8.2	8.2	7.6	8.6	
pH-CaCl ₂		7.7	7.7	7.2	8.0	
EC	($\mu\text{s/cm}$)	357	286	90	737	
Kjel-N	(%)	0.20	0.15	0.03	0.49	
LOI	(%)	9.0	7.3	2.3	18.6	
CaCO ₃	(%)	7.1	6.9	4.0	11.7	
Klei	(%)	22	19	9	43	
Leem	(%)	44	53	12	64	
Zand	(%)	34	29	2	80	
Sulfaat	(mg/kg ds)	544	413	28	1889	
PI-P	(mg/kg ds)	43	44	13	76	
Na	(mg/kg ds)	339	308	87	824	
K	(mg/kg ds)	4173	3619	654	10213	
Ca	(mg/kg ds)	31462	30179	14739	65239	
Mg	(mg/kg ds)	3942	3686	1174	8233	
P	(mg/kg ds)	1397	990	372	3442	
S	(mg/kg ds)	1029	829	211	2713	
Al	(mg/kg ds)	20389	16739	2590	56750	
Fe	(mg/kg ds)	26681	21274	8402	64470	
Mn	(mg/kg ds)	391	357	200	829	
Cd	(mg/kg ds)	2	0.8	0.5	8.7	1.6
Cr	(mg/kg ds)	56	40	9	149	104
Ni	(mg/kg ds)	24	20	6	53	80
As	(mg/kg ds)	12	9	5	29	36
Cu	(mg/kg ds)	59	49	5	226	160
Zn	(mg/kg ds)	274	188	37	804	480
Pb	(mg/kg ds)	151	139	21	683	160



Figuur 5. Overschrijdingen in de 0-30cm laag van het verontreinigingscriterium VC (= 80% BSN) en van BSN (gecorrigeerd voor klei en organisch materiaal) voor de zware metalen Cd, Cr, Cu, Pb, Ni en Zn.

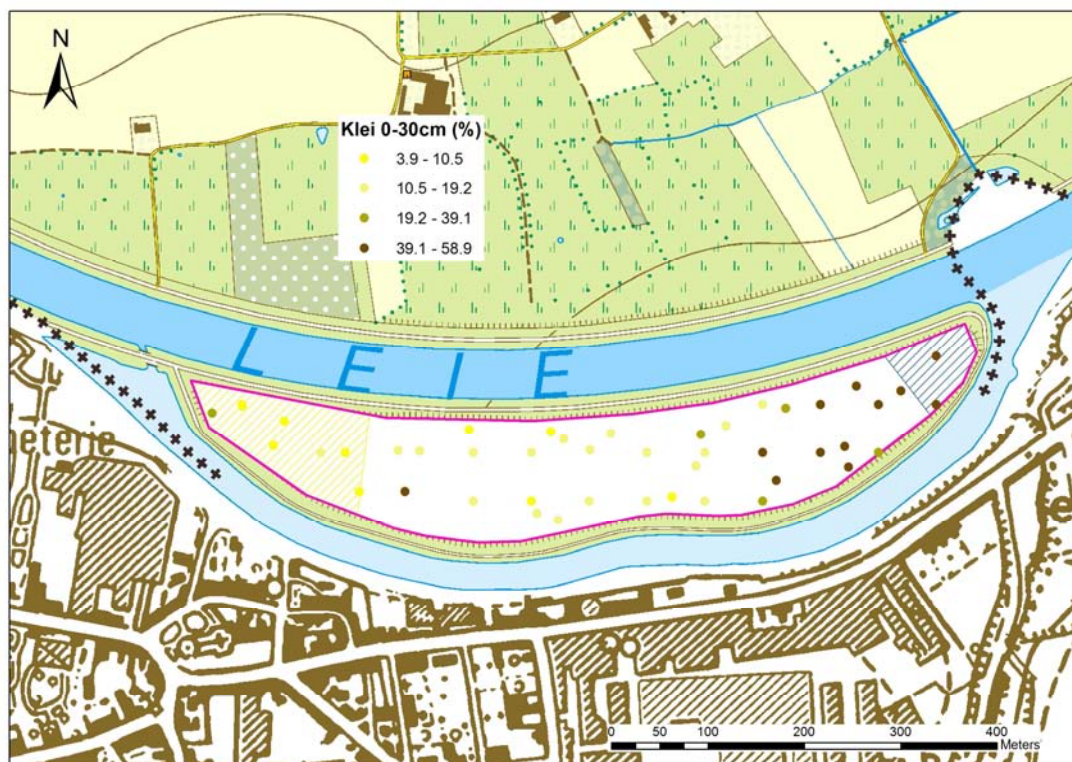


Figuur 6. Overschrijdingen in de 60-90cm laag van het verontreinigingscriterium VC (= 80% BSN) en van BSN (gecorrigeerd voor klei en organisch materiaal) voor de zware metalen Cd, Cr, Cu, Pb, Ni en Zn.

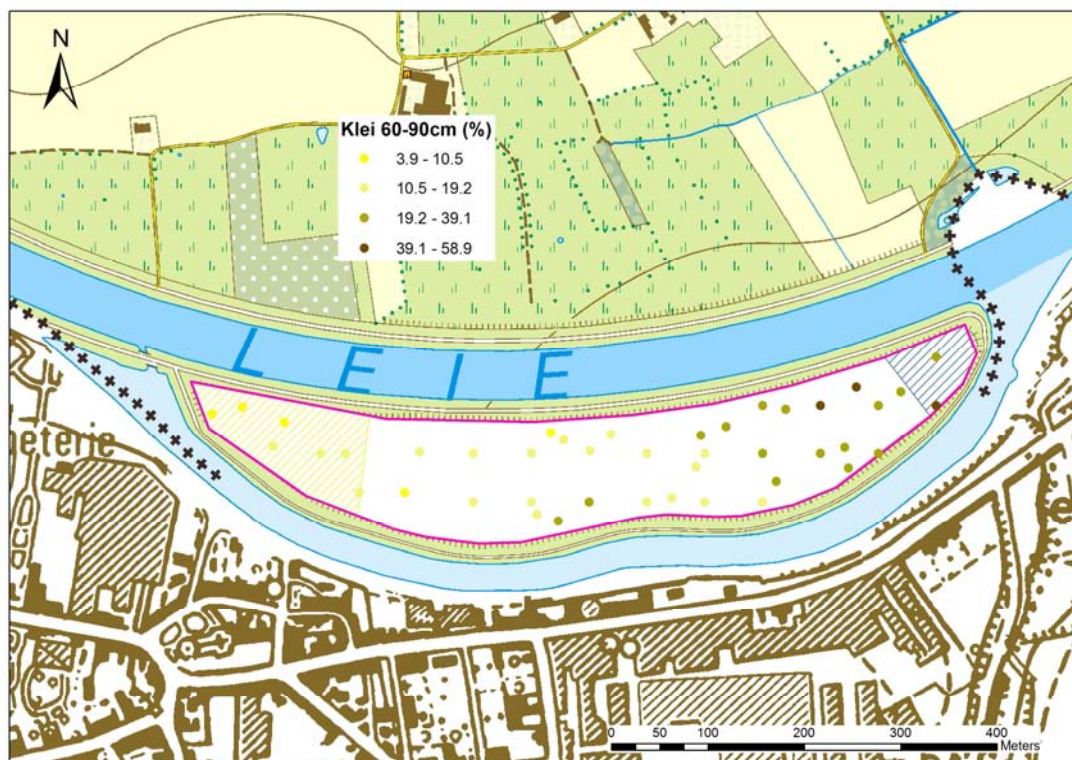
In het centrale bekken is een duidelijke textuurgradiënt aanwezig, met een zandplaat dicht bij de plaats van de opspuiting in het westelijk deel van het terrein (zie Figuur 7), en een stijgend kleigehalte met toenemende afstand tot de spuitmond. Dit geldt zowel voor de bodem aan de oppervlakte als voor de diepere laag (zie Figuur 8 en Figuur 9). Deze gradiënt is gecorreleerd met de gehalten aan zware metalen. Figuur 10 en Figuur 11 tonen de correlatie tussen zware metalen en klei en organische stof gehalte (LOI) voor 60-90cm. Cr, Cu en Zn zijn onderling gerelateerd en nemen ook toe bij toenemende klei- en organische stof gehalte. Voor Cd is dit patroon minder duidelijk, maar dit kan te wijten zijn aan het feit dat voor 18 van de 46 metingen de Cd-concentratie onder de detectielimiet van 0,5 mg/kg lag (deze metingen zijn weggelaten uit de grafiek). Ook Mn, Ni, As, klei en LOI zijn onderling gecorreleerd.



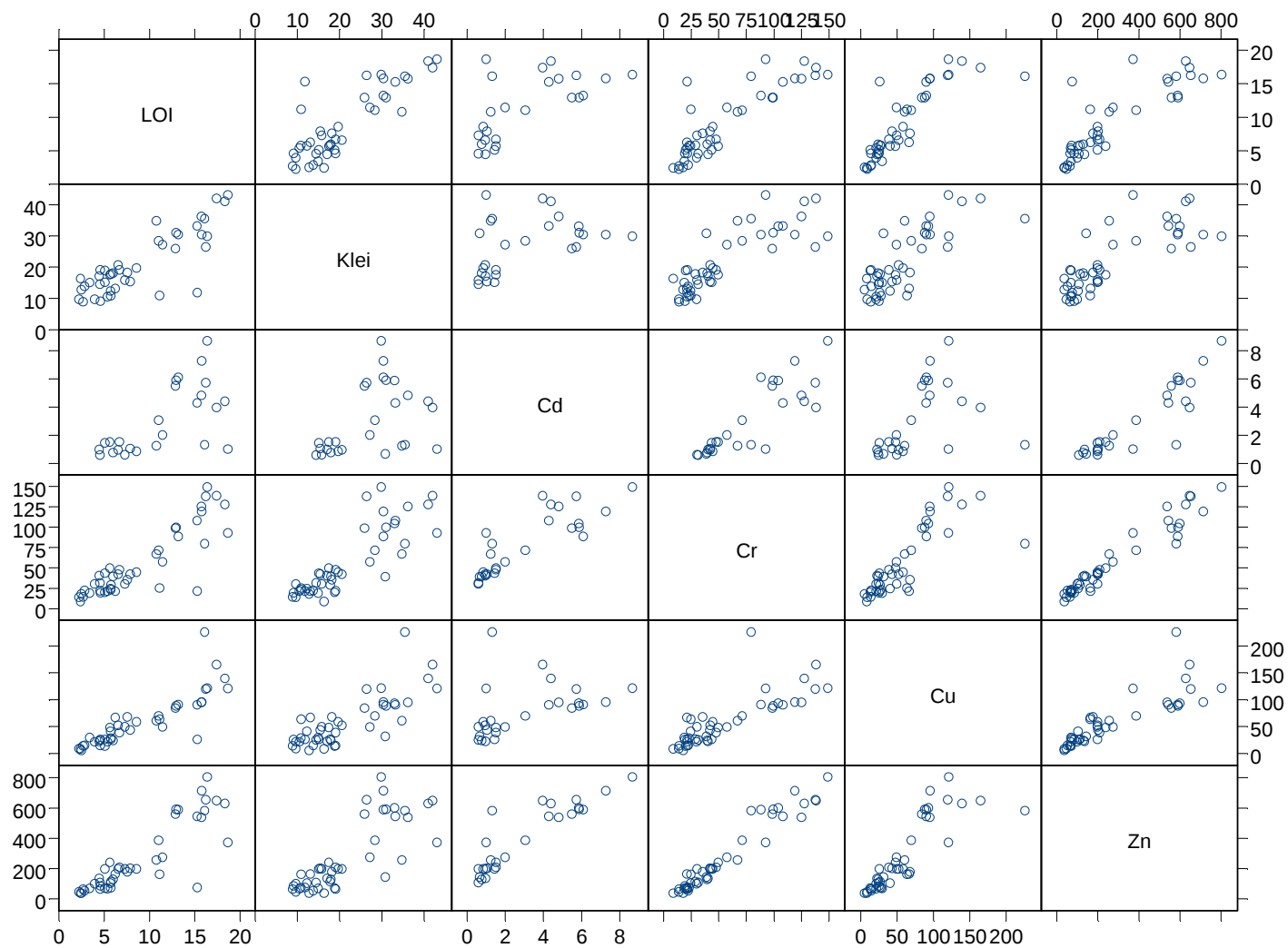
Figuur 7. Zicht op de kale zandplaat ten oosten van de spuitmond.



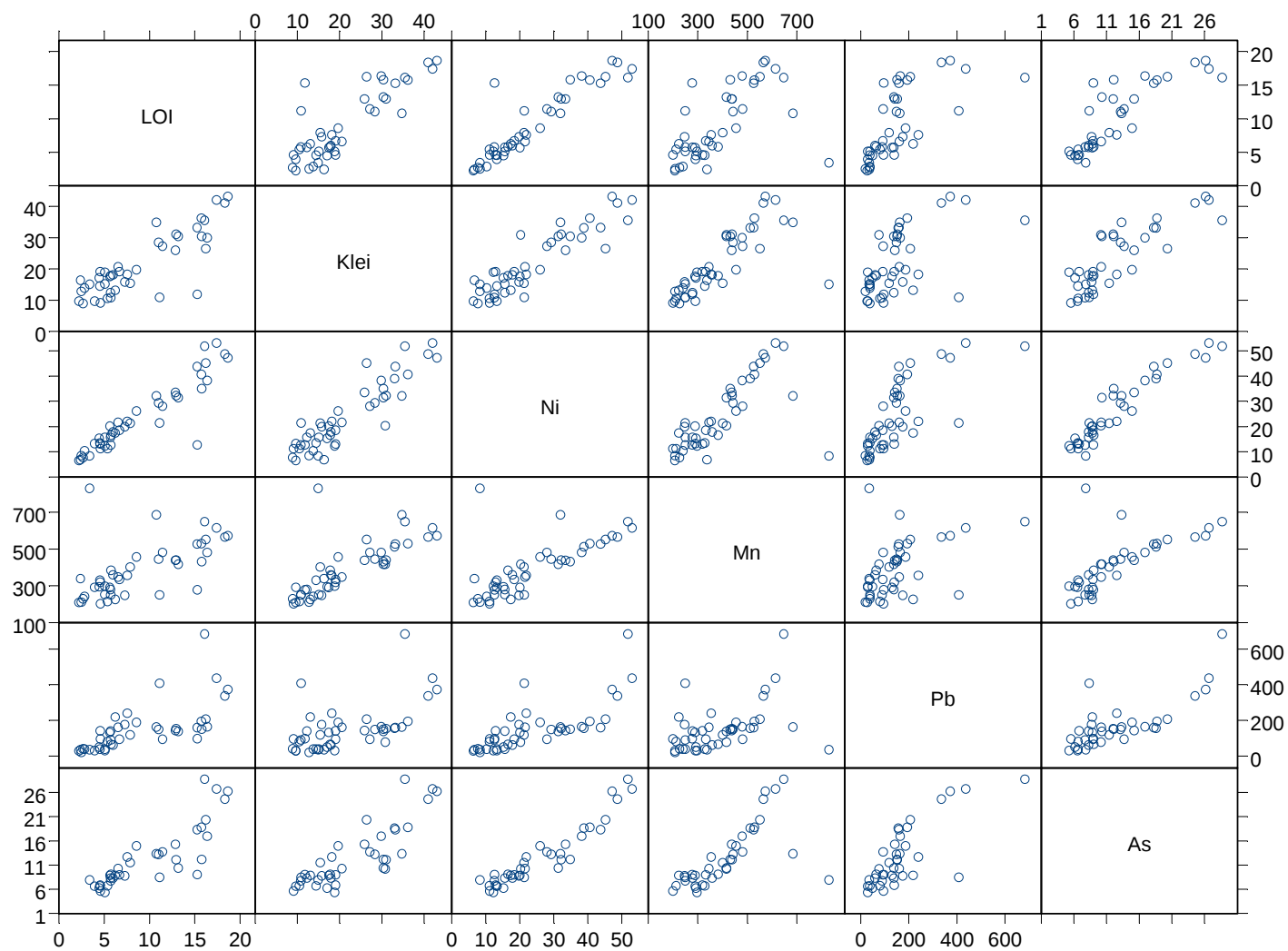
Figuur 8. Kleigehalte in de bovenste 30cm van Laag-Vlaanderen.



Figuur 9. Kleigehalte in de 60-90cm laag van Laag-Vlaanderen.



Figuur 10. Correlatie tussen LOI (%), klei (%), Cd (mg/kg), Cr (mg/kg), Cu (mg/kg) en Zn (mg/kg) voor 60-90cm.



Figuur 11. Correlatie tussen LOI (%), klei (%), Ni (mg/kg), Mn, (mg/kg), Pb (mg/kg) en As (mg/kg) voor 60-90cm.

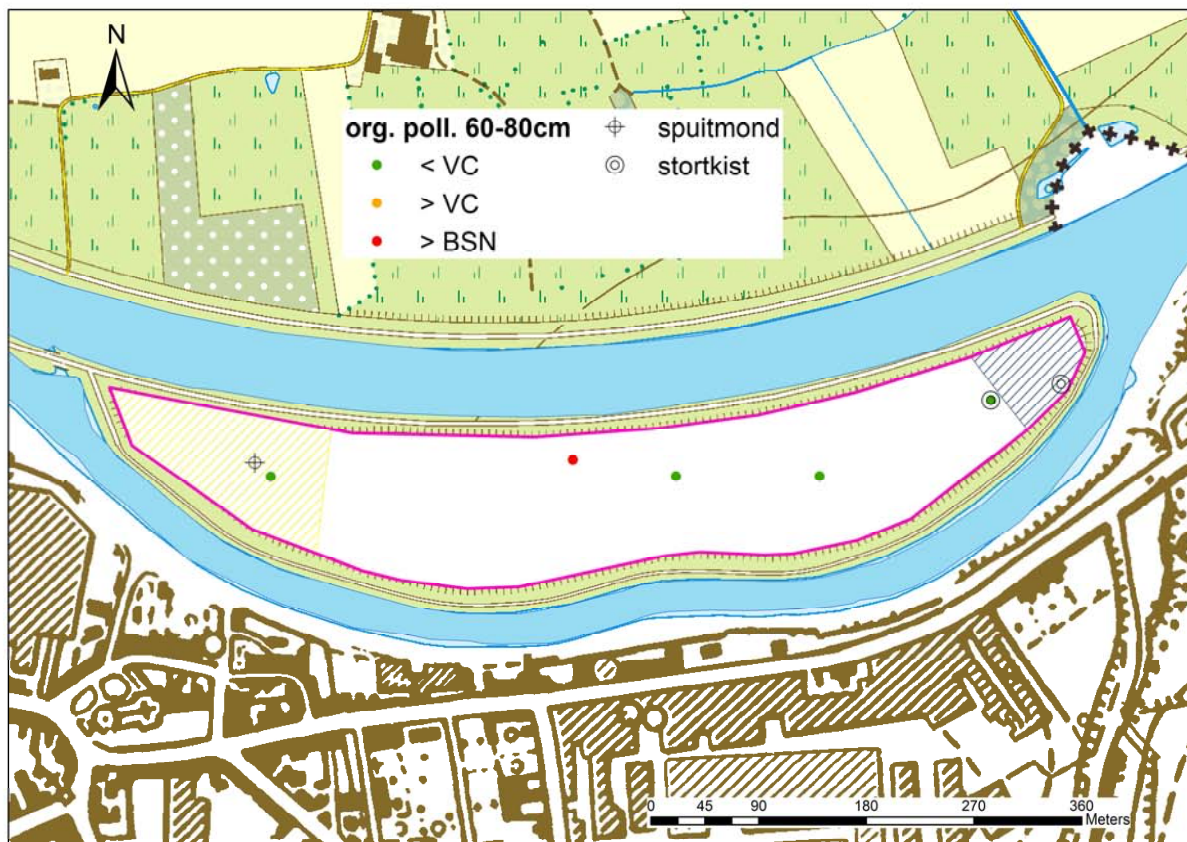
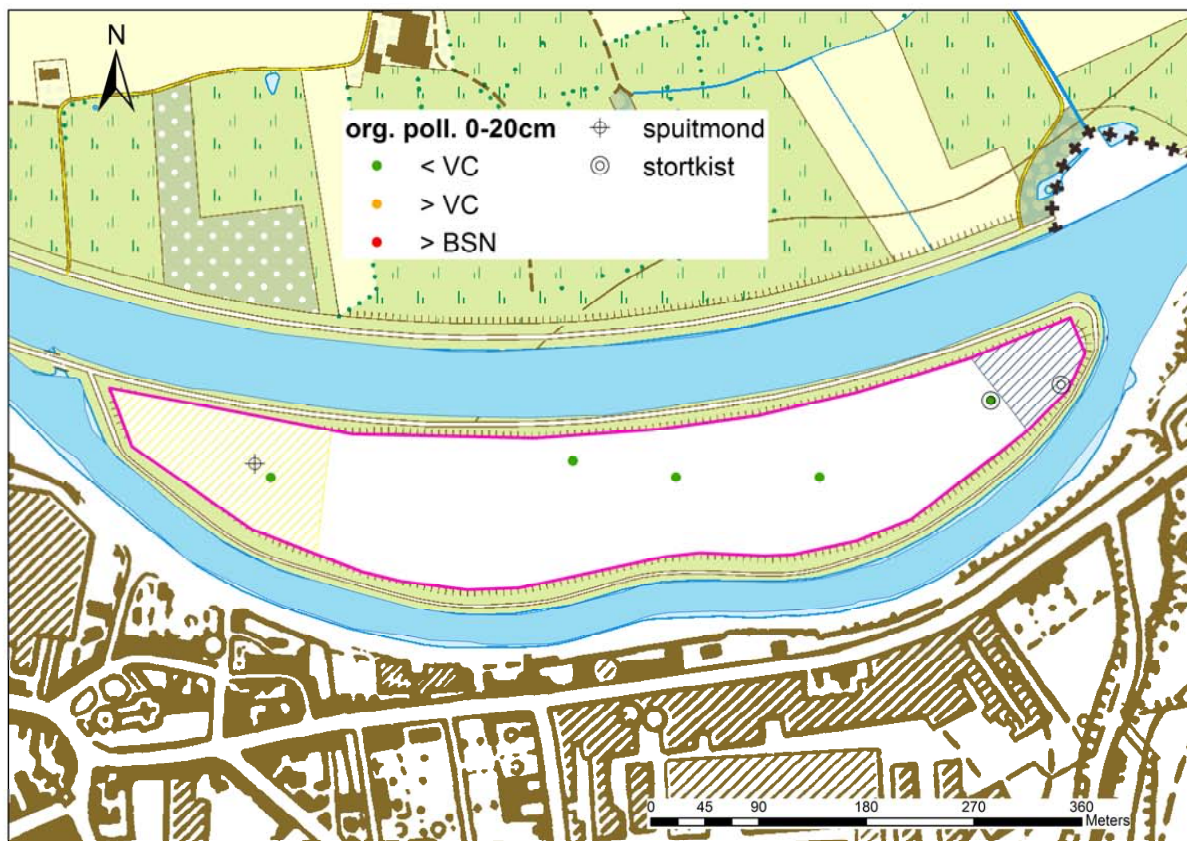
Tabel 3 en Tabel 4 tonen de gehalten aan organische polluenten voor de 10 bodemstalen, waarvan 5 voor 0-20cm en 5 voor 60-80cm. De bodemsaneringsnorm noch het verontreinigingscriterium worden overschreden voor organische polluenten in de bovenste 20cm. In de 60-80cm wordt de bodemsaneringsnorm overschreden in één van de vijf punten voor benzo(a)pyreen (Figuur 12). Bijkomend wordt in dit punt het verontreinigingscriterium overschreden voor benzo(b)fluorantheen, indeno(1,2,3cd)pyreen en dibenzo(a,h)anthraceen.

Tabel 3. Organische polluenten in de bovenste 20cm (N=5); VC = verontreinigingscriterium = 0,8*BSN (niet gecorrigeerd voor organisch materiaal).

	Gem.	Med.	Min.	Max.	VC
EOX (mg/kg ds)	1.4	1.3	1.0	1.9	
Minerale olie (mg/kg ds)	92	82	65	140	800
Naftaleen (mg/kg ds)	0.17	0.18	0.11	0.21	1.2
Benzo(a)pyreen (mg/kg ds)	0.13	0.11	0.08	0.21	0.4
Fenanthreen (mg/kg ds)	0.16	0.16	0.10	0.23	48
Fluorantheen (mg/kg ds)	0.30	0.25	0.23	0.45	16
Benzo(a)anthraceen (mg/kg ds)	0.14	0.12	0.09	0.21	4
Chryseen (mg/kg ds)	0.12	0.11	0.08	0.18	8
Benzo(b)fluorantheen (mg/kg ds)	0.21	0.21	0.11	0.33	1.6
Benzo(k)fluorantheen (mg/kg ds)	0.07	0.06	0.04	0.12	0.8
Benzo(g,h,i)peryleen (mg/kg ds)	0.10	0.10	0.05	0.16	128
Indeno(1,2,3cd)pyreen (mg/kg ds)	0.10	0.10	0.05	0.15	0.8
Anthraceen (mg/kg ds)	0.04	0.04	0.04	0.06	2.4
Fluoreen (mg/kg ds)	0.043	0.038	0.030	0.058	36
Dibenzo(a,h)anthraceen (mg/kg ds)	17.68	0.12	0.07	88.00	0.4
Acenafteen (mg/kg ds)	0.022	0.018	0.010	0.039	7.2
Acenaftyleen (mg/kg ds)	0.029	0.025	0.020	0.039	0.8
Pyreen (mg/kg ds)	0.23	0.19	0.17	0.36	100

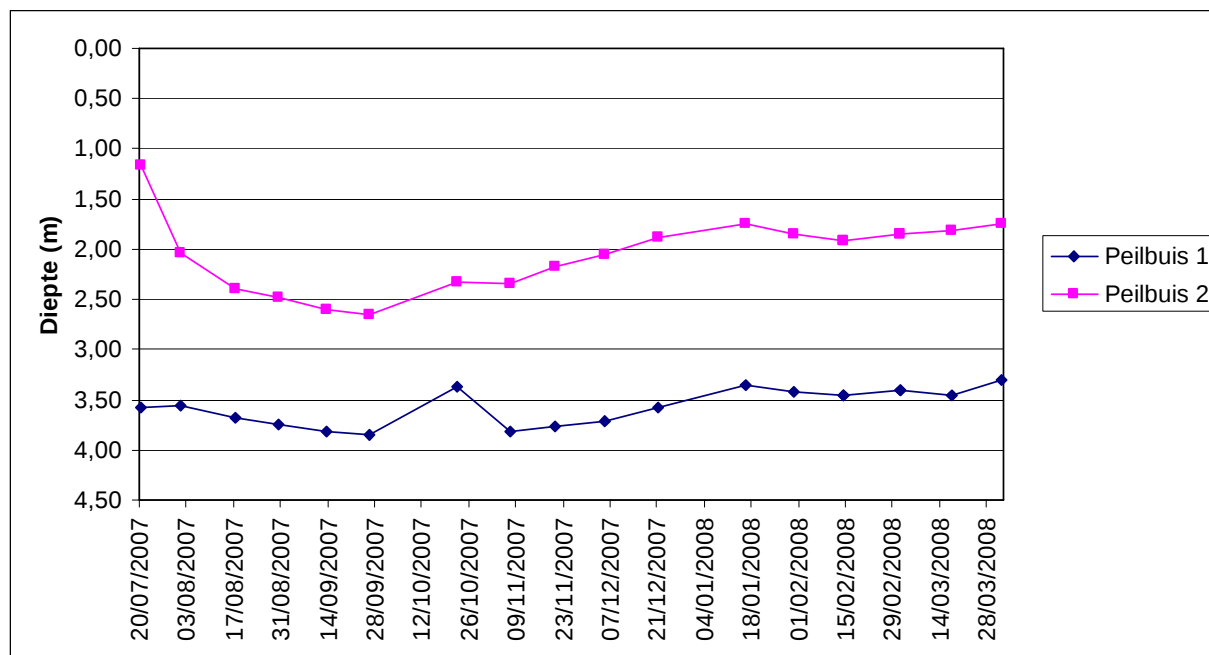
Tabel 4. Organische pollutanten in de 60-80cm laag (N=5); VC = verontreinigingscriterium = 0,8*BSN (niet gecorrigeerd voor organisch materiaal).

	Gem.	Med.	Min.	Max.	VC
EOX (<i>mg/kg ds</i>)	5.2	1.7	1.3	13.0	
Minerale olie (<i>mg/kg ds</i>)	433	160	77	1100	800
Naftaleen (<i>mg/kg ds</i>)	0.20	0.21	0.15	0.24	1.2
Benzo(a)pyreen (<i>mg/kg ds</i>)	0.44	0.32	0.09	1.30	0.4
Fenanthreen (<i>mg/kg ds</i>)	0.47	0.36	0.09	1.20	48
Fluorantheen (<i>mg/kg ds</i>)	1.27	0.89	0.31	3.40	16
Benzo(a)anthraceen (<i>mg/kg ds</i>)	0.47	0.30	0.08	1.40	4
Chryseen (<i>mg/kg ds</i>)	0.46	0.37	0.09	1.20	8
Benzo(b)fluorantheen (<i>mg/kg ds</i>)	0.85	0.76	0.23	2.20	1.6
Benzo(k)fluorantheen (<i>mg/kg ds</i>)	0.27	0.22	0.08	0.70	0.8
Benzo(g,h,i)peryleen (<i>mg/kg ds</i>)	0.34	0.30	0.07	0.92	128
Indeno(1,2,3cd)pyreen (<i>mg/kg ds</i>)	0.35	0.30	0.09	0.91	0.8
Anthraceen (<i>mg/kg ds</i>)	0.12	0.10	0.03	0.28	2.4
Fluoreen (<i>mg/kg ds</i>)	0.104	0.120	0.040	0.160	36
Dibenzo(a,h)anthraceen (<i>mg/kg ds</i>)	0.20	0.17	0.09	0.45	0.4
Acenafteen (<i>mg/kg ds</i>)	0.061	0.079	0.019	0.095	7.2
Acenaftyleen (<i>mg/kg ds</i>)	0.034	0.032	0.027	0.043	0.8
Pyreen (<i>mg/kg ds</i>)	0.94	0.63	0.24	2.60	100



Figuur 12. Overschrijdingen in de 0-20cm en 60-80cm laag van het verontreinigingscriterium VC (= 80% BSN) en van BSN voor organische pollutanten (gecorrigeerd voor organisch materiaal).

Figuur 13 tenslotte toont het grondwaterniveau in de peilbuizen gedurende de voorbije 9 maanden. Dit is een eerder korte tijdreeks voor peilbuismetingen. De daling in juli-september is normaal voor die periode van het jaar. Terreinwaarnemingen tonen echter duidelijk een verdroging sinds begin 2006, toen het centrale gebied nog gedeeltelijk (aangrenzend aan de waterafvoer) onder water stond. Peilbuis 1 bevindt zich het dichtst bij de stortkist en zit het diepst (4,7m), zodat ze tot voorbij een belangrijke kleilaag komt. Peilbuis 2 (3,9m) bevindt zich in meer zandige bodem en doorboort deze belangrijke kleilaag niet. Allicht staat deze buis onder invloed van stuwwater dat zich ophoudt boven de ondoordringbare kleilaag. Deze metingen tonen aan dat het water zich in de zomer van 2007 ondanks de natte weersomstandigheden op relatief grote diepte (namelijk 2,5m) bevindt, wat in droge periodes de boomgroei zou kunnen bemoeilijken.



Figuur 13. Grondwaterniveau voor de periode juli 2007-maart 2008.

3.2 Zware metalen in bladeren

De bladanalyses toonden gemiddelde Cd concentraties van 11,1 mg/kg ds, gemiddelde Zn concentratie 751 mg/kg ds en gemiddelde Cu concentratie van 13,1 mg/kg ds (Tabel 5). Deze concentraties zijn hoger dan de concentraties op niet-vervuilde bodems. Typische referentiewaarden voor wilgen zijn 0,5-3 mg Cd/kg ds en 120-340 mg Zn/kg ds (Vandecasteele et al., 2002b). De wilgen komen dan ook voor op de meer verontreinigde kleigronden van de stortplaats Laag-Vlaanderen (zie Figuur 2).

Tabel 5. Gemiddelde bladconcentraties (n=3).

		Gem. bladconc.
N	(%)	3,0
LOI	(%)	90
P	(mg/kg ds)	2794
S	"	5885
K	"	14550
Ca	"	21810
Mg	"	2298
Na	"	108
Al	"	49,3
Fe	"	138
Cd	"	11,1
Cr	"	0,9
Cu	"	13,1
Mn	"	64,1
Ni	"	1,2
Pb	"	1,5
Zn	"	751
As	"	0,5

3.3 Beschikbare gegevens uit vroeger onderzoek

Onderzoekers van de UGent rapporteerden metaalconcentraties voor het westelijk deelbekken tussen 1.0 en 5.0 mg Cd/kg droge bodem en 150-750 mg Zn/kg droge bodem (Meers et al., 2003). De maximum gemeten Cd concentratie, rekening houdend met het klei- en organische stof gehalte van het desbetreffende staal, overschrijdt licht de bodemsaneringsnorm voor bos, natuur en landbouw, terwijl de waarde voor Zn rond het verontreinigingscriterium schommelt. Deze gegevens wijzen op een beperkte verontreiniging. Kijken we naar Figuur 5, dan zien we dat de door ons gemeten verontreiniging in het deelbekken UGent lager is dan in het centrale bekken, en ook lager dan gemeten door Meers *et al.* (2003). Onze waarnemingen zijn allemaal < 0,5 mg Cd/kg droge stof en tussen 23 en 100 mg Zn/kg droge stof. Er werd dan ook bijkomend proper materiaal (infrastructuurspecie) gestort sinds de metingen door Meers *et al.* (2003). Getuige daarvan is de zandige vlakte die wijst op de aanwezigheid van een spuitmond midden in het deelbekken UGent.

Meers *et al.* (2003) hebben in de bladeren van drie klonen van Katwilg (*Salix viminalis*) op het deelbekken dat als proefsite gebruikt werd Cd concentraties gemeten tussen 7,4 en 9,5 mg/kg droge stof. Deze bladconcentraties liggen duidelijk hoger dan de concentraties in wilgenbladeren op niet-gecontamineerde bodems, maar lager dan onze resultaten voor Schietwilg in het centrale bekken.

Vandecasteele *et al.* (2004) bemonsterden in februari 2004 de bermen rond Laag-Vlaanderen. Het bermmateriaal zou als leeflaag gebruikt worden en daarom werd de kwaliteit ervan geëvalueerd. Tijdens de opspuitingswerken werden de bermen bijkomend ca. 0,5m opgehoogd met minderwaardig materiaal (bevat veel puin) dat verwijderd zou worden bij het beëindigen van de baggerwerken. Op die manier kan het oorspronkelijk bermmateriaal over het terrein uitgespreid worden als leeflaag. De metingen (in de 50-100cm laag vanaf de oppervlakte van de berm) toonden aan dat het bermmateriaal van goede kwaliteit is en dat de bodemsaneringsnorm of het verontreinigingscriterium niet overschreden worden (Vandecasteele et al., 2004). De textuur varieert van klei tot zandleem. Op dit moment is echter duidelijk dat de bermen slecht een geringe resterende hoogte hebben (ca. 1m) en het oorspronkelijk bermmateriaal dus niet voldoende is om een leeflaag te vormen.

4 Scenario's voor de afwerking

Er zijn verschillende afwerkingsscenario's mogelijk voor de monostortplaats. Een belangrijk criterium bij de diverse scenario's is de bodemkwaliteit van de toplaag van de verschillende deelbekkens. Bovenstaande resultaten tonen aan dat de bovenste 30cm van goede kwaliteit is. De resterende dijkhoogte rond het terrein is beperkt, er is dan ook maar een beperkte hoeveelheid bodemmateriaal beschikbaar voor een eventuele afdeklaag. Bovendien bevat deze dijk veel puin, de kwaliteit is dus niet optimaal. Op het westelijk deel van het terrein bevinden zich hopen bouwpuin. Hier moet rekening mee gehouden worden aangezien dit puin een beplanting met bomen aanzienlijk kan bemoeilijken. Het bezinkingsbekken in het oostelijk deel van het terrein valt geleidelijk droog en het lijkt dan ook aangewezen om dit bekken op te vullen met het puin van elders op het terrein. We bekijken hieronder drie verschillende scenario's van afwerking.

Twee van de drie scenario's stellen bebossing voor. Aangezien de staalname in de bovenste bodemlaag aantoont dat de bovenste laag van goede kwaliteit is, kan het terrein beplant worden met aangepaste boomsoorten zonder het aanbrengen van een afdeklaag. Deze bomen zullen een stabiliserend effect hebben op de fluxen van zware metalen in het ecosysteem. Bovendien heeft bosaanleg ook een belangrijke landschappelijke meerwaarde.

4.1 scenario 0: VLAREM-afdek, bomen aanplanten niet toegelaten

Dit is het scenario zoals het in de vergunning voorzien is, namelijk het aanbrengen van de VLAREM-afdek. Dit impliceert dat het terrein daarna niet beplant kan worden met bomen.

Evaluatie positieve effecten:

- Veilige oplossing voor de afscherming van de verontreiniging

Evaluatie negatieve effecten:

- Hoge kostprijs
- Beperkte landschappelijke integratie
- Controle noodzakelijk op spontane verjonging van wilg, met verwijdering van eventuele zaailingen

4.2 scenario 1: Beplanting na terreinegalisatie

Dit scenario onderneemt een aantal relatief eenvoudige stappen om het terrein te egaliseren. Het westelijk opgehoogd deel van de proefsite UGent loopt af van oost naar west. Het zandig materiaal van het hoogste deel (zone A in Figuur 14) wordt daarom verspreid naar de lagere delen zodat een langzame overgang gecreëerd wordt naar de zandige vlakte toe. De grootste hopen met stenig materiaal (zone C in Figuur 14) worden verplaatst naar het bezinkingsbekken. In zone B bevinden zich nog kleine hopen met puinachtig materiaal die ter plaatse geëgaliseerd worden. De dijken, waar aanwezig, worden uitgespreid over het terrein (zones D). De dijk tussen het centrale bekken en het bezinkingsbekken wordt uitgespreid over het bezinkingsbekken. Op die manier wordt het stenig materiaal dat in het bezinkingsbekken gebracht wordt afgeschermd. Het riet zal gemaaid moeten worden vooraleer er bomen aangeplant kunnen worden. De groei van het riet zal allicht in de nabije toekomst afnemen door de verdere verdroging. De wilgen op het terrein en op de dijken zullen uitgetrokken moeten worden om hergroei en natuurlijke verjonging door verspreiding van zaad tegen te gaan.

Evaluatie positieve effecten:

- Goede landschappelijke integratie en visuele afscherming
- Kostprijs gedrukt

Evaluatie negatieve effecten:

- Grondverzet naar het bezinkingsbekken: totaal volume puin mogelijk te groot voor het bezinkingsbekken

- De aangepaste boomsoortenkeuze moet in de toekomst behouden blijven (natuurlijke verjonging en hergroei van wilg en riet moet vermeden worden).

4.3 Scenario 2: beplanting na herprofilen van de heuvel

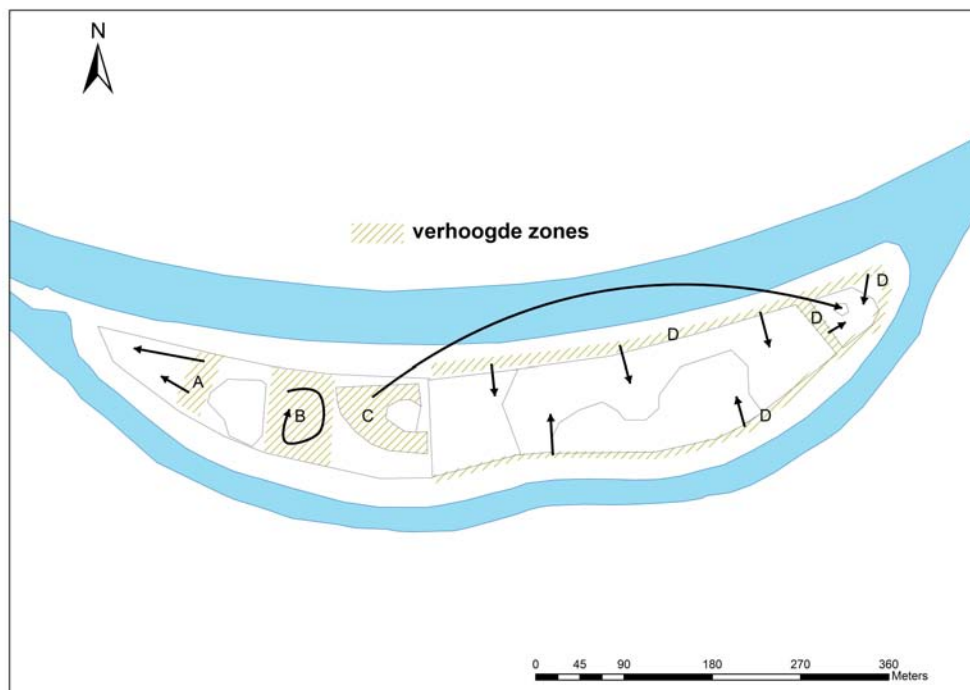
Dit scenario houdt in dat het terrein geherprofileerd wordt tot een heuvel. De resterende dijkhoogte en de hopen puin worden afgegraven en geborgen in deze heuvel. Het oostelijk deel van het terrein (zones 3, 4 en 5 in Figuur 15) wordt afgegraven aan de randen en dit materiaal wordt naar het midden van het terrein verplaatst om een heuvel te creëren. Na de infrastructuurwerken wordt het terrein beplant met gepaste boomsoorten.

Evaluatie positieve effecten:

- Heuvel en gepaste boomsoortenkeuze zorgen voor een snelle landschappelijke integratie met visuele afscherming van de industrie van Bousbecque.

Evaluatie negatieve effecten:

- Kostprijs grondverzet voor herprofilering tot heuvel
- Risico aantasting van de stabiliteit van de dijken
- Risico op onvoldoende vochtvoorziening voor de bomen door de hoogte van de heuvel
- De aangepaste boomsoortenkeuze moet in de toekomst behouden blijven (natuurlijke verjonging van wilg moet vermeden worden).



Figuur 14. Egalisatiewerken van afwerkingsscenario 1. Zone A = zandige helling die gelijkmatiger gemaakt wordt; zone B = egalisatie van kleine hopen puin; zone C = grote hopen stenig materiaal dat naar het bezinkingsbekken verplaatst wordt; zone D = dijk materiaal dat over het terrein uitgespreid wordt.

4.4 Preferentieel scenario

Scenario 1 met bebossing na egalisatie van het terrein lijkt het meest interessant. Het is niet alleen een veilige en betaalbare beheeroptie, maar zorgt ook voor landschappelijke integratie vermits de bomen reeds na enkele jaren de industrie van Bousbecque zullen afschermen. Bovendien wordt de natuurlijke verjonging van wilg na kroonsluiting zeer moeilijk (in tegenstelling tot scenario 0) en blijft de watervoorziening van de bomen zoveel mogelijk gewaarborgd (i.t.t. scenario 2).

5 Bebossen van verontreinigde gronden

5.1 Afdeklaag niet noodzakelijk

Vroeger onderzoek toonde aan dat de aanleg van een ondoordringbare laag op baggergronden niet noodzakelijk is. De sliblaag op stortplaatsen voor verontreinigde baggerspecie kan functioneren als ondoordringbare laag, zodat percolatie van hemelwater en het opstijgen van water uit de ondergrond door het verontreinigde materiaal kan vermeden worden (van Driel & Nijssen, 1988). Op de experimentele site in Menen werd vastgesteld dat de hoeveelheid water die in veldomstandigheden door een baggerstort percoleert zeer gering was door de lage hydraulische conductiviteit van de baggerspecie, zeker als het bodemmateriaal zich (gedeeltelijk) in gereduceerde toestand bevindt (De Vos, 1994). De uitloging en migratie van zware metalen naar het grondwater op lange termijn is bijgevolg geen probleem (Singh et al., 2000).

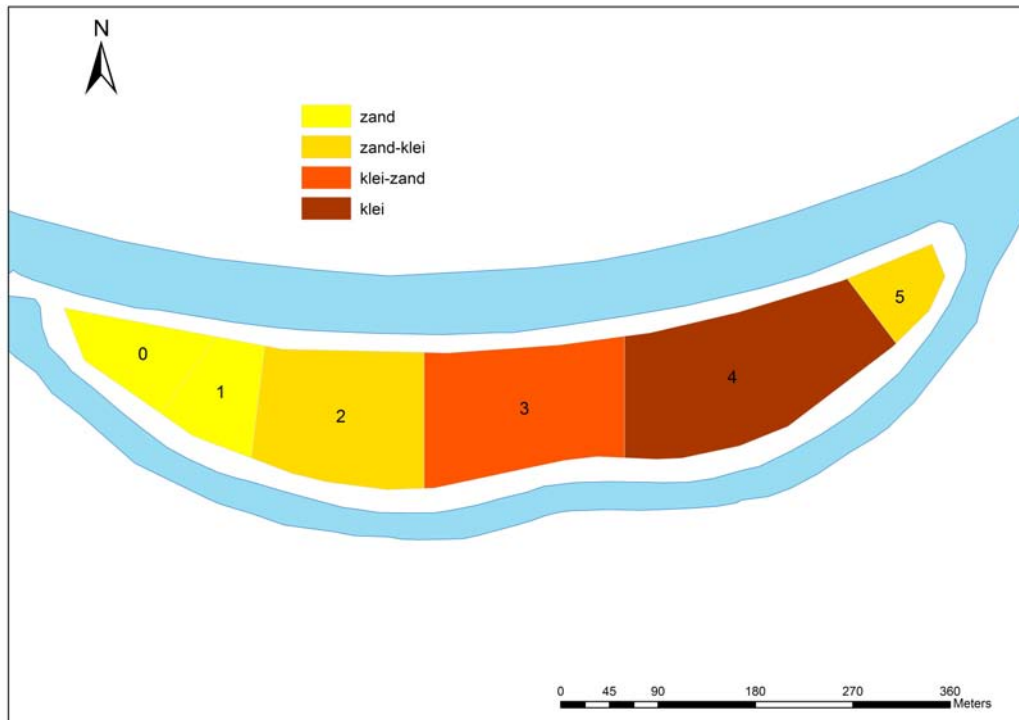
Er werd eveneens aangetoond dat bebossing van verontreinigde gronden mogelijk is mits aangepaste boomsoortenkeuze. Metingen in de proefsite te Menen (gemiddelde bodemconcentratie: 5,1 mg Cd/kg en 529 mg Zn/kg) toonden aan dat de bladconcentraties van Gewone es en Zwarte els normaal waren, in tegenstelling tot de bladconcentraties van populier en wilg (Vandecasteele et al., 2002b). Aanplanten van wilg en populier op vervuilde baggerspecie wordt dan ook afgeraden omwille van de hoge opname van Cd en Zn in de bladeren. Vandecasteele et al. (2002a) onderzochten langs het Afleidingskanaal van de Leie (Meigem, Deinze) bladstalen van bomen op verontreinigde bodem. De boomsoorten op deze gronden waren Zomereik, Gewone esdoorn, Gewone es, Zwarte els, Boskers en Winterlinde. De bodem was verontreinigd met zware metalen met mediane concentraties van 9,5 mg Cd/kg ds en 1045 mg Zn/kg ds. In de bladstalen werden normale concentraties voor Cd gemeten. De Zn-gehalten in de bladeren van els, kers en linde waren niet verhoogd terwijl voor es, esdoorn en eik licht verhoogde concentraties voor Zn gemeten werden ten opzichte van referentiesituaties. De afdeklaag van 30-60cm die het terrein gedeeltelijk bedekt leidde niet tot gewijzigde bladgehalten. In een uitgebreide studie van het strooisel in Meigem (Vandecasteele et al., 2003) bleek dat het aanbrengen van de afdeklaag geen effect had op de afbraaksnelheid van het strooisel. Het gehalte aan zware metalen in strooisel bleek significant hoger onder esdoorn op onafgedekte bodems dan op afgedekte bodems. Voor eik was er geen verschil tussen het strooisel van onafgedekte en afgedekte bodems. Algemeen concludeerde deze studie dat de concentraties in het strooisel te sterk beïnvloed waren door het (zwaarder verontreinigd) strooisel afkomstig van de populieren langs de lanen. Voor regenwormen resulteerde de afdeklaag in lagere lichaamsconcentraties voor Cd, maar de lichaamsconcentraties waren toch nog hoger dan voor referentiesituaties. In Menen werd vastgesteld dat de Cd-concentratie in de nieren van muizen tot 4 maal hoger lag dan referentieconcentraties, maar nog steeds 5 (voor de carnivore Huisspitsmuis) tot 30 keer (voor de herbivore Gewone Bosmuis) lager dan de LOAEC waarde (Lowest Observed Adverse Effect Concentration).

Bomen kunnen op lange termijn de bodem verzuren en op die manier de zware metalen mobiliseren, maar door de hoge CaCO_3 gehalten en de hoge pH van baggerspecie is de bodem gedurende lange tijd (honderden jaren) gebufferd tegen verzuring. In Meigem werd geen daling genoteerd van organische stofgehalte of CaCO_3 -gehalte in de bodem na 14 jaar bebossing (Vandecasteele et al., 2002a). Het strooisel van eik werkt bijzonder verzurend, deze boomsoort wordt daarom beter niet in grote groepen aangeplant. Els is een stikstoffixerende soort, wat eveneens een verzurende werking kan hebben, maar de stikstoffixatie op rijke baggergronden is laag vanwege de hoge beschikbaarheid van stikstof in de bodem.

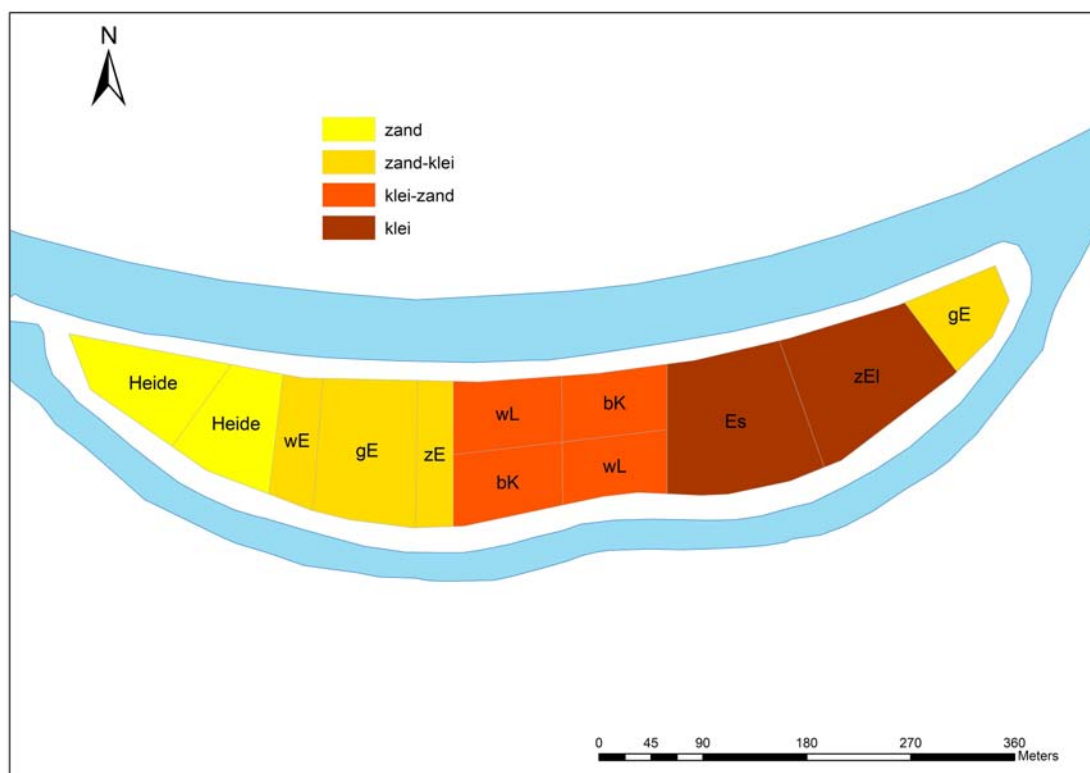
In het "Onderzoeksproject Baggerdijken" (Piesschaert & Mertens, 2005) werd de bebossing van dijken uit brak baggerslib uitgebreid onderzocht. Overleving en groei van uiteenlopende boomsoorten werd gedurende 5 jaar opgevolgd. Concentraties in het slib bedroegen gemiddeld 7,7 mg Cd/kg ds en 421 mg Zn/kg ds. De boomsoorten Zomereik, Gewone es, Gewone esdoorn en Zwarte els hadden een goede overleving en namen weinig zware metalen op uit de bodem.

5.2 Voorstel boomsoortenkeuze voor Laag-Vlaanderen

Voor de boomsoortenkeuze in Laag-Vlaanderen wordt het terrein opgesplitst in 6 delen met verschillende textuur en vochtgehalte. Deze zones zijn aangeduid in Figuur 15. Zone 0 in het westen is een zandig gedeelte, gevolgd door zone 1, dit is de zandplaat nabij de spuitmond. Verder naar het oosten in zone 2 is de textuur nog steeds zandig maar het gehalte klei en leem neemt geleidelijk toe. In zone 3 staat momenteel riet, wat wijst op de aanwezigheid van een kleilaag op geringe diepte die het vocht vasthoudt. Nog verder oostelijk neemt het kleigehalte verder toe (zone 4), hier groeien wilgen en ruigtekruiden. Het bezinkingsbekken (zone 5) bevat ook klei, maar zou volgestort worden in scenario 1 met het puin van elders op het terrein en afgedekt worden met het kleiige bodemmateriaal van de resterende dijkhoogte.



Figuur 15. Zones met gelijkaardige textuur.



Figuur 16. Voorstel voor beplantingsschema (gE=Gewone esdoorn; Hei=heide; wE=Wintereik; zE=Zomereik; wL=Winterlinde; bK=Boskers; Es=Gewone es; zEI=Zwarte els).

Bijgevolg kunnen op de zand-klei zone (zone 2) Gewone esdoorn, Zomereik en Wintereik aangeplant worden, op het klei-zand gedeelte (zone 3) Winterlinde, Boskers en Zomereik en op de kleibodem (zone 4) Gewone es en Zwarte els. De eik wordt in twee kleinere groepen geplant om geen verzuring van de bodem te veroorzaken. De beplanting van zone 5 kan opnieuw bekeken worden na de grondwerken, afhankelijk van de textuur zal deze zones aansluiten bij de zand-klei of klei-zand bodems. Op het zandige gedeelte (zone 0 en 1) kan berk aangeplant worden. Indien het zicht op de achterliggende dorpskern van Bousbecque behouden moet blijven, moeten zones 0, 1 en eventueel ook 2 open blijven. In zone 0 en 1 hoeft in dat geval niets te gebeuren, allicht zal hier een natuurlijke heidevegetatie ontstaan. Indien dit niet het geval is kan Heide aangeplant worden. In zone 2 kan een struikvegetatie aangeplant worden, met Sleedoorn, Meidoorn en Veldesdoorn. Er kan ook een struiklaag met deze boomsoort voorzien worden aan de randen van het terrein. Figuur 16 toont een mogelijk beplantingsschema. Dit schema gaat uit van 2-jarig plantmateriaal in een plantverband van 1x1m. Verder wordt aangenomen dat zones 0 en 1 openblijven en dat de toekomstige textuur van zone 5 Gewone esdoorn toelaat. Tabel 6 toont het aantal bomen dat nodig is om het beplantingsschema uit te voeren.

Tabel 6. Aantal planten nodig voor plantverband van 1x1m en 2x2m bij beplanting van het volledige baggerstort uitgezonderd het deelbekken UGent.

Boomsort	Wetenschappelijke naam	Afkorting	Aantal planten bij 1x1m	Aantal planten bij 2x2m
Boskers	<i>Prunus avium</i>	bK	10749	2687
Gewone es	<i>Fraxinus excelsior</i>	Es	14139	3535
Gewone esdoorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	gE	14910	3728
Wintereik	<i>Quercus petraea</i>	wE	4047	1012
Winterlinde	<i>Tilia cordata</i>	wL	10407	2602
Zomereik	<i>Quercus robur</i>	zE	4040	1010
Zwarte els	<i>Alnus glutinosa</i>	zEI	12182	3045
Totaal			70473	17618

5.3 Randvoorwaarden voor bebossen

Een goede **bodemstructuur**, dit wil zeggen voldoende drainage en verluchting van de bodem door een netwerk van grove en fijne poriën, is essentieel voor boomgroei. Compactie is een kritieke factor voor boomgroei en moet zoveel mogelijk vermeden worden. Grondwerken moeten daarom gebeuren in droge omstandigheden, namelijk in de periode van juni tot augustus. Een fysische verbetering van gecompacteerd bodem is moeilijk. Voor de oppervlaktelagen kan diepspitten toegepast worden, maar voor het terrein Laag-Vlaanderen mag niet dieper dan 30 cm gespit worden om de vervuilde bodemlagen niet naar de oppervlakte te halen. Aanplanting van bomen heeft een positief effect op de bodemstructuur door de aanvoer van organisch materiaal in de bodem door wortelvorming, wat de vorming van aggregaten stimuleert en de doorlaatbaarheid van het bodemmateriaal verbetert. Zwarte els in het bijzonder heeft een remediërend effect op bodemverdichting. Deze soort maakt de bodem losser door de vorming van veel fijne wortels.

De jonge aanplant moet ook voldoende **vocht** hebben om te kunnen groeien. Speciaal bij eventuele ophoging van het terrein (scenario 2) kan dit een probleem vormen. Metingen van de grondwaterstand zijn gestart in juli en tonen dat de grondwatertafel zich tijdens de zomer van 2007 reeds op 2,5m diep bevond.

Door het hoge nutriëntengehalte in baggergronden ontstaat een uitbundige **kruidlaag** die een sterke concurrent vormt voor vocht en licht, vooral gedurende de eerste jaren na aanplant. Een dicht plantverband vermindert de vorming van een kruidlaag. Na enkele jaren zal dit probleem zich automatisch oplossen wanneer kroonsluiting de groei van kruidachtigen verhindert. Indien toch onaanvaardbaar hoge sterfte optreedt tijdens de eerste jaren van de aanplant kan maaien overwogen worden als natuurvriendelijke en relatief goedkope beheermaatregel. Ook **wildschade** kan een probleem vormen. Er bevindt zich op dit moment een dichte populatie konijnen op het terrein, die onder andere de natuurlijke verjonging van wilgen duidelijk afknagen.

Ook de wijze van **aanplanting** is van belang, meer bepaald het tijdstip, de plantdichtheid en het plantmateriaal. De aanplanting dient te gebeuren tussen 1 november en 31 maart, bij voorkeur in het najaar zodat de wortels zich beter kunnen vestigen. De aanplanting gebeurt best niet op een warme of winderige dag. Een plantverband van 1x1m lijkt aangewezen. Een dergelijk dicht plantverband stimuleert de wortels om meer in de diepte in plaats van in de breedte te groeien, wat uitspoeling naar het grondwater beperkt. Bovendien bemoeilijkt een dicht plantverband de vorming van een kruidvegetatie, vermindert het het risico op wildschade en voorkomt het ook de noodzaak tot inboeten bij sterfte. Klein bosplantsoen heeft hogere slaagkansen, het plantmateriaal is best niet groter dan 1m, dit wil zeggen 2 of maximaal 3-jarig.

Referenties

- De Vos B. (1994). Rapport Leie/menen. Addendum bij rapport juni 1993. Laboratorium voor bosbouw, Universiteit Gent, Gent.
- Meers E. et al. (2003). Field trial experiment: phytoremediation with *Salix* sp. on a dredged sediment disposal site in Flanders, Belgium. *Remediation Journal* 13: 87-97.
- Olsen S.R. et al. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular 939.
- Piesschaert F. & Mertens J. (2005). Onderzoeksproject landschapsdijken. Risico's, ontwikkelingsmogelijkheden en beheer van dijken uit brak baggerslib. Port of Antwerp, Antwerp, Belgium.
- Singh S.P. et al. (2000). Trace Metal Leachability of Land-disposed Dredged Sediments. *Journal of Environmental Quality* 29: 1124-1132.
- van Driel W. & Nijssen J.P.J. (1988). Development of Dredged Material Disposal Sites: Implications for Soil, Flora and Food Quality. In: Salomons W. & Förstner U. Chemistry and biology of solid waste. Dredged material and mine tailings. p.
- Vandecasteele B. & De Vos B. (2003). Relationship between soil textural fractions determined by the sieve-pipette method and laser diffractometry. Vergelijkende studie tussen laserdiffractie en de zeef- en pipetmethode om bodemtextuur te meten. IBW/Bb/R/2003.010. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Geraardsbergen.
- Vandecasteele B. et al. (2002a). Baggergronden in Vlaanderen : baggergronden langs de Leie, het Kanaal Gent-Brugge en in de Merelbeekse Scheldemeersen. Rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie bosbouw. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.
- Vandecasteele B. et al. (2002b). Baggergronden in Vlaanderen: biobeschikbaarheid van Cd en Zn voor wilg, populier en maïs en een eerste risico-evaluatie. Rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie bosbouw. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.
- Vandecasteele B. et al. (2003). Baggergronden in Vlaanderen: ecosysteemeffecten van bodemverontreiniging, concepten van veilig beheer en een aanzet tot een geïntegreerd sedimentbeheer. Rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie bosbouw. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.
- Vandecasteele B. et al. (2004). Baggergronden in Vlaanderen : de invloed van het hydrologisch regime op de biobeschikbaarheid van metalen voor wilgen. Rapporten van het instituut voor bosbouw en wildbeheer - sectie bosbouw. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen.