# DERDE GEFASEERD BODEMSANERINGSPROJECT

## GROTE LAAK DEELGEBIED 4: MONDING KLEINE LAAK TOT MONDING IN GROTE NETE

**3980, 2430, 2440 TESSENDERLO, LAAKDAL, GEEL**

**IN OPDRACHT VAN OVAM EN VMM**

## DEEL 3 RAPPORT



Rapport opgemaakt door:

ABO CONSULTANCY

Kontichsesteenweg 38 2630 Aartselaar

21 maart 2023
Dossiernr. 26305.R.02

# RAPPORTFICHE

| Template |
|---|
| S_BVLS_R.4_v13 |

| Versies | | |
|---|---|---|
| *Versie* | *Datum* | *Status* |
| V1 | 08/12/2022 | Externe draft |
| V2 | 21/03/2023 | Finaal |

| Projectteam | |
|---|---|
| *Functie* | *Naam* |
| Consultant | Toon De Wit |
| Project Manager | Jan De Vos |
| Business Unit Manager | Tim Vivijs |
| Director | Patrick Hambach |
| CEO | Frank De Palmenaer |
| Kwaliteitsverantwoordelijke | Steven Bazijn |

# INHOUD


DEEL 1 ADMINISTRATIEVE GEGEVENS ..... 2

1 Algemene gegevens ..... 3
2 Identificatie van de betrokken percelen ..... 5

DEEL 2 NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING ..... 6

DEEL 3 RAPPORT ..... 9

1 Inleiding ..... 16
1.1 Situering van de locatie ..... 16
1.2 Aanleiding ..... 18
1.3 Fasering ..... 18
2 Conceptueel sitemodel bodemsanering ..... 20
2.1 Verontreinigingstoestand ..... 20
2.2 De locatie ..... 34
2.3 Haalbaarheidsonderzoek ..... 38
2.4 Stabiliteitsmaatregelen ..... 38
2.5 LIFE Narmena ..... 38
3 Samenvatting relevante bodemsaneringsconcepten en MCA ..... 39
3.1 Mogelijke bodemsaneringsconcepten ..... 39
3.2 Saneringsdoelstellingen ..... 45
3.3 Te vergelijken bodemsaneringsvarianten voor de waterbodem ..... 49
3.4 Te vergelijken bodemsaneringsvarianten voor de oevers en komgronden ..... 49
3.5 Te vergelijken Bodemsaneringsvarianten voor Trichelbroek en Zammelsbroek ..... 50
3.6 Te vergelijken bodemsaneringsvarianten voor de grondwaterverontreiniging ..... 50
3.7 Samenvatting multicriteria-analyse ..... 50
4 Uitwerking van de gekozen bodemsaneringsvariant ..... 51
4.1 Voor de start van de bodemsaneringswerken ..... 51
4.2 Beschrijving van de geplande bodemsaneringswerken ..... 54
4.3 Resultaten te bereiken na uitvoering van de werken ..... 63
4.4 Controle en monitoring van de bodemsaneringswerken ..... 64
4.5 Afwerking van de gesaneerde locatie ..... 66
4.6 Uitvoeringstermijn en planning ..... 66
4.7 Verwerking van de verontreinigde stoffen of delen van de bodem of opstallen ..... 68
4.8 Beschrijving van de maatregelen die zullen worden genomen om zowel de milieuveiligheid als de arbeidsveiligheid te verzekeren bij de uitvoering van bodemsaneringswerken ..... 69
4.9 Nazorgplan ..... 70
4.10 Nabestemming ..... 70
4.11 Impact van de bodemsaneringswerken op de omgeving ..... 71
4.12 Impact van de bodemsaneringswerken op de te saneren gronden ..... 72
4.13 Impact op de bodemsaneringswerken door activiteiten in de omgeving ..... 72
4.14 Impact op de bodemsaneringswerken door activiteiten op de te saneren gronden ..... 72
5 Verklaring en ondertekening ..... 73

DEEL 4 MULTICRITERIA-ANALYSE ..... 74

1 Uitwerking van de geselecteerde bodemsanerings-varianten en BATNEEC afweging - Waterbodem ..... 75

1.1 Uitwerking variant 1 ..... 75
1.2 Uitwerking variant 2 ..... 77
1.3 Uitwerking variant 3 ..... 79
1.4 Raming van de kostprijs ..... 81
1.5 Te verwachten resultaten ..... 81
1.6 Aanduiding van de impact op het leefmilieu ..... 81
1.7 Beperkingen die de saneringswerken zullen meebrengen bij het toekomstig gebruik van de verontreinigde bodem ..... 82
1.8 Afwegingsmethodiek multicriteria-analyse ..... 83
2 Uitwerking van de geselecteerde bodemsanerings-varianten en BATNEEC afweging – Oevers ..94
2.1 Uitwerking variant 1 ..... 94
2.2 Uitwerking variant 2 ..... 96
2.3 Raming van de kostprijs ..... 97
2.4 Te verwachten resultaten ..... 97
2.5 Vuilvrachtverwijdering ..... 98
2.6 Aanduiding van de impact op het leefmilieu ..... 99
2.7 Beperkingen die de saneringswerken zullen meebrengen bij het toekomstig gebruik van de verontreinigde bodem ..... 100
2.8 Afwegingsmethodiek multicriteria-analyse ..... 102
3 Uitwerking van de geselecteerde bodemsanerings-varianten en BATNEEC afweging – Trichelbroek en Zammelsbroek ..... 110
3.1 Uitwerking variant 1 ..... 110
3.2 Uitwerking variant 2 ..... 111
3.3 Raming van de kostprijs ..... 112
3.4 Te verwachten resultaten ..... 112
3.5 Aanduiding van de impact op het leefmilieu ..... 113
3.6 Beperkingen die de saneringswerken zullen meebrengen bij het toekomstig gebruik van de verontreinigde bodem ..... 113
3.7 Afwegingsmethodiek multicriteria-analyse ..... 115

DEEL 5 VERGUNNINGSTECHNISCHE BIJLAGE ..... 126
1 Saneringslocatie en omgeving ..... 127
2 Stedenbouwkundige handelingen ..... 128
2.1 Vergunningsplichtige bodemsaneringswerken ..... 128
3 Ingedeelde inrichtingen of activiteiten ..... 132
3.1 Algemeen ..... 132
3.2 Lozingen ..... 132
3.3 Stortplaatsen ..... 134
4 Milieueffectrapportage en omgevingsveiligheidsrapportage ..... 135
4.1 Project-MER-screeningsnota (PrMS) ..... 135
4.2 Milieueffectrapport ..... 135
5 Omgevingsveiligheidsrapport ..... 136
6 Biodiversiteit ..... 137
6.1 Passende beoordeling van vergunningsaanvragen m.b.t. activiteiten in speciale beschermingszones ..... 137
6.2 Verbod op vergunningverlening m.b.t. het VEN ..... 138
7 Watertoets ..... 140
7.1 Toets van het gezond verstand ..... 140

7.2 Moet extern advies gevraagd worden? ..... 140
7.3 Gewestelijke stedenbouwkundige verordening 5 juli 2013 inzake hemelwaterputten, infitratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater 141
8 Adviesinstanties ..... 142

DEEL 6 Kaartmateriaal ..... 144

DEEL 7 ADMINISTRATIEVE BIJLAGEN ..... 153

DEEL 8 OVERIGE BIJLAGEN ..... 156

DEEL 9 SAMENVATTING PER GROND ..... 167

# LIJST VAN AFBEELDINGEN

Afbeelding 1: Situering onderzoekslocatie ..... 16
Afbeelding 2: Segmenten deelgebied 4 ..... 17
Afbeelding 3: OVAM dossiers langsheen Deelgebied 4 van Grote Laak ..... 37
Afbeelding 4: Natura 200 gebieden rondom deelgebied 4 (gele arcering) ..... 137
Afbeelding 5: VEN gebieden rondom deelgebied 4 (groene arcering) ..... 138

# LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1.1: Administratieve gegevens van het rapport ..... 3
Tabel 2.2 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie ..... 8
Tabel 3.3: Aanleiding bodemsaneringsproject ..... 18
Tabel 3.4: Samenvatting resultaten vroegere decretale bodemonderzoeken en -saneringen ..... 20
Tabel 3.5: Samenvatting van de verontreinigingstoestand (per perceel, zone of deellocatie) ..... 30
Tabel 3.6: Geologische opbouw ..... 33
Tabel 3.7: Grondwaterstand en stromingsrichting ..... 33
Tabel 3.8: overzicht zijstromen Grote Laak ..... 34
Tabel 3.9: Risicogrenswaarden ..... 46
Tabel 3.10: Risicogrenswaarden – na beleidsmatige bijstelling ..... 47
Tabel 3.11: Grondbalans waterbodem Grote Laak ..... 54
Tabel 3.12: Oeversanering Volumes ..... 56
Tabel 3.13: Samenvatting terugsaneerwaarden gekozen variant ..... 63
Tabel 3.14: Monitoringsplan en controlemaatregelen gedurende de bodemsaneringswerken ..... 65
Tabel 3.15: Planningstabel bodemsaneringswerken ..... 66
Tabel 3.16: Debieten, hoeveelheden en verwerkingsmethodes ..... 68
Tabel 3.17: Grondbalans ..... 68
Tabel 3.18 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie ..... 70
Tabel 4.19: Overzicht kostprijs saneringsconcepten ..... 81
Tabel 4.20: Samenvatting terugsaneerwaarden ..... 81
Tabel 4.21 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie ..... 82
Tabel 4.22: Matrix met standaard ESD-scores ..... 87

Tabel 4.23: Potentiële maatregelen ter mitigatie van de impact van bodemsaneringswerken op de ESD ..... 88
Tabel 4.24: Toekenning finale ESD-scores – varianten 2 en 3 ..... 90
Tabel 4.25: Toekenning finale ESD-scores – variant 1 ..... 91
Tabel 4.26: Samenvatting multicriteria-analyse - Waterbodemsanering ..... 93
Tabel 4.27: Oeversanering Variant 1 - Volumes ..... 95
Tabel 4.28: Oeversanering Variant 2 - Volumes ..... 96
Tabel 4.29: Overzicht kostprijs saneringsconcepten ..... 97
Tabel 4.30: Samenvatting terugsaneerwaarden Variant 1 ..... 97
Tabel 4.31: Samenvatting terugsaneerwaarden Variant 2 ..... 97
Tabel 4.32: Oeversanering Variant 2 - Vuilvracht ..... 99
Tabel 4.33: Oeversanering Variant 1 - Vuilvracht ..... 99
Tabel 4.34 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie ..... 100
Tabel 4.35: Matrix met standaard ESD-scores ..... 104
Tabel 4.36: Potentiële maatregelen ter mitigatie van de impact van bodemsaneringswerken op de ESD ..... 105
Tabel 4.37: Toekenning finale ESD-scores – varianten 1 en 2 ..... 106
Tabel 4.38: Samenvatting multicriteria-analyse - Oeversanering ..... 109
Tabel 4.39: Zammelsbroek & Trichelbroek – Variant 1 - volumes ..... 110
Tabel 4.40: Overzicht kostprijs saneringsconcepten ..... 112
Tabel 4.41: Samenvatting terugsaneerwaarden Variant 1 ..... 112
Tabel 4.42 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie ..... 113
Tabel 4.43: Matrix met standaard ESD-scores ..... 117
Tabel 4.44: Potentiële maatregelen ter mitigatie van de impact van bodemsaneringswerken op de ESD ..... 118
Tabel 4.45: Toekenning finale ESD-scores – variant 1 ..... 119
Tabel 4.46: Toekenning finale ESD-scores – variant 2 ..... 120
Tabel 4.47: Samenvatting multicriteria-analyse – Zammelsbroek & Trichelbroek ..... 123
Tabel 5.48: Overzicht aangevraagde rubrieken ..... 132
Tabel 5.49: Evaluatie lozingsvarianten ..... 133
Tabel 5.50: Lozingsnormen voor het water ..... 133
Tabel 5.51: Samenvatting gegevens lozing ..... 134
Tabel 5.52: Overzicht van de adviesverlenende instanties ..... 142
Tabel 9.53: Samenvatting van de verontreinigingstoestand (per perceel, zone of deellocatie) ..... 168
Tabel 9.54 Samenvatting van de verontreiniging ..... 170

# LIJST VAN BIJLAGEN


BIJLAGE 1 Kostprijsramingen
BIJLAGE 2 $CO_2$-calculator
BIJLAGE 3 Topografische situering van het studiegebied
BIJLAGE 4 Situeringsplannen
BIJLAGE 5 Verontreinigingstoestand
BIJLAGE 6 Plannen werfinrichting
BIJLAGE 7 Plannen Waterbodemsanering
BIJLAGE 8 Plannen Oeversanering
BIJLAGE 9 Plannen Vernattingsmaatregelen
BIJLAGE 10 Monitoringsplan grondwater
BIJLAGE 11 Kadastrale gegevens
BIJLAGE 12 Lijst betrokken percelen
BIJLAGE 13 Bijkomende onderzoeksverrichtingen
BIJLAGE 14 Fotoreportage
BIJLAGE 15 Bepaling risicogebaseerde terugsaneerwaarden
BIJLAGE 16 Bepaling veiligheidsklassen
BIJLAGE 17 Ligging nutsleidingen
BIJLAGE 18 Aanbevelingen FANC (voor gelijkaardig project: Winterbeek)
BIJLAGE 19 Grondwatermodel Vernatting
BIJLAGE 20 Nota Passende beoordeling en verscherpte natuurtoets
BIJLAGE 21 Aanvraag Vegetatiewijziging
BIJLAGE 22 Te kappen bomen

# 1 INLEIDING

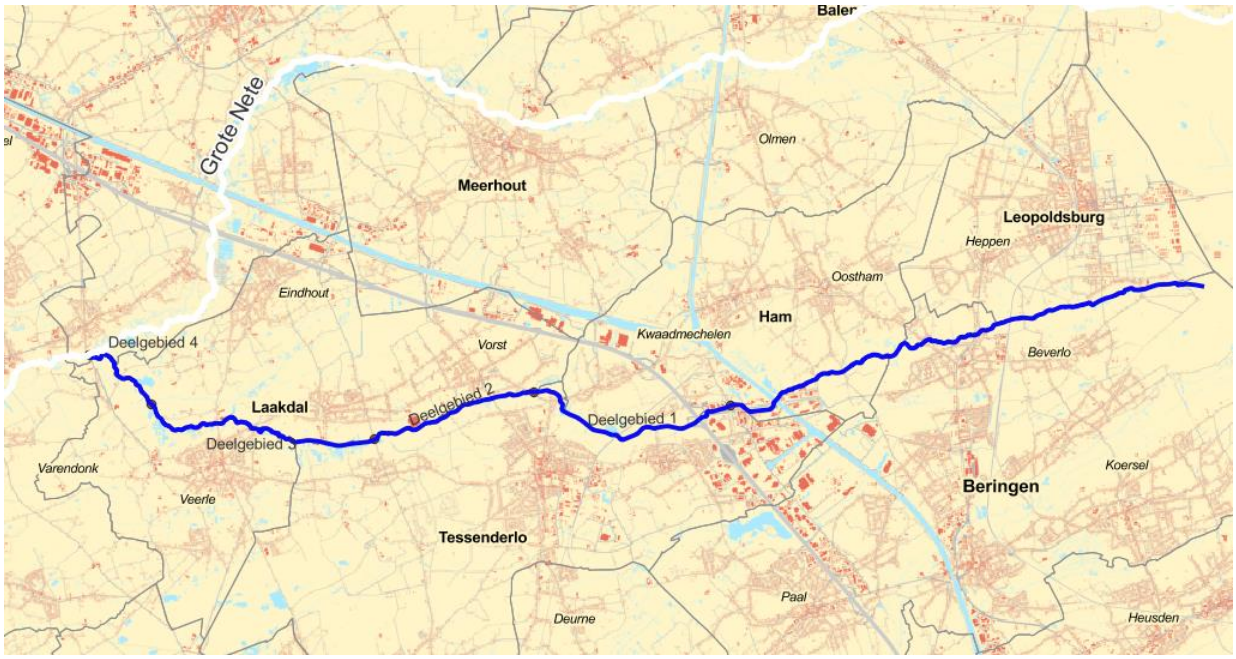
## 1.1 SITUERING VAN DE LOCATIE

De Grote Laak behoort tot het Netebekken en is gelegen in het zuiden van de Kempen. Ze is ongeveer 30 km lang en stroomt van oost naar west, vertrekkend in het zuiden in de gemeente Ham ter hoogte van het Albertkanaal. Ze loopt verder ten zuiden van het Albertkanaal door de gemeentes Tessenderlo, Laakdal en mondt uit in de Grote Nete ter hoogte van Geel-Zammel. Het deel van de Grote Laak ten Noordoosten van de autosnelweg (E313) wordt ook wel de Grote Beek genoemd.

De (X;Y) Lambert 72-coördinaten van de Grote Laak ter plaatse van het Albertkanaal zijn (206.543 m ; 196.976 m) en ter plaatse van de monding in de Grote Nete (190.441 m; 198.099 m).

Voorliggend gefaseerd bodemsaneringsproject beschrijft de werken in het vierde deelgebied. Het vierde, tevens laatste, deelgebied omvat het gedeelte van de waterloop vanaf de samenvloeiing met de Kleine Laak tot de monding van de Grote Laak in de Grote Nete. Voorliggend gefaseerd bodemsaneringsproject omvat ook de werken ter hoogte van Zammelsbroek en Trichelsbroek.

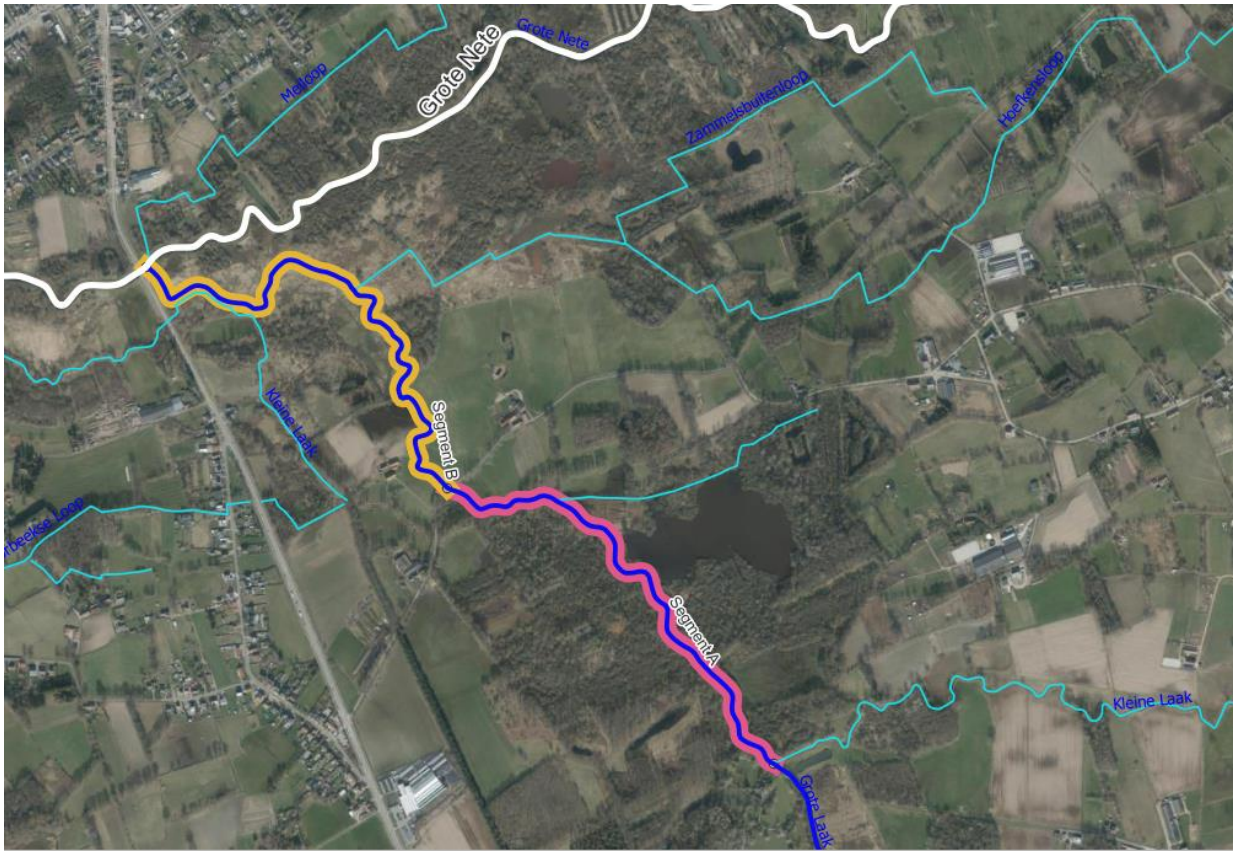
Onderstaande figuur geeft de situering weer van de Grote Laak.




**Afbeelding 1: Situering onderzoekslocatie**

De ligging van het terrein is aangegeven op de topografische kaart in Deel 6 Bijlage 3.

Op figuur 1 worden ook de vier verschillende deelgebieden weergegeven, zoals beschreven onder §1.3. De ligging van Zammelsbroek en Trichelsbroek binnen deelgebied 4 is weergegeven op figuur 2. De opdeling in deelgebieden is tevens op groter formaat weergegeven in Deel 6 Bijlage 4.




**Afbeelding 2: Segmenten deelgebied 4**

In Deel 6 Bijlage 4 wordt het overzichtsplan weergegeven van het saneringstraject van de Grote Laak en de voornaamste zijstromen. In de Grote Laak komen in het beschouwde deelgebied twee kleine waterlopen toe, de Hoefkensloop en een waterloop zonder naam (VHA9176). Daarnaast is er ook een waterloop die eveneens Kleine Laak heet die net voor de monding van de Grote Laak in de Grote Nete vlak langsheen de Grote Laak stroomt. Deze Kleine Laak mondt eveneens uit in de Grote Nete en fungeert als bypass. Deze waterloop is eveneens verontreinigd, maar het is niet geheel duidelijk in kaart gebracht en omvat vermoedelijk een combinatie van verontreiniging afkomstig vanuit de Grote Laak en vanuit de Grote Nete. De sanering van deze Kleine Laak maak geen deel uit van voorliggend BSP en dient nog voorafgegaan te worden door een beschrijvend bodemonderzoek. Het is wel belangrijk dat na sanering de nalevering vanuit deze Kleine Laak naar de Grote Laak maximaal wordt tegengegaan.

De Grote Laak is een waterloop van categorie 1, in beheer van de VMM.

De oevers en overstromingsgebieden bestaan uit enkele honderden saneringspercelen.

Foto's van het terrein, zijn opgenomen in Bijlage 14.

Het onderzochte gebied heeft verschillende bestemmingstypes. In hoofdzaak situeert deelgebied 4 zich in natuurgebied (I) en beperkt in landbouwgebied (type II). Op de figuur in Deel 6 Bijlage 4 worden de verschillenden bestemmingen volgens het gewestplan t.h.v. deelgebied 4 weergegeven.

## 1.2 AANLEIDING

Het opmaken van het bodemsaneringsproject gebeurt naar aanleiding van het beschrijvend bodemonderzoek opgesteld door RSK Benelux bv en conform verklaard door de OVAM op 13/07/2009 door middel van het schrijven met referentie BB-W-CVG-09/009917 .

**Tabel 3.3: Aanleiding bodemsaneringsproject**

| | |
|---|---|
| Titel beschrijvend bodemonderzoek | 'Beschrijvend Bodemonderzoek Grote Laak + Aanvulling Dd.19 Mei 2009', opgesteld door op |
| Datum beschrijvend bodemonderzoek | 2 maart 2009 |
| Bodemsaneringsdeskundige beschrijvend bodemonderzoek | RSK Benelux BV |
| Datum en referentie conformverklaring beschrijvend bodemonderzoek OVAM | 13 juli 2009 - ref. BB-W-CVG-09/009917. |

## 1.3 FASERING

In bovenstaande rapport werd een verontreiniging beschreven over een waterlooptraject van 18,2 km verspreid over 4 gemeente en honderden percelen. Omwille van de omvang van het project, de financiële impact op de begrotingen van de betrokken diensten en de noodzakelijke doorlooptijd van de saneringswerken werd door VMM en OVAM geopteerd om het project gefaseerd uit te voeren in 4 fases.

Deze fasen worden van stroomop- naar stroomafwaarts uitgevoerd, vanaf het eerste lozingspunt richting de monding in de Grote Nete. De deelgebieden worden telkens duidelijk afgebakend door een straat of een afwaarts gelegen slibvang. Gezien elk ruimtelijk deel stroomafwaarts wordt afgesloten met een slibvang, heeft de sanering van het stroomopwaartse gedeelte een positief effect op de overige fases gezien er geen verontreinigd slib meer zal aangevoerd worden. De eerste twee fasen van het project werden reeds beschreven in Eerste Gefaseerd BSP en het Tweede Gefaseerd BSP ("Eerste Gefaseerd Bodemsaneringsproject, Grote Laak deeltraject 1 Tessenderlo & Ham" met ref 60594785 opgemaakt door Aecom bv dd. 16/07/2020 & "Tweede Gefaseerd Bodemsaneringsproject Grote Laak deeltraject 2: Monding Dode Beek tot Nieuwe Baan)" met ref 31032.R01 opgemaakt door ABO nv dd. 3/08/2022).

Voorliggend bodemsaneringsproject betreft het derde gefaseerd bodemsaneringsproject, waarbij de verontreiniging met zware metalen en chloriden in het vaste deel van de aarde en de waterbodem en de grondwaterverontreiniging met chloriden in het grondwater in het vierde deelgebied wordt aangepakt. De werken in dit deelgebied werden oorspronkelijk als laatste fase in de sanering voorzien, doch gezien de werken geïntegreerd worden met het LIFE Narmena project (zie §2.5) diende de timing hier op afgestemd te worden. Dit betekent dat deelgebied 4 zal gesaneerd worden voor deelgebied 3, hetgeen met zich meebrengt dat de stroomafwaartse slibvang voor deelgebied 3 zal moeten aangelegd worden als onderdeel van de werken voor fase 4.

De mogelijkheid om een bodemsanering in verschillende fases uit te voeren wordt onderworpen aan een aantal voorwaarden:

*Er moet een duidelijk en logisch onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende delen die gefaseerd worden aangepakt.*

- Gezien de lengte van de waterloop en de omvang van het saneringsproject zal de sanering gefaseerd worden uitgevoerd, waarbij verschillende deelgebieden achtereenvolgens worden aangepakt. Voorliggende bodemsaneringsproject heeft betrekking op het vierde deelgebied. De uitvoering van het eerste gefaseerd bodemsaneringsproject voor het deelgebied 1 is afgerond.

De saneringswerken voor het tweede deelgebied zijn in de aanbestedingsfase. Er zal in een volgende fase een volgend gefaseerd bodemsaneringsproject worden opgemaakt voor deelgebied 3.

De opeenvolgende deelgebieden zijn als volgt gepland:

- deelgebied 1 : Lozingspunt (Bergstraat, Ham) – monding Dode Beek *(uitgevoerd)*
- deelgebied 2 : Monding Dode Beek tot Nieuwe Baan *(in opstart)*
- deelgebied 4 : Samenvloeiing met Kleine laak tot monding in de Grote Nete
- deelgebied 3 : Nieuwe Baan tot samenvloeiing met Kleine Laak

*Door de gefaseerde uitvoering zullen een aantal bodemsaneringswerken sneller zullen worden uitgevoerd.*

- De gefaseerde aanpak zal in die zin tijdswinst opleveren daar reeds kan worden aangevat met de saneringswerken terwijl het studiewerk en haalbaarheidsonderzoek voor de overige delen van de waterloop nog lopende of in onderzoek zijn. Bovendien zal deze gefaseerde aanpak bijkomende inzichten opleveren omtrent de verdere sanering van de overige deelgebieden, waardoor deze kunnen worden geoptimaliseerd.

*De gefaseerde uitvoering mag geen negatieve invloed hebben op het gedrag van een andere verontreinigingen die ev. een volgende fase gesaneerd zal moeten worden.*

- De gefaseerde uitvoering zal geen negatieve invloed hebben op het gedrag van de stroomafwaarts gesitueerde verontreiniging. Integendeel. De aanvoer van gecontamineerd slib naar de stroomafwaarts gelegen delen wordt sterk gereduceerd. Daarnaast worden op de grenzen van de projectlocatie, waar nodig, de nodige barrières aangebracht onder de vorm van een slibvangen om verdere verspreiding en hercontaminatie te voorkomen.

In het huidige derde gefaseerd bodemsaneringsproject zullen volgende onderdelen worden uitgewerkt:

- Sanering van de verontreiniging met zware metalen en chloriden in waterbodem, landbodem en grondwater t.h.v. deelgebied 4.

In de volgende gefaseerd bodemsaneringsprojecten zullen volgende onderdelen verder worden uitgewerkt:

- Sanering van de verontreiniging met zware metalen en chloriden in waterbodem, landbodem en grondwater t.h.v. deelgebied 3.

# 2 CONCEPTUEEL SITEMODEL BODEMSANERING

## 2.1 VERONTREINIGINGSTOESTAND

### 2.1.1 BEKNOPTE HISTORIEK

Volgens het BBO van 2009 is de Grote Laak verontreinigd door huishoudelijke, industriële en agrarische lozingen. De belangrijkste industriële lozer en de voornaamste verontreinigingsbronnen zijn de twee vestigingen van Tessenderlo Group (TCT en TCH) met voornamelijk lozing van chlorides en zware metalen.

Meer dan een halve eeuw verwerkte TCH, en tot mei 1995 ook TCT, maritiem fosfaaterts tot dicalciumfosfaat voor gebruik in de veevoederindustrie. Het fosfaaterts heeft een radiumconcentratie (RA-226) van ongeveer 1.500 Bq/kg, dit is 10 tot 100 keer hoger dan de gemiddelde radiumconcentratie van de bodem. De fosfaten in het erts worden ontsloten door een reactie met HCl. Hierbij ontstaat een hoeveelheid afvalslib dat voornamelijk bestaat uit CaF2. Ongeveer een derde van het radium kwam vroeger in het calciumfluorideslib terecht. Twee derden bleef in oplossing en werd met het afvalwater geloosd in de Grote Laak en bij TCH ook in de Winterbeek. Naast radium bevat het lozingswater hoge concentraties aan zouten, vooral CaCl2 (ongeveer 90%), samen met zware metalen afkomstig van de ruwe fosfaatertsen.

Sinds de jaren ’80 werden de lozingen sterk teruggedrongen en wordt het afvalwater fysico-chemisch gezuiverd voor lozing. De huidige vuilvracht is daardoor sterk gedaald t.o.v. de 20e eeuw. De cadmiumvrachten stegen bijvoorbeeld tot een maximum in de jaren ’70, met lozingen tot 12 ton/jaar. Steeds meer doorgedreven waterzuivering reduceerden deze vracht tot ca. 0,1 ton /jaar in 2009. De chloridevracht kent een gelijkaardige evolutie, waarbij de vracht is gedaald van ca. 15 kg/u (1977) tot < 1 kg/u in 2007. Sedert medio de jaren ’90 wordt radium neergeslaan (d.m.v. bariumchloride) alvorens dit geloosd wordt. De radiumvracht is gedaald van ca. 7,5 g/j (1990) tot < 0,5 g/j (2007).

Ten gevolge van deze lozingen is de waterbodem verontreinigd met zware metalen. Ten gevolge van periodieke overstromingen en het deponeren van verontreinigd ruimingsslib op de oevers, zijn de oeverstroken langs weerszijden van de Grote Laak en de achterliggende overstromingsgebieden ook verontreinigd met zware metalen (voornamelijk cadmium en arseen). Tevens zorgt de aanwezigheid van radium voor een lichte verhoging van de radiatie ten opzichte van de achtergrondradiatie (in deze streek tussen 50 à 90 nSv/h).

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de alle voorgaande decretale onderzoeken die werden uitgevoerd in het kader van het dossier 21000 – Grote Laak

**Tabel 3.4: Samenvatting resultaten vroegere decretale bodemonderzoeken en -saneringen**

| Datum rapport | Type (1) | Titel rapport | Opdrachtgever | EBSD (2) | Verontreiniging (3) | Verdere maatregelen (Ja/neen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 28/04/2003 | OBO | Oriënterend Bodemonderzoek Oevers en Overstromingszones Grote Beek/Grote Laak Tussen Geel-Zammel en Ham (Ref. 120660062/kla); | AMINAL, afdeling water | Soresma NV, Technum NV, IMDC NV | Oevers en overstromings-gebieden:<br>- ZM (Q);<br>- MO & PAK (P);<br>- Arseen (O);<br>- EOX (Q);<br>Grondwater: | Ja |

| Datum rapport | Type (1) | Titel rapport | Opdrachtgever | EBSD (2) | Verontreiniging (3) | Verdere maatregelen (Ja/neen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | - ZM (P);<br>- VOCl (Q);<br>- Chlorides (Q) (zouten);<br>Waterbodem:<br>- Triade (VMM) (Q) | |
| 02/03/2009 | BBO | Beschrijvend bodemonderzoek Grote Laak (Ref. 550089-R02(01)); | Tessenderlo Group | RSK Benelux bvbva | Oevers en overstromings-gebieden:<br>- ZM (Q);<br>- Chloriden (Q) (zouten);<br>- EOX (P);<br>Grondwater:<br>- VOCl (P);<br>- Chlorides (zouten) (Q);<br>Waterbodem:<br>- ZM (Q); | Ja |
| 10/10/2017 | VZM | Voorzorgsmaatregel in afwachting van de integrale sanering Grote Laak - Slibruiming van 2 deeltrajecten te Laakdal (Ref. 4218443006/abo) | VMM | Antea Belgium nv | zware metalen in de waterbodem (Q) | Ja |
| 16/07/2020 | BSP | Eerste Gefaseerd Bodemsaneringsproject, Grote Laak deeltraject 1, Tessenderlo & Ham | OVAM en VMM | Aecom BV | Oevers en overstromings-gebieden:<br>- ZM (Q);<br>- Chloriden (Q)<br>Grondwater;<br>- Chlorides (Q);<br>Waterbodem:<br>- ZM (Q); | Ja |
| 03/08/2022 | BSP | Tweede Gefaseerd Bodemsaneringsproject; Grote Laak deeltraject 2: Monding Dode Beek tot Nieuwe Baan (3980 Tessenderlo, 2430 Laakdal) | OVAM en VMM | ABO nv | Oevers en overstromings-gebieden:<br>- ZM (Q);<br>- Chloriden (Q)<br>Grondwater;<br>- Chlorides (Q);<br>Waterbodem:<br>- ZM (Q); | Ja |

(1) OBO, BBO, BSP, BSW, nazorg, site-onderzoek,, beperkt BBO, beperkt BSP, …
(2) erkend bodemsaneringsdeskundige verantwoordelijk voor de uitvoering van het onderzoek
(3) vastgestelde verontreiniging in voorgaand bodemonderzoek volgens het toen geldende normenkader

Naast bovenstaande decretale onderzoeken werden verder nog diverse andere bodemonderzoeken en onderzoeksverrichtingen uitgevoerd.

### 2.1.2 CONCLUSIES UIT HET BESCHRIJVEND BODEMONDERZOEK

Onderstaande paragrafen zijn integraal overgenomen uit het 1ste gefaseerd bodemsaneringsproject deelgebied 1 van Aecom dd. 16/07/2020.

#### *2.1.2.1 ZWARE METALEN*

In het BBO van 2009 wordt de verontreiniging met zware metalen gedefinieerd op parametergroep. De verontreiniging in de meest verontreinigde toplagen van de landbodem bestaat voornamelijk uit arseen, cadmium en kwik, in beduidend mindere mate ook uit lood, zink, nikkel, chroom en koper. De wat diepere bodemstalen (ca. 0.7 m-mv) vertonen verhoogde waarden voor arseen en cadmium, de diepste (ca. 1.5 - 2 m-mv) enkel nog voor arseen. De aanwezigheid van arseen over het gehele boortraject wordt (deels) gerelateerd aan de natuurlijke oorsprong.

In het OBO van 2003 werd geconcludeerd dat het overgrote deel van de geanalyseerde bodemstalen waarvan de bodemsaneringsnorm voor een zwaar metaal wordt overschreden, ook gepaard gaat met een normoverschrijding voor cadmium. Bijgevolg wordt cadmium beschouwd als gidsparameters voor zware metalen.

In de studies van Paridaens (SLiM 2007) en het SCK (SCK-CEN 2007) werd een statistische correlatie aangetoond tussen het reliëf (zoals antropogeen beïnvloede oeverwallen en overstromingsgebieden met natuurlijke sedimentatie), de aanwezigheid van zware metalen in het vaste deel van de aarde en de gemeten dosistempowaarden op het terrein. De sterkste correlatie werd vastgesteld voor cadmium en voor deze parameter werden praktisch haalbare dosistempolimieten afgeleid. Er werd vastgesteld dat een dosistempometing tot 75 nSv/h geen verhoogde cadmiumconcentraties geeft in het vaste deel van de aarde. Verder werd aangetoond dat respectievelijk 87 % (oevers & overstromingsgebieden) en 74 % (enkel overstromingsgebieden) van de geanalyseerde grondstalen met overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm type III overeen komt met een dosistempowaarde > 150 nSv/h. De studie besluit dat de radiometrische opnamen in aanmerking komen voor het afbakenen van zware metalen in de bodem (met uitzondering van arseen dat van natuurlijke oorsprong is).

In het BBO van 2009 werd bovendien een risicodrempelwaarde bepaald voor landbodem, in functie van de diverse bodemgebruiken die in het studiegebied voorkomen. Daarbij bleek een cadmium concentratie van 6 mg/kg.ds cadmium, overeenstemmend met een dosistempomeetwaarde van 150 nSv/h, een adequate risicodrempel te vormen. Vanwege een significante correlatie tussen dosistempomeetwaarden en cadmium concentraties, konden stralingsmetingen toegepast worden voor de verdere kartering van de verontreiniging met zware metalen.

Gezien de lozingen van zware metalen op de Grote Laak sterk gereduceerd zijn begin jaren ’90 wordt de verontreiniging als historisch beschouwd.

Bij evaluatie van de ernst van de bodemverontreiniging met zware metalen (in land- & waterbodem) is gebleken dat door de historische bodemverontreiniging de kans op een actueel risico verwaarloosbaar wordt geacht, maar dat er wel een potentieel humaan toxicologisch risico en ecotoxicologisch risico uitgaat. Het verspreidingsrisico ten gevolge van zware metalen in bodem wordt initieel ingeschat als klein vanwege de relatief lage mobiliteit van zware metalen in de bodem. Het kan echter niet uitgesloten worden omdat momenteel niet duidelijk is in welke mate slib dat eerder afgezet werd opnieuw gemobiliseerd wordt bij latere overstromingen. Samenvattend werd gesteld dat er een ernstige

bedreiging uitgaat van de bodemverontreiniging en er een sanering noodzakelijk is. De sanering is beperkt urgent.

Er werd een saneringsnoodzaak gedefinieerd voor drie verschillende media, namelijk de oevers (id 11), de overstromingsgebieden (id 12) en de waterbodem.

Oevers (id 11)

In voorgaande onderzoeken werden zo'n 280 ondiepe bodemstalen genomen ter hoogte van de oeverstroken langsheen de Grote Laak (OBO 2003, UH 2006a, UH 2006b, SLiM 2007).

Op basis van de uitgebreide dataset werd geconcludeerd dat de oevers vanaf het lozingspunt TCH tot de monding in de Grote Nete verontreinigd zijn met zware metalen. Voor het verontreinigde traject werd een lengte van 17,1 km in beschouwing genomen. In de oeverstroken ter hoogte van de zijlopen ter hoogte van de monding (Hoefkensloop, waterloop zonder naam en Kleine Laak) werd de bodemsaneringsnorm eveneens overschreden.

Aangenomen wordt dat de oeverstroken over een breedte van 15 m verontreinigd zijn, ten gevolge van het deponeren van ruimingslib en landbewerking. Een meer nauwkeurige afperking werd niet haalbaar geacht. De werkelijke breedte dient tijdens de milieukundige begeleiding van de bodemsaneringsmaatregelen te worden vastgesteld. Op basis van deze aanname werd de verontreinigingscontour van de oevers ingetekend met een oppervlakte van 528.000 m2 (ca. 53 ha). Deze omvat de verontreinigde oevers van de Grote Laak (513.000 m2) en de oeverstroken van enkele zijlopen ter hoogte van de monding in de Grote Nete (deelgebied 4) (15.000 m2).

In het OBO van 2003 werden 10 boringen uitgevoerd ter hoogte van de oevers tot 2 m-mv, met telkens 3 analyses op het SAP (OBO 2003). In 2007 werden 28 bodemstalen genomen ter hoogte van 4 dwarsprofielen, loodrecht op de Grote Laak, zowel oppervlakkige als diepe, met analyses op ZM (SLiM, 2007). In deze dataset werden normoverschrijdingen vastgesteld tot een diepte van maximaal 1,2 m-mv ter hoogte van de eerste 5 m oeverstrook. In de strook van 5 tot 15 m langs de beek is de verontreiniging naar verwachting minder diep. In het BBO wordt de gemiddelde verontreinigingsdiepte ter hoogte van de oevers over de volledige breedte (15 m) geraamd op ca. 0,3 m-mv.

Op basis van hogervermelde resultaten en aannames werd in het BBO het verontreinigd volume grond in de oeverstroken (cadmium > BSN) geraamd op ca. 158.000 m3.

Overstromingsgebieden (id 12)

In voorgaand onderzoek werd een uitgebreid aantal bodemstalen verzameld ter hoogte van de overstromingsgebieden langsheen de Grote Laak:

- 146 oppervlakkige bodemstalen, met analyses op het SAP (SCK, 1999);

- 17 staalnames van bodem en grassen, met analyses op ZM (UH, 2006a);

- 6 staalnames van bodem en maïsgewassen, met analyses op ZM (UH, 2006b);

Om de overstromingsgebieden verder in kaart te brengen werd een verdere afperking op basis van klassieke boringen en analyses niet haalbaar geacht. Daarom werd de verontreiniging gekarteerd aan de hand van dosistempometingen. Voor meer informatie m.b.t. deze techniek en de resultaten wordt verwezen naar de studie van Paridaens (SCK-CEN 2007) en het BBO van 2009 met relevante bijlagen.

In de meetcampagne van SCK (2006) werden 4 overstromingszones opgemeten:

- Zammels Broek – Trichelbroek (65ha);

- Paardsbos (18ha);

- Roost (8ha);

- Watertoren tot Vorst (16ha);

Op basis van de dosistempometingen werd een oppervlakte van ca. 29.150 m2 (ca. 3 ha) beschouwd als zijnde verontreinigd (overstromingsgebied exclusief oeverstroken).

In een andere studie werd het verband aangetoond tussen de dosistempometingen in de vallei van de Grote Laak, gemeten metaalconcentraties in de bodem en het lokale reliëf (SLiM & AAC, 2008). De rol van het reliëf is daarbij niet onbelangrijk, niet alleen als oeverwal, maar ook als controlerende factor voor de reikwijdte van overstromingen.

Op basis van de uitgevoerde onderzoeken en aannames werd het verontreinigd volume grond in de overstromingsgebieden (cadmium > BSN) (exclusief oeverstroken) geraamd op 7.300 m3.

Nadat de Grote Laak in februari 2016 opnieuw buiten haar oevers trad werd bijkomend onderzoek uitgevoerd door de VMM ter hoogte van het overstromingsgebied “Watervoren tot Vorst”. Via een klassieke staalname ter hoogte van een 25-tal locaties werden overschrijdingen van de BSN vastgesteld, verspreid over het overstromingsgebied. De originele verontreinigingscontour van het BBO van 2009 blijkt in dit overstromingsgebied niet toereikend om de actuele verontreinigingssituatie weer te geven. Naar aanleiding van deze bevindingen werd een voorzorgsmaatregel uitgevoerd (zomer 2019) om verdere verspreiding van verontreinigd sediment te voorkomen, in afwachting van een integrale sanering van de Grote Laak. Deze voorzorgsmaatregelen bestonden uit een civieltechnische ruiming van de waterloop ter hoogte van twee prioritaire trajecten in de gemeente Laakdal. Het vrijgekomen sediment werd ontwaterd en afgevoerd naar de saneringsberging van Tessenderlo Group. Voor meer informatie over de voorzorgsmaatregelen wordt verwezen naar hoofdstuk 2.8.

<u>Waterbodem (id 13)</u>

De laatste grote ruiming van de Grote Laak vond plaats in 1989-1990, waarbij 45.000 m3 werd geruimd. Lokaal werden nog recentere (beperktere) ruimingen uitgevoerd, zoals in kader van de voorzorgsmaatregel in 2019 of ter hoogte van individuele straatkokers.

De kwaliteit van het oppervlaktewater en de waterbodems wordt in Vlaanderen opgevolgd door de VMM. In het BBO van 2009 werd de kwaliteit van de waterbodem aangegeven door middel van de triadebeoordeling. In het onderzoekstraject zijn 4 meetpunten gekend. Over het gehele traject werd een slechte beoordeling gegeven, met prioriteit voor verder saneringsonderzoek.

In de zijbeken is slechts één meetpunt bereikbaar. De Kleine Laak blijkt op meetpunt 328.000 (Laakdal) licht tot niet verontreinigd.

In het BBO van 2009 werd het volume aan verontreinigde waterbodem benaderend geraamd op basis van de lengte van het verontreinigd traject. Met een beschouwde lengte van 17,1 km, een geraamde gemiddelde breedte van 4 m en dikte van 0,25 m werd het verontreinigd slibvolume geraamd op ca. 17.000 m3.

Vanwege het ontbreken van een concreet verontreinigingsbeeld werd in 2010 bijkomend onderzoek uitgevoerd door Terra Engineering & Consultancy NV (TEC). In de Grote Laak werden 14 stalen van de waterbodem genomen ter hoogte van 4 locaties in de Grote Laak, waarbij zowel de sliblaag als de natuurlijke onderliggende bodem werden bemonsterd en geanalyseerd op SAP en chloriden.

In zowel de sliblaag (20 tot 40 cm dik) als de natuurlijke bodem (0,0 – 0,2 m) werden overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm vastgesteld, voornamelijk voor de parameters arseen, cadmium en kwik. De dikte van de sliblaag varieerde van 40 cm in het midden van de beek naar 20 cm ter hoogte van de zijkanten. In geen van de controlestalen werden concentraties onder de normen vastgesteld.

Beperkingen voormalige volumeramingen

In bovenvermelde paragrafen werden de volumeramingen weergegeven zoals beschreven in het BBO van 2009. Gelet op aanvullende info en de praktijkervaring bij de sanering van de Winterbeek, vormen deze wellicht een onderschatting. Als initiële uitgangspunten worden volgende wijzigingen voorgesteld:

- In het BBO van 2009 wordt een verontreinigd traject van de Grote Laak van 17,10 km beschouwd. Op basis van de info in 2019 bedraagt het verontreinigde traject eerder 17,83 km. De oppervlakte van de waterbodem bedraagt, rekening houdende met een gemiddelde breedte van 4 m, bijgevolg ca. 71.320 m2.

Gelet op de resultaten van de beperkte waterbodemstaalname (TEC 2011) bedraagt de werkelijke dikte van de verontreinigde waterbodem (slib + vaste deel van de waterbodem) wellicht meer dan aangenomen in het BBO van 2009: 50 cm in plaats van 25 cm. Met een totale lengte van 17,83 km, een gemiddelde breedte van 4 m en dikte van ca. 0,50 m bedraagt het geraamde volume verontreinigde waterbodem ca. 36.000 m³ (i.p.v. 17.000 m³ zoals geraamd in het BBO).

Na bijkomend onderzoek in 2019 werd een diverse samenstelling van de waterbodem vastgesteld (zie verder). In het eerste deelgebied werd amper slib vastgesteld (ca. 10 cm) en ca. 40cm verontreinigd vaste deel van de waterbodem. In de meer stroomafwaartse trajecten werd een dikte slibpakket vastgesteld (max. 90 cm) en een verontreinigd vaste deel van de waterbodem van 60 cm. Op basis van de beschikbare gegevens wordt een gemiddelde verontreinigingsdikte voor slib en vaste deel van respectievelijk 30 cm en 40 cm weerhouden voor de gehele Grote Laak.

- In het BBO van 2009 wordt een verontreinigd traject van de Grote Laak van 17,10 km beschouwd. Op basis van meer actuele info bedraagt het verontreinigde traject eerder 17,83 km. De oppervlakte van de geïmpacteerde oeverstroken bedraagt dan, rekening houdende met wederzijdse breedte van 15 m, bijgevolg ca. 535.000 m2.

- Na bijkomend onderzoek in 2019 werd langs de Grote Laak verontreiniging vastgesteld tot 1,5 m-mv. Verder van de Grote Laak neemt de verontreinigingsdiepte af. Op basis van de beschikbare gegevens en de eerdere saneringservaring ter hoogte van de Winterbeek wordt een ruimere gemiddelde verontreinigingsdikte van 50 cm weerhouden.

De verontreiniging in de oeverstroken werd tot dusver geraamd voor de Grote Laak en de mondingen t.h.v. de Hoefkensloop, waterloop zonder naam en Kleine Laak. Op basis van de historiek wordt het niet uitgesloten dat de oevers ter hoogte van andere mondingen of de trajecten langsheen andere verontreinigde zijstromen (zoals fabrieksbeek en Vliet achter de Ploeg) ook verontreinigd zijn.

Het verontreinigd oevervolume van 158.000 m3 zal wellicht een onderschatting zijn als deze zijstromen worden betrokken. Per deelgebied zal bijkomend onderzoek uitgevoerd worden om deze volumes te verfijnen. Het bijkomend onderzoek ter hoogte van deelgebied 4 wordt verder besproken.

#### 2.1.2.2 *RADIUM*

Radium behoort tot de parametergroep “zware metalen”. Zoals vermeld in voorgaande paragraaf werd er een correlatie vastgesteld tussen dosistempometingen (maat voor radiumconcentratie) en cadmiumconcentraties in het vaste deel van de aarde. De verhoogde radiumconcentraties situeren zich

dus binnen de besproken verontreinigingscontour met zware metalen. Ter hoogte van de verontreinigde oevers en overstromingsgebieden wordt een dosistempo van > 150 nSv/h vastgesteld, wat overeenstemt met een activiteitsconcentratie van 600 Bq/kg. Maximaal wordt 2.200 nSv/h vastgesteld.

Dosistempo's > 80 à 100 nSv/h kunnen mogelijk schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid, mits een levenslange blootstelling door radon accumulatie binnenshuis. In praktijk zijn deze gebieden hoe dan ook ongeschikt als woonzone, omdat ze als overstromingsgevoelige gebieden nooit de watertoets zullen kunnen doorstaan. De andere blootstellingswegen, zoals rechtstreekse gammastraling en ingestie via de voedselketen, geven aanleiding tot veel minder risico.

In 1999 werd een uitgebreide studie uitgevoerd naar de stralingsbelasting van de bevolking ter hoogte van de Grote Laak (SCK 1999). De dosisschattingen zijn sterk afhankelijk van gekozen blootstellingsscenario's en de graad van conservatisme. Een realistic-case scenario voor de meest blootsgestelde leden van de bevolking leidde tot een uitwendige dosis van maximaal 1 mSv/jaar.

De dosis te wijten aan natuurlijke radioactieve stralingsbronnen bedraagt in België ongeveer 2,5 mSv/jaar. De Belgische reglementering beperkt de aanvullende toegestane stralingsdosis voor de bevolking tot 1 mSv/jaar. De dosis afkomstig van alle kunstmatige toepassingen van radioactiviteit, met uitzondering van deze opgelopen als patiënt bij geneeskundige zorgverstrekking (CT-scan komt bijvoorbeeld overeen met 10 mSv), mag voor geen enkele burger deze limiet overschrijden (behalve indien hij beroepshalve met ioniserende straling omgaat) (bron FANC).

Louter uit voorzorg zou men bepaalde gebruiksbeperkingen kunnen overwegen ter hoogte van de meest verontreinigde gebieden om zo zeer lange verblijfstijden of dieet dat voor een groot percentage bestaat uit gewassen voor directe menselijke consumptie gekweekt op deze gronden, te vermijden.

Gelet op voorgaand onderzoek en gelet op het feit dat straling een federale materie betreft, wordt er voorlopig niet verder ingegaan op het gegeven van straling. Er wordt wel geadviseerd om de mogelijke blootstellingsrisico's mee op te nemen in de risico-evaluatie en op te maken veiligheidsplan(nen) voorafgaande de saneringswerken.

#### *2.1.2.3 CHLORIDEN*

Ten gevolge van de jarenlange lozing van zoutrijk afvalwater is de waterbodem van de Grote Laak verontreinigd met chloride. Door het deponeren van verontreinigd slib op de oevers en overstromingen met chloriderijk beekwater is zowel grond als het ondiep grondwater verzilt.

Chloride is een niet-genormeerde parameter volgens het Vlarebo. In bovenvermelde onderzoeken werden de analyseresultaten vergeleken met een streefwaarde van 200 mg/kg.ds (VROM, 1999, Nederland), doch werden er meer onderbouwde risicogebaseerde milieugrenzen afgeleid door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM, Nederland) in 2008 (Ref. Rapport 711701075/2008). De milieugrenzen worden samengevat in onderstaande tabel.

Bij evaluatie van de ernst van de bodemverontreiniging is gebleken dat er van de verontreiniging met chloriden (in grondwater, land- en waterbodem) een beperkt risico uitgaat. Voor eventuele menselijke of dierlijke gebruikers zijn chlorides weinig toxisch. Chloriden vormen tenslotte noodzakelijke elementen. Er zijn geen vergunde grondwaterwinningen in dit deel van de aquifer. Het risico op verdere verspreiding is eveneens beperkt omdat dit grondwater zich bevindt binnen de drainerende werking van de beken zodat een min of meer gesloten circuit bestaat en verdere verspreiding (naar de diepte of buiten het overstroomde gebied) vrijwel uitgesloten is. Samenvattend kan gesteld worden dat er een beperkte bedreiging uitgaat van de bodemverontreiniging en een sanering noodzakelijk is. De sanering is beperkt urgent.

Gezien de verontreiniging in hoofdzaak veroorzaakt is door lozingen voor 1995, maar de lozingen ook na 1995 nog plaats vonden, dient de verontreiniging beschouwd te worden als gemengd, overwegend historisch (75%).

Op basis van de beschikbare gegevens kan echter redelijkerwijze verondersteld worden dat de geschetste actuele en potentiële risico's voor mens, natuur, bodem en grondwater voldoende gekend en eerder beperkt zijn. Een lagere frequentie van natuurlijke overstromingen kan al een gunstig effect hebben, een lagere belasting van lozingswater op de lokale waterlopen of het stroomafwaarts verplaatsen van de lozingspunten naar grotere rivieren kan leiden tot volledig herstel van de natuurwaarden.

Toch werd een saneringsnoodzaak gedefinieerd voor drie verschillende media, namelijk de oevers (id 11), de overstromingsgebieden (id 12) en de waterbodem (id 13). In onderstaande paragrafen worden de voornaamste bevindingen samengevat per medium.

Oevers (id 21) en Overstromingsgebieden (id 22)

Voor het vaste deel van de aarde in de overstromingsgebieden zijn er geen analyseresultaten beschikbaar voor chloride. Gelet op de beperkte onderzoekdata voor chloriden werd geen statistische correlatie aangetoond tussen de aanwezigheid van chlorides in het vaste deel van de aarde en de dosistempowaarden. Vanwege de correlatie tussen het reliëf (zoals antropogeen beïnvloede oeverwallen en overstromingsgebieden met natuurlijke sedimentatie), de aanwezigheid van zware metalen in het vaste deel van de aarde en de relatie met de dosistempowaarden, wordt aangenomen dat over het volledige overstromingsgebied de onverzadigde zone vermoedelijk ook aangerijkt is met chlorides als gevolg van sedimentatie van rivierslib en uitloging vanuit dit slib. Aanvullend werden geofysische metingen (geoelektrische metingen, conductiviteitsmetingen, sonderingen en CPT) uitgevoerd, die eenzelfde hypothese bevestigen. Daarnaast wordt er, buiten de overstromingsgebieden die met zware metalen zijn geïmpacteerd, geen verzilt grondwater vastgesteld.

Men kan dus veronderstellen dat binnen de zone met verhoogde dosistempometingen de bodem ook gekenmerkt zal worden door hogere chloridenconcentraties. Chloriden spoelen makkelijker uit dan zware metalen zodat mogelijk na een zekere tijd de oorspronkelijke verhouding chloriden/cadmium kleiner wordt.

Bijgevolg wordt aangenomen dat de horizontale verontreinigingscontour voor zware metalen in het vaste deel van de aarde, met een oppervlakte van ca. 53 ha oever en ca 3 ha overstromingsgebied, ook geldt voor de verontreiniging met chloriden in het vaste deel van de aarde.

Chloriden zijn goed oplosbaar in water en spoelen gemakkelijk uit. Dit wordt bevestigd door de concentraties in het ondiepe grondwater (zie verder). Bijgevolg wordt aangenomen dat de chloriden via overstromingssedimenten op de oevers (535.000 m2) en overstromingsgebieden (29.150 m2) terechtgekomen zijn en via uitloging de volledige onverzadigde zone eronder hebben aangereikt. In normale omstandigheden is de grondwatertafel in het centrum van de valleien ca. 0,5 tot 1,5 m diep.

Op basis van hogervermelde resultaten en aannames wordt het volume grond met potentieel verhoogde chloride concentraties langsheen de Grote Laak geraamd op ca. 565.000 m3, rekening houdende met een gemiddelde diepte van 1 m. Deze spoelen echter gemakkelijk uit. Zonder nieuwe overstromingen met zout water is dit dan ook een tijdelijk fenomeen.

Waterbodem (id 23)

In 2010 (Controleonderzoek TEC) werden ook de concentraties aan chloriden nagegaan in de waterbodem, ter hoogte van 4 locaties op de Grote Laak.

In 9 van de 11 stalen van de sliblaag werden concentraties hoger dan 340 mg/kg.ds vastgesteld (MPC-waarde). In 5 van de 11 stalen werden concentraties hoger dan 2.100 mg.kg.ds vastgesteld (SRC-waarde), met een maximale concentratie van 7.500 mg/kg.ds. In de onderliggende natuurlijke bodem vertoonden 3 van de 5 controlestalen concentraties hoger dan 2.100 mg/kg.ds, met een maximale concentratie van 7.000 mg/kg.ds. Deze resultaten bevestigen de aanwezigheid van significant verhoogde concentraties aan chloriden in de waterbodem.

Het met chloriden verontreinigd volume aan waterbodem voor de Grote Laak wordt geraamd op ca. 36.000 m3, gelijk aan de volumeraming van de verontreinigde waterbodem met zware metalen

De verontreinigingssituatie in het grondwater werd in kaart gebracht aan de hand van diverse onderzoeksgegevens. Daarbij werkt gebruikt gemaakt van klassieke grondwaterstalen en -analyses (op chloriden en/of geleidbaarheid).

De klassieke dataset bestond ondermeer uit:

- 16 ondiepe peilputten (onderkant filter max. 2,5 m-MV) volgens 4 profielen loodrecht op de Grote Laak (OBO 2003);

- 12 diepere putten (onderkant filter op 20, 40, 60 en 100 m) ter hoogte van de Grote Laak (OBO 2003);

- Studie van een paar 100 ondiepe putten via de Databank Ondergrond Vlaanderen in de periode 2002 – 2007 (SLiM 2008);

De beschikbare analyses op chloriden konden, hoewel fragmentarisch en meestal ondiep, nuttig gekoppeld worden aan de ruimtelijk meer interessante onrechtstreekse informatie zoals dosistempometingen (kartering in het horizontale vlak) en profielen of sonderingen op basis van geofysische meettechnieken (verticaal). Zo werden er in kader van verschillende onderzoeken geoelektrische metingen, conductiviteits-sonderingen en CPT's uitgevoerd.

In het onderzochte freatische grondwater buiten de invloed van de Grote Laak worden geen verhoogde zoutgehaltes vastgesteld. Hogere chloride concentraties zijn enkel sporadisch te vinden in putten die zich situeren binnen de afgeperkte verontreinigingscontouren met verhoogde dosistempometingen. Men meet verhoogde chlorideconcentraties tot een diepte van ca. 5 m-mv en met maxima van 2.000 à 3.000 mg/l ter hoogte van de grondwatertafel, afnemend naar ca. 200 mg/l aan de basis. De freatische grondwaterverontreiniging wordt bijgevolg afgeperkt op 5 m-mv.

Bijgevolg wordt aangenomen dat de horizontale verontreinigingscontour voor chloriden in het vaste deel van de aarde, met een oppervlakte van ca. 53 ha oever en ca 3 ha overstromingsgebied, ook geldt voor de verontreiniging met chloriden in het grondwater. De grondwatertafel situeert zich tussen het maaiveld (0 m-mv) en ca. 2,5 m-mv. De verticale afperking van het verontreinigd grondwater beperkt zich tot de dikte van de alluviale afzettingen (tot max. 5 m-mv).

Het verontreinigd volume grondwater voor de Grote Laak wordt geraamd op 835.500 m3, rekening houdend met een oppervlakte van 557.000 m2 (zone > 150 nSv/h), een verontreinigde diepte van 5 m en een porositeit van 30%.

Ter hoogte van het overstromingsgebied "het Zammels Broek" werd een aanrijking van het diepe grondwater vastgesteld. In het OBO van 2003 werd in het grondwater op 20 en op 40 m diepte respectievelijk 735 en 1.640 mg/l chloriden aangetroffen. In daaropvolgende onderzoeken is bij meerdere gelegenheden aangetoond dat voor de Grote Laak infiltratie van zout water vanuit de natuurlijke bedding van de beek naar de ondergrond eerder theoretisch is en vooral dat de hogere geleidbaarheden en zoutconcentraties in het diepe grondwater een andere oorzaak hebben (SLiM 2005; OBO 2003 en

Haskoning 2007). De reden voor deze diepere verzilting ligt waarschijnlijk bij de nabijgelegen drinkwaterwinning van Westerlo (PIDPA).

Deze verzilting van het diepere grondwater werd afgeperkt in kader van dossier 832 (BBO 2012 (Kepkensberg). Daar werd besloten dat de zoutverontreiniging niet afkomstig is van de Grote Laak. Bijgevolg moeten in kader van deze opdracht geen maatregelen voorzien worden voor deze diepe verontreiniging.

Overige parameters t.h.v. de Grote Laak

Tijdens de klassieke staalnames van de oevers en overstromingsgebieden werden voornamelijk analyses uitgevoerd op het SAP.

In enkele van deze stalen werden ook normoverschrijdingen voor andere verontreinigingsparameters dan hierboven besproken vastgesteld, zoals minerale olie (max. 1.400 mg/kg.ds), PCB's (max. 0,36 mg/kg.ds) en OCB's (max. 0,51 mg.kg.ds). In het volledige verontreinigingsbeeld zijn deze vaststellingen beperkt en situeren deze zich binnen de verontreinigingscontouren met zware metalen (met cadmium als gidsparameter).

In voorgaand onderzoek werden diverse stalen van de oevers geanalyseerd op het structuurpakket met lutum gehalte. In 2010 (Controleonderzoek TEC) werden waterbodemstalen van de Winterbeek geanalyseerd op het structuurpakket en een uitgebreide korrelgrootteverdeling. Er werd een overwegend zandige waterbodem vastgesteld. Ter hoogte van de Grote Laak werden echter geen korrelgrootteverdelingen uitgevoerd van de waterbodem.

### 2.1.2.4 *SAMENVATTING*

In onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de saneringsplichtige verontreinigingen, op basis van de gekende onderzoeken.

**Tabel 3.5: Samenvatting van de verontreinigingstoestand (per perceel, zone of deellocatie)**

| Zone | referrentienr verontreiniging (1) | Medium (2) | Parameter/ -groep | Aard verontreiniging | Beoordeling (3) | Bron / Verspreiding (4) | Urgentieklasse na BBO | Noodzaak bijkomende | Gebruiksadvies |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oevers | 11 | VDA | Zware metalen | H | Q | B | IV | - | GA1<br>Ga3d<br>GA3f<br>GA4a |
| Overstromings-gebieden | 12 | VDA | Zware metalen | H | Q | V | IV | - | GA1<br>Ga3d<br>GA3f<br>GA4a |
| Waterloop | 13 | waterbodem | Zware metalen | GOH | Q | V | IV | - | - |
| Oevers | 21 | VDA | Chloriden | GOH | Q | B | IV | - | GA1<br>Ga3d<br>GA3f<br>GA4a |
| Overstromings-gebieden | 22 | VDA | Chloriden | GOH | Q | V | IV | - | GA1<br>Ga3d<br>GA3f<br>GA4a |
| Waterloop | 23 | waterbodem | Chloriden | GOH | Q | V | IV | - | |
| Oevers en oeverstromings-gebieden | 30 | GW | Chloriden | GOH | Q | V | IV | - | GA2a<br>GA2b<br>Ga3d<br>GA3f<br>GA4a |

(1) Dit nummer stemt overeen met het referrentienummer van de verontreiniging
(2) Vaste deel aarde, grondwater of puur product
(3) Zie legende
(4) B of V: bron- of verspreidingsperceel
(5) Voorzorgsmaatregelen, gebruiksbeperking, veiligheidsmaatregelen

| Legende | |
|---|---|
| *Aard:* | nieuwe bodemverontreiniging: bodemverontreiniging die tot stand gekomen is na 28 oktober 1995;<br>historische bodemverontreiniging: bodemverontreiniging die tot stand gekomen is voor 29 oktober 1995;<br>gemengde bodemverontreiniging: bodemverontreiniging die tot stand gekomen is gedeeltelijk voor 29 oktober 1995 en gedeeltelijk na 28 oktober 1995; |
| *Beoordeling:* | |

| Legende | |
|---|---|
| *O:* | voor geen enkele genormeerde parameter werd de richtwaarde voor het vaste deel van de aarde en/of het grondwater overschreden;<br>voor geen enkele niet-genormeerde parameter is er noodzaak tot bodemsanering; |
| *P:* | de richtwaarde wordt overschreden voor één of meerdere genormeerde parameters maar er is voor het vaste deel van de aarde en/of het grondwater geen noodzaak tot bodemsanering; |
| *Q:* | er is noodzaak tot bodemsanering indien bij nieuwe bodemverontreiniging er een overschrijding van de bodemsaneringsnormen is en indien er voor bodemverontreiniging die omwille van haar bijzonder aard niet aan bodemsaneringsnormen kan worden getoetst een ernstige bodemverontreiniging vastgesteld is;<br>er is noodzaak tot bodemsanering indien bij historische bodemverontreiniging er een ernstige bodemverontreiniging vastgesteld is. |

#### *2.1.2.5 SAMENVATTENDE TABELLEN PER VERONTREINIGING*

Zie Deel 9.

### 2.1.3 BIJKOMENDE ONDERZOEKSVERRICHTINGEN

#### *2.1.3.1 KARTERING IN FUNCTIE VAN DE CONSTRUCTED WETLANDS / VERNATTINGSZONES VOLGENS LIFE NARMENA*

In augustus – september 2022 werden enkele veldwerkcampagnes uitgevoerd voor de kartering van de verontreinigingen in twee zones binnen deelgebied 4, Trichelsbroek en Zammelsbroek. In deze zones is *Nature Based Remediation* voorzien in kader van LIFE Narmena. De kartering had als doel om de verontreinigingssituatie in meer detail te bepalen. Hierop kon dan enerzijds het finale ontwerp van de *Nature Based Remediation* techniek afgestemd worden én konden locaties geselecteerd worden voor de detail-monitoring van de effectiviteit van de techniek.

De resultaten van de kartering zijn bijgevoegd in Bijlage 13; de resultaten zijn planmatig weergegeven op de figuren in Bijlage 5.

#### *2.1.3.2 DETAIL-MONITORING IN KADER VAN LIFE NARMENA*

Voor de opvolging van de *Nature Based Remediation* wordt binnen LIFE Narmena een heel pakket aan gesofisticeerde monitoringstechnieken toegepast. De baseline van deze detailmonitoring valt buiten de scope van het bodemsaneringsproject en wordt uitgevoerd in oktober 2022 (veldwerk) – januari 2023 (laatste resultaten binnen). De resultaten zullen evenwel verwerkt worden in opvolgingsrapporten voor LIFE Narmena, die mee zullen opgenomen worden in de tussentijdse rapportering van de saneringswerken.

#### *2.1.3.3 BIJKOMENDE OPMETINGEN WATERBODEM*

In oktober 2022 werd door de VMM een opmetingscampagne uitgevoerd om de slibdikte te bepalen. De resultaten van de kartering zijn bijgevoegd in Bijlage 13; de locaties zijn planmatig weergegeven op de figuren in Bijlage 5.

#### *2.1.3.4 GRONDWATERMODELLERING*

Er werd een grondwatermodel opgesteld om het effect te simuleren van de maatregelen die noodzakelijk zijn om een permanente vernatting te realiseren ter hoogte van Trichelbroek en Zammelsbroek.

Het model is toegevoegd in Bijlage 19; de bevindingen van het model worden gehanteerd bij de dimensionering van de saneringsmaatregelen in Zammelsbroek en Trichelbroek (§4.2.3en §4.2.4).

### 2.1.4 BODEMKUNDIGE EN HYDROLOGISCHE GEGEVENS

De bodemkundige en geohydrologische gegevens in de omgeving van de onderzoekslocatie werden verzameld op basis van volgende bronnen:

- Beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd door RSK Benelux BVBA dd. 2009.
- Eerste gefaseerd bodemsaneringsproject deelgebied 1 uitgevoerd door Aecom bvba dd. 2020.
- Databank Ondergrond Vlaanderen (https://dov.vlaanderen.be)

**Tabel 3.6: Geologische opbouw**

| Diepte (m-mv) | Textuur | Stratigrafie | Doorlaatbaarheid | | OM (%) | Klei (%) | Opmerking |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Decimaal (m/d) | Beschrijving | | | |
| 0-2.5 | Zand/ zandlee m/ Klei en lokaal veen | Quartair | 1 | Doorlatend | 13,5 | 6,7 | - |
| 2,5-110 | Middel tot grof zand met glauconi et | Formatie van Diest | 10-30 | Goed doorlatend | - | - | - |
| >110 | Klei met septaria en silt. | Formatie van Boom | - | Zeer slecht doorlatend | - | - | - |
| De doorlaatbaarheid werd bepaald op basis van literatuurgegevens | | | | | | | |

Specifiek voor de Grote Laak zijn de huidige waterbodem en valleibodems van de Grote Laak gevormd in het Kwartair. Dit geeft overwegend zandige en iets hogere oeverwallen langs de beek en kleiige sedimenten in de dikwijls lagergelegen komgronden erachter.

Uit de recente opmetingen door de VMM blijkt dat de slibdikte in deelgebied 4 varieert van 0 tot 100 cm. Op basis van de beschikbare gegevens wordt een gemiddelde slibdikte van 52 cm berekend.

Het onderliggende vaste deel van de waterbodem bestaat eerst uit een overwegend grijsbruin zandig pakket (ca. 0 – 40 cm) waarna overwegend blauwgroen glauconietrijke zanden voorkomen

Het terrein is niet gelegen in een waterwingebied of grondwaterbeschermingszone.

Volgens de gegevens die beschikbaar zijn op de website van DOV bevinden zich geen vergunde grondwaterwinningen binnen een straal van ca. 500 m rond de onderzoekslocatie.

Uit de kwetsbaarheidskaart van het grondwater blijkt dat de bodem ter hoogte van de onderzoekslocatie wordt aangemerkt als zeer kwetsbaar (Ca1). D.w.z. dat de watervoerende laag bestaat uit zand met een zandige deklaag.

**Tabel 3.7: Grondwaterstand en stromingsrichting**

| | |
|---|---|
| Grondwaterkwetsbaarheid: | Zeer kwetsbaar (Ca1) |
| Diepte grondwatertafel (m-mv): | Zeer variabel. Van 0 tot 2,5 m-v |

| | |
|---|---|
| **Grondwaterstromingsrichting:** | In de buurt van de waterlopen kan de stromingsrichting afbuigen naar de waterloop, aangezien deze een overwegend drainerend karakter kent. |

De Grote Laak is een typische laaglandbeek met een laag verval en een sterke meandering. Ze ontspringt niet vanuit echte bronnen, maar wordt veeleer gevoed door oppervlakkig kwelwater dat via een netwerk van grachten en sloten in de beek terechtkomt.

De Grote Laak is van nature over gans het traject, tot aan de monding in de Grote Nete, drainerend. De waterloop vervoert daardoor een mengwater bestaande uit hemelwater, grondwater en afvalwater.

Overstromingsgebieden

Bij overvloedige neerslag treedt de Grote Laak buiten haar oevers om in de overstromingsgebieden grenzend aan de waterloop te stromen (voornamelijk in het benedenstrooms gedeelte).

Op de figuren in bijlage worden voor het deelgebied 4 de recente overstromingsgebieden weergegeven.

Monding zijstromen

De Grote Laak kent verschillende zijstromen die uitmonden op de hoofdstroom. De zijstromen voor deelgebied 4 worden weergegeven op het overzichtsplan in bijlage. Een overzicht van de verschillende zijstromen (van Oost naar West) wordt weergegeven in onderstaande tabel met de huidige klassering en beheerder.

**Tabel 3.8: overzicht zijstromen Grote Laak**

| Waterloop | Klassering* | Beheerder |
|---|---|---|
| Zonder naam (VHA9176) | Niet geklasseerd | Eigenaars belendende percelen |
| Hoefkensloop | II | Provincie Antwerpen |

* Bron Geopunt 06/2021

Daarnaast is er ook een waterloop die eveneens Kleine laak heet die net voor de monding van de Grote Laak in de Grote Nete vlak langsheen de Grote Laak stroomt. Deze Kleine Laak mondt eveneens uit in de Grote Nete en fungeert als bypass. Deze waterloop is eveneens verontreinigd, maar het is niet geheel duidelijk in kaart gebracht en omvat vermoedelijk een combinatie van verontreiniging afkomstig vanuit de Grote Laak en vanuit de Grote Nete. De sanering van deze Kleine Laak maak geen deel uit van voorliggend BSP en dient nog voorafgegaan te worden door een beschrijvend bodemonderzoek. Het is wel belangrijk dat na sanering de nalevering vanuit deze Kleine Laak naar de Grote Laak maximaal wordt tegengegaan.

## 2.2 DE LOCATIE

### 2.2.1 AANWEZIGE BEDRIJFSACTIVITEITEN DIE DE SANERING KUNNEN HINDEREN

Er zijn geen industriële activiteiten op de betrokken percelen ter hoogte van Deelgebied 4.

Ter hoogte van de overgang van segment A naar segment B zijn enkele landbouwakkers en weilanden aanwezig welke grenzen aan de Grote Laak. Verder zijn de aangrenzende percelen allen natuurgebied.

### 2.2.2 TOEKOMSTPLANNEN

De bestemming van de betrokken terreinen langs de Grote Laak na de saneringswerken blijft ongewijzigd. Er dient evenwel te worden opgemerkt dat dat door mogelijk eco-hydrologische herinrichting, het gebruik van een deel van het perceel wijzigt, hoewel de bestemming van het perceel gelijk blijft.

### 2.2.3 BEBOUWING, INFRASTRUCTUUR OF MACHINES DIE AL DAN NIET KUNNEN WORDEN VERWIJDERD

De Grote Laak ligt op voldoende afstand van gebouwen, om geen hinder te ondervinden tijdens de sanering van de waterbodem. Tijdens de sanering van oevers en/of zullen tijdelijke structuren (afsluitingen, hekwerk) verwijderd worden om de sanering uit te voeren. Permanente structuren zoals bruggen of gebouwen worden niet verwijderd.

In geval landschapselementen (aanplantingen, afsluitingen, …) worden aangetroffen t.h.v. de beheersstrook die niet conform de regelgeving staan ingepland worden mee verwijderd tijdens de saneringswerken. Deze zullen dan ook niet worden teruggeplaatst.

### 2.2.4 FUNDERING VAN DE GEBOUWEN

In het kader van voorliggend bodemsaneringsproject wordt geen ontgraving langs of ter hoogte van gebouwen voorzien. Bovendien zal de ontgravingsdiepte over het algemeen beperkt blijven tot ca. 0,5 m-mv.

### 2.2.5 AANWEZIGHEID RIOLERING, KABELS, LEIDINGEN EN DIEPTE DAARVAN

In het kader van de opmaak van voorliggend bodemsaneringsproject werd een KLIM-KLIP melding uitgevoerd. Voor een visuele weergave van de aanwezige nutsleidingen ter hoogte van de onderzoekslocatie wordt verwezen naar Deel 8 Bijlage 17

In het kader van dit project dienen de aanwezige nutsleidingen steeds gevrijwaard te worden van schade. Het is momenteel niet de bedoeling om tijdens de saneringswerken nutsleidingen te gaan omleggen of tijdelijk te onderbreken.

### 2.2.6 OMGEVINGSGEVOELIGHEID VOOR GELUIDSHINDER EN GEUREMISSIES

Een groot deel van het onderzoeksgebied kan als gevoelig worden beschouwd voor geluidshinder of geuremissies. Dit betreffen meer bepaald de deellocaties de hoofdbestemming natuur is.

Geuremissies vallen gelet op de aard van de contaminanten niet te verwachten. Door de inzet van graafmachines en zware vrachtwagens voor de uitvoering van de saneringswerken valt een zekere geluidshinder tijdens de uitvoering niet uit te sluiten. Deze hinder is echter beperkt in tijd en steeds zeer lokaal.

### 2.2.7 NABIJHEID OPPERVLAKTEWATER

In het kader van de waterbodemsanering is een ontwatering van het slib voorzien. Deze ontwatering is noodzakelijk alvorens het ontwaterde slib kan gestort worden op de saneringsberging. Voor deze ontwatering wordt ter hoogte van de projectlocatie een slibontwatering ingericht. Het drainagewater van deze slibontwatering zal vervolgens geloosd worden op de Grote Laak, na een eventuele extra zuiveringsstap.

### 2.2.8 LOZINGSPUNTEN IN DE OMGEVING

De saneringslocatie betreft de Grote Laak en zijn oevers. De Grote Laak aldus kan als lozingspunt worden gebruikt.

### 2.2.9 TOEGANG TOT HET TERREIN MET ZWARE/GROTE MACHINES, VERKEER

De projectzone bestaat voornamelijk uit landbouw- en natuurgebied. Op de oevers en in de overstromingsgebieden is het terrein vaak drassig (vernatting t.g.v. hoge grondwaterstand) en sterk begroeid met bomen, ruigten en/of landbouwgewassen.

De Grote Laak is vaak vrij smal. Om de waterbodem civieltechnisch te saneren wordt één werfweg aan één zijde van de waterloop voldoende geacht. Vanuit een beheersoogpunt dient in principe één erfdienstbaarheidsstrook van 5 m beschikbaar te zijn voor dergelijke werken. Om een logistieke doorstroming te realiseren (kraan en dumpers) en om de oevers aan de overzijde te bereiken, kunnen rijplaten of tijdelijke werfbruggen (tijdelijke verbuizingen van de Grote Laak) noodzakelijk zijn. Structuren (bv afsluitingen) of bomen, die aanwezig zijn binnen deze erfdienstbaarheidstrook worden, indien noodzakelijk voor de uitvoering van de sanering verwijderd. Indien de aanwezige structuren reglementair aanwezig waren, worden deze herplaatst.

In kader van het saneringsconcept wordt de waterloop of oever als toegankelijk beschouwd indien deze via de beheerweg (mits rijplaten) kan bereikt worden, of indien een tijdelijk werfweg (met logistieke ontsluiting) BATNEEC gerealiseerd kan worden. Daar waar moerassen, waterige broeken of bossen aanwezig zijn tot tegen de Grote Laak, wordt een aan te leggen werfweg niet BATNEEC geacht. Het spreekt voor zich dat de natuurschade door een moerasdemping of bosrooing veel groter zijn dan de natuurbaten door middel van een actieve saneringsmaatregel.

In kader van voorliggend BSP wordt een tijdelijke ontwateringszone ingericht. Er wordt ook één permanente slibvang ingericht, om hercontaminatie, tijdens en na de uitvoering van de sanering maximaal te verhinderen. Deze terreininvullingen vragen eveneens ruimte. Op basis van de mogelijkheden worden de meest optimale locaties geselecteerd en worden afspraken gemaakt met de betrokken eigenaars. Idealiter situeren deze zones zich nabij de openbare weg, opdat deze tijdens de werken en latere beheersinspanningen vlot bereikbaar zijn voor zwaar verkeer

### 2.2.10 GRONDWATERWINNINGEN IN DE OMGEVING EN EVENTUELE TE VERWACHTEN HINDER

In een straal van 500m rond het deelgebied 4 bevinden zich geen vergunde grondwaterwinningsputten.

### 2.2.11 REINIGBAARHEID VAN DE GROND

De grond wordt als niet-reinigbaar beschouwd door de aanwezigheid van verhoogde concentraties aan radioactief radium en de hoge restfractie aan fijne fractie en organische materiaal.

Omwille van de specifieke verontreinigingssituatie komen deze partijen in aanmerking voor de saneringsberging op de terreinen van Tessenderlo Group (Genenbosstraat – Genendijkerveld te Tessenderlo). Er is voldaan aan volgende acceptatiecriteria:

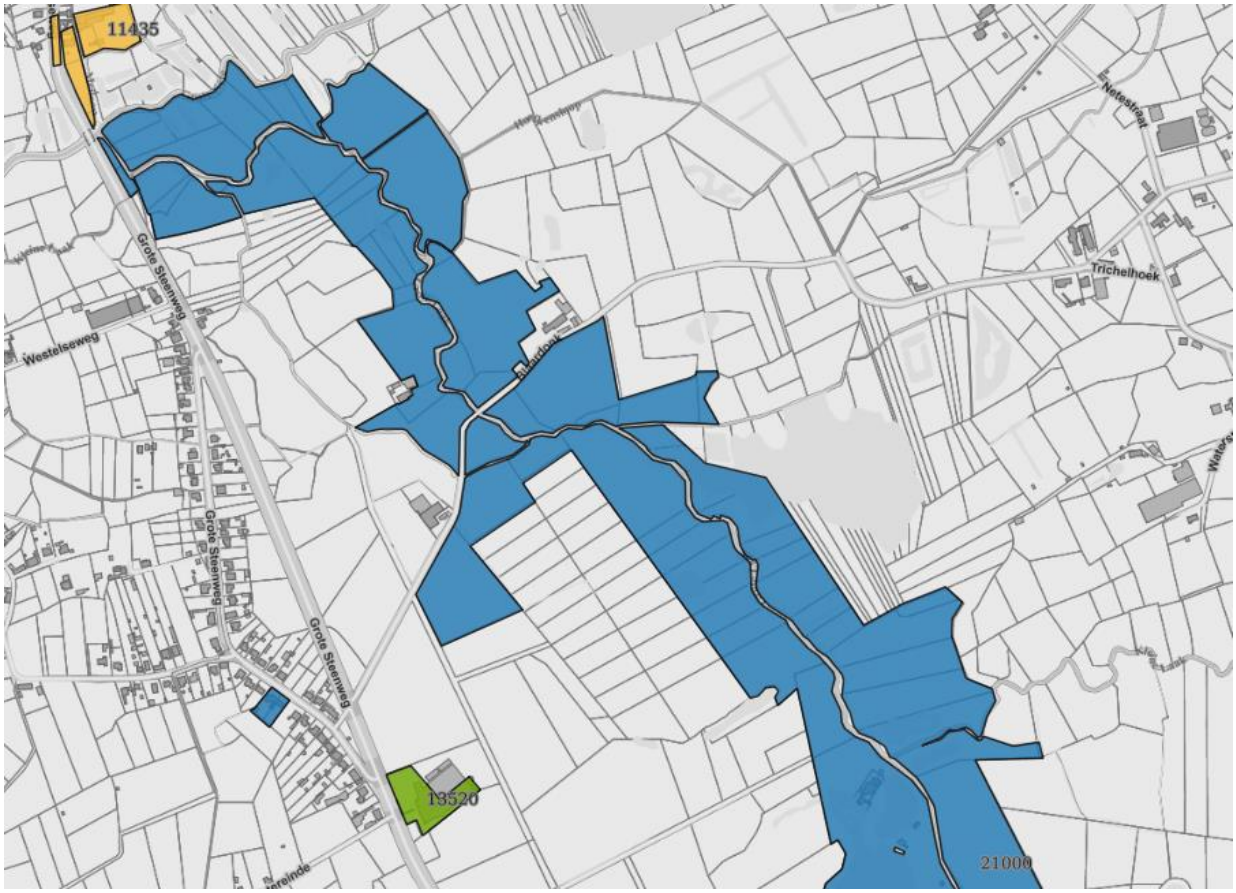
- De materialen zijn gecontamineerd door activiteiten van de vestigingen van Tessenderlo Chemie (TC);

- Ze zijn afkomstig van bodemsaneringsoperaties, grondwerken en ruimingen uitgevoerd op terreinen van TC of door TC verontreinigde gronden;
- De materialen zijn niet-reinigbaar (vanwege radioactiviteit) en voldoen aan de aanvaardbaarheidscriteria volgens art. 5.2.4.1.3 en 5.2.4.1.10 van titel II van het VLAREM in kader van de acceptatiecriteria.

### 2.2.12 ANDERE GRONDWATERVERONTREINIGINGEN IN DE OMGEVING OF OP DE LOCATIE ZELF

In dit kader moeten de bepalingen zoals vermeld in de richtlijn grondwaterhandelingen (zie http://www.ovam.be/technische-richtlijn-grondwaterhandelingen-beheer-van-bodemverontreiniging) gevolgd worden teneinde na te gaan in welke mate een andere grondwaterverontreinging al dan niet aangetrokken zou worden en of er desgevallend remediërende maatregelen noodzakelijk zouden zijn.

In de onmiddellijke omgeving van deelgebied 4 zijn op basis van het webloket van de OVAM geen andere grondwaterverontreinigingen gekend.




**Afbeelding 3: OVAM dossiers langsheen Deelgebied 4 van Grote Laak**

## 2.3 HAALBAARHEIDSONDERZOEK

### 2.3.1 LABORATORIUMPROEVEN

Niet van toepassing.

### 2.3.2 VELDEXPERIMENTEN

Niet van toepassing.

### 2.3.3 PILOOTPROEVEN

Niet van toepassing.

## 2.4 STABILITEITSMAATREGELEN

### 2.4.1 NOODZAAK TOT STABILITEITSMAATRELEN BIJ UITGRAVING

Niet van toepassing. Er worden in het kader van voorliggende project geen significante ontgravingen nabij gebouwen e.d. voorzien.

### 2.4.2 ZETTINGSBEREKENINGEN IN VERBAND MET GRONDWATERTAFELVERLAGING

Niet van toepassing. Er worden in het kader van voorliggende project geen grondwatertafelverlagingen uitgevoerd.

## 2.5 LIFE NARMENA

Voorliggend BSP beschrijft de saneringsaanpak voor de verontreiniging in de Grote Laak (Deelgebied 4). Daarnaast maakt deze BSP ook deel van het ruimere LIFE Narmena project.

Life Narmena is een gesubsidieerd project waarin de toepasbaarheid van natuur-gebaseerde saneringstechnieken wordt aangetoond, als duurzaam alternatief voor de sanering van verontreinigde waterlopen, in het bijzonder in natuurgebied. Het project wordt uitgevoerd met financiële steun vanuit het Europese LIFE programma en is een samenwerking tussen volgende partners: OVAM (projectleider), ABO, Bio2Clean, Arche, Vlaamse Milieumaatschappij, Natuurpunt, Agentschap Natuur en Bos.

Naast de uitvoering van twee grootschalige demonstratieprojecten voor de stabilisatie van metalen door middel van vernatting, in de mondingsgebieden van de Winterbeek en de Grote Laak omvat het LIFE Narmena project ook de uitvoering van pilootproeven voor constructed wetland en fytoremediatie, in het traject van de Grote Calie. De vernatting in het mondingsgebied van de Winterbeek en pilootproeven in de Grote Calie maken uiteraard geen onderdeel uit van voorliggend BSP.

Voor meer informatie in verband met het LIFE Narmena project wordt verwezen naar de projectwebsite (www.narmena.be).

# 3 SAMENVATTING RELEVANTE BODEMSANERINGSCONCEPTEN EN MCA

## 3.1 MOGELIJKE BODEMSANERINGSCONCEPTEN

In dit hoofdstuk worden de best beschikbare technieken besproken die in aanmerking komen om toegepast te worden ter hoogte van de Grote Laak. Op basis van de specifieke randvoorwaarden en uitgangspunten wordt aangegeven welke technieken geschikt en welke ongeschikt worden geacht

### 3.1.1 WATERBODEM

#### *3.1.1.1 CIVIELTECHNISCHE VERWIJDERING*

Gelet op gewenste beheersmaatregelen omwille van de overstromingsgevoeligheid van de Grote Laak en de beperkte omvang van de Grote Laak gaat de voorkeur uit naar de verwijdering van de verontreinigde waterbodem via hydraulisch of mechanisch baggeren.

Bij hydraulisch baggeren wordt het te verwijderen materiaal gemengd met water en via persleidingen hydraulisch verpompt. De leidingen kunnen tijdelijk en flexibel worden aangelegd om species over grote afstand transporteren, naar centrale ontwateringsbekkens.

Bij mechanisch baggeren wordt het te verwijderen materiaal “droog” ontgraven en via rollend materiaal naar centrale ontwateringsbekkens getransporteerd. De graafmachines kunnen voorzien worden van (deels) gesloten kraanbakken, waarbij het slib wordt vastgehouden en lucht en water kan terugvloeien naar de waterloop. Gelet op de drassige ondergrond wordt geopteerd voor een rupskraan langsheen de oevers van de Grote Laak, op rijplaten. De waterloop wordt te klein geacht om baggerwerken via een ponton uit te voeren.

Op basis van eerdere ervaringen tijdens de sanering van de Winterbeek en de voorzorgsmaatregelen en eerste deelgebied van de Grote Laak is gebleken dat de lokale waterbodem civieltechnisch kan ontgraven worden en deze techniek de meeste tijdswinst oplevert. Mechanisch baggeren heeft de voorkeur, daar waar dit fysiek mogelijk is. Gelet op de drassige ondergrond zijn dwarse stalen rijplaten of houten rijschotten noodzakelijk om een goede transportroute te realiseren, en de oevers minimaal te beschadigen.

Het ontgraven slib is verzadigd met water en wordt verzameld op ontwateringsbekkens. Alvorens de partijen off-site kunnen getransporteerd en gestort worden, dienen deze steekvast te zijn. Steekvast wordt gedefinieerd als 75% droge stof.

Tijdens de sanering van de Winterbeek en de voorzorgsmaatregelen t.h.v. de Grote Laak, werd de ontwatering succesvol uitgevoerd met tijdelijke bekkens met een drainage onder het gestockeerde slib (via zand en geperforeerd leidingwerk). De ontwatering duurt een 3-tal maanden per partij. Het water dat uit het slib komt wordt gravitair afgevoerd naar de Grote Laak (op basis van de vaststellingen tijdens de voorzorgsmaatregelen genomen door VMM in de zomer van 2019). Om te voldoen aan de lozingsvoorwaarden kan voorzien worden in een bezinkingsbuffer en eventuele waterzuivering om het fijn materiaal maximaal te beperken.

Na ontwatering kunnen de verontreinigde partijen worden gestort op de saneringsberging van Tessenderlo Group.

### 3.1.1.2 *IN SITU ISOLATIE*

Als volledige verwijdering van de verontreinigde waterbodem niet mogelijk wordt geacht, om technische, milieuhygiënische of financiële redenen, kan een permanente isolatie als saneringsmaatregel worden overwogen. Het isoleren van een verontreinigde waterbodem houdt in dat de verspreiding van residuele verontreinigende deeltjes naar de omgeving wordt voorkomen door middel van “capping”. Zo wordt verdere blootstelling aan verontreiniging vermeden.

Voor een waterloop als de Grote Laak worden de volgende types relevant geacht:

- Er wordt ervan uitgegaan dat waar het vaste deel van de waterbodem wordt ontgraven, dit heraangevuld dient te worden met proper aanvulmateriaal tot het oorspronkelijk niveau van de natuurlijk waterbodem wordt bereikt. Heraanvulling met grof zand wordt als de meest voordelige en eenvoudige optie beschouwd. Om de stabiliteit van het aanvulmateriaal te bevorderen, en zo een soort van ‘cap’ te realiseren, kan het aanvulmateriaal vermengd worden met specifieke toeslagstoffen, op voorwaarde dat eventuele kwelstromen richting beek niet verhinderd worden.

- Na ontgraving van het vaste deel van de waterbodem kan ook geopteerd worden om eventuele restverontreiniging af te dekken met een geosynthetische kleilaag (GLC) tussen de restverontreiniging en de propere aanvulgronden. Gelet op de beperkte breedte van de Grote Laak zou deze vrij eenvoudig geplaatst en verankerd kunnen worden, en kan deze techniek opwegen tegen de meervolumes bij een meer uitgebreide ontgraving en aanvulling.

De mogelijkheid om een cap te plaatsen en de dimensionering ervan zal voornamelijk afhangen van het gewenste waterbodempeil vanuit beheeroogpunt en de noodzakelijke dikte van de afdeklaag waarbij het risico op verspreiding door erosie, opduwend grondwater of toekomstige beheerwerken als minimaal worden aanzien. Idealiter wordt de dikte van de cap bepaald op basis van een hydrodynamisch model.

Verder dient rekening gehouden te worden met het risico op verwijdering van de cap bij toekomstige beheerwerken en de noodzaak tot periodieke monitoring van de cap en de verontreinigingssituatie.

In aanvulling van bovenvermelde isolatietechnieken kunnen ook nog meer exotische reactieve componenten (zoals Portland Cement) of weinig natuurlijke materialen (zoals beton of vliegas) worden gebruikt. Omwille van de hoge kostprijs en het antropogeen karakter worden deze niet weerhouden in voorliggend BSP.

Gezien het gewenste bodempeil in de Grote Laak zich eerder lager bevindt dan de momenteel reeds aanwezige peilen, is in situ isolatie geen haalbare techniek.

### 3.1.1.3 *IN SITU CHEMISCHE REDUCTIE (ISCR)*

Een alternatieve in situ variant kan bestaan uit de toediening van sulfaten in de waterbodem. In een anaerobe waterbodem zullen deze omzetten naar sulfiden, die extra bindingplaatsen generen voor zware metalen en deze doen neerslaan, waardoor de beschikbaarheid van de zware metalen afneemt. Het wordt echter weinig realistisch aanzien om sulfaat in voldoende mate geïnjecteerd en verdeeld te krijgen over de gehele waterbodem. Bovendien zouden meerdere injectierondes vereist zijn, wat moeilijk is in de weinig toegankelijke zones. Daarnaast is aan de hand van de AVS/SEM-resultaten aangetoond dat de zware metalen weinig beschikbaar zijn in het sediment voor de benthische biota. De noodzaak tot aanpak van de waterbodem is aldus eerder gelinkt met het aanpakken van het verspreidingsrisico dat van de verontreiniging uitgaat, ten gevolge van verdere verspreiding langs de Laak, of ten gevolge van

overstroming, dan de in-situ gevolgen op de biota. Bijgevolg worden ISCR niet weerhouden als mogelijke saneringstechniek.

#### *3.1.1.4 RIETVELDEN OF SLIBVANGEN*

Rietvelden of slibvangen kunnen een tweeledige functie uitoefenen. Enerzijds laten zij toe om overtollig slib in suspensie gecontroleerd op te vangen en het beheer van de waterloop te vereenvoudigen. Anderzijds kunnen deze functioneren als "biofilter" voor (rest)verontreiniging van zware metalen in de waterloop, in opgeloste fractie of gebonden aan fijne sedimentkorrels. Als een slibvang gecombineerd wordt met geleidend materiaal (zoals actief kool) en gerichte planten, kunnen metalen verwijderd worden door ionuitwisseling, adsorptie, absorptie en precipitatie met geochemische en microbiële oxidatie en reductie (vb. neerslaan van metalen als hydroxides en sulfiden). Ionuitwisseling gebeurt wanneer metalen contact maken met humus of andere organische componenten. Ter hoogte van deelgebied 4 is de aanleg van een rietveld niet haalbaar gezien het gebruik van de oevers. De aanleg van een slibvang wordt wel weerhouden, maar niet als standalone techniek, maar als een vorm van 'beheersmaatregel' na de uitvoering van de ontgravingswerken.

### 3.1.2 OEVERS EN OVERSTROMINGSGEBIEDEN

Voor de oevers en overstromingsgebieden wordt in onderstaande paragrafen het vaste deel van de aarde bedoeld die niet in contact staat met het oppervlaktewater. In de eerste deelgebieden bestaat deze partij voornamelijk uit de directe oeverstrook, deze kan verschillen in breedte. Ter hoogte van de meer stroomafwaartse gebieden werd er ca. 4 ha overstromingsgebieden als verontreinigd beschouwd in het BBO van 2009.

Gelet op de gestelde randvoorwaarden wordt een onderscheid gemaakt tussen:

- Ex-situ civieltechnische technieken: ontgraving

- In-situ saneringstechnieken: immobilisatie- of stabilisatietechnieken

#### *3.1.2.1 ONTGRAVING*

Bij een ontgraving worden de oevers afgegraven en off-site afgevoerd. De geïmpacteerde grond kan worden gestort op de saneringsberging van Tessenderlo Group.

Deze techniek is toepasbaar ter hoogte van de Grote Laak en voorziet in een snelle en doelgerichte vuilvrachtverwijdering. Echter, een ontgraving kan enkel uitgevoerd worden in de onverzadigde bodem. Indien er vuilvracht dient verwijderd te worden onder grondwaterniveau dienen maatregelen genomen te worden om het grondwaterpeil (tijdelijk) te verlagen. Het plaatsen van onttrekkingsfilters en bemalingssystemen op schaalgrootte van de Grote Laak wordt niet BATNEEC geacht. Bij de sanering van de Winterbeek is bovendien vastgesteld dat, door eerst de ruiming van de beek uit te voeren, de grondwatertafel voldoende verlaagd was, om de ontgraving ter hoogte van de oever tot de gewenste diepte uit te voeren. Een toepassing van deze strategie lijkt aldus ook aangewezen voor de sanering van de Grote Laak (ruiming waterbodem alvorens de oevers te saneren).

De diepte van de ontgraving kan variëren naargelang de saneringsdoelstelling. Dit kan resulteren in een risico-gebaseerde leeflaagsanering (ook vorm van isolatie) of maximale vuilvrachtverwijdering. Aangezien

er in de onmiddellijke nabijheid van de oever langsheen deelgebied 4 geen te vrijwaren constructies aanwezig zijn, kan de ontgraving onder talud worden uitgevoerd zonder bijkomende stabiliteitsmaatregelen. Bij het ruimen van de Grote Laak, in kader van de voorzorgsmaatregelen werd oeverinstabiliteit vastgesteld. Vermoedelijk betreft het hier 'afgezet' sediment dat, ten gevolge van het ruimen van de waterbodem, instabiel is geworden. Het is aangewezen om dit sediment mee te verwijderen bij het ruimen van de waterbodem.

In de natuurgebieden kan een ontgraving van de toplaag overwogen worden als vorm van plaggen. Deze techniek bestaat uit het verwijderen van de bovenste grondlaag met begroeiing om gebieden vanuit beheeroogpunt te verschralen. Dit wordt veeleer ter verjonging en verschraling van heidegebieden toegepast. Het natuurgebied ter hoogte van de Grote Laak bestaat voornamelijk uit nutriëntrijke beekvalleien en broeken. Bijgevolg wordt deze techniek voor deelgebied 4 niet weerhouden.

#### *3.1.2.2 IN SITU VERZURING & EXTRACTIETECHNIEK*

Een met zware metalen geïmpacteerde bodem zou gespoeld kunnen worden met sterke zuren, waarna deze worden opgepompt en on-site worden gereinigd in een mobiele waterzuiveringsinstallatie. Gelet op de omvang van voorliggende verontreinigingssituatie (overwegend in de onverzadigde zone), de afwezigheid van significante verontreiniging in het grondwater en de potentiële negatieve impact op de bodemcondities (sterke verzuring) wordt deze techniek niet weerhouden voor deelgebied 4.

#### *3.1.2.3 IN SITU ISOLATIE*

Een verontreiniging met zware metalen kan eveneens geïsoleerd worden door het aanbrengen van een verharding of isolerende laag of matten, waardoor humane blootstelling en potentiële verspreiding maximaal wordt voorkomen. Gezien het ecologisch belang van de oevers en overstromingsgebieden, en een ophoging van de gehele zone als niet uitvoerbaar wordt beschouwd, wordt deze techniek niet weerhouden.

#### *3.1.2.4 IN SITU IMMOBILISATIE*

Ter immobilisatie van zware metalen in de bodem kunnen toeslagstoffen geïnjecteerd of toegediend worden, waardoor de biobeschikbaarheid van zware metalen afneemt. Enkele mogelijkheden bestaat uit:

- Toedienen van kalk om de zuurtegraad (pH) te verhogen. De natuurlijke zandgronden in de Kempen zijn overwegend zuur, waardoor dit periodiek dient toegediend te worden om de kalkrijke condities te behouden. Dit is bijvoorbeeld toepasbaar in intensieve landbouwgebieden.

- Toedienen van immobilisatoren, vergelijkbaar met de componenten die als toeslagstoffen worden toegepast in capping technieken van de waterbodem (kleivarianten, vliegas, apatite

mineralen, etc.). De mogelijke additieven beïnvloeden het "natuurlijk" karakter van de bodem en zijn sterk afhankelijk van het type bodem.

Het is onzeker of dit op grote schaal kan worden toegepast ter hoogte van de Grote Laak, aangezien deze toeslagstoffen in grote volumes dienen toegebracht te worden aan de onverzadigde bodem (mengtechnieken). Gelet op de onzekerheid van slagen en vanuit praktische overwegingen worden dergelijke technieken niet weerhouden voor de sanering van de oevers ter hoogte van deelgebied 4.

#### 3.1.2.5 *FYTOREMEDIATIE*

Fytoremediatie kan toegepast worden als duurzame, groene saneringstechnologie die gebruik maakt van planten en hun geassocieerde micro-organismen om de biobeschikbaarheid van zware metalen in de bodem te verlagen. Voor anorganische zware metalen (overwegend aanwezig in de onverzadigde bodem) worden volgende varianten als relevant aanzien:

- Bij fytoextractie worden metalen opgenomen door de plantenweefsels en vervolgens geaccumuleerd in bij voorkeur de bovengrondse delen van de plant. De metaalopname en accumulatie is sterk afhankelijk van de plantensoort, het type en de concentratie van de verontreiniging, de pH en de biobeschikbaarheid van de metalen in de bodem. Door de lage biobeschikbaarheid van Lood is fytoextractie voor deze component weinig haalbaar. Het wordt niet opportuun geacht om de zware metalen extra te mobiliseren om nadien te verwijderen via het platenmateriaal. Bovendien dienen de planten met geaccumuleerde metalen vaak geoogst worden en dient een rendabele herbestemming van de verkregen biomassa gevonden te worden.

- Bij fytostabilisatie worden planten gebruikt om verontreinigingen vast te leggen (te immobiliseren) door adsorptie, absorptie en accumulatie in de wortels, neerslagvorming in de wortelzone of door fysische stabilisatie van de bodem. In zones waar geen actieve sanering mogelijk is, kan dit zeker geëvalueerd worden.

Fytoremediatie kan concreet, voor het project van de Grote Laak, betekenen dat een dichte begroeiing behouden wordt om blootstelling aan zware metalen te beperken. Deze maatregel dient vervolgens opgevolgd te worden in de tijd (noodzaak tot monitoring). Ter hoogte van deelgebied 4 kan deze techniek weerhouden worden wanneer actieve sanering ter hoogte van de oever niet mogelijk is.

#### 3.1.2.6 *VERNATTEN*

Het onder water zetten van een gebied kan door het toepassen van verschillende technieken:

- door de aanleg van stroomafwaartse drempels in een waterloop of verschillende waterlopen
- door de stuw te verhogen op een lozingspunt van de waterloop
- door hermeandering (het heraanleggen van oude meanders van een waterloop)
- door het aanleggen van een bres in een naburige waterloop zodat water de site invloeit
- door lokale afgravingen in de naburige waterloop of waterlopen om voldoende vernatting en watertransport te garanderen
- …

Het onder water zetten van een gebied samen met een verandering in redoxomstandigheden door de aanwezigheid van dat water kan een gunstig milieu creëren voor het plaatsnemen van bevorderlijke natuurlijke processen, zowel fysische (vb sedimentatie), biologische (vb biologische stabilisatie) en chemische processen (vb sorptie). Specifiek voor de zware metalen vervuiling zou het onder water zetten van de site als gevolg hebben dat de metalen (voornamelijk Cd, maar ook Hg en Pb) van een geoxideerde naar een gereduceerde vorm gaat veranderen. Die gereduceerde vorm bindt zich aan sulfide (natuurlijk aanwezig sulfaat dat eveneens door vernatting gereduceerd wordt) in stabiele complexen. Eens gebonden, zijn de metalen minder mobiel en niet meer biologisch beschikbaar en vormt het geen ecotoxicologische risico's meer. Voor Cr is het proces iets anders: geen binding aan sulfide, maar omzetting van Cr6+ naar Cr3+, dat geboden wordt in zeer slecht oplosbare complexen en daardoor nauwelijks biobeschikbaar wordt.

Monitoring van natuurlijke attenuatie betreft het opvolgen van de natuurlijk voorkomende processen die de biobeschikbaarheid of toxiciteit van het verontreinigde sediment verminderen. Monitoring omvat een opvolging van de situatie doorheen de tijd om te bewijzen dat de vooropgestelde risicoreductie inderdaad plaats vindt.

Vernatting is een natuur-gebaseerde techniek, waarbij de (tijdelijk) schade die aan het milieu wordt toegebracht door de sanering tot een minimum beperkt blijft en de sanering zelfs eerder geïntegreerd wordt met natuurbeheer. Om die reden is dit concept ook opgenomen in het LIFE NARMENA project. Voor deelgebied 4 van de Grote Laak kan dit dus zeker weerhouden worden als mogelijke saneringsvariant.

## 3.2 SANERINGSDOELSTELLINGEN

Bij het bepalen van de realistische saneringsdoelstellingen werd rekening gehouden met de voorschriften uit het bodemdecreet. Daar het hier een historische en gemengd overwegend historische verontreiniging betreft wordt rekening gehouden met onderstaande voorschriften:

§1. Bodemsanering is er bij **historische bodemverontreiniging** op gericht om te vermijden dat de bodemkwaliteit een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu door gebruik te maken van de beste beschikbare technieken die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen.

Ingeval de grond in het kader van een voorlopig vastgesteld ontwerp van plan van aanleg of uitvoeringsplan een andere bestemming krijgt, wordt de bodemsanering er op gericht te vermijden dat de bodemkwaliteit een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu binnen deze toekomstige bestemming.

§2. Als het niet mogelijk is de bodemkwaliteit, vermeld in §1, te verwezenlijken door gebruik te maken van de beste beschikbare technieken die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen, worden zo nodig gebruiks- of bestemmingsbeperkingen opgelegd.

§3. De selectie van de beste beschikbare technieken die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen, gebeurt onafhankelijk van de financiële draagkracht van de saneringsplichtige. De Vlaamse regering kan bepalen met welke elementen in concreto rekening moet worden gehouden bij de evaluatie van de beste beschikbare technieken die geen overmatige kosten met zich meebrengen.

Het eerste gefaseerde BSP voor deelgebied 1 bevat reeds een grondige uitwerking van saneringsdoelstellingen in de vorm van risicogrenswaarden. Om de continuïteit doorheen het project te behouden is het aangewezen om dezelfde risicogrenswaarden (RGW) te hanteren voor de overige deelgebieden. Deze RGW werden zo reeds opgenomen in het tweede gefaseerde BSP voor deelgebied 2. Door de OVAM werd echter recent aangegeven dat er bij voorkeur geen RGW worden gehanteerd boven de beleidsmatige waarden. Voor de relevante metalen zal hier rekening mee gehouden worden en zullen de RGW dus begrensd worden.

De volledige uitwerking van de risicogrenswaarden is bijgevoegd in Deel 8 Bijlage 15. Hieronder worden de belangrijkste elementen samengevat:

### 3.2.1 ZWARE METALEN

De finale risicogrenswaarden werden bepaald aan de hand van 3 afzonderlijke risicogrenswaarden bepalingen: één voor humane risico's, één voor ecotoxicologische risico's en één voor verspreidingsrisico's:

1. Humane risico's

Aan de hand van het blootstellingsmodel S-Risk werden afzonderlijke humane risicogrenswaarden bepaald voor de toplaag (0-50cm-mv) en de diepere bodem (>50cm-mv). Dit gebeurde voor 4 verschillende terreingebruikstypes: natuur en recreatie; landbouw, wonen zonder moestuin, wonen met moestuin.

2. Ecotoxicologische risico's

Ecotoxicologische risicogrenswaarden waarbij de ecologische risico's volledig geëlimineerd zijn, werden niet haalbaar geacht. Cadmium werd gehanteerd als gidsparameter en er werd gesteld dat bij een concentratie Cd van 6 mg/kg ds (humane RGW ten tijde van BBO) er een risicoreductie op ecologisch vlak verwacht wordt van 65%. Dit werd gehanteerd als ecotoxicologische risicogrenswaarde in de toplaag van de bodem en in de waterbodem. Voor de overige zware metalen en voor de diepere boden werden geen ecotoxicologische risicogrenswaarden bepaald.

3. Verspreidingsrisico's

Voor de bodem werden verspreidingsrisico's bekeken op vlak van uitloging, vertrekkende vanuit de berekende humane risicogrenswaarden. Voor chroom en kwik leidde dit tot een strengere risicogrenswaarde voor de diepere bodem; voor de andere metalen in de diepere bodem alsook voor de toplaag zijn de humane waarden strenger dan hetgeen via uitlogingsrisico werd berekend.

Voor slib werd aangenomen dat dit in de toekomst mogelijk zal verspreiden naar de bodem (overstromingen). Vandaar dat de risicogrenswaarden op vlak van verspreiding hier gelijk worden gesteld aan de algemene risicogrenswaarden voor de toplaag van de bodem.

4. Aanvullingen op eerste gefaseerd BSP

Het is aangewezen de risicogrenswaarden zoveel als mogelijk te behouden voor de verschillende deelgebieden. Er wordt echter één aanvulling gedaan ten opzichte van deelgebied 1. Voor de diepere waterbodem (>20cm vaste waterbodem) is er geen verspreiding van toepassing, dus dienen de (strengere) RGW voor de toplaag niet gehanteerd te worden. Naar analogie met de oevers kunnen er hogere RGW toegelaten worden. Deze wijziging werd ook reeds toegepast in deelgebied 2.

5. Samenvatting

Samengevat worden de volgende risicogrenswaarden bekomen, zoals weergegeven in Tabel 3.9.

**Tabel 3.9: Risicogrenswaarden**

| RGW bodem – Toplaag (0-50 cm-mv) – mg/kg ds | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Chroom | 186 | 171 | 230 | 230 |
| Koper | 8150 | 8150 | 8150 | 8150 |
| Kwik | 18 | 14 | 18051 | 128 |
| Lood | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Nikkel | 412 | 330 | 821 | 1624 |
| Zink | 4487 | 4288 | 6900 | 6900 |
| **RGW bodem – diepere bodem (>50 cm-mv) - mg/kg ds** | | | | |
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 37.620 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Chroom | 145.300 | 300.000 | 300.000 | 300.000 |
| Koper | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Kwik | 170.000 | 170.000 | 170.000 | 170.000 |
| Lood | 903.636 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Nikkel | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Zink | 197.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| RGW waterbodem - mg/kg ds | | | | |
| | Actief sediment en 0-20 cm vaste waterbodem | >20 cm vaste waterbodem | | |
| Cadmium | 6 | 37.620 | | |
| Chroom | 171 | 145.300 | | |
| Koper | 8150 | 1.000.000 | | |
| Kwik | 14 | 170.000 | | |
| Lood | 350 | 903.636 | | |
| Nikkel | 330 | 1.000.000 | | |
| Zink | 4288 | 197.000 | | |

6. Bijstelling beleidsmatige waarden

Na inachtname van de beleidsmatige waarden voor zware metalen worden de RGW als volgt bijgesteld:

**Tabel 3.10: Risicogrenswaarden – na beleidsmatige bijstelling**

| RGW bodem – Toplaag (0-50 cm-mv) – mg/kg ds | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Chroom | 186 | 171 | 230 | 230 |
| Koper | 8150 | 8150 | 8150 | 8150 |
| Kwik | 18 | 14 | 72 | 72 |
| Lood | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Nikkel | 412 | 330 | 821 | 1425 |
| Zink | 4487 | 4288 | 6900 | 6900 |
| RGW bodem – diepere bodem (>50 cm-mv) - mg/kg ds | | | | |
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Chroom | 145.300 | 300.000 | 300.000 | 300.000 |
| Koper | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Kwik | 72 | 72 | 72 | 72 |
| Lood | 8400 | 8400 | 8400 | 8400 |
| Nikkel | 1425 | 1425 | 1425 | 1425 |
| Zink | 197.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| RGW waterbodem - mg/kg ds | | | | |
| | Actief sediment en 0-20 cm vaste waterbodem | >20 cm vaste waterbodem | | |
| Cadmium | 6 | 90 | | |
| Chroom | 171 | 145.300 | | |
| Koper | 8150 | 1.000.000 | | |
| Kwik | 14 | 72 | | |
| Lood | 350 | 8400 | | |
| Nikkel | 330 | 1425 | | |
| Zink | 4288 | 197.000 | | |

### 3.2.2 CHLORIDE

Voor chloride worden geen RGW uitgewerkt. Naar analogie met het eerste gefaseerde BSP wordt aangenomen dat een actieve sanering niet BATNEEC is en dat de (beperkte) risico zullen afnemen door toedoen van de saneringsingrepen voor zware metalen.

## 3.3 TE VERGELIJKEN BODEMSANERINGSVARIANTEN VOOR DE WATERBODEM

Rekening houdend met bovenvermelde principes wordt voorgesteld om volgende saneringsvarianten nader uit te werken en een overweging te maken welke, rekening houdend met het BATNEEC-principe, de uit te voeren saneringsvariant is:

**Variant 1**

*Ruiming van het sediment.*

**Variant 2**

*Sanering tot aan RGW, rekening houdend met hogere RGW in diepere waterbodembodem - Ruiming van het sediment + de top (20cm) van de onderliggende vaste bodem, inclusief heraanvulling van de vaste bodem.*

**Variant 3**

*Sanering tot aan de RGW, waarbij de RGW voor de toplaag ook voor de diepere waterbodem worden toegepast - Ruiming van het sediment + de onderliggende vaste bodem (ca. 60cm), inclusief heraanvulling van de vaste bodem.*

## 3.4 TE VERGELIJKEN BODEMSANERINGSVARIANTEN VOOR DE OEVERS EN KOMGRONDEN

Rekening houdend met bovenvermelde principes wordt voorgesteld om volgende saneringsvarianten nader uit te werken en een overweging te maken welke, rekening houdend met het BATNEEC-principe, de uit te voeren saneringsvariant is:

**Variant 1**

*Ontgraving tot aan de RGW, rekening houdend met de hogere RGW in de diepere bodem.*

**Variant 2**

*Ontgraving tot aan de RGW, waarbij de RGW voor de toplaag ook voor de diepere bodem worden toegepast.*

## 3.5 TE VERGELIJKEN BODEMSANERINGSVARIANTEN VOOR TRICHELBROEK EN ZAMMELSBROEK

Rekening houdend met bovenvermelde principes wordt voorgesteld om volgende saneringsvarianten nader uit te werken en een overweging te maken welke, rekening houdend met het BATNEEC-principe, de uit te voeren saneringsvariant is:

**Variant 1**

*Ontgraving tot aan de RGW, rekening houdend met de hogere RGW in de diepere bodem.*

**Variant 2**

*Vernatting*

## 3.6 TE VERGELIJKEN BODEMSANERINGSVARIANTEN VOOR DE GRONDWATERVERONTREINIGING

Voor de chlorideverontreiniging in het grondwater wordt geen afzonderlijke saneringsaanpak uitgewerkt. De verontreinigingstoestand zal verbeteren onder invloed van de sanering van waterbodem en oevers, en door de sterke afname van de chloridelozingen.

Er zal een periodieke monitoring worden uitgevoerd om de evolutie van de chlorideverontreiniging op te volgen.

## 3.7 SAMENVATTING MULTICRITERIA-ANALYSE

Op basis van de multicriteria-analyse (zie Deel 4 ) blijkt dat voor de sanering van de waterbodem variant 2 de beste score behaalt en dus als uit te voeren bodemsaneringsvariant weerhouden wordt:

*Sanering tot aan RGW, rekening houdend met hogere RGW in diepere waterbodem - Ruiming van het sediment + de top (20cm) van de onderliggende vaste bodem, inclusief heraanvulling van de vaste bodem.*

Op basis van de multicriteria-analyse blijkt dat voor de sanering van de oevers variant 1 de beste score behaalt en dus als uit te voeren bodemsaneringsvariant weerhouden wordt:

*Ontgraving tot aan de RGW, rekening houdend met de hogere RGW in de diepere bodem.*

Op basis van de multicriteria-analyse blijkt dat voor de sanering van de Trichelbroek en Zammelsbroek variant 2 de beste score behaalt en dus als uit te voeren bodemsaneringsvariant weerhouden wordt:

*Vernatting.*

# 4 UITWERKING VAN DE GEKOZEN BODEMSANERINGSVARIANT

## 4.1 VOOR DE START VAN DE BODEMSANERINGSWERKEN

### 4.1.1 PLAATSBESCHRIJVING

Voor aanvang van de werken dient een plaatsbeschrijving te worden gemaakt van de directe omgeving. Hierbij dient zeker rekening gehouden te worden met de locaties waar het werftransport de openbare weg betreedt. Na het uitvoeren van de saneringswerken dient eveneens een plaatsbeschrijving te gebeuren.

### 4.1.2 NUTSLEIDINGEN

De ligging van de openbare nutsleidingen wordt weergegeven in Bijlage 17 van dit rapport.

### 4.1.3 WERFINRICHTING

#### *4.1.3.1 ALGEMEEN*

Er dient een centrale werfzone aangelegd te worden waar onder meer volgende voorzieningen aanwezig zijn: schaftketen, vergaderketen, sanitair, opslag van materialen, ….

De meest aangewezen locatie voor deze centrale werfzone lijkt momenteel samen te vallen met de locatie van de ontwateringszone aan Blaardonk, maar ook de andere voorgestelde ontwateringslocaties komen in aanmerking. Zie de situering van de locaties op plan in Bijlage 6. De uiteindelijke locatie die als centrale werfzone zal gebruikt worden, zal bepaald worden op basis van het plan van aanpak van de nog aan te stellen aannemer die instaat voor de werken (locatie die omwille van omvang, ontsluiting, afstand tot lozingspunt,... het meest aansluit bij het plan van aanpak (wijze en volgorde van de werken door de aannemer).

#### *4.1.3.2 VRIJMAKEN WERKSTROOK, INCLUSIEF KAPWERKEN*

Ter voorbereiding van de sanering van de waterbodem en de oevers van de Grote Laak dient er langsheen het volledige te saneren traject een toegangsweg voorbereid te worden. Het betreft hier een vrije strook van minimaal 5 m die berijdbaar moet zijn voor rijdend materieel ter begeleiding van de slibruiming en ruiming van de vaste waterbodem.

Volgens de wet op de onbevaarbare waterlopen dient deze strook van 5 m (in principe op beide oevers) steeds vrij te zijn i.f.v. toezicht en onderhoud, dit komt echter vaak niet geheel overeen met de werkelijkheid. Volgende werken worden voorzien:

- maaien struikgewas;

- onderhoudskap;

- verplaatsen of (tijdelijk) wegnemen eventuele afsluitingen;

Om grondverdichting en schade tegen te gaan, zullen afhankelijk van de weersomstandigheden en de eigenschappen van de ondergrond en de aanwezige toplaag volgende maatregelen genomen moeten worden:

- gebruik van aangepast rollend materieel;

- gebruik van rijplaten of –schotten;

- plaatsen van tijdelijke bruggen voor de kruising van zijgrachten en waterlopen;

#### 4.1.3.3 *ONTWATERINGSZONES*

Alle verwijderde waterbodem dient ontwaterd te worden alvorens dit materiaal kan aanvaard worden op de saneringsberging Kepkensberg van Tessenderlo Group.

Binnen de onmiddellijke omgeving van het te saneren traject worden twee specifieke locaties haalbaar geacht om de ontwateringszone aan te leggen binnen of op korte afstand van de werfzone. Dit betreft:

- Blaardonk: perceel 124B
- Blaardonk: perceel 93D, 93A en 94E

zie op de figuren in Bijlage 6.

Een alternatief bestaat erin om, naar analogie met de sanering van het eerste deelgebied van de Grote Laak, een bijkomende slibontwatering aan te leggen op de saneringsberging van Tessenderlo Group (Kepkensberg te Ham). Deze ontwateringszone blijft ook in dit geval geheel onderdeel van voorliggende sanering. Voordelen zijn dat elke partij slechts éénmaal over de openbare weg moet getransporteerd worden en dat de site op Kepkensberg goed toegankelijk is en reeds deels ingericht voor deze doeleinden. Het belangrijkste nadeel is dat de transportafstand voor het natte slib toeneemt. Zie ook het detailplan in Bijlage 2.

De finale keuze voor de ontwateringstechniek wordt bij uitvoering bepaald, volgende technieken worden mogelijk geacht:

- Langgerekte zak in waterdoorlatend geotextiel waarin de specie wordt gepompt. De ontwatering gebeurt doorheen het doorlatende geotextiel. De ontwatering kan versneld worden door het toedienen van een flocculant (poly-elektrolyt).

- Lagunering: In een groot bekken wordt het water en specie gescheiden door een klassieke bezinking van de sedimenten terwijl het water via een overlaat terug wordt afgevoerd.

Na ontwatering wordt de droge specie opgeladen en kan het finaal worden afgevoerd.

Ongeacht de gebruikte techniek dient onder de zones een folie aangebracht die het water opvangt en terug leidt naar de Grote Laak. Verontreinigd water mag niet in de grond dringen. Er wordt na de ontmanteling van de ontwaterings-/overslagzones gecontroleerd of er geen (rest)verontreiniging ontstaan is of achterblijft. Indien noodzakelijk op basis van de testen, wordt een waterzuiveringsinstallatie bestaande uit een cascade van (bezinkings)buffer, zandfilter, ionenwisselaar en dubbele waterzijdige actief koolfilter vooropgesteld, eventueel aan te vullen op basis van voormelde analyses (vb ontijzering/ontmanganing indien teveel aan Fe/Mn). Het effluent komende uit de ontwatering van het slib mag pas geloosd worden indien het voldoet aan de lozingsnormen.

#### 4.1.3.4 *W-TOP*

Er dient een W-TOP (werfgebonden tussentijdse opslagplaats) ingericht te worden voor de tijdelijke opslag van niet-verontreinigde aanvulgronden. Het is aangewezen om hiervoor dezelfde locatie te

behouden die gebruikt werd in kader van de sanering van het eerste deelgebied. Dit betreft de W-TOP ter hoogte van Schoonhees te Tessenderlo, zie Deel 6 Bijlage 6.

De W-TOP bestaat uit een terrein voor opslag van de niet-verontreinigde gronden, in combinatie met een weegbrug op een nabijgelegen perceel.

### 4.1.4 SLIBVANGEN

De volgende stap, na uitvoering van werfinrichting en in het bijzonder de aanleg van de slibontwatering, is de aanleg van slibvangen. Deze worden immers voorzien om het omgewoelde sediment van de slibruiming op te vangen.

Er wordt een stroomafwaartse slibvang voorzien ter vlak voor de monding in de Grote Nete, aan het einde van deelgebied 4. Daarnaast wordt er ook een stroomopwaartse slibvang aangelegd. Deze is noodzakelijk omdat de sanering van deelgebied 3 nog niet zal zijn uitgevoerd en dient dus om toestromend verontreiniging sediment uit dit deelgebied op te vangen. De stroomopwaartse slibvang wordt vlak aan het begin van deelgebied 4 aangelegd, net na de monding van de Kleine Laak in de Grote Laak.

De locatie van de slibvangen is weergeven op de plannen in Bijlage 6.

De slibvangen wordt aangelegd door de waterloop plaatselijk (afstand van ca. 66-70m) te verbreden (ca. 15m van kruin tot kruin) en te verdiepen (ca. 1m verlaging van bodempeil). Het verontreinigd slib/grond dat vrijkomt bij aanleg van de slibvang wordt ontwaterd en off site geborgen in de saneringsberging die aangelegd werd door Tessenderlo Group (Kepkensberg). Het slib dient voor afvoer gecontroleerd op steekvastheid (>75% droge stof). Voorafgaand aan de aanleg van de tijdelijke slibvang zal een grondverzetstudie worden uitgevoerd om na te gaan of een deel van de te ontgraven gronden in aanmerking kan komen voor hergebruik buiten de werfzone. Het totaal volume dat vrijkomt bij aanleg wordt begroot op 4.744 m3.

| | Opwaartse slibvang | Afwaartse slibvang |
|---|---|---|
| Lengte | 66 m | 70 m |
| Verbreding Grote Laak | 11 m<br>→ 673 m2 | 11 m<br>→ 729 m2 |
| Huidig bodempeil Grote Laak | 13,4 mTAW | 12,5 mTAW |
| Bodempeil na verdieping | 12,4 mTAW | 11,5 mTAW |
| Gemiddeld maaiveldpeil oever | 15,5 mTAW | 14,4 mTAW |
| Volume verdieping | 264 m3 (66 m x 4 m x 1 m) | 280 m3 (70 m x 4 m x 1 m) |
| Volume verbreding | 2.086 m3 (673 m2 x 3,1 m) | 2.114 m3 (729 m2 x 2,9 m) |
| Volume totaal | 2.350 m3 | 2.394 m3 |

Om een vlotte ruiming van de slibvang mogelijk te maken wordt tevens een permanente toegangsweg en een ontwateringszone voorzien.

De kwaliteit van het slib in de slibvang zal opgevolgd te worden door de VMM. Er wordt aangenomen dat na voltooiing van de sanering er slechts beperkt bijkomend verontreinigd slib zal worden aangevoerd en slechts een beperkt aantal bijkomende ruimingen vereist is. Na afloop van de sanering wordt er dus voorzien dat de slibvang op termijn niet meer geruimd zal worden en zal dichtslibben.

## 4.2 BESCHRIJVING VAN DE GEPLANDE BODEMSANERINGSWERKEN

### 4.2.1 SANERING WATERBODEM

#### *4.2.1.1 RUIMING/ONTGRAVING WATERBODEM*

Het sediment en de onderliggende vaste bodem wordt over de ganse lengte van deelgebied 4 van de Grote Laak verwijderd tot aan de risicogrenswaarden. Dit komt neer op een ruiming van het slib en afgraving van ca. 20cm van de onderliggende bodem. Het slib en de grond worden afgevoerd naar de ontwateringszone. De risico's die uitgaan van de verontreiniging wordt hiermee geheel weggenomen.

Ook ter hoogte van de twee zijlopen zal een ruiming plaatsvinden. De beek zonder naam boven Trichelbroek zal geruimd worden tot zover deze verontreinigd is. De Hoefkensloop zal geruimd worden voor zover dit overlapt met de contour van de vernatting van Zammelsbroek. Verder stroomopwaarts zal de Hoefkensloop (deels) gedempt worden, zie §4.2.3.2; hierdoor is een ruiming niet aangewezen. De bulk van de verontreiniging in de Hoefkensloop zal vermoedelijk wel degelijk worden weggenomen. Ter hoogte van het gedempte stuk komt mogelijk nog een restverontreiniging voor; deze zal zich evenwel meer dan 50cm onder het nieuwe maaiveld bevinden en is dus in overeenstemming met de uitgewerkte RGW.

De voorziene acties worden visueel weergegeven op de plannen in Bijlage 7.

De aannemer is vrij om de eigenlijke uitvoeringswijze te kiezen binnen de randvoorwaarden en doelstellingen die in het bestek zullen worden opgelegd en conform het Achilles-protocol.

Het totaal volume te ontgraven en te verwerken slib/grond wordt geraamd op 7.577 m³ (waarvan ca. 5.472 m³ slib en 2.105 m3 onderliggende vaste waterbodem). De vrijgekomen verontreinigde grond en sediment wordt ontwaterd en afgevoerd naar de saneringsberging die aangelegd werd door Tessenderlo Group. De VMM zal er op toezien dat de vooropgestelde dieptes daadwerkelijk worden verwijderd met behulp van een peilmeter.

**Tabel 3.11:** Grondbalans waterbodem Grote Laak

| Segment | Lengte | *Volume slib* | Massa slib (ontwaterd) | *Volume vaste waterbodem* | Massa waterbodem (ontwaterd) | *Totaal volume* | Totale massa (ontwaterd) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Segment A | 1097 | *2282* | 2168 | *878* | 979 | *3159* | 3146 |
| Segment B | 1249 | *2598* | 2468 | *999* | 1114 | *3597* | 3582 |
| Zonder naam | 300 | *312* | 296 | *120* | 134 | *432* | 430 |
| Hoefkensloop | 270 | *281* | 267 | *108* | 120 | *389* | 387 |
| **Totaal** | **2346** | ***5472*** | **5199** | ***2105*** | **2347** | ***7577*** | **7546** |

#### *4.2.1.2 AANVULLING*

De bedding van de Grote Laak wordt terug aangevuld tot aan het beginpeil van de vaste waterbodem.

De kwaliteit van de aanvulgrond wordt op voorhand gecontroleerd door de milieukundige begeleider op basis van het certificaat van herkomst, de grondverzettoelating en/of het bodembeheerrapport en bijkomende analyses. De concentraties van stoffen in de aanvulgrond die aangevoerd wordt van buiten de projectzone dienen lager dan of gelijk te zijn aan de waarde voor vrij gebruik van uitgegraven bodem. Gronden die afkomstig zijn van binnen de projectzone (in principe enkel bij de aanleg van de slibvang komen mogelijk niet-verontreinigde gronden vrij) kunnen hergebruikt worden voor aanvulling in de bedding, in overeenstemming met de standaardprocedures en codes van goede praktijk omtrent

grondverzet. In dit kader wordt de hele projectzone van voorliggend BSP als één kadastrale werkzone aanzien.

Langsheen landbouwgebieden waar nu reeds beschoeiing staat, wordt deze verwijderd door de saneringswerken en zal een teenbeschoeiing middels een palenrij voorzien worden, indien dit noodzakelijk is ifv stabiliteit van de oevers,. Eveneens kunnen kokosmatten voorzien worden om de oevers te beschermen. Dit wordt beoordeeld tijdens de werken ifv de lokale situatie.

### 4.2.2 SANERING OEVERS

#### *4.2.2.1 ONTGRAVING*

Er wordt getracht de verontreiniging ter hoogte van de oever maximaal te ontgraven tot de risicogrenswaarde, voor zover praktisch haalbaar en BATNEEC te verantwoorden en dit over de ganse lengte van de waterloop. Voor de bepaling van de omvang van de ontgravingswerken wordt er rekening gehouden met enkele principes, die afgestemd zijn op de principes van het eerste gefaseerde BSP. Volgende elementen worden in overweging genomen:

- Om de waterbodemsanering te kunnen uitvoeren is langs minstens één van beide oevers een werkstrook noodzakelijk. Sowieso is er een beheerstrook die in principe toegankelijk moet blijven. → ter hoogte van de werkstrook kan steeds minstens tot 5m afstand ontgraven worden (voor zover de RGW overschreden worden)

- Sommige terreinen langsheen de Grote Laak zijn zeer slecht toegankelijk wegens sterk begroeid of drasland. Op deze terreinen wegen de voordelen van de ontgraving niet op tegen de nadelen omwille van de berokkende schade.

  → ter hoogte van werkstrook betekent dit dat de ontgraving maximaal tot 5m afstand wordt doorgevoerd[2]

  → ter hoogte van de oever tegenover de werkstrook betekent dit dat geen ontgraving mogelijk is

- Langsheen de Grote Laak komen een beperkt aantal terreinen voor die als uiterst kwetsbaar kunnen worden aanzien. Voor de bepaling van deze indeling wordt gebruik gemaakt van de biologische waarderingskaart. Hierbij worden volgende gebieden opgenomen als uiterst kwetsbaar: Biologisch zeer waardevolle gebieden (code z); Complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen (code wz); Complex van biologisch minder waardevolle, waardevolle en zeer waardevolle elementen (code mwz); Complex van minder waardevolle en zeer waardevolle elementen (code mz). Indien de kwetsbaarheid op het terrein bevestigd worden tijdens sanering, wordt op deze locaties geen oeversanering uitgevoerd.

- Op bepaalde locaties wordt de maximale ontgravingsafstand begrensd door de aanwezigheid van opstallen, omvangrijke verhardingen, bedrijfsactiviteiten.

Op basis van de ervaringen bij de uitvoering van de sanering van deelgebied 1 worden significante fluctuaties in de laterale omvang van de verontreiniging verwacht. Gemiddeld werd tot op heden een RGW overschrijding op 8 m afgeperkt. Op basis van de DTM metingen wordt evenwel verwacht dat de

[2] De werkstrook zelf moet in ieder geval worden vrijgemaakt, zelfs op de moeilijk toegankelijke terreinen. Hier is dan aansluitend ook een ontgraving mogelijk.

gemiddelde ontgravingsafstand voor deelgebied 4 groter zal zijn; dit wordt geraamd op 10m. Deze raming wordt verder gehanteerd om de gemiddelde oppervlaktes en volumes te bepalen.

De maximale laterale afstand die in deelgebied 1 werd vastgesteld is 50m. Er zijn op basis van de beschikbare gegevens uit voorgaande onderzoeken geen aanwijzingen om aan te nemen dat een meer omvangrijke laterale verspreiding van toepassing is in deelgebied 4 (met uitzondering van Zammelsbroek en Trichelbroek). Worst case wordt dus rekening gehouden met een mogelijke ontgraving tot op 50m van de Grote Laak. Deze worst case inschatting is vooral relevant voor het bepalen van de betrokken percelen, zodat hier voldoende marge op genomen wordt; de worst case afstand is niet relevant bij de bepaling van omvang van de te ontgraven oppervlaktes/volumes. Door het hanteren van een maximale worst-case ontgravingsafstand van 50m, dienen er enkele percelen opgenomen te worden als 'hinderperceel', die niet in het BBO waren opgenomen met een saneringsnoodzaak. Uiteraard zijn werken op deze percelen alleen noodzakelijk als tijdens de uitvoering van de sanering hier ook werkelijk een verontreiniging boven RGW aanwezig blijkt te zijn.

De eigenlijke afgravingsbreedte wordt tijdens de werken bepaald op basis van controlestalen, die voorafgaand aan de ontgraving worden verzameld, zie §4.4.

De voorziene acties worden visueel weergegeven op de plannen in Bijlage 8.

De gronden worden rechtsreeks afgevoerd naar de saneringsberging Kepkensberg.

Op basis van de ervaringen bij de uitvoering van de sanering van deelgebied 1, kan een gemiddelde ontgravingsdiepte bepaald worden. In deelgebied 1 werd de ontgravingscontour immers in deelvakken verdeeld, waarbij voor elk deelvak bepaald werd of een ontgravingsdiepte van 30cm of 50cm vereist was. In 23,3% van de gevallen is een diepte van 50cm vereist, in de overige 76,7% volstaat 30cm. De vastgestelde dieptes kunnen dus uitgemiddeld worden tot een gemiddelde van 35 cm-mv.

Op basis van bovenstaande kunnen ontgravingsvolumes geraamd worden.

**Tabel 3.12:** Oeversanering Volumes

| | Linkeroever | | | Rechteroever | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Geen ontgraving | 187 m | 0 $m^2$ | 0 $m^3$ | 550 m | 0 $m^2$ | 0 $m^3$ |
| 5 m breed | 1591 m | 7955 $m^2$ | 2784 $m^3$ | 1492 m | 7460 $m^2$ | 2611 $m^3$ |
| 10 m breed | 429 m | 4290 $m^2$ | 1502 $m^3$ | 174 m | 1740 $m^2$ | 609 $m^3$ |
| Totaal | 2207 m | 12245 $m^2$ | 4286 $m^3$ | 2216 m | 9200 $m^2$ | 3220 $m^3$ |

Dit geeft een totaal geraamd ontgravingsvolume van ca. 7.506 $m^3$, gelijk aan ca. 12.760 ton. De vrijgekomen verontreinigde grond wordt afgevoerd naar de saneringsberging Kepkensberg, die aangelegd werd door Tessenderlo Group.

De beoordeling zal geschieden door de milieukundige begeleider van de erkend bodemsaneringsdeskundige. De milieukundige begeleider zal er op toezien dat al de verontreinigde grond daadwerkelijk wordt verwijderd en de juiste bestemming krijgt. De milieukundige begeleider bepaalt de uiteindelijk te verwijderen volumes op basis van de controleanalyses. Met behulp van controleanalyses wordt tevens de restverontreiniging in kaart gebracht.

#### 4.2.2.2 *AANVULLING*

Gezien de ligging naast oppervlaktewater en de beperkte toegankelijkheid wordt de ontgraven zone direct heraangevuld (met uitzonderling van de locaties waar de oever omwille van eco-hydrologische redenen wordt heringericht). De aanvulling wordt bovenaan voorzien van een teelaardelaag. De dikte van deze teelaardelaag is afhankelijk van het gebruik van het perceel, namelijk:

- Akkers: 50 cm

- Weilanden: 20 cm

- Natuur: 10 cm

De aangebrachte propere grond wordt gestabiliseerd door het inzaaien van gras of door het aanbrengen van ingezaaide kokosmatten ter hoogte van landbouwgebied, voor zover dit mogelijk is door de hellingsgraad van de oever.

Om de propere grond van de restverontreiniging te onderscheiden, dient conform de code van goede praktijk een waterdoorlatend geotextiel aangebracht te worden die tevens dienst doet als signalisatiedoek. Hierbij wordt contact met de verontreinigde laag door plant, dier of mens uitgesloten. Gezien het gebruik van de oever voor het onderhoud van de beek, worden geen diepwortelende planten/bomen verwacht. Gezien de natuurlijke werking van de Grote Laak is het aanbrengen van een geotextiel evenwel niet wenselijk en veelal praktisch moeilijk haalbaar ter hoogte van de slecht toegankelijke oevers.

De kwaliteit van de aanvulgrond wordt op voorhand gecontroleerd door de milieukundige begeleider op basis van het certificaat van herkomst, de grondverzettoelating en/of het bodembeheerrapport en bijkomende analyses. De gronden aangebracht ter hoogte van natuurgebied zijn bij voorkeur gebiedseigen gronden. De concentraties van stoffen in de aanvulgrond die aangevoerd wordt van buiten de projectzone dienen lager dan of gelijk te zijn aan de waarde voor vrij gebruik van uitgegraven bodem. Gronden die afkomstig zijn van binnen de projectzone (in principe enkel bij de aanleg van de slibvang komen mogelijk niet-verontreinigde gronden vrij) kunnen hergebruikt worden voor aanvulling van de oevers, in overeenstemming met de standaardprocedures en codes van goede praktijk omtrent grondverzet. In dit kader wordt de hele projectzone van voorliggend BSP als één kadastrale werkzone aanzien.

### 4.2.3 SANERING ZAMMELSBROEK

Voor de sanering van Zammelsbroek wordt een permanente vernatting van het gebied vooropgesteld; dit is tevens onderdeel van het LIFE Narmena project. In het grondwatermodel werd bepaald dat een waterpeil van 14,4 mTAW ter hoogte van Zammelsbroek haalbaar is. Om een permanente vernatting te bekomen zijn volgende maatregelen noodzakelijk:

- Aanleggen van drempel op de Grote Laak op waterpeil op te stuwen
- Inlaatpunt met terugslagklep ter hoogte van Hoefkensloop
- Lokale ontgravingen binnen Zammelsbroek, om peil tot 14,4 mTAW te reduceren
- Dempen Hoefkensloop stroomopwaarts van vernattingszone

Hierna worden de ingrepen besproken in de verwachte volgorde waarin ze zullen uitgevoerd worden.

#### *4.2.3.1 ONTGRAVINGEN BINNEN ZAMMELSBROEK*

Om een permanente vernatting mogelijk te maken bij een stuwpeil van 14,4 mTAW, dient het maaiveld overal binnen Zammelsbroek tot 14,4 mTAW verlaagd te worden. over nagenoeg de volledige oppervlakte dient hiervoor beperkt ontgraven te worden (gemiddeld 15 cm).

Op basis van het huidige maaiveldniveau (digitaal hoogtemodel) dient er een volume van 4.324 $m^3$ ontgraven te worden.

#### *4.2.3.2 DEMPEN HOEFKENSLOOP*

Om te vermijden dat water vanuit Zammelsbroek bij lage waterstanden via de Hoefkensloop weg zou kunnen vloeien, wordt deze net ten oosten van de vernattingszone deels gedempt. Over een traject van ca. 120m wordt de bodem van de beek opgevuld met grond, tot een peil van minimaal 14,4 mTAW.

#### *4.2.3.3 INLAATCONSTRUCTIE*

Er wordt een inlaat voorzien ter hoogte van e huidige monding van de Hoefkensloop in de Grote Laak., vlak stroomopwaarts van de drempel. De inlaat zal bestaan uit een buis doorheen de rechteroever van de Grote Laak, die dus de Grote Laak in verbinding stelt met de Hoefkensloop en Zammelsbroek. De huidige monding van de Hoefkensloop zal dus gedempt worden.

Gezien het lokale bodempeil van de Grote Laak op ca. 12,7 mTAW. Gaan we ervan uit dat de buis geplaatst wordt met een bodempeil van ca. 13,2 mTAW.

De inlaatbuis wordt voorzien van een regelbare terugslagklep, zodat bij lage waterstanden in de Grote Laak er geen water uit Zammelsbroek naar de Grote Laak kan stromen. Er wordt een inspectieput voorzien in de oeverwal, die toegang geeft tot de terugslagklep.

#### *4.2.3.4 DREMPEL*

Er wordt een drempel aangelegd om het peil van de Grote Laak op te stuwen naar 14,4 mTAW

De drempel wordt als volgt uitgevoerd:

- Lokale ophoging van waterbodem, met grond, afgedekt door steenbestorting
- Vis-passeerbaar
- 2% hellingsgraad voor segmenten van maximaal 15m
- Tussenliggende vlakke rustzones van 20m

- Drempelhoogte: 5cm onder stuwpeil

Voor de drempel aan Zammelsbroek geeft dit dan volgende omvangen:

| | Zammelsbroek |
|---|---|
| Stuwpeil (mTAW) | 14,4 |
| Drempelhoogte (mTAW) | 14,35 |
| Peil beekbodem (mTAW) | 12,7 (profiel 15) |
| Hoogteverschil (m) | 1,65 |
| Waterpeil afwaarts van drempel (mTAW) | 13,4 |
| Verval drempel | 0,95 |
| Aantal hellingsegmenten | 4 |
| Aantal rustzones | 3 |
| Lengte drempel (m) | 107,5 |

De aanleg van de drempels is de vernattingsmaatregel die als laatste wordt doorgevoerd.

### 4.2.4 SANERING TRICHELBROEK

Voor de sanering van Trichelbroek wordt een permanente vernatting van het gebied vooropgesteld; dit is tevens onderdeel van het LIFE Narmena project. In het grondwatermodel werd bepaald dat een waterpeil van 15mTAW ter hoogte van Trichelbroek haalbaar is, zonder hierdoor onbedoelde nadelige effecten op nabijgelegen landbouwgebieden te veroorzaken. Om een permanente vernatting te bekomen zijn volgende maatregelen noodzakelijk:

- Aanleggen van drempels op de Grote Laak op waterpeil op te stuwen
- Inlaatpunt met terugslagklep ter hoogte van stroomopwaartse zijde van Trichelbroek
- Lokale ontgravingen binnen Trichelbroek, om peil tot 15 mTAW te reduceren
- Aanbrengen van dijken in oostelijke en noordelijke richting, om water binnen Trichelbroek te behouden
- Uitlaatpunt ter hoogte van stroomafwaartse zijde van Trichelbroek
- Afwijkend (hoger) oeverherstel na sanering van de oevers (zie §4.2.2), om te voorkomen dat upstuwen van de Grote Laak hier voor overtopping van oeverwal zorgt.

Hierna worden de ingrepen besproken in de verwachte volgorde waarin ze zullen uitgevoerd worden.

#### *4.2.4.1 AFWIJKEND OEVERHERSTEL*

Indien de oevers van de Grote Laak ter hoogte van Trichelbroek na sanering zouden heraangevuld worden tot het oorspronkelijke peil, dan zouden de hierna beschreven maatregelen kunnen zorgen voor overtopping van de oeverwal. Dit is op beide oevers niet gewenst: op linkeroever dient dit vermeden te worden om de vernatting van achtergelegen gebieden te vermijden; op rechteroever is dit vooral te vermijden omdat de beheerstrook hier in goede staat moet behouden blijven, om periodieke ruiming van de opwaartse slibvang mogelijk te maken (zie §4.1.4).

Volgende oeverherstelpeilen worden nagestreefd:

- Vanaf slibvang tot aan opwaartse drempel: 15,5 mTAW

- Op LO nu gemiddeld 15,33 mTAW – dus 17 cm op te hogen
- Op RO nu gemiddeld 15,4 mTAW – dus 10 cm op te hogen

o Vanaf opwaartse drempel tot aan Blaardonk:15,4 mTAW

- Op LO nu gemiddeld 15,09 mTAW – dus 31 cm op te hogen
- Op RO nu gemiddeld 15,19 mTAW – dus 21 cm op te hogen

Het oeverstel wordt geïntegreerd met de oeversanering (zie §4.2.2) en dus gelijktijdig daarmee uitgevoerd.

Door dit oeverherstel wordt minimaal eenzelfde overstromingsbescherming gegarandeerd ná sanering als de situatie voor sanering. De benodigde hoogtes zijn bepaald aan de hand van oppervlaktewatermodel en terugkeerperiodes van verschillende overstromingsevents.

#### 4.2.4.2 *DIJKEN*

Er dienen noordelijke en oostelijke dijken aangelegd te worden, om te vermijden dat het opgestuwde water makkelijk de vernatte zone kan verlaten.

De dijken worden aangelegd met een bovenpeil van 15,2 mTAW. Op basis van de huidige maaiveldpeilen (digitaal hoogtemodel) geeft dit volgende volumes

| | Noordelijke dijk | Oostelijke dijk |
|---|---|---|
| Lengte (m) | 184 m | 270 m |
| Breedte (m) | 4 m | 4 m |
| Oppervlakte ($m^2$) | 736 $m^2$ | 1080 $m^2$ |
| Ophoging | 0,2 m | 0,25 |
| Volume ($m^3$) | 147 $m^3$ | 270 $m^3$ |

De overloop ter hoogte van het uitlaatpunt wordt geïntegreerd in de aanleg van de dijken. Dit uitlaatpunt bevindt zich in de noordwestelijke hoek van het terrein en is de connectie tussen de vernatte zone en de beek zonder naam, die vlak erna uitmondt in de Grote Laak. De overloop bestaat uit een lokale verlaging in de dijk, tot een peil van 15,1 mTAW.

De aanleg van de dijken is de eerste ingreep die in Trichelbroek wordt uitgevoerd. De overige maatregelen zorgen er immers voor dat het terrein moeilijker toegankelijk en natter wordt, hetgeen de aanleg van de dijken bemoeilijkt.

#### 4.2.4.3 *ONTGRAVINGEN BINNEN TRICHELBROEK*

Om een permanente vernatting mogelijk te maken bij een stuwpeil van 15 mTAW, dient het maaiveld overal binnen Trichelbroek tot 15 mTAW verlaagd te worden. Voornamelijk in het zuidelijke deel van het terrein is er hiervoor een ontgraving noodzakelijk. In het noordelijke deel ligt het maaiveld over het algemeen reeds voldoende laag.

Binnen de vernatte zone bevindt zich een artificiële vierkante vijver. De oevers van de vijver zijn sterk verhoogd ten opzichte van het omliggende maaiveld, vermoedelijk is deze ophoging afkomstig van het graven van de vijver. Gezien de vijver geen ecologische meerwaarde heeft, is het een optie om deze te dempen. Uit een eerste evaluatie van de kwaliteit van de gronden in de oevers blijkt dat deze matig verontreinigd zijn. Het is echter aannemelijk dat de verontreinigingsgraad in de vijver gelijkaardig is. Dit

zal bij aanvang van de sanering bevestigd worden. Indien de verontreinigingsgraad binnen de vijver inderdaad gelijkaardig is aan de oevers, dan zal het oevermateriaal gebruikt worden voor het (gedeeltelijk) dempen van de vijver (max. 15mTAW); hierbij worden uiteraard steeds de regels van grondverzet gerespecteerd.

Op basis van het huidige maaiveldniveau (digitaal hoogtemodel) dient er een volume van 1.307 $m^3$ ontgraven te worden.

#### 4.2.4.4 *ONTGRAVING TEN NOORDEN VAN TRICHELBROEK*

De oever langsheen de waterloop zonder naam is ook net ten noorden van Trichelbroek verontreinigd. Hier wordt een ontgraving van de verontreiniging voorzien in overeenstemming met het algemeen concept voor de oeversanering (§4.2.2.1). Er wordt echter geen heraanvulling voorzien. Hierdoor wordt een lokaal winterbed gecreëerd.

#### 4.2.4.5 *INLAATCONSTRUCTIE*

Er wordt een inlaat voorzien in de zuidelijke hoek van het terrein, vlak voor de opwaartse drempel. De inlaat zal bestaan uit een buis doorheen de rechteroever van de Grote Laak, die dus de Grote Laak in verbinding stelt met Trichelbroek.

De buis komt uit in Trichelbroek in een reeds bestaande greppel, net ten oosten van de oeverwal. Deze greppel heeft een bodempeil van ca. 13,1 m TAW, de inlaat kan dus aanzienlijk dieper uitgevoerd worden dan het stuwpeil. Gezien het lokale bodempeil van de Grote Laak op ca. 13,4 mTAW. Gaan we ervan uit dat de buis geplaatst wordt met een bodempeil van ca. 13,9 mTAW.

De inlaatbuis wordt voorzien van een regelbare terugslagklep, zodat bij lage waterstanden in de Grote Laak er geen water uit Trichelbroek naar de Grote Laak kan stromen. Er wordt een inspectieput voorzien in de oeverwal, die toegang geeft tot de terugslagklep.

#### 4.2.4.6 *DREMPELS*

Er worden twee drempels aangelegd om het peil van de Grote Laak op te stuwen:

- Opwaartse drempel: net stroomafwaarts van inlaatpunt - stuwpeil van 15 mTAW
- Afwaartse drempel: stroomopwaarts van uitlaatpunt – stuwpeil van 14,7 mTAW

De drempels worden als volgt uitgevoerd:

- Lokale ophoging van waterbodem, met grond, afgedekt door steenbestorting
- Vis-passeerbaar
- 2% hellingsgraad voor segmenten van maximaal 15m
- Tussenliggende vlakke rustzones van 20m
- Drempelhoogte: 5cm onder stuwpeil

Voor de drempels aan Trichelbroek geeft dit dan volgende omvangen:

| | Trichelbroek - afwaarts | Trichelbroek - opwaarts |
|---|---|---|
| Stuwpeil (mTAW) | 14,70 | 15,00 |
| Drempelhoogte (mTAW) | 14,65 | 14,95 |

| | Trichelbroek - afwaarts | Trichelbroek - opwaarts |
|---|---|---|
| Peil beekbodem (mTAW) | 13,20 (profiel 34) | 13,30 (profiel 42) |
| Hoogteverschil (m) | 1,45 | 1,70 |
| Waterpeil afwaarts van drempel (mTAW) | 14,4 | 14,7 |
| Verval drempel | 0,25 | 0,25 |
| Aantal hellingsegmenten | 1 | 1 |
| Aantal rustzones | 0 | 0 |
| Lengte drempel (m) | 12,5 | 12,5 |

De aanleg van de drempels is de vernattingsmaatregel die als laatste wordt doorgevoerd.

## 4.3 RESULTATEN TE BEREIKEN NA UITVOERING VAN DE WERKEN

Een overzicht van de te bereiken resultaten na uitvoering van de bodemsaneringswerken wordt weergegeven in onderstaande tabel.

**Tabel 3.13:** Samenvatting terugsaneerwaarden gekozen variant

| Bodem – Toplaag (0-50 cm-mv) – mg/kg ds | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Chroom | 186 | 171 | 230 | 230 |
| Koper | 8150 | 8150 | 8150 | 8150 |
| Kwik | 18 | 14 | 72 | 72 |
| Lood | 350 | 350 | 350 | 350 |
| Nikkel | 412 | 330 | 821 | 1425 |
| Zink | 4487 | 4288 | 6900 | 6900 |
| **Bodem – diepere bodem (>50 cm-mv) - mg/kg ds** | | | | |
| | Landbouw | Wonen - moestuin | Wonen – geen moestuin | Natuur en recreatie |
| Cadmium | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Chroom | 145.300 | 300.000 | 300.000 | 300.000 |
| Koper | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Kwik | 72 | 72 | 72 | 72 |
| Lood | 8400 | 8400 | 8400 | 8400 |
| Nikkel | 1425 | 1425 | 1425 | 1425 |
| Zink | 197.000 | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| **Waterbodem - mg/kg ds** | | | | |
| | Actief sediment en 0-20 cm vaste waterbodem | >20 cm vaste waterbodem | | |
| Cadmium | 6 | 90 | | |
| Chroom | 171 | 145.300 | | |
| Koper | 8150 | 1.000.000 | | |
| Kwik | 14 | 72 | | |
| Lood | 350 | 8400 | | |
| Nikkel | 330 | 1425 | | |
| Zink | 4288 | 197.000 | | |

De terugsaneerwaarde bedraagt daar waar technisch mogelijk en volgens het BATNEEC-principe mogelijk de risicogrenswaarden. Ter hoogte van locaties die sterk begroeid of zeer drassig zijn, kan lokaal een restverontreiniging (boven RGW) aanwezig blijven; dit is eveneens het geval ter hoogte van de vernattingszones in Trichelbroek en Zammelsbroek.

## 4.4 CONTROLE EN MONITORING VAN DE BODEMSANERINGSWERKEN

### 4.4.1 OEVERS

De werkwijze voor de oeversanering maakt het niet evident om controlestalen te gebruiken via de standaard methodiek. Normaal gezien worden controlestalen verzameld uit de ontgravingszone (bodem en wanden), deze worden door gespecialiseerde labo's geanalyseerd, waarna op basis van de resultaten bepaald wordt of er nog dient verder ontgraven te worden. De snelst mogelijk analysetermijnen zijn hier vaak overnight tot 24 uur. Voor typische saneringsprojecten heeft deze termijn geen noemenswaardige impact op de snelheid waarmee de sanering kan gerealiseerd worden. Voor de sanering van de Grote Laak (en gelijkaardige projecten) is de analysetermijn echter problematisch. Dit is enerzijds te wijten aan de omvang van verontreiniging: smal en ondiep maar wel erg lang; en anderzijds aan het feit dat, om voort te kunnen graven, de rijplaten moeten worden weggenomen, waarna het moeilijk wordt om nadien de reeds ontgraven zone verder te ontgraven.

Een mogelijke oplossing zou eruit kunnen bestaan om veld-metingen uit te voeren, zodat nagenoeg onmiddellijk ter plekke kan bepaald worden wanneer de RGW bereikt zijn. In tegenstelling tot de sanering van de Winterbeek, kan op de Grote Laak echter geen gebruik gemaakt worden van dosistempo metingen, omdat de stralingsniveaus onvoldoende correleren met de aanwezige verontreiniging. Ook het gebruik van XRF-toestellen werd geëvalueerd, met als uitkomst dat ook hierbij teveel afwijking bestaat tussen de veldmeting en de laboresultaten.

Als oplossing wordt er voorgesteld om de controleboringen uit te voeren voorafgaand aan de ontgraving. Dit betreft dus als het ware een bindende kartering, die met een resolutie wordt uitgevoerd die minstens voldoet aan de criteria voor controlestalen.

### 4.4.2 WATERBODEM

Voor de controle van de waterbodemsanering zullen stalen genomen worden van het bereikte bodempeil in de vaste waterbodem. De staalname gebeurt bij voorkeur voor de heraanvulling gerealiseerd wordt. Er wordt rekening gehouden met één staal per 200 meter gesaneerde waterbodem.

### 4.4.3 GRONDWATER

De zoutverontreiniging in het grondwater wordt opgevolgd aan de hand van een periodieke monitoring. Hiertoe worden ca. 5 peilbuizen geplaatst vlak naast de Grote Laak. Deze worden bemonsterd met een jaarlijkse frequentie. De baseline en de situatie na voltooiing van de sanering zullen worden vastgelegd en gerapporteerd als deel van de saneringswerken, de verdere jaarlijkse opvolging, gedurende ca. 5 jaar, wordt uitgevoerd binnen het nazorgtraject.

### 4.4.4 SAMENVATTENDE TABEL

**Tabel 3.14: Monitoringsplan en controlemaatregelen gedurende de bodemsaneringswerken**

| Omschrijving | Frequentie/Duur | Waar/Aantal | Analyse |
|---|---|---|---|
| **Ontgraving oevers** | | | |
| Controlestalen putbodem | (dmv kartering voorafgaand aan ontgraving) | Oevers: Minstens 1/100m$^2$<br>Ca. 220 stuks<br>Zammelsbroek & Trichelbroek: ca. 1/250m$^2$<br>Ca. 160 stuks | Zware metalen |
| Controle wanden | | Minstens 1/50m<br>Ca. 100 stuks | |
| Controle grotere diepte | Tijdens werken of voorafgaand | 1/2500m$^2$<br>Ca. 25 stuks | |
| Controle aanvulgrond | Per partij | 1/500m$^3$ | SAP of technisch verslag |
| **Ruiming waterbodem** | | | |
| Technisch verslag slibvang | Voor aanvang werken | Ca. 7 MM | SAP |
| Nulsituatie onder ontwateringsbekkens | Voor aanleg en na demobilisatie | Ca. 10 stuks | SAP + chloride |
| Controlestalen waterbodem | - | 1/200m<br>Ca. 16 stuks | Zware metalen |
| Controle vertroebeling | Dagelijks, voor zover werken aan de waterbodem plaatsvinden | Stroomopwaarts en stroomafwaarts van werken | Zwevende stof |
| Controlestalen ontwatering geruimde waterbodem | In functie van visuele waarnemingen, met oog op afvoer naar saneringsberging | - | Droge stof |
| **Opvolging lozingen thv ontwatering** | | | |
| Terreincontrole goede werking installatie | Maandelijks | - | - |
| Lozingsdebieten en lozingshoeveelheden | Maandelijks | - | - |
| Samenstelling van het influent | Opstart wekelijks, nadien maandelijks | 50 | Zware metalen, zwevende stof, chloriden |
| Samenstelling van het effluent | Opstart wekelijks, nadien maandelijks | 50 | |
| **Opvolging grondwater** | | | |

| Omschrijving | Frequentie/Duur | Waar/Aantal | Analyse |
|---|---|---|---|
| Controle grondwater | Baseline voor sanering (waar mogelijk); nadien jaarlijks gedurende 5 jaar (éénmaal tijdens sanering, rest tijdens nazorg) | 5 peilbuizen | Chloriden, Ec, pH |
| **Opvolging door FANC** | | | |
| Vaste deel van de aarde | 1 staal per week | - | Radionucliden / straling |
| Uitgedroogd sediment | 1 staal per week | - | |

### 4.4.5 TUSSENTIJDSE RAPPORTERING

Volgende frequentie van tussentijdse rapportering wordt voorzien:

- Tussentijds rapport: na voltooiing van de civieltechnische werken
- Gefaseerd eindevaluatieonderzoek: bij het beëindigen van de sanering (na monitoring)

## 4.5 AFWERKING VAN DE GESANEERDE LOCATIE

Na het uitvoeren van de graafwerkzaamheden en het aanvullen van de ontgravingsput zal de gesaneerde zone verder afgewerkt worden. Dit omvat:

- Inzaaien
- Terugplaatsen van tijdelijk verplaatste afsluitingen

## 4.6 UITVOERINGSTERMIJN EN PLANNING

De start van de eigenlijke saneringswerken in het kader van het bodemsaneringsproject is voorzien in het najaar van 2023. De onderstaande planning is een inschatting en niet bindend.

**Tabel 3.15: Planningstabel bodemsaneringswerken**

| Beschrijving | Duur | Kostprijs |
|---|---|---|
| **Voorbereiding** | **week 1 – week 10** | |
| Werfinrichting: ontwateringszones, tijdelijke opslagplaatsen, werfketen | 6 weken | |
| Aanleg slibvangen | 4 weken | |
| **Segment A** | **week 11 – week 17** | |
| Vrijmaken werfstrook en aanleg rijplaten | 1 week | |
| Ruiming slib + heraanvulling | 2 weken | |
| Ontgraving en afvoer oevergronden + herstel oevers (op RO slechts tot aan Trichelbroek) | 4 weken | |
| **Trichelbroek** | **week 18 – week 27** | |
| Aanleg dijken | 2 weken | |

| Beschrijving | Duur | Kostprijs |
|---|---|---|
| Ontgraving en afvoer | 3 weken | |
| Inlaatconstructie | 1 week | |
| Aanleg drempels | 2 weken | |
| Ontgraving en afvoer oevergronden + herstel oevers - stuk RO vanaf Trichelbroek | 2 weken | |
| **Segment B** | **week 28 – week 33** | |
| Vrijmaken werfstrook en aanleg rijplaten | 1 week | |
| Ruiming slib + heraanvulling | 2 weken | |
| Ontgraving en afvoer oevergronden + herstel oevers (op RO slechts tot aan Zammelsbroek) | 3 weken | |
| **Trichelbroek** | **week 34 – week 40** | |
| Ontgraving en afvoer | 4 weken | |
| Inlaatconstructie | 1 week | |
| Aanleg drempel | 2 weken | |
| **Slibontwatering** | **week 7 – week 52** | |
| Afvoer naar ontwatering | doorlopend: vanaf ca. week 7 tot ca. week 30 | |
| Afvoer van ontwatering naar stortplaats | doorlopend: vanaf ca. week 30 tot ca. week 52 | |
| **Totaal** | **Ca. 52 weken** | |
| **Totaal (incl. BTW en incl. 15% onvoorzien)** | | **€ 1.541.089,87** |
| Totaal (excl. BTW en excl. onvoorzien) | | **€ 1,107,502.60** |

## 4.7 VERWERKING VAN DE VERONTREINIGDE STOFFEN OF DELEN VAN DE BODEM OF OPSTALLEN

**Tabel 3.16: Debieten, hoeveelheden en verwerkingsmethodes**

| Omschrijving | Hoeveelheden geraamd |
|---|---|
| *Grondwater* | |
| Gemiddeld injectiedebiet (m³/u) | |
| Gemiddeld onttrekkingsdebiet, bemaling (m³/u) | |
| Gemiddeld onttrekkingsdebiet, grondwateronttrekking (m³/u) | |
| Onttrokken grondwater (m³) | |
| Verwerkt grondwater - gebruik in productie | |
| Verwerkt grondwater - infiltratie | |
| Verwerkt grondwater - lozing in oppervlaktewater | 1.000[3] |
| Verwerkt grondwater - lozing in riolering | |
| Verwerkt grondwater - externe verwerking (Cert.) | |
| *Totaal* | 1.000 |
| *Vaste deel van de aarde* | |
| Uitgegraven bodem (ton) | 38.980 |
| Verwerking (ton) | |
| Off-site verwerkte bodem – biologisch (Cert.) | |
| Off-site verwerkte bodem – fysico-chemisch (Cert.) | |
| Off-site verwerkte bodem – thermisch (Cert.) | |
| Off-site verwerkte bodem – storten (Cert.) | 38.980 |
| On-site verwerkte bodem – biologisch (Cert.) | |
| On-site verwerkte bodem – fysico-chemisch (Cert.) | |
| On-site verwerkte bodem – thermisch (Cert.) | |
| Uitgegraven bodem - On-site berging (ton) | |
| Hergebruik ter plaatse (ton) | |
| Uitgegraven bodem – Afvoer naar TOP (ton) | |
| Uitgegraven bodem – Afvoer naar stort (ton) | |
| *Totaal* | 38.980 |

**Tabel 3.17: Grondbalans**

| Segment | *Volume (m3)* | Massa (ton) |
|---|---|---|
| Slib | | |
| *Waterbodem Grote Laak* | *4880* | *4636* |
| *Waterbodem Hoefkensloop* | *281* | *267* |
| *Waterbodem waterloop zonder naam* | *312* | *296* |
| Vaste waterbodem | | |
| *Slibvangen* | *4744* | *8065* |
| *Waterbodem Grote Laak* | *1877* | *2093* |
| *Waterbodem Hoefkensloop* | *108* | *120* |

[3] Op basis van voorgaande fase (deelgebied 1) wordt er nauwelijks lozing uit de ontwatering verwacht.

| Segment | *Volume (m3)* | Massa (ton) |
|---|---|---|
| *Waterbodem waterloop zonder naam* | *120* | *134* |
| Oevers | *7506* | *12760* |
| Ten Noorden Trichelbroek | *610* | *1037* |
| Trichelbroek | *1307* | *2222* |
| Zammelsbroek | *4324* | *7351* |
| **Totaal** | ***26.068*** | ***38.980*** |

## 4.8 BESCHRIJVING VAN DE MAATREGELEN DIE ZULLEN WORDEN GENOMEN OM ZOWEL DE MILIEUVEILIGHEID ALS DE ARBEIDSVEILIGHEID TE VERZEKEREN BIJ DE UITVOERING VAN BODEMSANERINGSWERKEN

Om de veiligheid op en rondom de werf zo goed mogelijk te verzekeren, worden volgende maatregelen voorzien:

- naleven van de voorschriften van het Algemeen Reglement voor Arbeidsbescherming (ARAB) en het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties (AREI).
- toegang tot het terrein zal enkel verleend worden aan bevoegd personeel. Afwijkingen van deze regel kunnen slechts na akkoord van de opdrachtgever of het begeleidend studiebureau. Het terrein wordt afgesloten met hekkens.
- verplichting tot het dragen van veiligheidskledij conform de voorschriften gegeven in 'Milieukaarten' van Samson H.D. Tjeenk Willink bv in samenwerking met de Vlaamse Milieumaatschappij en 'Werken met verontreinigde grond' van de Arbeidsinspectie Nederland.
- ten alle tijde zal worden voorkomen dat verontreinigd bodemmateriaal verspreid wordt en/of op schone locaties terecht komt. De grond die bovengehaald wordt, wordt verwerkt door een gespecialiseerd bedrijf.
- om contact met verontreinigde grond of grondwater te vermijden zal gewerkt worden met handschoenen. Gelet op de korte duur van de graafwerken alsmede het feit dat de verontreiniging geen vluchtige componenten bevat behoeven geen vergaande maatregelen genomen te worden.
- naleving van de wetgeving tijdelijke en mobiele werkplaatsen.
- ten aanzien van de veiligheid dient in het algemeen het 'Veiligheid, gezondheid en milieuzorgsysteem voor on-site bodemsaneringswerken (Achilleszorgsysteem)' te worden gehanteerd. .
- voor de bepaling van de veiligheidsklassen (oranje, rood en zwart) voor deze site werd gebruik gemaakt van de CROW-publicatie 400, waaruit blijkt dat klasse rood van toepassing is (zie **Bijlage 16**).
- zoneringsplannen zijn niet van toepassing. Momenteel zijn er geen andere activiteiten op het terrein aanwezig die een zoneringsplan noodzaken.
- aangezien het hier gaat om natuurlijk radioactieve stoffen is artikel 23.1 van het Arbis niet van toepassing. Enkel een plan van aanpak dient ter goedkeuring aan het FANC overgemaakt te worden waarbij er rekening wordt gehouden met :inrichting van de gecontroleerde zone met aanduiding van afsluiting, signalisatie, toegangszone, locatie decontaminatieruimtes, besmettingsmonitor, vluchtwegen, opslagzones, rijwegen…. Voor meer details verwijzen we naar de opmerkingen van FANC bij de adviesvraag van het BSP van deelgebied 3 van de Winterbeek (zie Bijlage 18) Het BSP dient als aangifte in het kader van artikel 4 en artikel 9 van het Arbis,

## 4.9 NAZORGPLAN

Na het uitvoeren van de actieve saneringswerken zal er gedurende minimaal 5 jaar een monitoring uitgevoerd worden ter hoogte van deelgebied 4 van de Grote Laak. In de monitoring zal de accumulatie van (al dan niet verontreinigd) slib in de slibvang en de verontreinigingssituatie in het grondwater opgevolgd worden.

## 4.10 NABESTEMMING

De sanering heeft als doelstelling de risicogrenswaarden te realiseren om zowel oevers als waterbodem, doch er zijn locaties waar dit onmogelijk geacht wordt en de concentraties boven de RGW beheerst zullen worden. Dit betekent evenwel geen beperking voor het toekomstige gebruik van de terreinen.

Na het uitvoeren van de bodemsaneringswerken zullen er gebruiksadviezen van toepassing blijven omwille van de restverontreinigingen (zowel verontreiniging boven RW en onder RGW als verontreiniging boven RGW).

Volgende gebruiksadviezen blijven voor beide varianten mogelijk van toepassing na sanering:

**Tabel 3.18 Overzicht van de geformuleerde gebruiksadviezen (GA) op de onderzoekslocatie**

| GA-code | Omschrijving van werken | Formulering van het gebruiksadvies |
|---|---|---|
| **GA1** | **Grondverzet / graven in gronden** | **Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem. Bij graafwerken is het aangewezen om maatregelen te nemen om blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen.** |
| GA1a | Grondverzet | Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem. |
| GA1b | Graven in gronden / uitvoering van handelingen in de verontreinigde zone | Bij graafwerken is het aangewezen om maatregelen te nemen om blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen. |
| **GA2** | **Onttrekking en/of gebruik van grondwater** | **Bij de uitvoering van bemalingen is het aangewezen om maatregelen te nemen om de verspreiding van de grondwater-verontreiniging tegen te gaan. Bovendien wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken voor diverse toepassingen, zoals drinkwater, gebruik in de tuin of voor een industriële aanwending. Ook voor toepassingen zoals een warmtepomp, wordt aangeraden om maatregelen te nemen om het systeem te beschermen.** |
| GA2a | Uitvoering bemaling i.k.v. bouwwerken | Bij de uitvoering van bemalingen is het aangewezen om maatregelen te nemen om de verspreiding van de grondwaterverontreiniging tegen te gaan. |
| GA2b | Oppompen van grondwater voor eigen gebruik voor consumptie en persoonlijke hygiëne (drinkwater en drenkwater) | Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken als drinkwater of voor persoonlijke hygiëne. Ook gebruik als drenkwater voor vee is af te raden. |
| GA2c | Oppompen van grondwater voor overig gebruik in huis, tuin of | Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken voor de tuin. Ook een industriële toepassing zonder de risico's te laten evalueren, is af te raden. |

| GA-code | Omschrijving van werken | Formulering van het gebruiksadvies |
|---|---|---|
| | industriële toepassing | |
| GA2d | Gebruik grondwater voor andere doeleinden (warmtepompen,…) | Wordt het grondwater gebruikt voor doeleinden zoals een warmtepomp, dan wordt aangeraden om maatregelen te nemen ter bescherming van het systeem. |
| **GA3** | **Wijziging in terreingebruik** | **Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen, dieren te kweken of een bestaande verharding te verwijderen. Wijzigt het terreingebruik door bijvoorbeeld afbraak of nieuwbouw, of worden boringen uitgevoerd of ondergrondse leidingen aangelegd, dan is een evaluatie van de mogelijke risico's aangewezen.** |
| GA3b | Aanleg moestuin | Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen op het perceel. |
| GA3c | Kweken van dieren (weidedieren en/of kippen / pluimvee) | Het is niet aangewezen om dieren te kweken op het perceel. |
| GA3d | Herontwikkeling met wijziging terreingebruik: Afbraak gebouw en nieuwbouw met andere karakteristieken (diepte kelder, …) of andere bouwzone | Wijzigt het terreingebruik door bijvoorbeeld afbraak of nieuwbouw, dan is een evaluatie van de mogelijke risico's aangewezen. |
| GA3f | (Her)aanleg van ondergrondse leidingen | Bij het (her)aanleggen van ondergrondse leidingen is het aangewezen om de blootstelling voor werknemers te beperken en maatregelen te nemen om permeatie door de (drinkwater)leidingen te voorkomen. |
| **GA4** | **Herontwikkeling met wijziging bestemmingstype** | **Bij de herontwikkeling van het terrein met een bestemmingswijziging is een nieuwe risico-evaluatie aangewezen.** |
| **GA5** | **Overige** | **Bij beheerswerken (bv. slibruiming, kruidruimingm …) is het aangewezen om maatregelen te nemen om blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen.<br>Sediment dat vrijkomt bij beheerswerken dient als potentieel verontreinigd aanzien te worden en moet afgevoerd voor verwerking worden. Oeverdeponie of ander hergebruik is niet toegelaten** |

Het is aangewezen om, indien één of meerder van vermelde werken/wijzigingen van toepassing zijn, een bodemsaneringsdeskundige te raadplegen om meer in detail na te gaan welke maatregelen nodig/aangewezen zijn in deze specifieke situatie.

## 4.11 IMPACT VAN DE BODEMSANERINGSWERKEN OP DE OMGEVING

Ter hoogte van de openbare wegen is enige hinder te verwachten (verkeershinder en beperkte stofhinder) als gevolg van het afvoeren van de verontreinigde gronden en de aanvoer van het proper aanvulzand.

Op de te saneren percelen is uitsluitend landbouw of natuur aanwezig en wordt dus geen wezenlijke impact verwacht.

## 4.12 IMPACT VAN DE BODEMSANERINGSWERKEN OP DE TE SANEREN GRONDEN

Gedurende de bodemsaneringswerken is er enige overlast te verwachten op de te saneren gronden. De overlast blijft beperkt tot de tijdelijke ingebruikname van de te saneren zone. Door de fasering van de werken in deelsegmenten wordt de overlast ook in tijd beperkt.

Na sanering is er geen verdere impact op de te saneren gronden.

## 4.13 IMPACT OP DE BODEMSANERINGSWERKEN DOOR ACTIVITEITEN IN DE OMGEVING

Op de naburige percelen zijn geen activiteiten gekend die invloed kunnen hebben de geplande bodemsaneringswerken.

## 4.14 IMPACT OP DE BODEMSANERINGSWERKEN DOOR ACTIVITEITEN OP DE TE SANEREN GRONDEN

Op de te saneren percelen zijn geen activiteiten die invloed kunnen hebben de geplande bodemsaneringswerken.

# 5 VERKLARING EN ONDERTEKENING

De bodemsaneringsdeskundige verklaart:

- dat dit rapport is uitgevoerd volgens de standaardprocedure voor bodemsaneringsproject;
- dat hij voor het uitvoeren van deze opdracht niet in onverenigbaarheid verkeert of dat hij bij een situatie van onverenigbaarheid beheersmaatregelen heeft genomen;
- dat dit rapport representatief is voor de verontreinigingstoestand van de onderzoekslocatie;
- dat de inhoud van het rapport overeenkomt met de digitale gegevens.

| Naam van de persoon die beschikt over de individuele handtekeningsbevoegdheid | Module 2 (cfr; Vlarel artikel 53/4 § 1, tweede lid) | Kwaliteits-verantwoordelijke | Bouwkunde en grondmechanica | Grondwatermodel | Handtekening | Datum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Steven Bazijn | X | | | | Steven Bazijn (Signature) Digitaal ondertekend door Steven Bazijn (Signature) Datum: 2023.03.21 15:02:24 +01'00' | 21 maart 2023 |
| Jan De Vos | | X | | X | | 21 maart 2023 |
| Peter Schoppen | | | | | | 21 maart 2023 |
| **Naam van de persoon die de bodemsaneringsdeskundige rechtsgeldig kan vertegenwoordigen tegenover derden** | | | | | | |
| Frank De Palmenaer | | | | | | 21 maart 2023 |