

Saneringsplan

Nationaal Jachtschietcentrum Berkenhorst te Elspeet

Definitief

Nationaal Jachtschietcentrum Berkenhorst
Stakenbergweg 60
8075 RA ELSPEET

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 20 januari 2015

Verantwoording

Titel : Saneringsplan
Subtitel : Nationaal Jachtschietcentrum Berkenhorst te Elspeet
Projectnummer : 336240
Referentienummer : GM-0128109
Revisie : D5
Datum : 20 januari 2015

Auteur(s) : [REDACTED]
E-mail adres : [REDACTED]@grontmij.nl
Gecontroleerd door : [REDACTED]
Paraaf gecontroleerd : [REDACTED]
Goedgekeurd door : [REDACTED]
Paraaf goedgekeurd : [REDACTED]
Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 88 811 66 00
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Aanleiding	5
1.3	Doelstelling	5
1.4	Opbouw rapport	6
2	Conclusies en aanbevelingen Triade-onderzoek	7
2.1	Inleiding	7
2.2	Conclusies	7
2.3	Aanbevelingen	7
3	Beschikbare informatie	10
3.1	Locatiegegevens	10
4	Aanleiding en doel sanering	11
4.1	Aanleiding	11
4.2	Aanpak vakken 12 en 18 (buiten de huidige hekken van het NJCB)	12
4.3	Doel	12
5	Uit te werken saneringsvarianten	13
6	Uitwerken saneringsvariant bekalken	14
6.1	Inleiding	14
6.2	Reparatiebekalking	14
6.3	Onderhoudsbekalking	15
6.4	Toe te passen kalkmeststof	16
6.5	Beoordeling en effectiviteit	16
6.6	Uitvoeringskosten reparatie- en onderhoudsbekalking	17
6.7	Voor- en nadelen bekalken	17
6.8	Conclusies en aanbevelingen	18
6.9	Geraadpleegde bronnen	18
7	Uitwerken saneringsvariant fosforzuur	19
7.1	Inleiding	19
7.2	Vorming loodfosfaat	19
7.3	Optimaliseren vastleggen lood	20
7.4	Toe passen fosfor(-ig)zuur	20
7.5	Uitvoeringskosten toedienen fosforzuur	20
7.6	Monitoren	21
7.7	Voor- en nadelen toedienen fosforzuur	21
7.8	Conclusies en aanbevelingen	21
7.9	Geraadpleegde bronnen	22
8	Uitwerken saneringsvariant herschikken	23
8.1	Inleiding	23
8.2	Uitgangspunten vrijkomende grond	23
8.3	Benodigde hoeveelheid grond nieuw aan te leggen aarden wallen	23

8.4	Herschikken grond	23
8.5	Kwaliteit ontvangende bodem	24
8.6	Extra vastlegging lood door toedienen kalk	25
8.7	Uitvoeringskosten herschikken	25
8.8	Voor- en nadelen herschikken	26
8.9	Conclusies en aanbevelingen	26
9	Keuze saneringsvariant	28
9.1	Inleiding	28
9.2	Bekalken	28
9.3	Fosforzuur	28
9.4	Herschikken	29
9.5	Kosten saneringsvarianten	29
9.6	Geselecteerde variant	29
9.7	Ontgraven verontreinigde grond vak 3 ter plaatse van nieuwbouw	30
9.8	Terugvalscenario	30
10	Algemene aspecten sanering	31
10.1	Inleiding	31
10.2	Veiligheid en arbo-aspecten	31
10.3	Milieukundige begeleiding	32
10.4	Bemonsterings- en analyseprogramma	32
10.4.1	Eindcontrole en tussenbemonstering	32
10.4.2	Controle aanvulmateriaal	32
10.4.3	Aantallen en analysepakket grondmonsters	32
10.5	Verzekering	33
10.6	Uitzetten vakken	33
10.7	Gecertificeerde aannemer	34

Bijlagen:

- Bijlage 1: Ligging locatie
- Bijlage 2: Kadastrale gegevens
- Bijlage 3: Ligging verontreinigde vakken t.o.v. nieuwbouw
- Bijlage 4: Kostenramingen
- Bijlage 5: Berekening T & F klassen

1 Inleiding

1.1 Inleiding

Het Nationaal Jachtcentrum Berkenhorst (verder NJCB) aan de Stakenbergweg 60 te Elspeet heeft Grontmij Nederland B.V. opdracht verleend tot het opstellen van een saneringsplan voor de bodemsanering van een deel van het schietterrein.

Het terrein van NJCB is verontreinigd met lood en PAK dat door historische activiteiten (kleiduifschieten met loodhagel) in de bodem is gekomen. Op grond van stap 2 (Circulaire bodemsanering: Sanscrit model) is vastgesteld dat op de locatie sprake is van onaanvaardbare ecologische risico's bij zowel de functie groen (binnen het hek voor lood en PAK) als de functie bos (voor lood). De spoedeisendheid is vastgelegd in de beschikking van 9 juni 2011. Om te bepalen of de met Sanscrit berekende ecologische risico's zich ook daadwerkelijk voordoen is een locatiespecifiek bodemecologisch onderzoek uitgevoerd (Grontmij, januari 2014) conform de Triade-methodiek (stap 3 in de Circulaire bodemsanering).

Uit het onderzoek naar het spoor chemie blijkt dat de beschikbaarheid van PAK zeer laag is en dat om deze reden PAK vanuit ecologisch perspectief geen risico vormt. Lood blijft een aandachtstof in de Triade-methodiek. Dit saneringsplan heeft om bovengenoemde reden betrekking op de bodemverontreiniging met lood.

1.2 Aanleiding

Aanleiding tot het opstellen van dit saneringsplan vormen de tijdens diverse bodemonderzoeken op de locatie aangetroffen verontreinigingen met lood. De met de verontreinigingen samenhangende (ecologische) risico's zijn dusdanig dat binnen afzienbare tijd (uiterlijk 9 juni 2015) gestart moet zijn met de te treffen saneringsmaatregelen.

1.3 Doelstelling

Het saneringsplan heeft tot doel de saneringsmaatregelen op (uitvoerings-)technische, milieuhygiënische en organisatorische aspecten uit te werken. Dit moet op zo'n manier gebeuren dat het bevoegd gezag op basis hiervan een beschikking kan afgeven. Het saneringsplan geeft voldoende inzicht in de kosten die zijn te relateren aan de uit te voeren bodemsanering.

Op dit moment is de locatie in gebruik als schietterrein (zie afbeelding 1). Het terrein blijft deze functie behouden. Uitgangspunt is dat de locatie na afloop van de sanering geschikt is voor de beoogde toekomstige gebruiksfunctie. Het verenigingsterrein heeft de gebruiksfunctie 'ander groen/industrie'. Buiten de afrastering van het schietterrein is de functie 'natuur' van toepassing.

In de onderstaande afbeelding is de ligging van de locatie en het omliggende bos globaal weergegeven.



Afbeelding 1: Terrein NJCB en omgeving. Het omheinde terreindeel is groen aangegeven, het volledig onderzochte gebied in blauw. De schietbanen zijn paarsgekleurd en de kogelvangers oranje (Bron ondergrond: Google Maps)

1.4 Opbouw rapport

In de navolgende hoofdstukken komen achtereenvolgens aan de orde:

- conclusies en de aanbevelingen uit het Triade-onderzoek van Grontmij (hoofdstuk 2);
- de beschikbare informatie (hoofdstuk 3);
- de aanleiding en het doel van de voorgenomen sanering (hoofdstuk 4);
- uit te werken saneringsvarianten (hoofdstuk 5);
- het toepassen van bekalking als saneringsmaatregel (hoofdstuk 6);
- het toepassen van fosfor als saneringsmaatregel (hoofdstuk 7);
- het herschikken van grond als saneringsmaatregel (hoofdstuk 8);
- de keuze van de saneringsvariant (hoofdstuk 9);
- een omschrijving van een aantal algemene aspecten, die zijn te relateren aan de uit te voeren sanering (hoofdstuk 10).

2 Conclusies en aanbevelingen Triade-onderzoek

2.1 Inleiding

In het onderstaande zijn de conclusies en de aanbevelingen uit het Triade-onderzoek dat Grontmij in 2014 heeft uitgevoerd weergegeven (Grontmij, GM-0121899, versie 2.2, 9 januari 2014). Voor een compleet overzicht wordt verwezen naar bovengenoemd onderzoek.

2.2 Conclusies

1. Op de vraag of locatiespecifieke ecologische risico's bestaan is het eerste antwoord dat PAK geen risico vormen en lood mogelijk wel;
 - Op basis van de Triade-methodiek van het RIVM en expert-judgement is een risicobeoordeling uitgevoerd. Hiervoor zijn resultaten uit de Triadesporen Chemie, Ecologie en Toxicologie geïntegreerd, resulterend in een Triade-effect (TE) waarde.
 - Voor de vegetatietypen gras en ruigte *binnen het hek* is geen sprake van ecologische risico's (<TE criterium) van verontreiniging door lood.
 - Voor het vegetatietype bos *buiten het hek* zijn ecologische risico's (>TE criterium) van verontreiniging door lood aangetoond die verklaard kunnen worden door het beschikbare loodgehalte op de onderzochte locaties. Van de boslocaties *binnen het hek* is de verwachte beschikbaarheid van lood op basis van een aanvullend pH-onderzoek vergelijkbaar met de beschikbaarheid van lood op de boslocaties *buiten het hek*. In combinatie met de in het eerder onderzoek gemeten loodgehalten op deze plekken, is hier sprake van ecologische risico's (>TE criterium).
2. Op de vraag of (potentiële) risico's van loodhagel en kleiduifragmenten bestaan is het antwoord dat deze verwaarloosbaar zijn op ecosysteemniveau. De op de bodem aanwezige loodhagel kan negatieve effecten hebben op individuele organismen die deze opnemen. Met name vogels zijn geneigd per ongeluk loodhagel op te nemen omdat ze dit als grit voor hun spijsvertering zien. Het gaat echter om een relatief beperkt oppervlak waar loodhagel op de bodem ligt. Risico's voor individuele vogels zijn niet uit te sluiten, maar op populatie- of ecosysteemniveau zijn deze verwaarloosbaar. Voor de kwalificerende bossoorten van de Veluwe is het risico op verwaarloosbaar.
3. Op de vraag vanaf welke gehalten en/of toxische druk onaanvaardbare risico's aanwezig zijn is het antwoord dat deze te berekenen zijn tot ca. 180 mg/kg.ds actueel beschikbaar lood. Deze waarde is bepaald met inachtneming van het lage en hoge TE-criterium voor de boslocaties buiten het hek. Het risicogehalte behorende bij het lage criterium is 180 mg actueel beschikbaar lood/kg ds. Het risicogehalte behorende bij het hoge criterium is 280 mg actueel beschikbaar lood/kg ds¹.

2.3 Aanbevelingen

De actueel beschikbare gehalten hebben een sterke relatie met de aangetoonde effecten, met name in het spoor toxicologie. De actuele beschikbaarheid van lood is sterk afhankelijk van de pH van de bodem. Daarom is een aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de pH-waarde van de

¹ Opgemerkt wordt dat bij de uitwerking van de saneringsvarianten is uitgegaan van een risicogehalte behorende bij het lage criterium van 180 mg actueel beschikbaar lood/kg ds.

bodem op de boslocaties binnen het hek (vak 3, 8 en 19). Hieruit is gebleken dat de pH op de boslocaties binnen het hek vergelijkbaar zijn met die buiten het hek.

Als een saneringsmaatregel kan gedacht worden aan een manier om de beschikbaarheid van lood te verlagen. Dit kan bijvoorbeeld door het bekalken van de bodem waardoor de bodem-pH hoger wordt. Ook kan de loodverontreiniging deels vastgelegd worden door toediening van fosfaatverbindingen (o.a. Brown et al., 2004).

Wanneer gekozen wordt voor het verhogen van de pH van de bodem, kan als richtlijn tabel 2.1 aangehouden worden. In deze tabel is aangegeven tot hoever de pH van de bodem verhoogd moet worden op basis van een omgekeerde modelberekening (op basis van De Nijs et al., 2008) om de twee grenswaarden – of risicogehalten waarden – voor het Triade-effectcriterium niet te overschrijden. Voor de boslocaties binnen het hek is daarbij uitgegaan van de meest strenge correctiefactor uit het beschikbaarheidsonderzoek op de boslocaties buiten het hek. Voor de boslocaties buiten het hek is uitgegaan van de daadwerkelijk gemeten actuele beschikbaarheid.

Tabel 2.1 Verwachte beschikbaarheid bij verhoogde pH-gehalten

Monster	pH	Aangepaste pH	Actueel beschikbaar lood (mg/kg ds)	Aangepaste pH	Actueel beschikbaar lood (mg/kg ds)
nr.	huidig	o.b.v. lage TE-criterium (<180 mg Pb/kg ds)	Verwachte gemiddelde beschikbaarheid (min – max tussen haakjes)	o.b.v. hoge TE-criterium (<280 mg Pb/kg ds)	Verwachte gemiddelde beschikbaarheid (min – max tussen haakjes)
BH Bos referentie - buiten hek (vak 17)	3,3	3,3	1	3,3	1
BH Bos - buiten hek (vak 12)	3,4	5,1	172	4,6	263
BH Bos - buiten hek (vak 14)	3,4	3,5	168	3,4	183
BH Bos - buiten hek (vak 18)	3,6	4,6	178	4,1	272
Vak 3 – bos binnen hek	3,8	4,8	1,18 (7,2-166)	4,2	196 (120-276)
Vak 8 – bos binnen hek	3,9	5,4	121 (74 - 170)	4,9	185 (113-260)
Vak 19 – bos binnen hek	3,6	5,1	123 (75-173)	4,6	188 (115-264)

Zoals vermeld in het Triade-onderzoek zijn de risicogehalten waarden die gehanteerd dienen te worden afhankelijk van de functie van het terrein(deel) en het verontreinigd oppervlak. Wanneer uit wordt gegaan van de huidige functies zal – om de oppervlaktecriteria voor verontreiniging voor de specifieke functies niet te overschrijden – voor het gedeelte buiten het hek (functie natuur) gestreefd moeten worden naar de pH behorende bij het lage TE-criterium (<180 mg beschikbaar lood/kg ds). Wanneer het beschikbare loodgehalte lager is, worden er geen onaanvaardbare ecologische risico's verwacht.

Voor het gedeelte binnen het hek (functie 'ander groen') zal minimaal gestreefd moeten worden naar de pH behorende bij het hoge TE-criterium (<280 mg beschikbaar lood/kg ds). Het verontreinigd oppervlak waar ecologische risico's niet uitgesloten kunnen worden is namelijk 1,6 hectare (>hoge TE-criterium), waar 0,5 hectare als niet onaanvaardbaar wordt beschouwd. Wanneer tot onder het hoge TE-criterium wordt teruggesaneerd, maar het lage TE-criterium (180 mg beschikbaar lood/kg ds) nog wel wordt overschreden, kunnen de ecologische risico's als niet onaanvaardbaar worden beschouwd. Voor deze functie geldt namelijk dat minder dan 5 hectare verontreinigd mag zijn boven het lage TE-criterium: het terreindeel binnen het hek blijft hier driemaal onder.

Voor het terrein zijn verscheidende saneringsvarianten te bedenken. Deze zullen in een saneringsplan uitgewerkt moeten worden. Indien gekozen wordt voor het verhogen van de pH als saneringsmaatregel, is het van belang om te monitoren of de streefwaarde van de pH niet onder de gestelde grenswaarde komt. Daarnaast is het zinvol om in deze pH-monitoring ook de daadwerkelijke beschikbaarheid op gezette tijden te bepalen, bijvoorbeeld een half jaar na de verhoging van de pH en daarna om de 4 jaar. Dit is echter een onderdeel dat in een saneringsplan uitgewerkt kan worden.

3 Beschikbare informatie

3.1 Locatiegegevens

Aan de Stakenbergweg 60 te Elspeet bevindt zich sinds 1949 het NJCB. Het jachtschietcentrum bevindt zich op een ca. 8 hectare groot terrein dat door de vereniging van de gemeente Nunspeet wordt gepacht. Door het gebruik voor schietactiviteiten in het verleden is een gedeelte van het terrein verontreinigd geraakt met lood en PAK. Plaatselijk is de bodem ook verontreinigd met minerale olie. Ook een gedeelte van het terrein buiten het hek van de vereniging is verontreinigd met lood en PAK. De loodverontreiniging heeft een relatie met het in het verleden gebruikte loodhagel en de PAK-verontreiniging met de vroegere samenstelling van kleiduiven. Uit een actualiserend bodemonderzoek van [REDACTED] (2010) blijkt dat de verontreinigingen voor ecologische risico's zorgen op basis van een standaardrisicobeoordeling met het rekenmodel Sanscrit. De sterkste verontreinigingen bevinden zich op en rond de kogelvangers op het terrein. Uit het Triade-onderzoek blijkt dat PAK niet beschikbaar is waardoor geen ecologische risico's voor PAK aanwezig zijn. Op basis van dit onderzoek is door de provincie Gelderland op 9 juni 2011 een beschikking afgegeven voor een spoedeisend geval van ernstige bodemverontreiniging (zaaknummer 2010-017739; kenmerk GE030200030). Het grondwater is niet verontreinigd met de stoffen die in de bodem in sterk verhoogde gehalten aanwezig zijn ([REDACTED], 2011).

Het terrein bestaat voornamelijk uit (gemengd) bos. Rondom en op de schietbanen en kogelvangers is er sprake van grasachtig terrein en ruigtes (zie foto 1). Ter plaatse van de schietbaan wordt dit gras ook intensiever beheerd (maaïen, e.d.) dan de begroeiing op bijvoorbeeld de kogelvangers.

Voor het gehele terrein van het NJCB heeft de provincie Gelderland in 2011 een beschikking ernst en spoedeisendheid afgegeven. Hierin is gesteld dat (gerelateerd aan schietactiviteiten op het terrein) sprake is van een spoedeisend geval van ernstige bodemverontreiniging (lood, PAK, minerale olie).

Op basis van een uitgevoerd Triade-onderzoek (Grontmij, GM-0121899, versie 2.2, 9 januari 2014) is gesteld dat:

- Voor de vegetatietypen gras en ruigte binnen het hek geen sprake is van ecologische risico's (< TE criterium) van verontreiniging door lood;
- Voor het vegetatietype bos buiten het hek sprake is van ecologische risico's (> TE criterium) van verontreiniging door lood;
- Voor het vegetatietype bos binnen het hek sprake is van ecologische risico's (> TE criterium) van verontreiniging door lood.

In de beschikking van de provincie Gelderland is gesteld dat het saneringsplan uiterlijk op 9 juni 2014 moet zijn ingediend en dat de sanering uiterlijk op 9 juni 2015 moet zijn gestart.

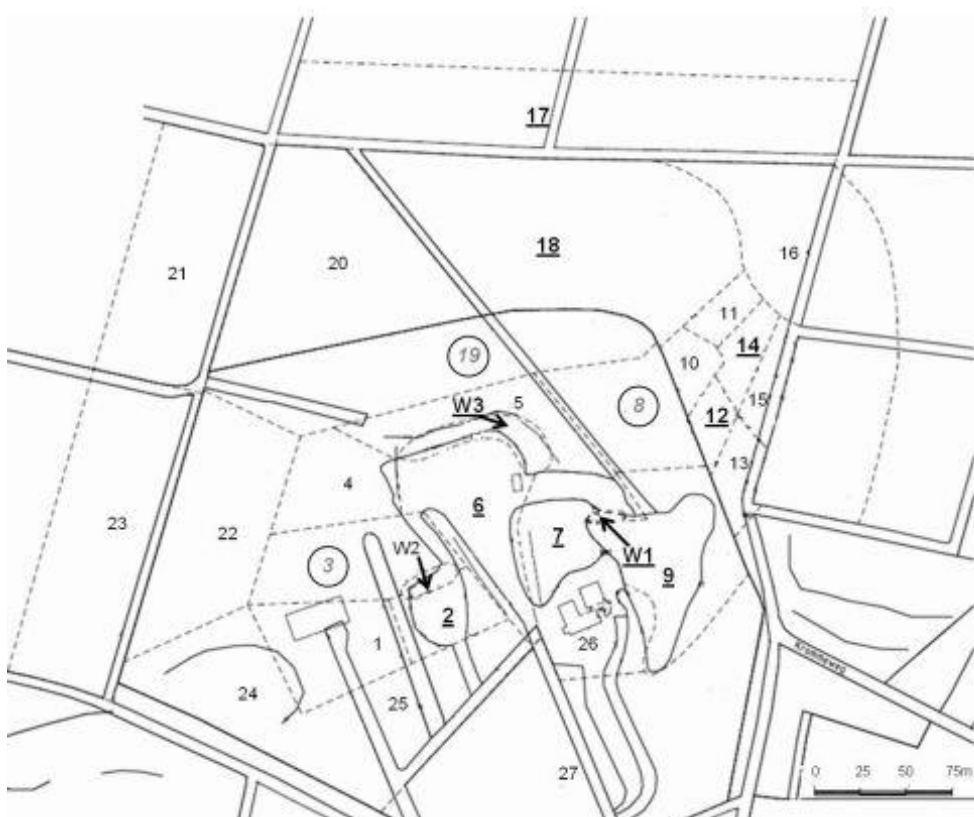
In bijlage 1 is de ligging van de locatie weergegeven. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de beschikbare kadastrale informatie. In bijlage 3 is de ligging van de schietbanen ten opzichte van de verontreinigde vakken weergegeven.

4 Aanleiding en doel sanering

4.1 Aanleiding

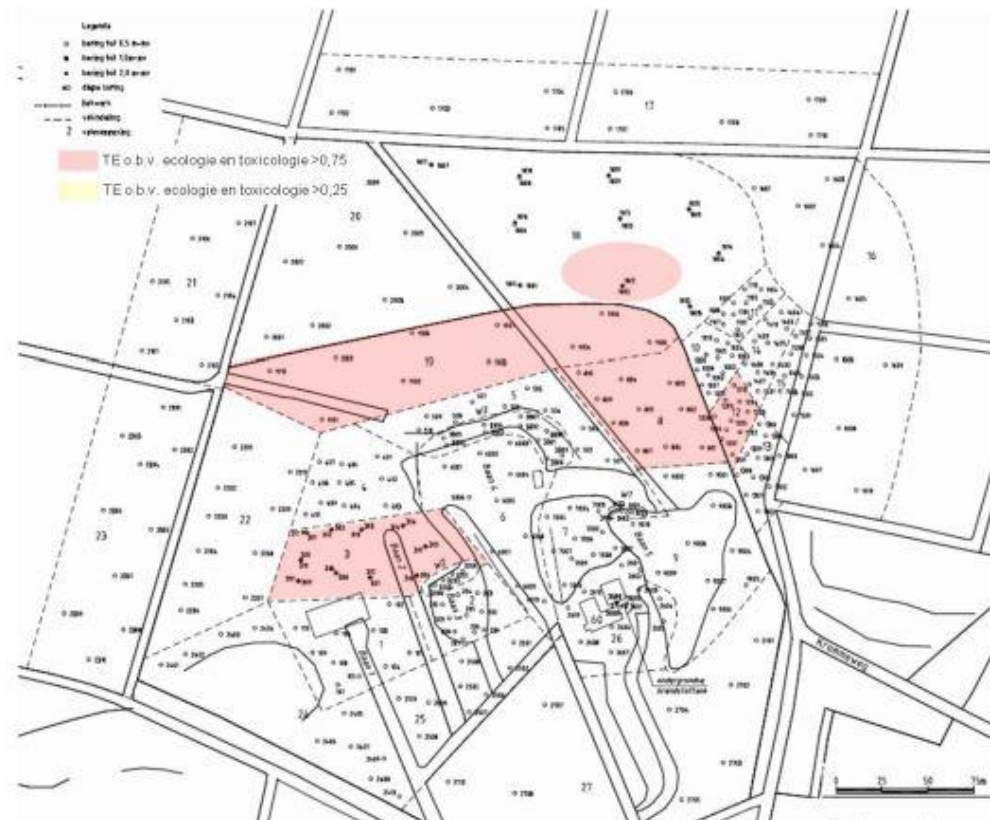
Voor het gehele terrein van het NJCB heeft de provincie Gelderland in 2011 een beschikking ernst en spoedeisendheid afgegeven. Hierin is gesteld dat (gerelateerd aan schietactiviteiten op het terrein) sprake is van een spoedeisend geval van ernstige bodemverontreiniging (lood, PAK, minerale olie).

In afbeelding 2 is een overzicht gegeven van de in de voorgaande onderzoeken gehanteerde vakindeling.



Afbeelding 2: Vakindeling volgens Triade onderzoek. Vak 10 t/m 18 en 20 t/m 23 liggen buiten de hekken van het NJCB. De overige vakken liggen binnen de hekken. De kogelvangers zijn aangeduid met de codes W1 t/m W3 (Bron: Grontmij, 2014)

In afbeelding 3 is aangegeven in welke vakken sprake is van een onaanvaardbaar ecologisch risico. Het betreft de vakken 3, 8 en 19 (allen binnen de hekken). Ter plaatse van deze vakken moeten saneringsmaatregelen worden getroffen om de risico's weg te nemen.



Afbeelding 3: Triade-effectcontouren: De roodgearceerde gebieden hebben een totaalgehalte dat de hoge TE-waarde ($>0,75$) overschrijdt. Onder de huidige omstandigheden zijn op deze locaties onaanvaardbare ecologische risico's aanwezig (Bron: Door Grontmij bewerkte tekening uit Tauw 2010)

4.2 Aanpak vakken 12 en 18 (buiten de huidige hekken van het NJCB)

Ook ter plaatse van de vakken 12 (deels) en 18 (deels) buiten de hekken, maar binnen de toekomstige perceelsgrenzen van het NJCB moeten, gezien de hoge loodgehalten en de daarmee samenhangende risico's, saneringsmaatregelen worden getroffen. In dit saneringsplan worden de in de vakken 12 en 18 te treffen maatregelen ook uitgewerkt. Gelijktijdig met het treffen van maatregelen ter plaatse van de vakken 3, 8 en 19 moeten ook identieke maatregelen ter plaatse van de vakken 12 en 18 worden getroffen.

Overleg met de huidige eigenaar (gemeente Nunspeet) vormt hierbij een essentieel onderdeel. De gemeente Nunspeet heeft in overleg met het NJCB te kennen gegeven dat zij de vakken 12 en 18 (buiten de hekken) gelijktijdig wil saneren met de overige vakken binnen de hekken.

4.3 Doel

Door middel van de te treffen maatregelen moeten de risico's, die samenhangen met de aanwezigheid van lood in voldoende mate worden geëlimineerd.

5 Uit te werken saneringsvarianten

In de volgende drie hoofdstukken vindt een uitwerking plaats van drie saneringsvarianten. Het gaat hierbij om de volgende varianten:

- het toepassen van bekalking als saneringsmaatregel (hoofdstuk 6);
- het toepassen van fosforzuur als saneringsmaatregel (hoofdstuk 7);
- het herschikken van grond als saneringsmaatregel (hoofdstuk 8).

Op basis van hetgeen in de volgende hoofdstukken wordt uitgewerkt, wordt een afweging gemaakt waarmee wordt beslist welke variant nader zal worden uitgewerkt. De uitwerking van de geselecteerde saneringsvariant wordt integraal opgenomen in dit saneringsplan.

De uitwerking van de saneringsvarianten vindt plaats op basis van de beschikbare rapportages. Bovendien is bij de uitwerking van de saneringsvarianten ook rekening gehouden met hetgeen is beschreven in de Beleidsnota Bodem 2012 De Gelderse wegwijzer door bodemland, uitvoering en toetsing.

6 Uitwerken saneringsvariant bekalken

6.1 Inleiding

Door het bekalken van de bodem wordt de pH in de bodem verhoogd. Door het verhogen van de pH neemt de beschikbaarheid van lood sterk af². Er wordt gestreefd naar een pH-waarde behorende bij het lage TE-criterium (<180 mg beschikbaar lood/kg ds). Wanneer het beschikbare loodgehalte lager is dan bovengenoemd gehalte, worden geen onaanvaardbare ecologische risico's meer verwacht. Ter bepaling van de hoeveelheid benodigde kalk zijn rekenregels gebruikt die voor bekalkingsadviezen in de landbouw worden toegepast.

In de bepaling van de hoeveelheden toe te passen kalk is onderscheid gemaakt in een **reparatiebekalking** (de benodigde hoeveelheid om de pH op het gewenste niveau te krijgen) en de **onderhoudsbekalking** (de benodigde hoeveelheid kalk die op jaarbasis nodig is om uitspoelingsverliezen te compenseren). Uit de boringen die in voorgaande onderzoeken zijn uitgevoerd, blijkt dat de bodem in de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 hoofdzakelijk uit zand bestaat.

6.2 Reparatiebekalking

De reparatiebekalking wordt aan het begin van de sanering eenmaal uitgevoerd. De hoeveelheid kalk die nodig is om de pH-KCl van de bouwvoor (humeuze bovengrond) tot het gewenste niveau te verhogen is als volgt berekend [1]:

$$\text{kalkgift (kg zbw/ha)} = \text{kalkfactor} \times \text{gewenste pH-KCl-verhoging (tiende eenheden)} \times \text{bouwvoordikte (dm)} \quad [\text{formule 1}]$$

De kalkfactor geeft aan hoeveel kg nw³/ha/10 cm bouwvoor nodig is om de pH-KCl met 0,1 eenheid te verhogen en wordt berekend met de volgende formule:

$$\text{kalkfactor (10 cm bouwvoordikte)} = (15,68 \times \% \text{-org. stof} + 15,68) / (0,02525 \times \% \text{-org. stof} + 0,6541) \quad [\text{formule 2}]$$

Op basis van de gegevens met betrekking tot de per vak voorkomende huidige pH, gewenste pH en organische stof gehalten, zijn voor de drie vakken 3, 8 en 19 de kalkfactoren en hoeveelheden benodigde kalk (voor drie verschillende kalkmeststoffen) berekend. Dit is ook gedaan voor de vakken 12 en 18. De resultaten zijn weergegeven in tabel 6.1 en 6.2.

² [REDACTED], [REDACTED] (2014). Bodemecologisch onderzoek incl. aanvullend pH onderzoek NJC Berkenhorst te Elspeet - Onderzoek conform de Triade-methodiek, incl. aanvullend pH-onderzoek. Grontmij. Rapportnummer: 304080, aanvulling 330888

³ Neutraliserende waarde

Tabel 6.1: Berekende kalkfactoren bij een humeuze bovengrond met een dikte van 20 cm

Vak	pH-CaCl ₂ [-]	pH-KCl* [-]	Org. stof geh. [%]	Dikte bovengrond [dm]	Kalkfactor (10 cm bouwvoor- dikte) [-]
3	3,8	3,7	6	2	136
8	3,9	3,8	3,8	2	100
19	3,6	3,6	4,9	2	119
12	3,4	3,4	5,3	2	125
18	3,6	3,6	5,4	2	127

*omgerekend op basis van formule $pH-KCl = 0,49 + 0,85 \cdot pH-CaCl_2$ (bron: NOBO)

Tabel 6.2: Berekende kalkgift (in kg/nw/ha) om gewenst pH-niveau te bereiken (reparatiebekalking) en benodigde giften (in kg product/ha) voor drie verschillende soorten kalkmeststoffen (bij een humeuze bovengrond met een dikte van 20 cm)

Vak	pH- gewenst [-]	Kalkgift [kg/nw/ha]	Benodigde hoeveelheid product voor drie verschillende kalkmeststoffen ¹⁾		
			DCM zeewierkalk [kg/ha]	Dolokal ²⁾ [kg/ha]	Landbouwkalk [kg/ha]
3	4,8	2997	5259	5551	6661
8	5,4	3211	5633	5946	7136
19	5,1	3568	6260	6608	7929
12	5,1	4263	7478	7894	9473
18	4,6	2539	4455	4702	5642

¹⁾ Berekend op basis van de neutraliserende werking van kalkmeststoffen aangeduid met de term neutraliserende waarde (nw), voorheen zuurbindende waarde (zbw). 1 nw komt overeen met 1 kg CaO.

De gehanteerde neutraliserende waarde van kalkmeststoffen: DCM zeewierkalk nw = 57, Dolokal nw = 54, landbouwkalk nw = 45 bron: KOCH Bodemtechniek [5].

²⁾ Deze kalkmeststof is gebruikt in een onderzoek naar de langetermijneffecten van bekalking op bosvegetaties [4]

6.3 Onderhoudsbekalking

De onderhoudsbekalking wordt na de reparatiebekalking jaarlijks uitgevoerd. De hoeveelheid kalk die gemiddeld per jaar nodig is om de verliezen door uitspoeling uit de bouwvoor te compenseren, is berekend met onderstaande formule [2]:

Kalkgift in kg nw/ha = 2,5 x kalkfactor x daling pH-KCl in 4 jaar x bouwvoordikte (in dm)

[formule 3]

De resultaten zijn voor een humeuze bovengrond van 0,20 m weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3 Berekende kalkgift (in kg/nw/ha) om het gewenste pH-niveau te handhaven (onderhouds-bekalking) en benodigde giften (in kg product/ha) voor drie verschillende soorten kalkmeststoffen (bij een humeuze bovengrond met een dikte van 20 cm)

Vak	pH-gewenst	pH-daling in 4 jaar ¹⁾	Kalkgift	Benodigde hoeveelheid product voor drie verschillende kalkmeststoffen ²⁾		
	[-]	[-]	[kg/nw/ha]	DCM zeewierkalk [kg/ha]	Dolokal [kg/ha]	landbouwkalk [kg/ha]
3	4,8	0,21	143	251	265	318
8	5,4	0,33	166	290	307	368
19	5,1	0,27	161	282	297	357
12	5,1	0,27	169	297	313	376
18	4,6	0,17	108	189	200	240

¹⁾ De pH daling is afgeleid uit [2] (waarden voor zandgronden)

²⁾ Berekend op basis van de neutraliserende werking van kalkmeststoffen aangeduid met de term neutraliserende waarde (nw), voorheen zuurbindende waarde (zbw). 1 nw komt overeen met 1 kg CaO.

De gehanteerde neutraliserende waarde van kalkmeststoffen: DCM zeewierkalk nw = 57, Dolokal nw = 54, landbouwkalk nw = 45) bron: KOCH Bodemtechniek [5].

6.4 Toe te passen kalkmeststof

Er zijn tientallen verschillende kalkmeststoffen op de markt beschikbaar. In de hiervoor weergegeven tabellen zijn de hoeveelheden voor drie verschillende kalkmeststoffen beschreven. Elke kalkmeststof heeft zijn eigen neutraliserende waarde. Hoe groter deze waarde des te minder product hoeft er te worden gestrooid. Daarnaast verschillen kalkmeststoffen in fijnheid en samenstelling. De snelheid waarmee een kalkmeststof werkt, is afhankelijk van de volgende factoren [8]:

- Fijnheid van de meststof: hoe fijner, hoe hoger de werkingssnelheid;
- Vochtgehalte: hoe droger, hoe hoger de werkingssnelheid;
- Magnesiumgehalte: hoe meer magnesium, hoe lager de werkingssnelheid.

Om een snelle werking te bewerkstelligen wordt geadviseerd een kalkmeststof met een grote fijnheid en een laag magnesiumgehalte toe te passen. Voorbeelden hiervan zijn: DCM zeewierkalk, Dolokal en landbouwkalk.

6.5 Beoordeling en effectiviteit

Kalk dringt traag de bodem in bij oppervlakkige aanbrenging [3]. Bekend is dat bekalking in bosgronden wel onmiddellijk tot een verhoging van de pH van de strooisellaag en de bovenste bodemlaag leidt en vervolgens tot een front van een verhoogde pH dat zeer langzaam de bodem indringt (met een snelheid van circa 1 cm per jaar) [4]. Bij het aanbrengen van kalk is het belangrijk dat deze direct wordt ondergewerkt. Kluitvorming door regen en daardoor een slechte werking van de kalk kan dan niet optreden [8]. In de landbouw wordt kalk in de bouwvoor (humeuze bovengrond met een dikte van veelal 30 à 40 cm) ingewerkt. In een bosgebied is het echter niet eenvoudig om de kalk machinaal door de bovengrond te mengen. Vanwege de aanwezigheid van de vegetatie ter plaatse zal dit met klein materieel dan wel in handkracht moeten gebeuren.

Omdat de hoogste gehalten aan lood zich manifesteren in de bovenzijde van het bodemprofiel zullen de met het aanwezige lood samenhangende ecologische risico's ten gevolge van de optredende pH-verhoging ook als eerste worden verminderd in dezelfde toplaag.

Intermezzo: Effect bekalken op ecosysteem

In dit intermezzo gaan wij in op de te verwachten effecten van het bekalken van (delen van) de locatie waar een aan lood gerelateerd onaanvaardbaar ecologisch risico bestaat. Door bekalken (door toedienen Dolokal) wordt de bodem-pH verhoogd, waardoor de bestaande onaanvaardbare ecologische risico's worden geëlimineerd.

De huidige pH in de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 bedraagt respectievelijk 3,8, 3,9, 3,4, 3,6 en 3,6. Uiteindelijk moet de pH (na reparatiebekalking en ná onderhoudsbekalking) uitkomen op respectievelijk 4,8, 5,4, 5,1, 4,6 en 5,1. Deze pH verhoging zal worden bereikt na circa 15 tot 20 jaar.

Ten gevolge van het verhogen van de pH zal het aanwezige bodemleven enigszins worden beïnvloed. Hierbij valt te denken aan een hogere microbiële diversiteit en een meer diverse samenstelling van bodembewonende soorten als springstaarten, nematoden, potwormen, etc. Ook op de vegetatie kan het een effect hebben, omdat het aantal zuurminnende plantensoorten relatief klein is. Bij een pH-verhoging in de bodem kan de vegetatie op de bekalkte plekken daarom een verschuiving in soorten laten zien. Door de verschillen in de bodem-pH door bekalking op een beperkt aantal plekken op de locatie is de verwachting dat de totale biodiversiteit van de locatie hoger zal worden. Omdat de pH-verhoging van de bodem geleidelijk zal gebeuren, zullen verschuivingen in soortensamenstelling op de bekalkte locaties ook geleidelijk gaan. Daar komt bij dat de onaanvaardbare ecologische risico's door lood binnen de bekalkingsvakken worden weggenomen, wat ook een positieve invloed heeft op de diversiteit in en op de bodem.

Opgemerkt wordt dat verdeeld over de locatie (ten gevolge van de aanwezigheid van ka krijske fragmenten van kleiduiven) al verhoogde bodem-pH-waarden zijn gemeten. Binnen de locatie is er dus al sprake van een gradiënt in de bodem-pH. Op deze plekken zijn geen onaanvaardbare ecologische risico's van de loodverontreiniging aangetroffen.

Bovenal geldt dat het hele proces van pH verhoging reversibel is. Op het moment dat gestopt wordt met de onderhoudsbekalking dan zal na verloop van de tijd de pH weer terugkeren tot het huidige niveau. Uiteraard geldt dan wel dat de ecologische risico's, die samenhangen met de aanwezigheid van lood, zich dan opnieuw kunnen manifesteren.

6.6 Uitvoeringskosten reparatie- en onderhoudsbekalking

In bijlage 4 (los bijgevoegd) is een overzicht gegeven van de kosten van het uitvoeren van de reparatie- en onderhoudsbekalking.

6.7 Voor- en nadelen bekalken

In deze paragraaf worden de voor- en de nadelen van het bekalken van de te saneren terreindelen toegelicht. Uitgangspunt van deze saneringsmaatregel is, dat de aanwezige ecologische risico's in voldoende mate worden geëlimineerd.

Voor het bekalken worden de volgende **voordelen** genoemd:

- Het betreft een relatief eenvoudig te nemen maatregel;
- Aan het toepassen van kalk zijn relatief weinig risico's verbonden;
- Het bekalken van de bodem kan gebeuren met bekende, goed verkrijgbare producten;
- Het bekalken van de bodem is een bewezen techniek.

Voor het toedienen van kalk gelden de volgende **nadelen**:

- Er zal gedurende een lange tijd kalk toegediend moeten worden. Allereerst wordt (eenmalig) de reparatiebekalking uitgevoerd. Daarna moet jaarlijks een onderhoudsbekalking worden uitgevoerd. Omdat de kans bestaat dat na het stopzetten van de onderhoudsbekalking de pH langzaam weer zal dalen is in de berekening van de kosten voor deze variant er van uitgegaan dat de bekalking een eeuwigdurend karakter heeft. De jaarlijkse kosten voor de bekalking zijn in gekapitaliseerde vorm in de kostenraming opgenomen. Of en zo ja in welke mate de pH na het stoppen van de onderhoudsbekalking weer zal dalen, moet worden vastgesteld aan de hand van de te verzamelen monitoringgegevens. Mocht blijken dat de pH minder snel daalt of zelfs stabiel blijft dan kan worden overwogen de frequentie van de onderhoudsbekalking te verlagen. Een en ander moet uiteraard blijvend gestaafd worden met te verzamelen monitoringgegevens;

- Het toedienen van kalk is mede gezien de terreingesteldheid (aanwezigheid bomen, reliëf) arbeidsintensief. Er kan niet met groot materieel worden gewerkt;
- Aan het toepassen van kalk zijn relatief hoge kosten verbonden. Aan het eind van dit saneringsplan wordt bepaald hoe deze kosten zich verhouden ten opzichte van de andere twee uit te werken varianten.

6.8 Conclusies en aanbevelingen

Om in de verschillende vakken de gewenste pH te bereiken, zijn aanzienlijke hoeveelheden kalk nodig. Gezien het landgebruik (bos) is het niet mogelijk om de kalk door de bovengrond te mengen. Dit betekent dat de kalk meermaals oppervlakkig en handmatig/met klein materieel moet worden aangebracht. Bij oppervlakkige toediening is de werking in de diepte erg traag (snelheid van circa 1 cm per jaar). Dit betekent, uitgaande van een 20 cm dikke bovengrond, dat het minimaal 15 à 20 jaar duurt voordat overal de gewenste pH is bereikt. Het zich in neerwaartse richting verplaatsende front zorgt echter wel voor het minder beschikbaar laten zijn van het aanwezige lood. De effectiviteit van deze maatregel moet wel regelmatig worden gemonitord. Op deze wijze kan worden bepaald op welk moment het verhogen van de pH voldoende effectief ressorteert en wanneer dus ook de ecologische risico's in voldoende mate zijn weggenomen.

Omdat de onaanvaardbare ecologische risico's zich manifesteren in de toplaag zullen deze risico's ten gevolge van de optredende pH-verhoging daar ook als eerste worden verminderd.

Aan de hand van deze monitoring is vast te stellen wanneer het gewenste effect is bereikt. Omdat er sprake is van een niet volledig identieke situatie (verschillende pH, verschillende bodemomstandigheden) moet dit per deelgebied worden bepaald.

De wijze van aanbrengen (handmatig) van de kalk is arbeidsintensief en daarmee kostbaar. Indien bekalking wordt toegepast dient voor een snelle werking een droog en fijne kalkmeststof te worden genomen met een laag magnesiumgehalte. Nadat de gewenste pH is bereikt, zal bovendien jaarlijks een onderhoudsbekalking nodig zijn om de pH op het gewenste niveau te kunnen houden.

Gezien de trage werking (bij oppervlakkige toediening) en de arbeidsintensieve methode wordt geadviseerd om ook naar alternatieve maatregelen te kijken. Indien grond wordt ontgraven en in een ophoging/grondwal wordt verwerkt, kan de grond na ontgraven met een kalkmeststof worden gemengd om de pH te verhogen. Door de dan intensieve menging ressorteert deze maatregel wel vrij snel effect.

6.9 Geraadpleegde bronnen

- [1] Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouwgewassen – Kalk 20/03/2013 - [REDACTED] en [REDACTED] - PPO-agv, www.kennisakker.nl/kenniscentrum/handleidingen/adviesbasis-voor-de-bemesting-van-akkerbouwgewassen-kalk, website geraadpleegd maart 2014
- [2] http://www.bemestingsadvies.nl/bemestingsadvies/1-Bemestingsplan/154-Berekening_kalkgift_bij_onderhoudsbekalking_op_bouwland.pdf, website geraadpleegd maart 2014
- [3] Bodemkundige dienst van België, 1950. Het bekalkingsvraagstuk van onze Belgische gronden
- [4] [REDACTED], 2010. Lange-termijn effecten van bekalking op bosvegetatie : bruikbaarheid van oude experimenten, Alterra, Wageningen, 2010
- [5] Koch Bodemtechniek, www.eurolab.nl/meststof-kalk-g.htm, website geraadpleegd maart 2014
- [6] Triferto, www.triferto.eu/nl/producten/160/dolokal-supra-19--mgo, website geraadpleegd maart 2014
- [7] Tauw, 2010. Actualiserend bodemonderzoek Stakenbergweg 60 te Elspeet. 17 maart 2010, Kenmerk R001-4653213LRG-cmn-V02
- [8] Bodemacademie, <http://www.bodemacademie.nl/index.php?i=312>, website geraadpleegd maart 2014

7 Uitwerken saneringsvariant fosforzuur

7.1 Inleiding

Om de beschikbaarheid van het aanwezige lood te verkleinen, wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de mogelijkheden van het vormen van slecht oplosbare loodcomplexen. Hierdoor worden de aanwezige en met het lood samenhangende risico's verminderd.

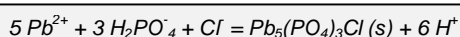
7.2 Vorming loodfosfaat

Door het toedienen van bijvoorbeeld fosfaat wordt de oplosbaarheid van lood sterk verkleind. Loodfosfaat is slechter oplosbaar dan loodoxide, loodhydroxide en loodsulfaten. Loodcarbonaat is ook een slechter oplosbare vorm van lood dan de verschijningsvormen van loodoxide, loodhydroxide en loodsulfaten, maar loodcarbonaat is wel weer mobieler dan loodfosfaat [2]. Om deze reden wordt in dit hoofdstuk ingezoomd op het vormen van loodfosfaat(-verbindingen).

De verschijnings- of speciatievorm van een metaal is bepalend voor de manier waarop dat metaal zich manifesteert in de bodem. Onder andere ten gevolge van absorptie, adsorptie of het voorkomen in een bepaalde zoutvorm kunnen metalen in meer of mindere mate zijn vastgelegd in of aan de bodem. De beschikbaarheid en/of de mobiliteit wordt daarnaast mede bepaald door onder andere de mate van complexvorming van een (geadsorbeerd) metaal [3].

Het toedienen van fosfaat om daarmee de beschikbaarheid van lood in verontreinigde bodem te verkleinen is een op schietbanen in Amerika toegepaste techniek. Door het toedienen van fosfaat neemt ook de bio-beschikbaarheid en de toxiciteit van lood af [1].

Na het toedienen van fosfaat vormt zich een zeer slecht oplosbaar mineraal, chloropyromorfiet genaamd. De vorming van dit mineraal vindt plaats na het toedienen van fosforzuur (H_3PO_4) of het minder agressieve fosforigzuur ($H_2PO_4^-$). Het diwaterstoffosfaat-anion ($H_2PO_4^-$) verbindt zich met in de bodem aanwezige lood-ionen en zet deze uiteindelijk om in chloropyromorfiet. Een en ander vindt plaats via onderstaande reactieformule.



[formule 1]

Het oplosbaarheidsproduct K_s is een evenwichtsconstante die specifiek is voor een bepaald zout. Een lage(-re) K_s betekent dat het zout slecht(er) oplosbaar is. Een hoge(-re) K_s betekent dat het zout goed (beter) oplosbaar is.

Daarnaast geldt dat, afhankelijk van de zuurgraad, de gevormde verschijningsvorm meer of minder oplosbaar is. In algemene zin wordt gesteld dat hoe hoger de pH is, des te slechter de oplosbaarheid is [1]. Bij een op de locatie voorkomende huidige pH van 3,5 – 4,0 hoort een oplosbaarheid van -25,05. Bij het verder ophogen van de pH tot rond de 7 halveert de oplosbaarheid.

Tabel 7.1: Gevormd mineraal met bijbehorende oplosbaarheid bij diverse pH [1]

Gevormd mineraal	Log Ks	pH
$Pb_5(PO_4)_3Cl$	-18,69	0 - 2,1
$Pb_5(PO_4)_3Cl$	-25,05	2,1 - 7,2
$Pb_5(PO_4)_3Cl$	-46,9	7,2 - 12,4
$Pb_5(PO_4)_3Cl$	-84,4	12,4 - 14

7.3 Optimaliseren vastleggen lood

Een combinatie van het toedienen van fosfor(-ig)zuur en het verhogen van de pH leidt tot de beste resultaten ten aanzien van het vastleggen van vrij beschikbaar lood. Het verhogen van de zuurgraad van de bodem wordt bewerkstelligd door het toedienen van kalk. De te treffen maatregelen voor en de effecten van het toedienen van kalk om hierdoor de zuurgraad te verhogen zijn beschreven in het voorgaande hoofdstuk. Het (ten behoeve van het behandelen met fosforzuur) verhogen van de zuurgraad tot rond een waarde van pH = 7 ligt voor de hand. Hogere pH-waarden leiden echter tot weer andere beperkingen in de bodem. Een hoge pH is misschien wel wenselijk uit oogpunt van het vastleggen van lood, maar niet wenselijk voor het op de locatie aanwezige ecosysteem. Om de hoogte van de optimale zuurgraad vast te stellen, kan worden overwogen om een pilot uit te voeren waarbij dit optimum wordt bepaald.

Intermezzo: Schimmel maakt lood minder schadelijk voor milieu (vrij naar [4], [5])

Lood is een zwaar metaal dat giftig is voor levende organismen. Zowel dieren als planten zijn niet in staat het af te breken, waardoor verstoring van vitale processen kan optreden. In de natuur voorkomende schimmels blijken in staat lood uit de omgeving om te zetten in chloropyromorfiet, een mineraal dat veel minder schadelijk is. Schotse biologen beschrijven deze ontdekking in de online editie van Current Biology.

Bij voldoende beschikbare tijd zijn schimmels in staat om lood om te zetten in chloropyromorfiet waardoor het aanwezig lood onschadelijk wordt gemaakt. Schimmels maken hierbij gebruik van organische zuren. Chloropyromorfiet is een van de meest stabiele vormen van lood die bestaat.

7.4 Toe passen fosfor(-ig)zuur

Fosforzuur en in mindere mate fosforigzuur zijn niet-toxische verbindingen. In hoge concentraties (75% of meer) in water is fosforzuur wel (sterk) corrosief. Fosforigzuur is dat in mindere mate, maar blijft ook een met zorg te verwerken product. Contact met ogen en huid en inademing van het product moet worden voorkomen.

Fosforzuur is effectiever in te zetten dan fosforigzuur, maar de toepassingsrisico's van fosforzuur zijn ook groter dan de toepassingsrisico's van fosforigzuur. Beide stoffen moeten worden toegepast door gespecialiseerde bedrijven.

Beide producten zijn leverbaar in kristallijne en vloeibare vorm. Het toepassen van een kristallijn product is (ten gevolge van de aanwezigheid van beplanting op de locatie en ten gevolge van een slechtere indringing in de bodem) moeizamer dan het toepassen van een vloeibaar product. De bezwaren, die samenhangen met het toepassen van kristallijn fosfor zijn min of meer identiek aan de bezwaren, die kleven aan het toedienen van kalk (zie voorgaande hoofdstuk). Het grote verschil tussen kristallijn fosfor en kristallijn kalk is dat fosfor relatief eenvoudig met neerslag in oplossing gaat en zo de bodem in kan dringen [6], [7].

Aanbevolen wordt echter toch om te kiezen voor het toepassen van een vloeibaar product. Dit product moet worden gesproeid over de te behandelen vakken. Doordat het zuur in vloeibare vorm wordt toegepast, werkt het vrijwel direct.

7.5 Uitvoeringskosten toedienen fosforzuur

In bijlage 4 (los bijgevoegd) is een overzicht gegeven van de kosten voor het toedienen van fosforzuur.

7.6 Monitoren

De gevormde loodcomplexen kenmerken zich door een zeer slechte oplosbaarheid en daardoor een zeer slechte beschikbaarheid. Na het toedienen van fosfaat en na de vorming van de loodcomplexen zal wel met enige regelmaat de beschikbaarheid van lood moeten worden bepaald om hiermee vast te stellen of de gewenste effecten zich in voldoende mate (blijven) manifesteren.

7.7 Voor- en nadelen toedienen fosforzuur

In deze paragraaf worden de voor- en de nadelen van het toedienen van fosforzuur op de te saneren terreindelen toegelicht. Uitgangspunt van deze saneringsmaatregel is, dat de aanwezige ecologische risico's in voldoende mate worden geëlimineerd.

Voor het toedienen van fosforzuur worden de volgende **voordelen** genoemd:

- Door het toepassen van een waterige oplossing is het toedienen van fosforzuur eenvoudiger dan het toedienen van kalk (in poedervorm);
- Het toedienen van fosforzuur is goedkoper dan het toepassen van kalk;
- Het toedienen van fosforzuur is goedkoper dan het herschikken van verontreinigde grond;
- Het toedienen van fosforzuur kan in één keer gebeuren. Onderhoudsgiften zijn (door het irreversibele karakter van het gevormde chloropyromorfiet) niet nodig.

Voor het toedienen van fosforzuur gelden de volgende **nadelen**:

- Het toedienen van fosforzuur is arbeidsintensief;
- Het toedienen van fosforzuur betreft een nieuwe techniek. Praktijkervaring op grote schaal is (in Nederland) nog niet voorhanden;
- Fosforzuur moet worden toegepast door een daarin gespecialiseerd bedrijf;
- Bij toedienen van fosforzuur moet (gezien het sterk corrosieve karakter) veel meer aandacht aan veiligheid worden besteed.

7.8 Conclusies en aanbevelingen

Om het op de locatie aanwezige lood vast te leggen en om te zetten in een voor het ecosysteem ontoegankelijke vorm van chloropyromorfiet moet de bodem worden behandeld met fosfor(-ig) zuur. Het gevormde chloropyromorfiet is slecht tot niet beschikbaar. Op deze manier kunnen de aan het aanwezige lood gekoppelde ecologische risico's blijvend worden geëlimineerd. Hierbij geldt dat een verhoging van de zuurgraad van de bodem (tot in het neutrale bereik) een extra positief effect heeft op een nog lagere oplosbaarheid van het gevormde chloropyromorfiet.

Het aanwezige bodemleven (schimmels) is in staat om een deel van het aanwezige lood om te vormen tot chloropyromorfiet. Hoewel de bijdrage van het vastleggen van lood door bodemleven pas onlangs bekend is geworden en nog lang niet voldoende is onderzocht, kan het een aanvullende en positieve bijdrage leveren aan het (verder, langduriger) vastleggen van het aanwezige lood.

Uitvoerings- en kostentechnisch kan het beste fosforzuur (59%-oplossing, vloeibaar) worden toegepast. Toepassing moet plaatsvinden door een hiertoe gespecialiseerd bedrijf.

Aanbevolen wordt om, na het toedienen van fosforzuur, de bodem met enige regelmaat te monitoren. Zo kan worden vastgesteld of de gewenste effecten zich in voldoende mate (blijven) manifesteren.

7.9 Geraadpleegde bronnen

- [1] Miretzky, P., Phosphates for Pb immobilization in soils, Springer-Verlag, 2007
- [2] Yoon, J., Phosphates-induced lead immobilization in contaminated soil, University of Florida, 2005
- [3] Afdeling operationeel waterbeheer, VMM. Zware metalen in het grondwater in Vlaanderen, Vlaamse Milieumaatschappij, 2011
- [4] Schimmel maakt lood minder schadelijk voor milieu.
<http://www.nederlandsebondvanschietbaanhouders.nl>, website geraadpleegd maart 2014,
- [5] Young, J.R., Lead transformation to pyromorphite by fungi, University of Dundee Scotland, 2012
- [6] [REDACTED], [REDACTED] (2014). Bodemecologisch onderzoek incl. aanvullend pH onderzoek NJC Berkenhorst te Elspeet - Onderzoek conform de Triade-methodiek, incl. aanvullend pH-onderzoek. Grontmij. Rapportnummer: 304080, aanvulling 330888
- [7] Telefonische informatie Bestebreurtje bv, Huissen
- [8] Telefonische informatie Brenntag Nederland bv, Dordrecht

8 Uitwerken saneringsvariant herschikken

8.1 Inleiding

Bij deze variant wordt de vrijkomende verontreinigde grond uit de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 hergeschikt ter plaatse van de aarden wallen bij de nieuw te realiseren bovengrondse schietbanen 3, 4 en 5.

8.2 Uitgangspunten vrijkomende grond

In de onderstaande is een overzicht gegeven van een aantal relevante uitgangspunten, die gelden bij het herschikken van vrijkomende grond.

Tabel 8.1: Uitgangspunten ten behoeve van vrijkomende grond

Vak	pH	loodgehalte (mg/kg ds)	Oppervlak (m ²)	Te ontgraven laag (m)	Vrijkomende hoeveelheid (m ³)
3	3,8	2300	4016	0,2	803
8	3,9	2700	3725	0,2	745
19	3,6	2500	8463	0,2	1693
12	3,4	2400	748	0,2	150
18	3,6	1800	1200	0,2	240
Totaal					3630

8.3 Benodigde hoeveelheid grond nieuw aan te leggen aarden wallen

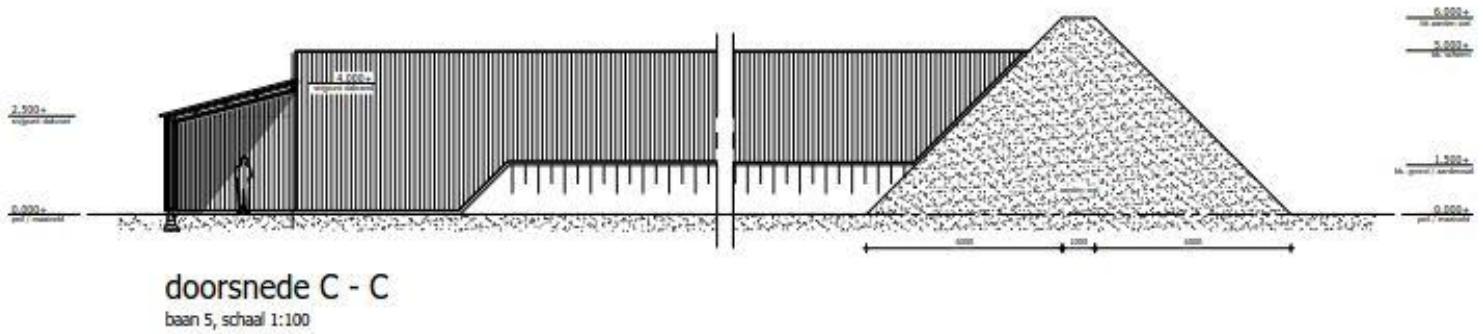
Bij de aanleg van de schietbanen 3, 4 en 5 is ten behoeve van de aan te leggen aarden wallen ruim 3.900 m³ grond nodig. In de onderstaande tabel 8.2 is dat nader aangegeven.

Tabel 8.2: Benodigde hoeveelheid grond ten behoeve van aarden wallen

Schietbaan	Benodigde hoeveelheid grond (m ³)
3	1080
4	1480
5	1360
3920	

8.4 Herschikken grond

Wanneer wordt uitgegaan van het toepassen van de uit de vakken 3, 8 en 19 vrijkomende grond (vrijkomend ± 3.240 m³) in de nieuw aan te leggen aarden wallen ter plaatse van de schietbanen 3, 4 en 5 (benodigd ± 3.920 m³) is er ± 700 m³ grond te kort.



Afbeelding 4: Dwarsdoorsnede nieuwbouw/ aarden wal (Bron: Rombou Zwolle, tekening MI-02)

In de voorliggende bouwplannen is voor de nieuw aan te leggen geluidswallen uitgegaan van een onderbreedte van 13 m en een hoogte van 6 m.

Eventueel kan gelijktijdig ook de grond uit de vakken 12 en 18 (in totaal $\pm 390 \text{ m}^3$ grond) in de aan te leggen wallen worden verwerkt. Mocht op enig moment uit de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 meer grond dan in het bovenstaande genoemd vrijkomen, dan kan de buitenteen van de grondlichamen ter plaatse van de schietbanen 3, 4 en 5 iets naar buiten worden verschoven. Hierdoor kan meer grond in de grondwallen worden geborgen. Het verbreden van de wal aan de buitenzijde heeft geen invloed op de gewenste eigenschappen van de wal.

In een telefonisch contact heeft de gemeente Nunspeet aangegeven, dat zij graag gelijktijdig met het NJCB de verontreinigde vakken 12 en 18 buiten het hekwerk wil aanpakken.

8.5 Kwaliteit ontvangende bodem

In tabel 8.3 is een overzicht te zien van de kwaliteit van ontvangende bodem in de onderscheiden vakken. De kwaliteit van de ontvangende bodem is dermate dat deze verslechterd door het herschikken van de grond uit de vakken 3, 8 en 19. Hetzelfde geldt ten aanzien van de grond die afkomstig is uit de vakken 12 en 18.

Omdat de ontvangende bodem, waar de herschikgrond naar toe moet worden gebracht, “te schoon” is om de sterker verontreinigde herschikgrond zonder meer te mogen ontvangen, moeten de mogelijkheden van het herschikken worden besproken met de Provincie Gelderland (bevoegd gezag).

De vrijkomende grond ten behoeve van de aanleg van de te creëren aarden wallen wordt in de volgende vakken hergeschikt:

- Aarden wal schietbaan 3 is gesitueerd ter plaatse van vakken 2 en 25;
- Aarden wal schietbaan 4 is gesitueerd ter plaatse van vakken 2 en 6;
- Aarden wal schietbaan 5 is gesitueerd ter plaatse van vakken 7 en 9.

Om verslechtering van de ontvangende bodem te voorkomen, wordt aanbevolen om de aarden wal zowel aan de onderzijde als aan de bovenzijde te voorzien van een HDPE folie. Op deze manier is zowel nu als in de toekomst duidelijk waarneembaar waar de fysieke grens ligt tussen het oorspronkelijk maaiveld en de herschikte grond, die op het huidige maaiveld wordt aangebracht. Contact met en uitloging uit de in de aarden wal aanwezige grond is op deze manier uitgesloten. De folie wordt afgedekt met een dunne laag grond van milieuhygiënisch voldoende kwaliteit. Vervolgens kunnen de wallen worden ingezaaid met bijvoorbeeld gras of een kruidenvegetatie. Voorkomen moet worden dat zich diepwortelende gewassen op de aarden wallen vestigen. Door de wallen regelmatig te maaien, is dit te voorkomen.

Bij het herschikken binnen het geval moet worden voorkomen dat door bijvoorbeeld graafactiviteiten van kleine (knaag-)dieren vermenging van en/of contact met de verontreinigde grond mogelijk is. Daarom moet de geluidswal worden afgedekt met een folielaag waarop vervolgens een deklaag met grond van voldoende kwaliteit wordt aangebracht. De te gebruiken grond moet zijn gekeurd, voorzien zijn van begeleidende certificaten en zijn gemeld bij Bodem+.

Tabel 8.3: Kwaliteit ontvangende bodem(Bron:⁴)

Vakcodering	Code (meng)monster	Vegetatietype	Totaalgehalte lood (mg/kg ds)	Oppervlakte TE > lage criterium (0,25) – m ²	Oppervlakte TE > hoge criterium (0,75) – m ²
Binnen hek – functie ander groen					
Vak 24	MM24	bos	<13	0	0
Vak 27	MM27	bos	<13	0	0
Vak 1	MM01	gras/ruigte	19	0	0
Vak 25	MM25	bos	55	0	0
Vak 6	MM06	gras/ruigte	70	0	0
Vak 2	MM02	gras/ruigte	85	0	0
Vak 26	MM26	gras/ruigte	100	0	0
Vak 7	MM07	gras/ruigte	110	0	0
Vak 22	MM22	bos	360	0	0
Vak 9	MM09	gras/ruigte	590	0	0
Vak 4	MM04	bos	740	0	0
Kogelvanger baan 4 - achterzijde	W3achter	gras/ruigte	1.200	0	0
Vak 5	MM05	gras/ruigte	1.300	0	0
Kogelvanger baan 4 - voorzijde	W3voor	gras/ruigte	1.300	0	0
Vak 3	MM03	bos	2.300	4.016	4.016
Vak 19	MM19	bos	2.500	8.463	8.463
Vak 8	MM08	bos	2.700	3.725	3.725
Kogelvanger baan 5	W1	gras/ruigte	17.000	0	0
Kogelvanger baan 3	W2	gras/ruigte	22.000	0	0
Totaal oppervlak - binnen hek				16.204	16.204
Oppervlaktecriterium – Ander groen				<50.000	<5.000
Oordeel – binnen hek				Geen overschrijding	Overschrijding
Buiten Hek - functie natuur					
Vak 17	MM17	bos	<13	0	0
Vak 23	MM23	bos	110	0	0
Vak 16	MM16	bos	130	0	0
Vak 21	MM21	bos	190	0	0
Vak 11	MM11	bos	230	0	0
Vak 20	MM20	bos	230	0	0
Vak 15	MM15	bos	360	0	0
Vak 10	MM10	bos	570	0	0
Vak 13	MM13	bos	600	0	0
Vak 14	MM14	bos	730	0	0
Vak 12	MM12	bos	1.900	748	748
Vak 18	1812	bos	2.700	1.200	1.200
Totaal oppervlak - buiten hek				1.948	1.948
Oppervlaktecriterium – Natuur				<500	<50
Oordeel – buiten hek				Overschrijding	Overschrijding
Totaal oppervlak (binnen en buiten hek gecombineerd)				18.152	18.152

8.6 Extra vastlegging lood door toedienen kalk

Ondanks dat het lood in de grond in de aarden wallen niet meer beschikbaar is, wordt toch aanbevolen om eenmalig de grond te voorzien van een forse kalkgift. Op deze manier wordt de pH van de grond verhoogd, waardoor de uitloogbaarheid wordt verkleind. Op deze manier worden de ecologische risico's nog verder verkleind (zie ook hoofdstuk 6). Gedacht moet worden aan een eenmalige gift Dolokal van ± 125 kg kg/100 m³ grond.

8.7 Uitvoeringskosten herschikken

In bijlage 4 (los bijgevoegd) is een overzicht gegeven van de kosten van het herschikken van de verontreinigde grond.

⁴ [REDACTED], [REDACTED]. (2014). Bodemecologisch onderzoek incl. aanvullend pH onderzoek NJC Berkenhorst te Elspeer - Onderzoek conform de Triade-methodiek, incl. aanvullend pH-onderzoek. Grontmij. Rapportnummer: 304080, aanvulling 330888

8.8 Voor- en nadelen herschikken

In deze paragraaf worden de voor- en de nadelen van het herschikken van verontreinigde grond toegelicht. Uitgangspunt van deze saneringsmaatregel is, dat de aanwezige ecologische risico's in voldoende mate worden geëlimineerd.

Voor herschikken worden de volgende **voordelen** genoemd:

- Bij herschikken van verontreinigde grond gelden (uitgaande van voldoende te treffen veiligheidsmaatregelen tijdens de uitvoering) geen extra risico's;
- Het herschikken van verontreinigde grond is een bewezen techniek;
- Door de toepassing van verontreinigde grond in te creëren geluidswal worden grondstoffen uitgespaard.

Voor het herschikken gelden de volgende **nadelen**:

- De aanwezige vegetatie moet worden verwijderd. Alle bomen ter plaatse van de te saneren terreindelen moeten worden gekapt. Hierdoor worden de aanwezige natuurlijke waarden aangetast;
- De te saneren terreindelen zijn slecht bereikbaar voor in te zetten materieel;
- Het herschikken van grond is duurder dan het toedienen van kalk of fosforzuur;
- De ontvangende bodem, waar de herschikgrond naar toe moet worden gebracht, is "te schoon" om de sterker verontreinigde herschikgrond zonder meer te mogen ontvangen. De mogelijkheden van het herschikken van verontreinigde grond moeten worden besproken met het bevoegd gezag (Provincie Gelderland).

8.9 Conclusies en aanbevelingen

Het herschikken van grond is een eenvoudig toe te passen bewezen techniek, waaraan (onder normale omstandigheden) geen grote risico's zijn verbonden. Omdat de vrijkomende grond kan worden toepast in een op locatie te vormen nieuwe geluidswal worden nieuwe grondstoffen uitgespaard.

Voorafgaande aan het herschikken van de grond moet de aanwezige vegetatie worden verwijderd. Alle bomen ter plaatse van de te saneren terreindelen moeten worden gekapt. Hierdoor worden de aanwezige natuurlijke waarden aangetast. Bovendien zijn de te saneren terreindelen slecht bereikbaar voor in te zetten materieel.

Het herschikken van grond is duurder dan het toedienen van kalk en fosforzuur.

De ontvangende bodem, waar de herschikgrond naar toe moet worden gebracht, is "te schoon" om de sterker verontreinigde herschikgrond zonder meer te mogen ontvangen. De mogelijkheden van herschikken moeten worden besproken met de Provincie Gelderland.

Intermezzo: Duurzaamheid

De uit de te saneren vakken vrijkomende grond kan (naast herschikken in de aarden wallen) ook van de locatie worden afgevoerd en elders op een milieuhygiënisch verantwoorde manier worden verwerkt. De vraag is of er bij afvoer van de verontreinigde grond sprake is van een duurzame aanpak. Een duurzame wijze van omgang met (grootschalig) grondverzet van verontreinigde grond berust op het bereiken van balans tussen drie belangen:

- ecologische/milieuhygiënische belangen;
- sociaal-maatschappelijke belangen;
- economische belangen.

Ecologische/milieuhygiënische belangen

Voor de ecologische belangen is van belang om niet alleen te kijken naar milieubaten op schaal van lokale bodemkwaliteit, maar ook naar milieukosten door afwenteling naar andere milieu-effecten. Het ontgraven, afvoeren, reinigen van de verontreinigde grond en het aanschaffen en aanvoeren van nieuwe grondstoffen voor realisatie van de aarden wallen heeft ook invloed op de omgeving. Hierbij kan gedacht worden aan klimaatverandering (ten gevolge van extra fijnstofuitstoot vrachtwagens), emissie van toxische stoffen naar de lucht (ten gevolge van extra ritten met vrachtwagens, reinigingsinstallaties), verzuring en eutrofiëring (extra gebruik diesel voor in te zetten materieel).

Sociaal-maatschappelijke belangen

De belangrijkste sociale belangen betreffen het veroorzaken van zo min mogelijk hinder naar omgeving en het creëren van een veilige werkplek. Extra transportbewegingen en extra aanvoer van grondstoffen (realisatie aarden wal) zijn twee aspecten die hier een rol spelen. De ontstane overlast van de afvoer van verontreinigde grond en de aanvoer van grondstoffen legt een extra druk op de omgeving.

Economische belangen

De afvoer van verontreinigde grond en de aanvoer van nieuwe grondstoffen leggen een financiële druk op het project. Dit geldt ook voor de verwerkingskosten van de vrijkomende verontreinigde grond.

Het afvoeren en het op een milieuhygiënisch verantwoorde wijze verwerken van de verontreinigde grond is vele malen duurder dan de drie in deze rapportage beschouwde saneringsvarianten.

9 Keuze saneringsvariant

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een keuze gemaakt voor een uit te voeren saneringsvariant. De in de voorgaande hoofdstukken uitgewerkte varianten worden kort samengevat. Tevens worden de “vóórs” en de “tegens” van de drie varianten benoemd.

9.2 Bekalken

Bij deze variant wordt over de te saneren vakken Dolokal gestrooid: een reparatiebekalking en een jaarlijkse onderhoudsbekalking. Door het toedienen van Dolokal wordt de pH van de bodem verhoogd tot een waarde die behoort bij het lage TE-criterium (<180 mg beschikbaar lood/kg ds). Op deze manier zijn geen onaanvaardbare ecologische risico's meer te verwachten.

Tabel 9.1: Samenvatting bekalken

Vak	Eenmalige gift Dolokal (kg)	Jaarlijkse gift Dolokal gedurende 15 à 20 jaar (kg)
3	2.331	111
8	2.735	141
19	6.079	274
12	592	24
18	564	24
Vóór	<i>Relatief eenvoudig toe te passen, lagere kosten dan herschikken, weinig risico's bij toepassen, bekend product, bewezen techniek</i>	
Tegen	<i>Langdurig/eeuwigdurend toepassen, arbeidsintensief, hogere kosten dan toepassen fosforzuur</i>	

9.3 Fosforzuur

Bij deze variant wordt over de te saneren vakken fosforzuur (59%) gespreeid. Hierdoor het wordt beschikbaar lood omgezet in chloropyromorfiet, waardoor geen onaanvaardbare ecologische risico's meer zijn te verwachten.

Tabel 9.2: Samenvatting toedienen fosforzuur

Vak	Eenmalige gift fosforzuur (59%) (kg)
3	1.416
8	1.538
19	3.271
12	248
18	406
Vóór	<i>Door oplossing eenvoudiger toe te passen dan kalk, eenmalig toepassen, lagere kosten dan bekalken en herschikken</i>
Tegen	<i>Arbeidsintensief, nieuwe techniek, toepassen door gespecialiseerd bedrijf, veiligheid</i>

9.4 Herschikken

Bij deze variant wordt de grond uit de te saneren vakken ontgraven en in de nieuw aan te leggen geluidswallen ter plaatse van schietbanen 3, 4 en 5 hergeschikt. Op deze manier zijn geen onaanvaardbare ecologische risico's meer te verwachten.

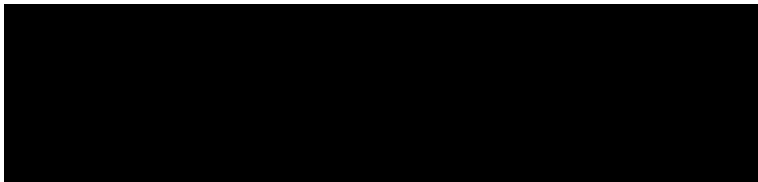
Tabel 9.3: Samenvatting herschikken

Vak	Ontgraven (m3)	Aanvullen (m3)
3	803	-
8	745	-
19	1.693	-
12	150	-
18	240	-
Baan 3	-	1.080
Baan 4	-	1.480
Baan 5	-	1.360
Vóór	<i>Geen risico's bij toepassen, bewezen techniek, uitsparen grondstoffen voor nieuwe geluidswal door het hergebruiken van verontreinigde grond</i>	
Tegen	<i>Arbeidsintensief, duurder dan bekalken en toedienen fosforzuur, kappen alle bomen/verwijderen alle vegetatie, slechte bereikbaarheid, ontvangende bodem is "te schoon" om grond zonder meer te mogen ontvangen</i>	

9.5 Kosten saneringsvarianten

In deze paragraaf worden de kosten van de saneringsvarianten samengevat weergegeven. Voor een compleet overzicht wordt verwezen naar bijlage 4. In deze bijlage zijn alle gedetailleerde kostenramingen opgenomen.

Tabel 9.4: Samenvatting herschikken



9.6 Geselecteerde variant

Uitgangspunt van de drie uitgewerkte saneringsvarianten is dat de aanwezige ecologische risico's in voldoende mate worden geëlimineerd.

Gebaseerd op de afwegingen, die in de voorgaande drie hoofdstukken zijn beschreven, wordt gekozen voor de variant:

- die relatief eenvoudig is uit te voeren;
- waaraan weinig risico's zijn verbonden;
- waarbij bewezen technieken worden toegepast;
- die economisch goed scoort.

Om de aanwezige ecologische risico's in voldoende mate te elimineren met een variant die én goed uitvoerbaar én economisch acceptabel is, wordt gekozen om de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 te bekalken met Dolokal. Hoewel bij deze variant gedurende een relatief lange periode (15 à 20 jaar, met mogelijk een eeuwigdurende bekalking) kalk als onderhoudsbekalking moet worden toegediend, scoort deze variant beter dan de variant, die uitgaat van het toedienen van fosforzuur. Het toedienen van fosforzuur heeft als grootste bezwaar dat er nog (te) weinig praktijkervaring in Nederland mee is opgedaan.

Ook scoort de bekalkingsvariant beter dan de variant waarbij de vrijkomende grond wordt herschikt. Deze herschikvariant heeft als grootste nadeel dat al de aanwezige vegetatie moet worden verwijderd, waardoor de aanwezige natuurlijke waarden worden aangetast. De ontvangende bodem is wellicht te schoon om de herschikgrond te kunnen ontvangen. Ook zijn de te saneren terreindelen ten gevolge van reliëf slecht bereikbaar voor het in te zetten materieel. Een voordeel van deze variant is dat grondstoffen voor nieuwe geluidswal worden uitgespaard omdat verontreinigde grond wordt hergebruikt. Dit levert bovendien een kostenbesparing op.

De bekalkingsvariant heeft een aantal voordelen in zich. Bij deze variant:

- hoeft geen grond te worden ontgraven, afgevoerd en verwerkt;
- hoeven geen agressieve stoffen op en in de bodem te worden aangebracht;
- worden zeer gangbare (ook in de landbouw) stoffen toegepast;
- hoeven geen bomen te worden gekapt. Gezien de ligging van de locatie is dit een groot voordeel;
- er hoeven geen procedures te worden doorlopen ten behoeve van het kappen van bomen of het grootschalig ontgraven van grond;
- zijn de kosten min of meer vergelijkbaar met de andere twee varianten.

Om bovenstaande redenen wordt geadviseerd om te kiezen voor de bekalkingsvariant.

9.7 Ontgraven verontreinigde grond vak 3 ter plaatse van nieuwbouw

Schietbaan 2 kruist een klein gedeelte van vak 3 (zie bijlage 3). Over een oppervlak van $\pm 40 \text{ m} \times 40 \text{ m}$ doorsnijdt de bouwkuip vak 3. Er is van uitgegaan dat gemiddeld de bovenste 0,2 m van het betreffende gedeelte van vak 3 sterk is verontreinigd met lood. De uit de bouwkuip afkomstige grond (in totaal $\pm 1.600 \text{ m}^2$, $\pm 300 \text{ m}^3$ tot 350 m^3) wordt op de ten oosten van de nieuwbouw gelegen kogelvanger W2 (boven schietbaan 3) aangebracht. De ontvangende bodem in deze kogelvanger bevat $\pm 22.000 \text{ mg/kg}$ ds lood (Bron: onderzoek Tauw, 2010). De uit vak 3 ontgraven grond (bevat $\pm 2.300 \text{ mg/kg}$ ds lood) moet door een gecertificeerde aannemer en onder milieukundige begeleiding worden ontgraven en verwerkt. In bijlage 4 (tabel B.7) is een raming opgenomen voor de kosten voor het ontgraven en op locatie herschikken van de verontreinigde grond. De mogelijkheden van het herschikken van deze hoeveelheid verontreinigde grond moeten nog wel worden besproken met het bevoegd gezag (Provincie Gelderland).

9.8 Terugvalsscenario

Mocht op enig moment blijken dat de geselecteerde variant niet het gewenste resultaat oplevert (wegnemen aan lood gerelateerde ecologische risico's), dan moet worden overwogen een terugvalsscenario te hanteren.

Bij dit scenario wordt alle verontreinigde grond die ter plaatse van de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 aanwezig is ontgraven om vervolgens op een milieuhygiënisch verantwoorde wijze te worden verwerkt. In totaal moet hierbij ruim 3.630 m^3 worden ontgraven en verwerkt. Deze genoemde hoeveelheid is gebaseerd op de hoeveelheid die bij de herschikvariant is bepaald (zie hoofdstuk 8).



10 Algemene aspecten sanering

10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan een aantal algemene aspecten, die zijn te relateren aan de uit te voeren sanering. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen:

- Veiligheid en arbo-aspecten;
- Milieukundige begeleiding;
- Bemonsterings- en analyseprogramma;
- Verzekering;
- Uitzetten vakken;
- Gecertificeerd aannemer.

10.2 Veiligheid en arbo-aspecten

Namens de opdrachtgever wordt een Veiligheids- en Gezondheidsplan (V&G-plan) opgesteld met daarin de benodigde veiligheidsvoorschriften. Het V&G-plan maakt onderdeel uit van een aannemersovereenkomst. De aannemer vult dit plan verder in voor en tijdens de uitvoering van het project. De aannemer die de sanering uitvoert, zal in overleg met de Arbeidsinspectie en de Bedrijfsgeneeskundige Dienst een saneringsdraaiboek moeten opstellen. Dit saneringsdraaiboek vormt een onderdeel van het V&G-plan. In het saneringsdraaiboek staan de veiligheidsaspecten, die gelden voor dit specifieke werk, op een door de directie goedgekeurde manier uitgewerkt.

Onder andere komen aan de orde:

- Samenvatting uit te voeren sanering ter plaatse van vak 3;
- Samenvatting overige uit te voeren werkzaamheden (bekalken);
- Naam opdrachtgever, directievoerder, aannemer en dergelijke;
- Adres politie, brandweer, huisarts, ambulance;
- Inrichting werkterrein;
- Persoonlijke beschermingsmaatregelen;
- Maatregelen voor bewoners (onder andere goede voorlichting);
- Uit te voeren controlemetingen;
- Bestrijding geuroverlast en stofvorming;
- Bedrijfskundige begeleiding;
- Veiligheidskundige begeleiding.

Op grond van de beschikbare onderzoeksgegevens en hetgeen is gesteld in de CROW-publikatie 132 'Werken met verontreinigde grond en verontreinigd (grond)water' (4^e geheel herzien druk, februari 2009) zijn voor deze sanering te hanteren T en F klassen bepaald op 3T/-F. Hierbij is uitgegaan van de maximaal aangetroffen gehalten aan lood in de grond ter plaatse van vak 3. De bepaling van de T- en F-klasse is weergegeven in bijlage 5. Tijdens de uitvoering moet bepaald worden of de vooraf bepaalde T- en F-klassen bij kunnen worden gesteld.

In de onderstaande tabel zijn de maximaal aangetroffen gehalten in de grond weergegeven.

Tabel 10.1 Uitgangswaarden T&F berekeningen

Parameter	gehalte grond	
	(mg/kg/ds)	Code monster
Lood	2 300	MM03

Op het hekwerk dat langs de sanering ter plaatse van vak 3 wordt aangebracht moeten waarschuwingsborden zijn aangebracht. In aanvulling op het basispakket (niet eten, roken, drinken, goed sluitende werkkleding, stofdichte cabines, etc.) moet frequente monitoring van in de lucht vrijkomende stoffen plaatsvinden. De te treffen veiligheidsmaatregelen zijn terug te vinden in bijlage 5.

De vrijkomende verontreinigde grond wordt direct afgevoerd naar de wal W2. Materieel komt niet op de openbare weg. Om mors en verspreiding te voorkomen, wordt geadviseerd om de locatie te voorzien van rijplaten.

10.3 Milieukundige begeleiding

Tijdens het toedienen van de kalk moet een BRL 6000 gecertificeerde milieukundig begeleider aanwezig zijn. Het bekalken vindt plaats onder toezicht van deze milieukundig begeleider. Deze controleert of de bekalking plaatsvindt zoals is omschreven.

De ontgraving van de verontreinigde grond ter plaatse van vak 3 vindt ook plaats onder toezicht van een milieukundig begeleider. Deze controleert de sanering op het milieuhygiënisch resultaat. Daarnaast moet de milieukundig begeleider toezien op een veilige en milieuhygiënisch verantwoorde wijze van uitvoeren. De werkzaamheden van een milieukundig begeleider omvatten de volgende werkzaamheden:

- Het aangeven van de verticale en horizontale begrenzingen van de ontgravingen.
- Het uitvoeren van organoleptische waarnemingen.
- Het registreren van de ontgravinggrenzen zowel door analyses als door fotomateriaal (vastlegging maximale diepte).
- Het adviseren van het NJCB indien de verontreinigingssituatie afwijkt van de verontreinigingssituatie die tijdens de uitgevoerde onderzoeken is vastgesteld.
- Het registreren van de eindkwaliteit in de bodem na doorvoering van de saneringsmaatregelen.
- Het opstellen van het evaluatieverslag ná ontgraving en herschikken van grond uit vak 3 en ná uitvoering van de reparatiebekalking.

Emissies als gevolg van de saneringswerkzaamheden worden zoveel mogelijk beperkt. Op basis van waarnemingen tijdens de realisatie van de sanering wordt bepaald of een wijziging in de T&F klasse noodzakelijk is.

10.4 Bemonsterings- en analyseprogramma

10.4.1 Eindcontrole en tussenbemonstering

De definitieve begrenzing van de grondontgraving wordt gevormd door de grenzen van de bouwkuip voor schietbaan 2. De na ontgraving achterblijvende putbodems en -wanden moeten volgens de BRL 6000 protocol 6001 bemonsterd, dat wil zeggen dat de bemonsterde delen van de putbodem een gemiddelde vakgrootte van 100 m² en de putwanden een gemiddelde vakgrootte van 50 m² moeten hebben. Per monstervak wordt een mengmonster samengesteld uit circa tien steken tot een diepte van circa 0,1 m à 0,2 m -putbodem. Dit moet ook per monstervak ter plaatse van de putwanden gebeuren.

10.4.2 Controle aanvulmateriaal

Er is van uitgegaan dat de locatie niet wordt aangevuld.

10.4.3 Aantallen en analysepakket grondmonsters

Ten behoeve van de raming van de saneringskosten is een globale inschatting gemaakt van het aantal te analyseren monsters en het betreffende analysepakket. Hierbij zijn alleen de analyses vermeld die nodig zijn voor het goed uitvoeren van de ontgraving van de verontreiniging.

Tabel 10.2 Bemonsteringsstaat sanering vak 3

Doel bemonstering	Aantal monsters	Analysepakket
controle putwanden (1 per maximaal 50 m ²)	4	1)
controle putbodem (1 per maximaal 100 m ²)	16	1)

¹⁾ AS3000, inclusief organisch stof, lutum, lood;

Eén maand na uitvoering van de reparatiebekalking worden de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 bemonsterd. Per 500 m² vak wordt een mengmonster genomen. Elk mengmonster is samengesteld uit 25 steken (steekdiepte ± 15 cm). Voor de monsters moet het actuele biologisch beschikbare gehalte aan lood bepaald door een milde extractie met een 0,01M CaCl₂-oplossing. Hierbij worden metalen die zwak aan lutum- en organische stofdeeltjes gebonden zijn verdrongen door calcium uit de CaCl₂-oplossing. De vrijgekomen metalen worden in het extract gemeten worden en worden beschouwd als het voor organismen direct opneembare deel uit poriewater, oftewel het actueel biologisch beschikbare gehalte.

Het aanwezige lood kan ook worden bepaald door middel van een krachtigere extractie met 0,43M HNO₃. Door het toepassen van een sterker geconcentreerd uitschudmedium in combinatie met de sterkere competitie van protonen (H⁺) met metalen op de bodemdeeltjes, wordt een veel groter deel van de metalen losgemaakt. Dit is de potentieel beschikbare fractie die een maat is voor het gedeelte dat op langere termijn mogelijk vrij kan komen.

Deze eerste meting moet worden gezien als een nulmeting. Vervolgens worden elke twee jaar mengmonsters genomen waarmee het verloop van de pH inzichtelijk wordt gemaakt. Op basis van de beschikbare analysegegevens kan de door te voeren bekalking indien nodig worden bijgesteld.

Tabel 10.3: Monsternamen ten behoeve van monitoring

Vak	Oppervlak (m ²)	Aantal monsters na reparatiebekalking	Monstersname na onderhoudsbekalking
3	4.016	8	1 keer per 2 jaar: 8 stuks
8	3.725	8	1 keer per 2 jaar: 8 stuks
19	8.463	17	1 keer per 2 jaar: 17 stuks
12	748	2	1 keer per 2 jaar: 2 stuks
18	1.200	3	1 keer per 2 jaar: 3 stuks

10.5 Verzekering

Voor aanvang van de sanering wordt geadviseerd een bodemsaneringsverzekering af te sluiten. Bij het afsluiten van de verzekering zal door de verzekeraar gekeken worden of voldoende zorg is besteed aan het voorkomen van schade. Door het afsluiten van deze verzekering zijn zowel directie, aannemers en onderaannemers als opdrachtgevers en adviseurs verzekerd.

10.6 Uitzetten vakken

Door de ligging van de vakken (bebost gebied, moeilijk betreedbaar) is het lastig om de vakken op een adequate manier te voorzien van kalk. Om een juiste dosering te garanderen, moeten de vakken voorafgaande aan de bekalking nauwkeurig in het veld worden uitgezet. Op de knikpunten van de vakken worden stalen buizen in de grond geslagen, waarna de contouren worden aangegeven met bijvoorbeeld afzetlint. Door de aangebrachte stalen buizen is het ook op termijn helder binnen welke vakken de onderhoudsbekalking moet plaatsvinden.

Binnen de contouren van de vakken 3, 8, 12, 18 en 19 worden gelijkmatige, kleinere vakken (± 500 m² per vak) met lint uitgezet zodat tijdens het handmatig toedienen van de kalk tijdens de onderhoudsbekalking per vak niet te veel en niet te weinig Dolokal wordt gegeven.

10.7 Gecertificeerde aannemer

De ontgraving en verwerking van de verontreinigde grond ter plaatse van vak 3 moet wel door een BRL 7000 gecertificeerde aannemer geschieden. Ook het verwijderen van de ondergrondse olietank ter plaatse van de kantine moet door een gecertificeerde aannemer gebeuren.

Het toedienen van de kalk hoeft niet door een gecertificeerd aannemer te gebeuren. Omdat er wel sprake is van het uitvoeren van een sanering moet een BRL 7000 gecertificeerde aannemer in een kick-off meeting aangeven op welke wijze de kalkmeststof het best en op de meest veilige manier kan worden toegepast. Bij deze kick-off meeting moeten de werknemers aanwezig zijn, die betrokken zijn bij het toedienen van de kalk.

Bijlage 1

Ligging locatie

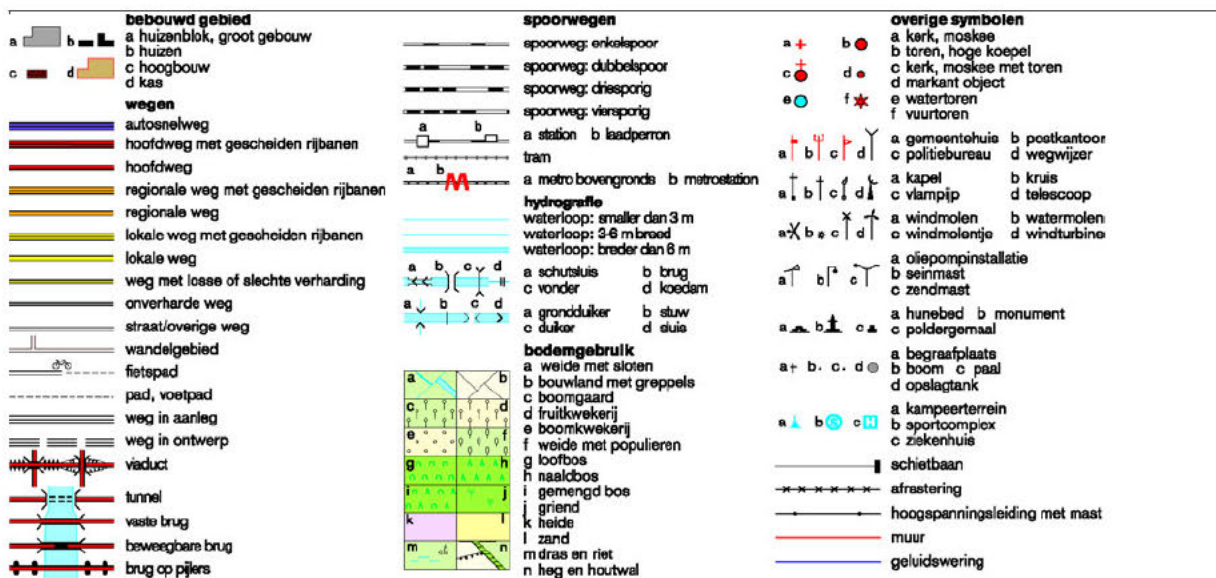


Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

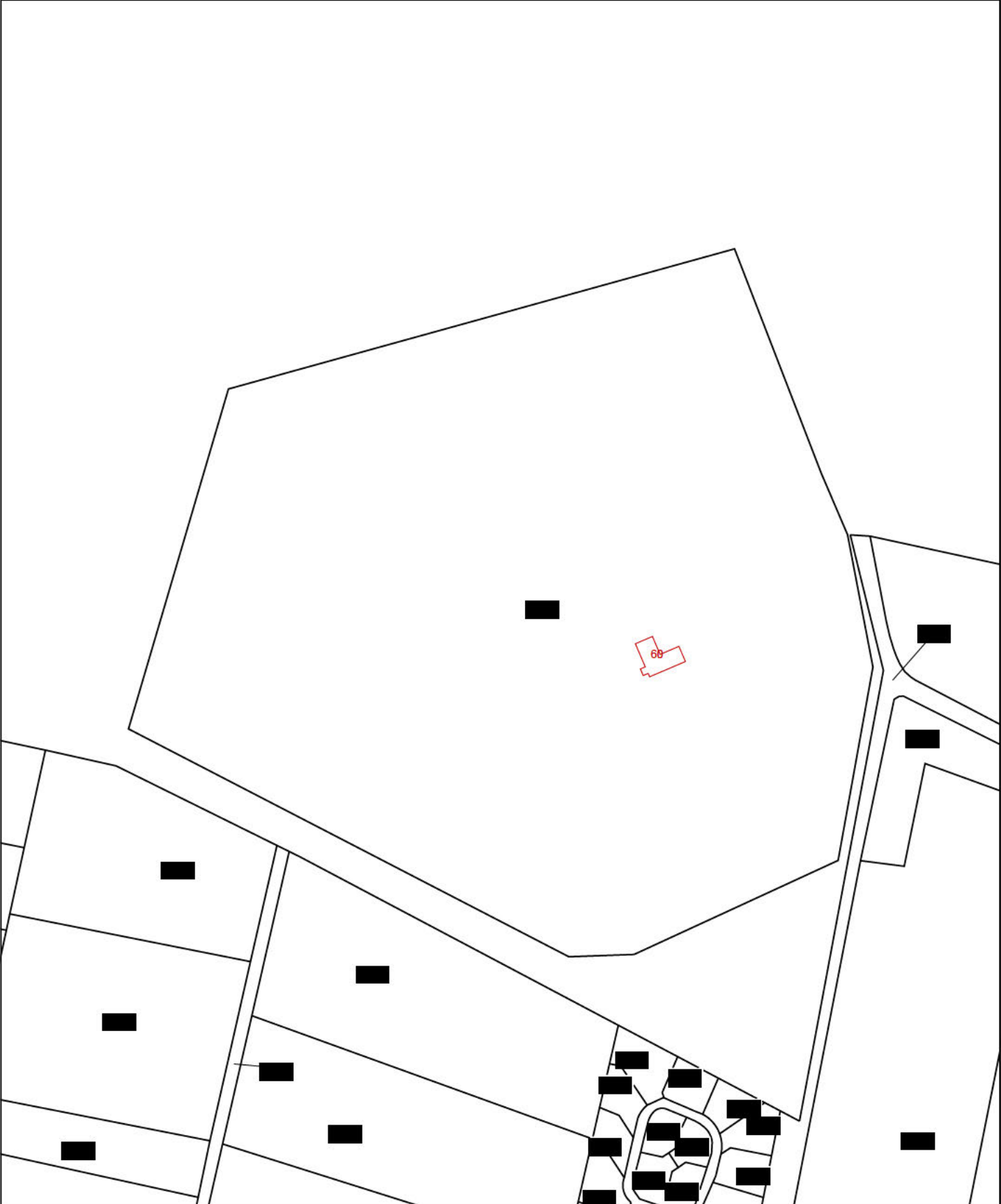
Hier bevindt zich Kadastraal object NUNSPEET F 3940
Stakenbergweg 60, 8075 RA ELSPEET

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.



Bijlage 2

Kadastrale gegevens



0 m 25 m 125 m

12345
25

- Deze kaart is noordgericht
- Perceelnummer
- Huisnummer
- Vastgestelde kadastrale grens
- Voorlopige kadastrale grens
- Administratieve kadastrale grens
- Bebouwing
- Overige topografie

Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 20 maart 2014.
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Schaal 1:2500

Kadastrale gemeente
Sectie
Perceel

NUNSPEET
F



Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele
eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

Kadaster

Dienst voor het kadaster en de openbare registers in Nederland

Gegevens over de rechtstoestand van kadastrale objecten, met uitzondering van de gegevens inzake hypotheek en beslagen

Betreft:	NUNSPEET F 3940	20-3-2014
	Stakenbergweg 60 8075 RA ELSPEET	8:45:09
Uw referentie:	336240	
Toestandsdatum:	19-3-2014	

Kadastraal object

Kadastrale aanduiding:	<u>NUNSPEET F 3940</u>
Grootte:	8 ha 32 a 50 ca
Coördinaten:	181247-479301
Omschrijving kadastraal object:	WONEN TERREIN (NATUUR)
Locatie:	Stakenbergweg 60 8075 RA ELSPEET Stakenbergweg 60 A 8075 RA ELSPEET Stakenbergweg 60 B 8075 RA ELSPEET
Ontstaan op:	29-11-1989

Aantekening kadastraal object

LOCATIEGEGEVENS ONTLEEND AAN BASISREGISTRATIES ADRESSEN EN GEBOUWEN
Ontleend aan: ATG 75292 d.d. 20-10-2011

Publiekrechtelijke beperkingen

KENNISGEVING, VORDERING, BEVEL OF BESCHIKKING, WET BODEMBESCHERMING
(ZIE TEKENING)

Zie ingeschreven tekening voor ligging

Betrokken bestuursorgaan: Provincie Gelderland

Ontleend aan: HYP4 60261/185 d.d. 27-7-2011

BESLUIT OP BASIS VAN MONUMENTENWET 1988

Betrokken bestuursorgaan: De Staat (Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen)

Ontleend aan: HYP4 3401/22 reeks ARNHEM d.d. 25-5-1967

Brondocumenten mogelijk van HYP4 59235/69 d.d. 11-1-2011

belang:

HYP4 59235/64 d.d. 11-1-2011

HYP4 59235/63 d.d. 11-1-2011

HYP4 59235/60 d.d. 11-1-2011

Betreft: NUNSPEET F 3940
Stakenbergweg 60 8075 RA ELSPEET
Uw referentie: 336240
Toestandsdatum: 19-3-2014

20-3-2014
8:45:09

Gerechtigde**ERFPACHT**

Nationaal Jachtschietcentrum Berkhorst

Postadres: Heemsteedse Dreef 45
2103 LL HEEMSTEDE
Zetel: ELSPEET

Recht ontleend aan: HYP4 3575/77 reeks ARNHEM
Eerst genoemde object in
brondocument: NUNSPEET F 3940

Einddatum: 30-12-1992
Brondocumenten mogelijk van
belang: HYP4 3401/22 reeks ARNHEM d.d. 25-5-1967

HYP4 59235/69 d.d. 11-1-2011
HYP4 59235/64 d.d. 11-1-2011
HYP4 59235/63 d.d. 11-1-2011
HYP4 59235/60 d.d. 11-1-2011

Aantekening recht

EINDDATUM RECHT

Einddatum: 30-12-1992
Ontleend aan: HYP4 3575/77 reeks ARNHEM

Betreft: NUNSPEET F 3940
Stakenbergweg 60 8075 RA ELSPEET
Uw referentie: 336240
Toestandsdatum: 19-3-2014

20-3-2014
8:45:09

Gerechtigde**EIGENDOM BELAST MET ERFPACHT**

Gemeente Nunspeet

Markt 1

8071 GJ NUNSPEET

Postadres:

Postbus: 79

8070 AB NUNSPEET

NUNSPEET

Zetel:

Recht ontleend aan:

84 NST01/9090 d.d. 29-11-1989

Eerst genoemde object in
brondocument:

NUNSPEET F 3940

Brondocumenten mogelijk van
belang:

HYP4 3401/22 reeks ARNHEM d.d. 25-5-1967

HYP4 59235/69 d.d. 11-1-2011

HYP4 59235/64 d.d. 11-1-2011

HYP4 59235/63 d.d. 11-1-2011

HYP4 59235/60 d.d. 11-1-2011

Nog niet (volledig) verwerkte brondocumenten:

ATG 5009 d.d. 15-12-1989

AKTE VAN ALGEMENE VOORWAARDEN

HYP4 10121/56 reeks ARNHEM d.d. 16-2-1990

AKTE VAN ALGEMENE VOORWAARDEN

HYP4 51119/168 d.d. 29-11-2006

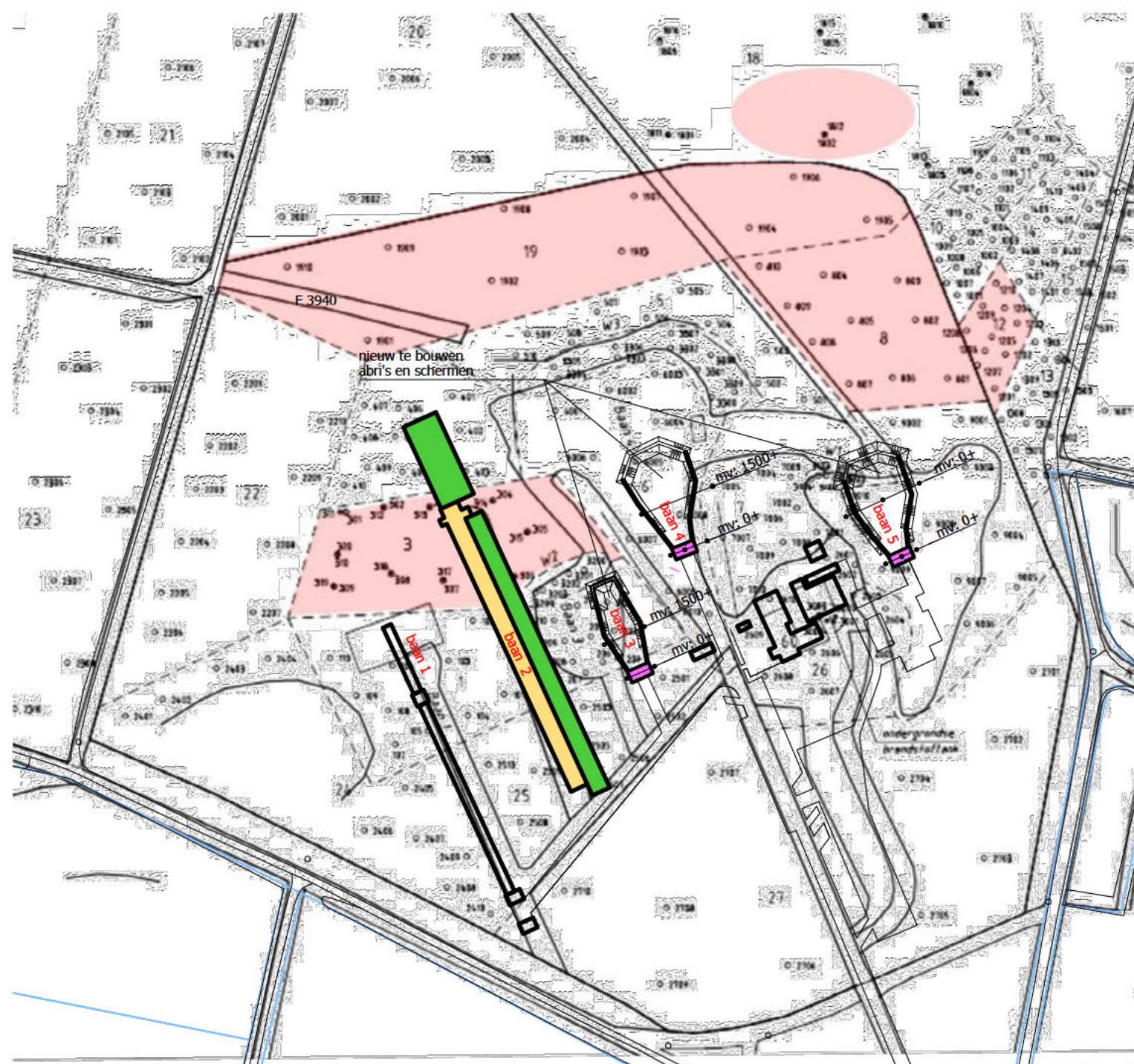
AKTE VAN ALGEMENE VOORWAARDEN

Einde overzicht

De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt ten aanzien van de kadastrale gegevens zich het recht voor als bedoeld in artikel 2 lid 1 juncto artikel 6 lid 3 van de Databankenwet.

Bijlage 3

Ligging verontreinigde vakken t.o.v. nieuwbouw



- Onaanvaardbaar ecologisch risico aanwezig
- Bestaande schietbaan 2
- Uitbreiding bestaande schietbaan 2
- Nieuwbouw t.p.v. schietbaan 3t/m 5



MATEN IN METERS. TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
HOOGTEMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

Opdrachtgever


NATIONAAL JACHTSCHIETCENTRUM BERKENHORST

Project

SANERINGSPLAN

Onderdeel

LIGGING VERONTREINIGDE VAKKEN

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Blad	Aantal
336240-B-002		336240-B-002A.dwg	A3	1:2000		
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
HOUTEN	336240		27-10-2014			



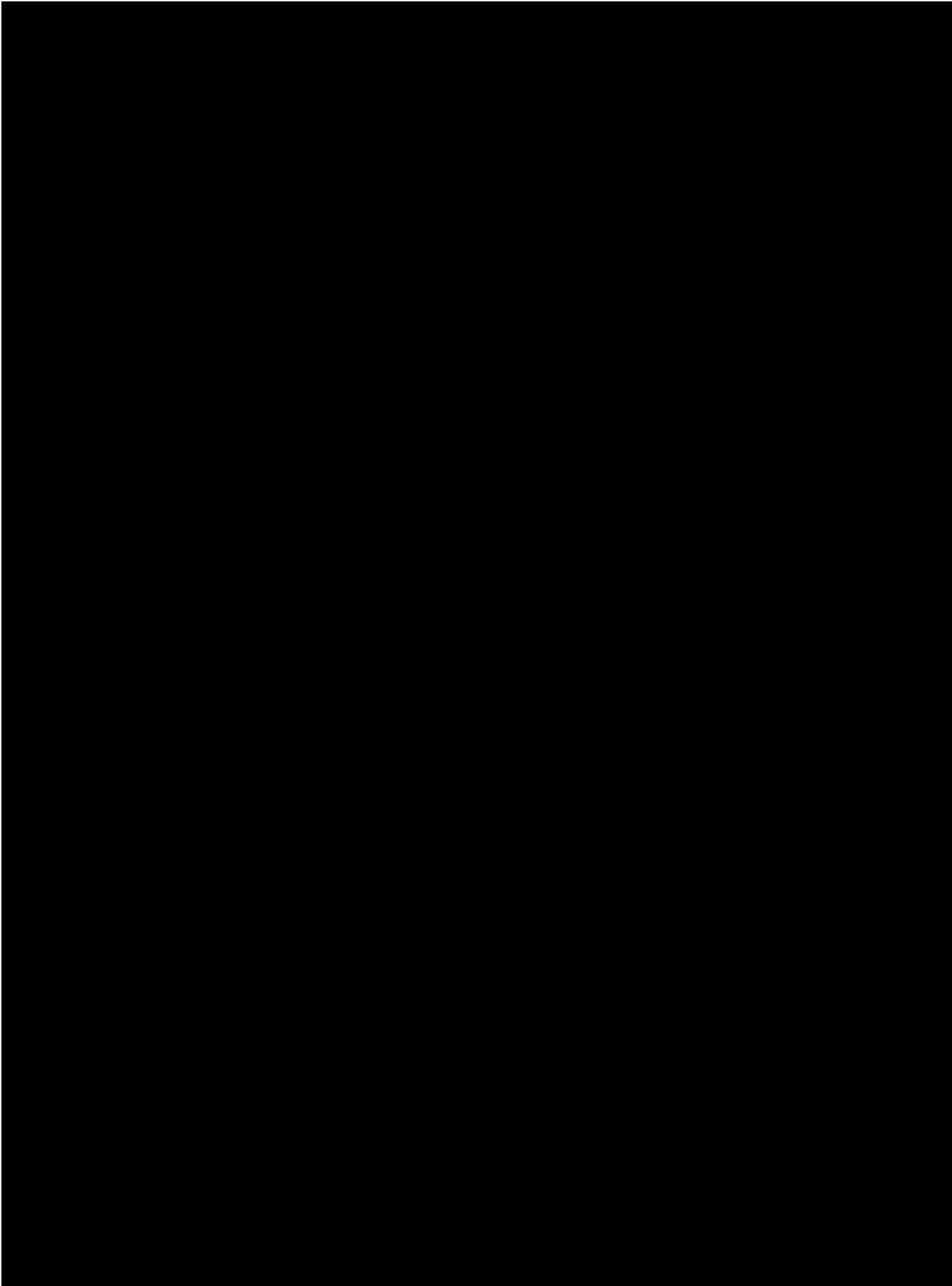
www.grontmij.nl

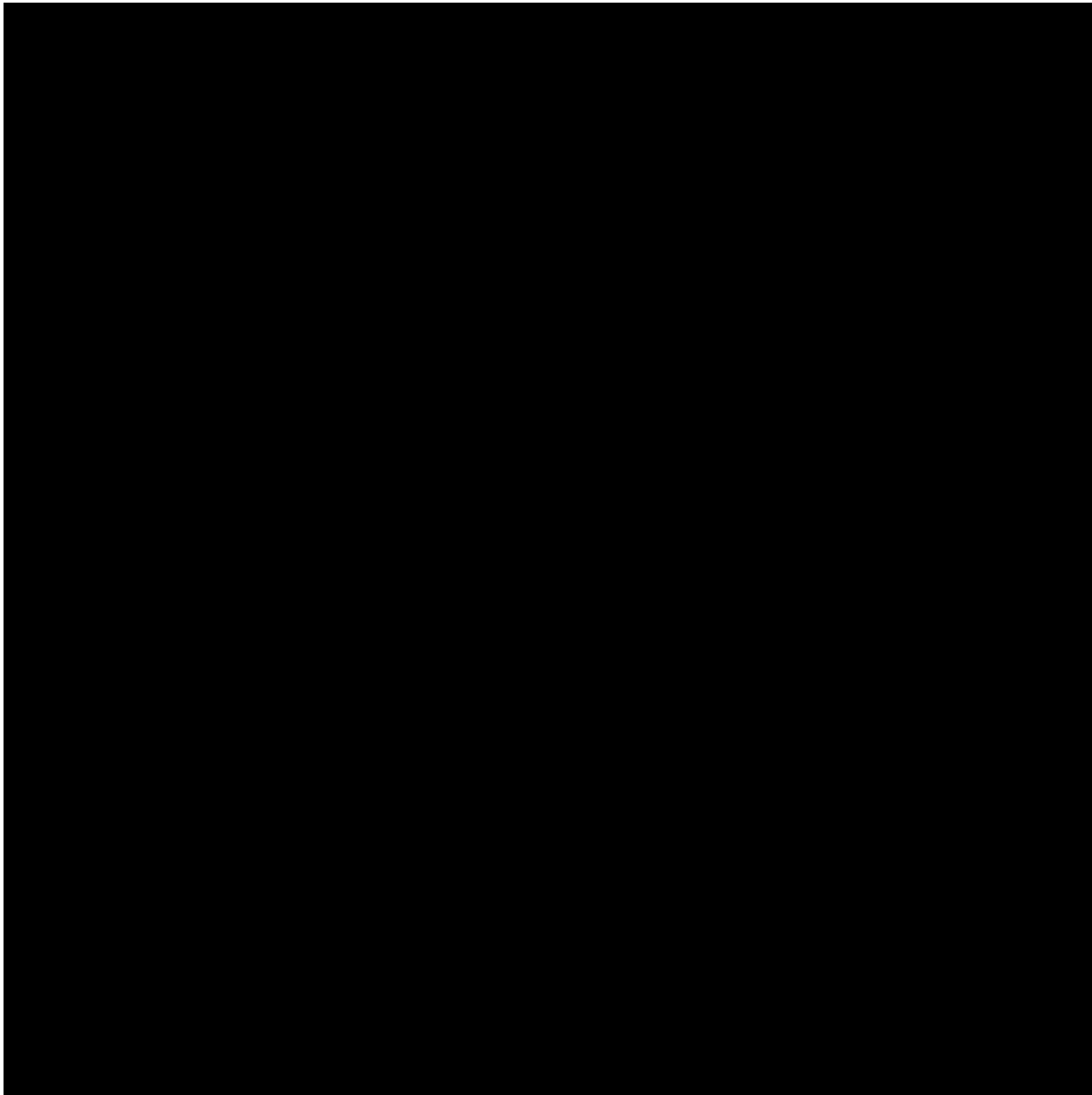
© Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

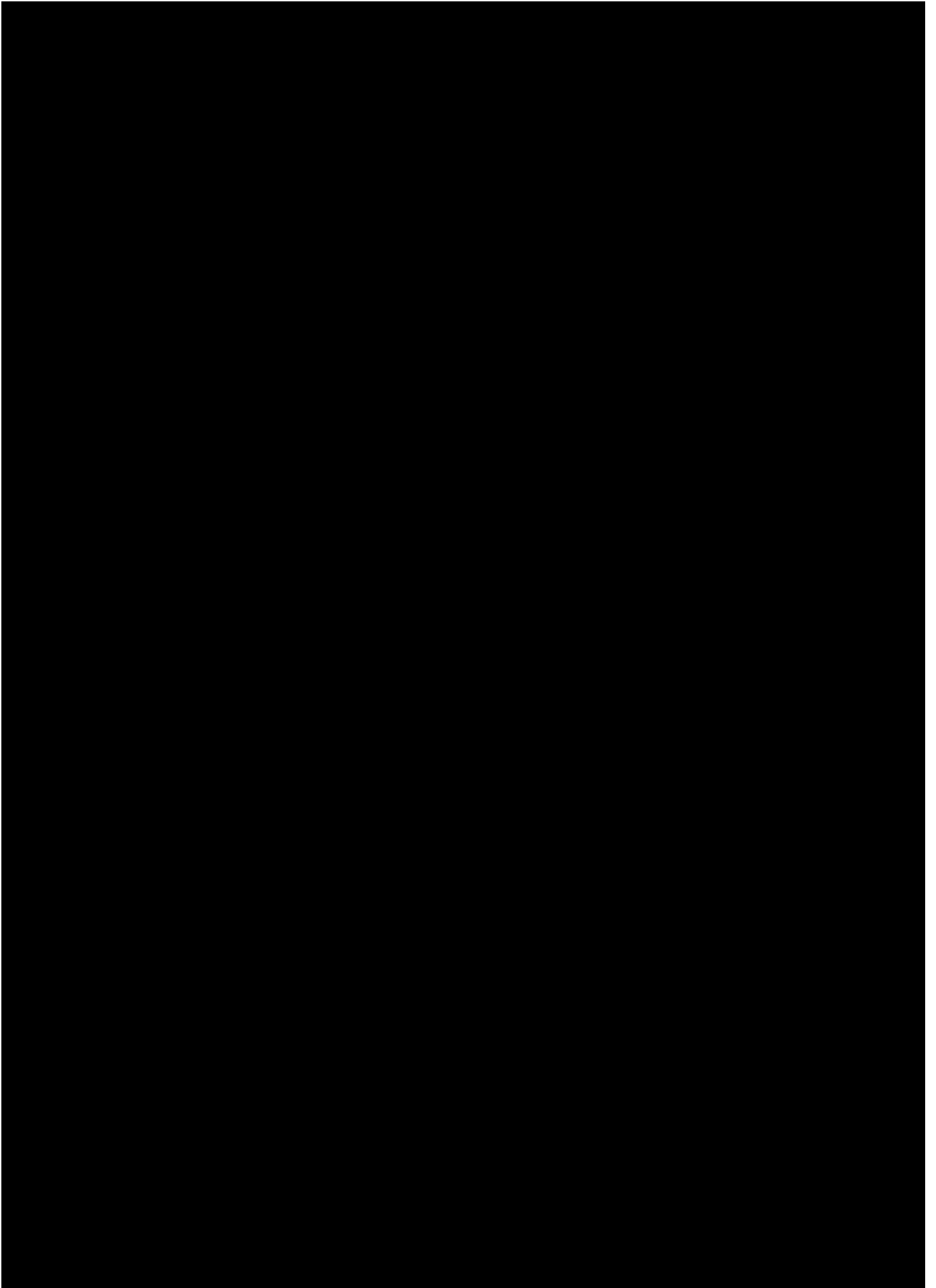
P:\336240\Cad\Bodem\336240-B-002A.dwg

Bijlage 4

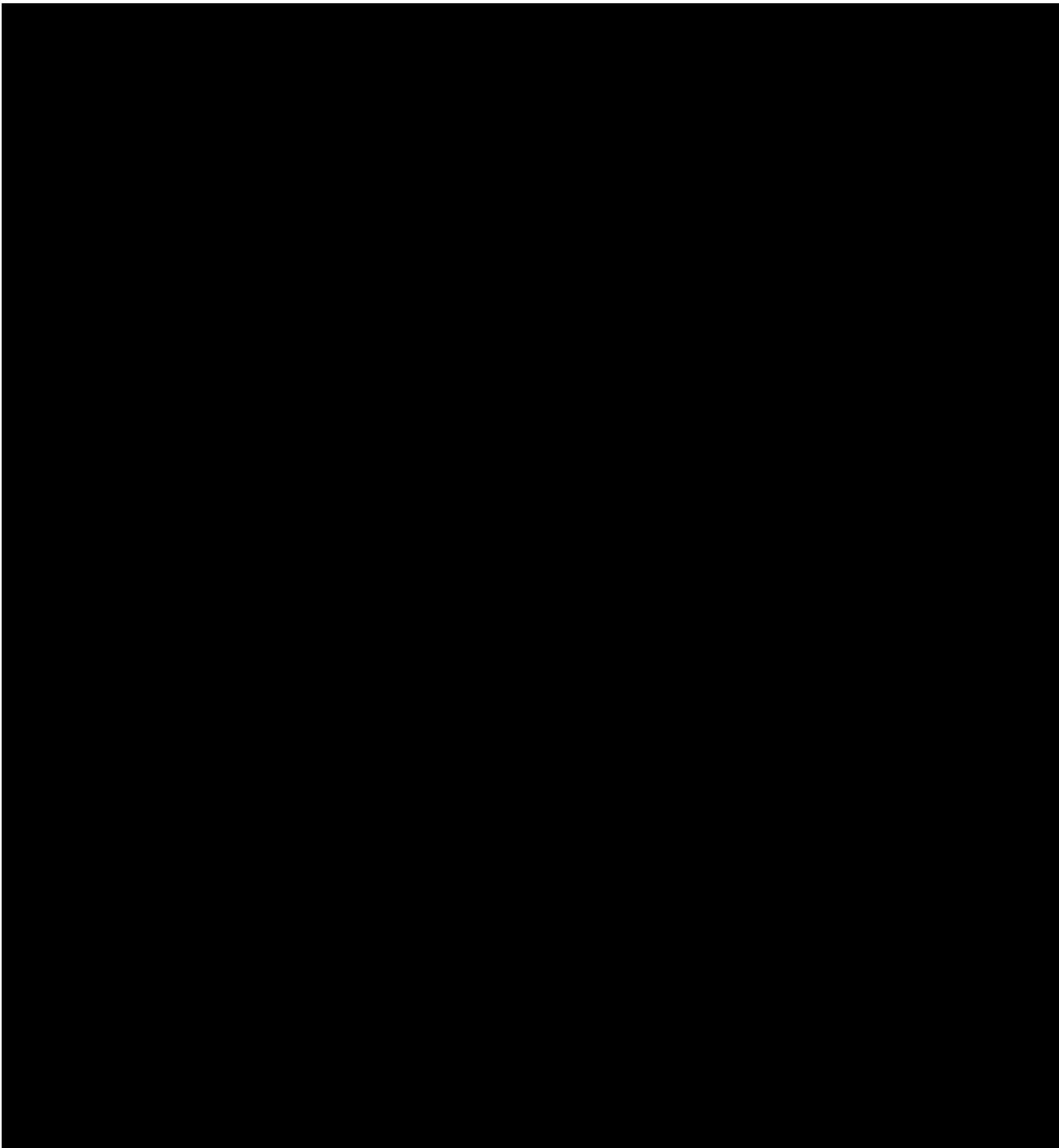
Kostenramingen

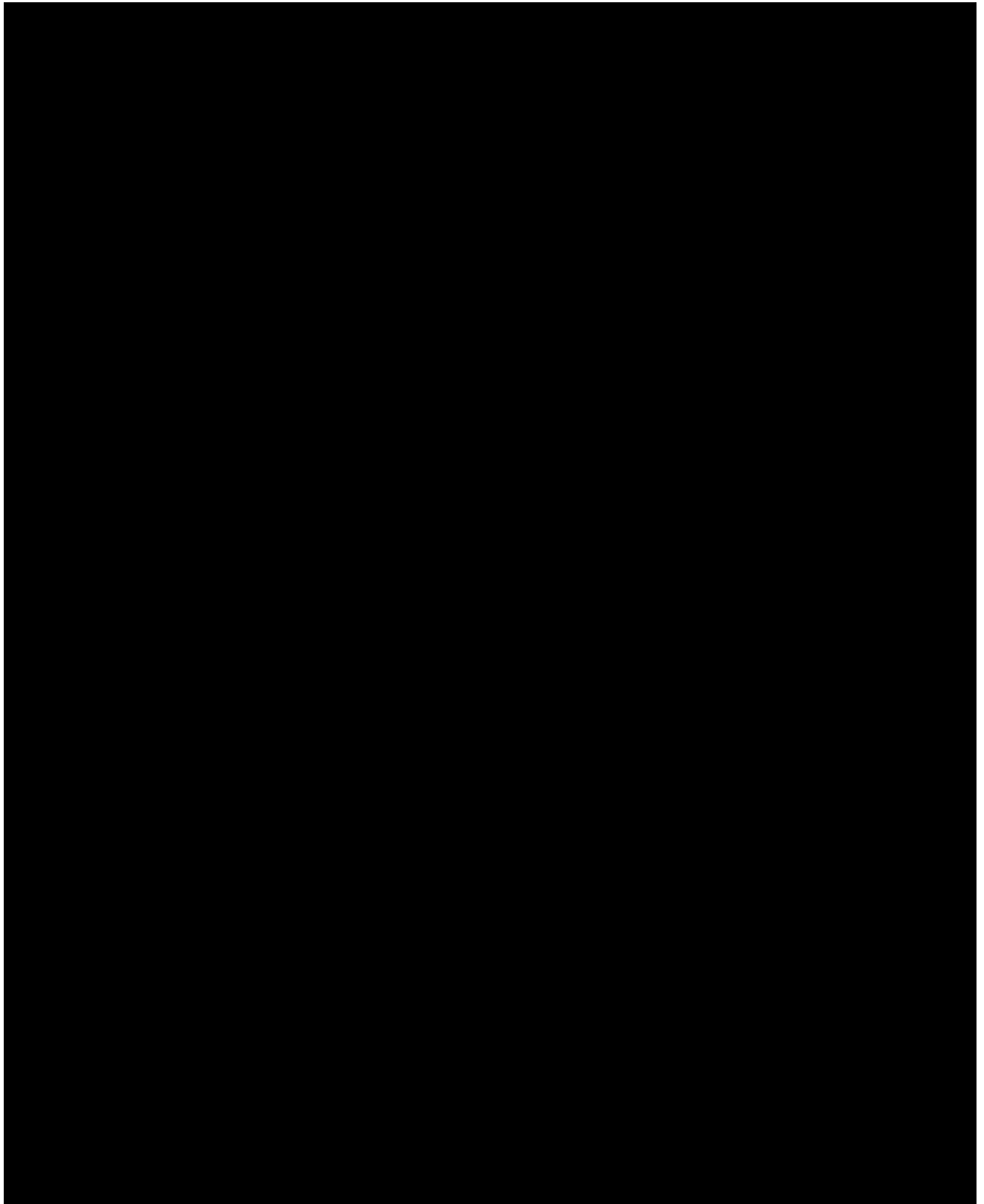


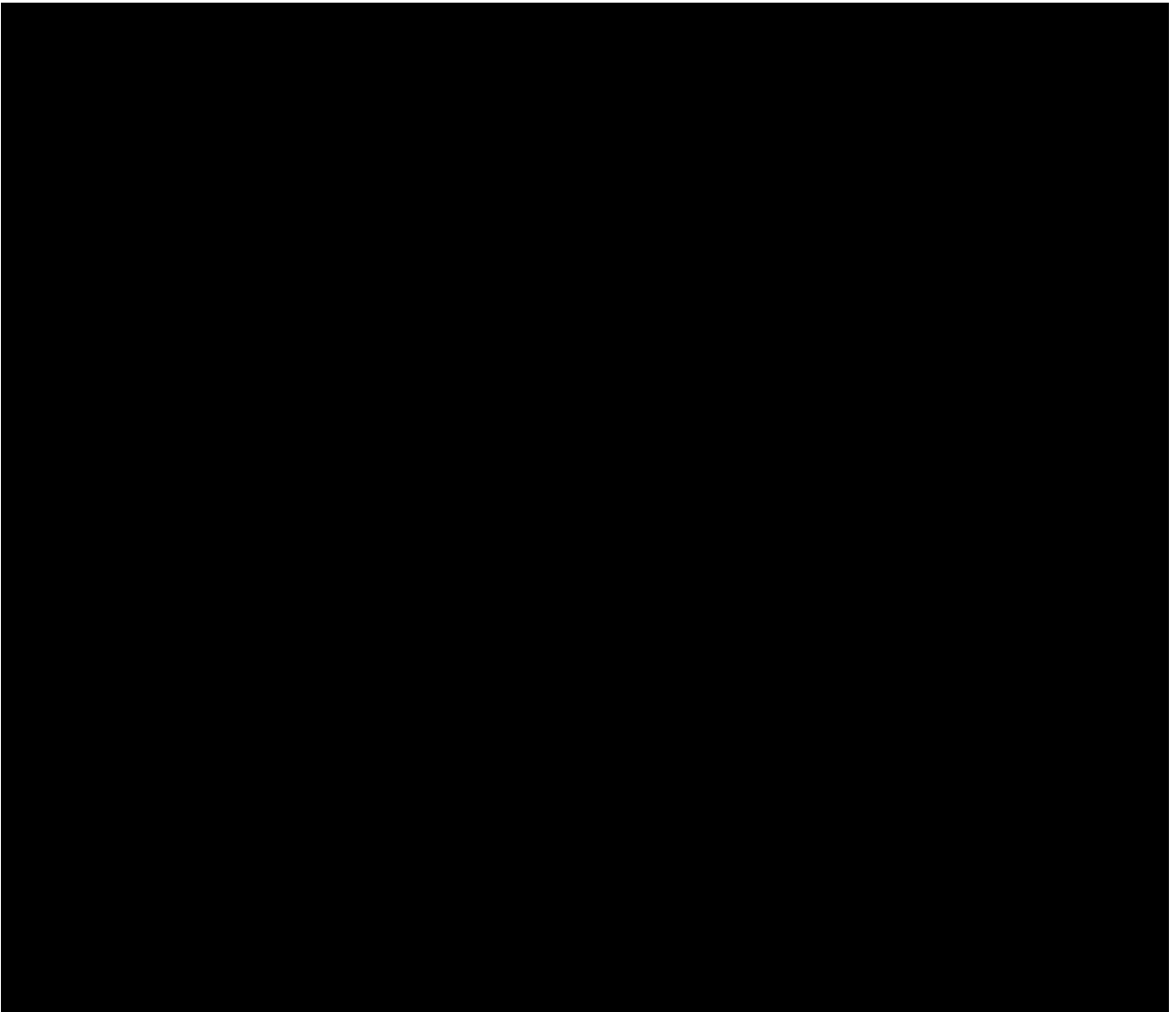












Bijlage 5

Berekening T & F klassen

Resultaten van de meting grond/grondwater:

T-klasse: 3T

F-klasse: Geen brandbaarheidsklasse

Projectgegevens:

Locatie	NJCB
Werkgever	
Monsternummer	Onderzoek Tauw 2010
Veiligheidskundige	

Omgevingsdata:

Buitentemperatuur (°C)	20
Maatregelen genomen om grondwaterstand te verlagen?	Ja
Worden de werkzaamheden uitgevoerd met beperkte ventilatiemogelijkheid?	Nee
Wordt er gewerkt met open vuur?	Nee

Eindresultaat

Toxiteitsklasse T	3T
Bepalende stof(fen)	Lood
Brandbaarheidsklasse F	Geen brandbaarheidsklasse

Onderhavig document is gegenereerd door de webapplicatie berekening T & F klasse conform de CROW-Publicatie 132. Op de laatste pagina van dit document vindt u de voorwaarden voor gebruik.

Aan de hand van de berekeningssystematiek vanuit de CROW publicatie 132, 4de geheel herziene druk (december 2008) en de ingevoerde gegevens is de veiligheidsklasse bepaald. In de hier opvolgende pagina's zijn de stappen per ingevoerde stof weergegeven. Voeg dit document in z'n geheel toe aan het V&G-plan en het veiligheidskundig logboek.

Stoffen en concentraties:

Organische stof 3.80
Lutum 1.00

Stof	Concentratie grond (mg/kg ds)	Concentratie grondwater (ug/l)
Lood	2300.0	0.0

Bepaling of de interventiewaarden wordt overschreden

Alleen bij een interventiewaarden overschrijding wordt de T&F-klasse verder berekend.

Stof	Lood
Concentratie grond	2300.0
Interventiewaarde grond	530.0
Gecorrigeerde interventiewaarde grond	347.9294
Maximale waarde wonen (grond)	210.0
Gecorrigeerde maximale waarde wonen (grond)	137.8588
Concentratie grondwater	0.0
Interventiewaarde grondwater	75.0
T&F klasse van toepassing	Ja

Berekening veiligheidsklasse T:

Stof	Lood
Voorlopige veiligheidsklasse T	3
Veiligheidsklasse T	3T

Niet vluchtige stof

2.3.6.3 Verontreiniging in de grond of in grond en grondwater --> nT: 3

Max nT tot nu toe: 3

Veroorzakende stoffen: Lood

Voorwaarden voor gebruik

Onderhavig document is gegenereerd door de webapplicatie berekening T & F klasse conform de CROW-Publicatie 132.

CROW en degenen die aan deze webapplicatie hebben meegewerkt, hebben de hierin opgenomen gegevens zorgvuldig verzameld naar de laatste stand van wetenschap en techniek. Desondanks kunnen er onjuistheden in deze webapplicatie voorkomen. Gebruikers aanvaarden het risico daarvan. CROW sluit, mede ten behoeve van degenen die aan deze webapplicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van de gegevens.

De inhoud van deze webapplicatie valt onder bescherming van de auteurswet. De auteursrechten berusten bij CROW.

Maatregelen Veiligheidsklasse T

Veiligheidsklasse 3T (droog)	
V&G-plan	
Controle/bepaling en vaststelling veiligheids-klassen, bepaling maatregelen en goedkeuring V&G-plan	HVK: - Niet-vluchtige stoffen en, - vluchtige stoffen, - CMR-stoffen en - asbest
	Bij vluchtige en CMR-stoffen ook: - Frequentie luchtkwaliteitsmetingen en meetmiddelen - Wanneer aanvullende PBM moeten worden uitgereikt en gedragen, werk moet worden onderbroken en/of heroverweging veiligheidsklasse en maatregelen.
	V&G-plan aanvullen met: - Veiligheidsklasse - Toxische stoffen en concentraties - Grenswaarden stoffen en bijzonderheden - Risico's stoffen en bijbehorende R&S-zinnen - Arbeids- en rusttijden verontreinigde zone - Voorzieningen materieel - Persoonlijke beschermingsmiddelen - Afzetten/zonering verontreinigde zone en bebording - Onderhoud/inspectie/reparatie materieel
Logboek	
Bijhouden logboek	DLP
Deskundigheid	
Continu begeleiding uitvoeringsfase	DLP
Overige deskundigheid	HVK: - Niet-vluchtige stoffen, - Vluchtige stoffen, - CMR-stoffen en - Asbest
Voorlichting & instructie	
Startwerkinstructie over: - Veiligheidsklasse - Toxische stoffen - Arbeidshygiënische risico's - Zonering en veiligheidsvoorzieningen - PBM - Meetapparatuur - Acties calamiteiten	HVK: - Niet-vluchtige stoffen, - Vluchtige stoffen, - CMR-stoffen en - Asbest
Filteroverdrukinstallaties	Specifieke instructie filteroverdrukinstallaties: - Type filter, juiste gebruik, onderhoud en vervanging, opslag en afvoer - Maximale werktijden en rusttijden
Adembescherming	HVK: Specifieke instructie: - Type adembescherming, juiste gebruik, schoonmaak en onderhoud - Maximale werktijden en rusttijden - Filters, vervangingstijd, opslag en afvoer
Leeflucht	HVK: Specifieke instructie: - Juiste gebruik, schoonmaak en onderhoud - Maximale werk- en rusttijden - Filters filterset voor ademluchtcompressor, vervangingstijd, opslag en afvoer
Ademlucht	Specifieke opleiding
Gezondheidskundige zorg	

Medische keuring conform Protocol "Arbeidsgezondheidskundig onderzoek"	<p>Kolom A: - Voor iedereen die de verontreinigde zone wil betreden - Machinisten, chauffeurs en opvarenden met maatregelen om blootstelling te voorkomen.</p> <p>Kolom A+B: - Niet-vluchtige stoffen bij stof- of aerosolvorming. - Grondwerkers en andere functies met kans dat de grenswaarden worden overschreden. - Machinisten, chauffeurs en opvarenden die uit cabine moeten komen waar dragen adembescherming verplicht is.</p> <p>Kolom A+B+C: - Werkzaamheden met buitenlucht onafhankelijke ademlucht.</p>
Verbod in verontreinigde zone	<p>Personen jonger dan 18 jaar. Personen die niet beschikken over een geldige Medische geschiktheidsverklaring Zwangere vrouwen en vrouwen in de lactatieperiode Eten, drinken en roken</p>
Luchtkwaliteitsmetingen	
Asbest = 3T	Minimaal 2 x per uur meten en bij aanvang en iedere onderbreking werkzaamheden of zichtbaar droge bodem Bodemvochtmeter > 10%.
	Bij stofvorming/aerosol, personal sampling (kleefmonsters) of luchtmetingen in overleg HVK/AH en bedrijfsarts.
Niet vluchtige stoffen	Alleen meting bij waarneming van (ongebruikelijke) geuren. Meetstrategie als bij vluchtige stoffen 1T. Totaal koolwaterstofmeters zoals 'CH', 'PID' of specifieke gasdetectie.
Vluchtige stoffen	Continu registrerende meetapparatuur. Als concentratie > 1/5 grenswaarde in overleg HVK/AH meten op grensgebied werklocatie. Continu meten in cabines materieel permanent in verontreinigde zone. In grensgebied concentratie > 1/5 grenswaarde in overleg met HVK/AH aanvullende maatregelen treffen en GGD inlichten Totaal koolwaterstofmeter zoals 'CH', 'PID' of specifieke gasdetectie.
Stofspecifiek	Waarde Totaal koolwaterstofmeter zoals 'CH', 'PID' > 1/5 grenswaarde. Vullen gaszak, laten analyseren met gaschromatograaf, Gasdetectiebuisjes of CMS-chips.
Personal sampling	In overleg met HVK/AH en bedrijfsarts. Badges, low volume samplers of high volume samplers.
Koolmonoxide (CO)	Bij beperkt en/of besloten ruimte, waar verbrandingsmotoren worden gebruikt. CO-sensor.
Besloten ruimten	Meten voor aanvang werkzaamheden en continu tijdens toegang. Ex/Ox/Tox-meter.
Stof- en aerosolvorming	Meting in geval van stofdeeltjes en/of aerosolvorming. Stofmeter/High Volume sampler met specifieke stofneming koppen
Uitvoering en interpretatie luchtkwaliteitsmetingen	DLP-er en/of betrokken deskundige
Arbeidshygiënische voorzieningen	
	Middelen voor basishygiëne, de mogelijkheid schoonmaak handen (water en zeep of schoonmakendoekjes)
	3-traps sanitairunit grens schoon/vuil Dagelijkse Schoonmaak
	Stromend water 'vuile' zijde buitendouche (vierde trap) bij asbest

Ketenpark opdrachtgever, toezichthouders en uitvoerende partij(en)	Buiten de verontreinigde zone
Wasstraat/borstelplaats of waadgoot wegtransport	Scheiding verontreinigde/schone zone schoonmaakzone voor schoonmaken wegtransportmiddel. Locatie "schoon" verlaten. Van wielen en buitenzijde wegtransportmiddel vuil verwijderen. Voorkomen ophoping verontreinigde (water)bodem bij wasstraat, borstelplaats of waadplaats. Bij afsputten materieel aerosolvorming tegengaan. Anders deskundige aanvullende maatregelen laten treffen.
Materieel	
Materieel continu op locatie (verontreinigde zone)	<p>Filteroverdruksysteem met klimaatbeheersing op materieel dat continu op locatie is droog en "open" laadsystemen nat.</p> <ul style="list-style-type: none"> - CE-markering: Filteroverdrukinstallatie bestaande uit installatie en filters. - Zicht van machinist niet belemmeren - Bestand tegen schok- en puntbelastingen - Overdruk gemeten in cabine minimaal 100 Pa (Pascal) en maximaal 300 Pa (voor machines in gebruik voor 01-01-1997 overdruk altijd > 50 Pa). - Luchtopbrengst minimaal 40 m³ per uur en maximaal 120 m³ per uur en een contacttijd van minimaal 0,2 seconden. - Aangezogen lucht kan alleen via de filters toestromen. - Aanzuiging van uitlaatgassen is uitgesloten. - Automatische opstart om inschakelen van filteroverdrukinstallatie te garanderen. - Inlaat cabine is niet rechtstreeks op gebruiker gericht - Optische en/of akoestische signalering in cabine (aanwezigheid overdruk, filters en schadelijke stoffen) - Lekkage tussen de behuizing en filters is uitgesloten - Filteroverdruksysteem na montage en vervolgens jaarlijks keuren op bovengenoemde eisen. <p>Keuringsrapport met gemeten waarden moet bij de machine aanwezig zijn.</p>
	<p>Gebruik filteroverdruksysteem verplicht als:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gewerkt wordt met vluchtige stoffen met kans op emissie en/of waarbij emissie is gemeten - gewerkt wordt met CMR-stoffen - gerede kans is op stof- en aerosolvorming - geuren worden waargenomen - de deskundige besluit dat dit in andere situaties noodzakelijk is
	Open treeplank met laarzenpennen.
	Telecommunicatieapparatuur moet in machine aanwezig zijn.
	<p>Materieel buiten verontreiniging (graaffront) plaatsen bij schaft of einde werkdag. Indien dit niet mogelijk is, uitstappen in verontreinigde zone toegestaan als:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saneringslaarzen worden gedragen - Luchtkwaliteitsmetingen aangeven concentratie stoffen < 1/5 grenswaarde - Er geen stof en/of aerosolvorming is - Deskundige bepaalt maatregelen in overige gevallen.
	Roken, eten en drinken in cabines van materieel verboden.
	Ramen en deuren gesloten houden.
Transportmaterieel	Filteroverdruksysteem met klimaatbeheersing eisen als materieel continu op locatie. Deskundige beslist over gebruik installatie.
	Laadbak vloeistofdicht
	Laadbak geheel sluiten voor verlaten van laadplaats (Ook asfaltklep dicht). Mechanisme voor afsluiten of afdekken vanuit cabine te bedienen.
	Voorladen verboden: vluchtige CMR-stoffen.

	Onnodig onderbreken van reis niet toegestaan, woonwijken vermijden.
	Wielen/wagen schoon bij transport
	Uitstappen binnen verontreinigde zone verboden
	Ramen en deuren gesloten houden.
	Roken, eten en drinken in cabines verboden.
Geleidebiljet	Geleidebiljet volledig ingevuld en voorzien van juiste handtekeningen.
	Vluchtige en CMR-stoffen: Veiligheidsklasse op geleidebiljet en vermelding vluchtig of CMR (waar van toepassing)
Filters voor materieel	Bij transportmaterieel is het gebruik van filteroverdruksysteem en filters van toepassing bij een veiligheidsklasse van 3T
- Stof (P1, P2 en P3)	Vervangen: - na 6 maanden en - direct bij defect filter Als stoffilters tijdelijk worden uitgenomen in luchtdichte zak opbergen. Registratie draaiuren en concentraties bijhouden.
- Actief kool (A, B, E, K, HG, X)	Minimaal 10 kg actief kool per filter. Nieuwe actief koolfilters moeten luchtdicht zijn verpakt en verzegeld. Vervangen: - Bij doorslag/verzadiging van actief kool. Meting met continu registrerende apparatuur (voorzien van datalog) op 3 plekken, voor- en na filter en in cabine - of maximaal na 13 weken - direct bij defect filter Als actief koolfilters tijdelijk worden uitgenomen dan in luchtdichte zak opbergen. Registratie draaiuren en concentraties bijhouden.
- Vervangen filters	Bij vervangen filters altijd PBM's gebruiken behorende bij veiligheidsklasse 3T. Ook bij vervangen voorfilter P1 en motorfilters Filters moeten zonder gereedschap uit de filterkast te halen zijn. Uitgekomen filters inpakken en als gevaarlijk afval afvoeren. Bij plaatsen nieuwe filters datum plaatsing en vervanging op filters vermelden. Filterwisselingen in logboek opnemen.
Onderhoud/Afvoer Onderhoud gesloten systemen Inspectie leidingsystemen	Materieel schoonmaken. Indien uitkeuring noodzakelijk deze (laten) uitvoeren. Materieel buiten verontreinigde zone brengen PBM behorende bij veiligheidsklasse waarin de werkzaamheden zijn uitgevoerd Voor uitnemen filters zie Vervangen filters. Vervanging luchtfilters motoren machines ter bepaling van de deskundige.
Transportmiddelen	Lossen/laden buiten verontreinigde zone
Voorkoming stofvorming/Schoonmaken materieel en gereedschap	Terrein bevochtigen
PBM's	
PBM-pakket Licht:	
- Werkzaamheden met open vuur	Brandvertragende overall - Chemisch resistente laars van natuurrubber
PBM-pakket Middel:	Niet-vluchtige stoffen Asbest
	Vluchtige stoffen CMR-stoffen

	<p>Overall en handschoenen PBM-pakket licht vervangen door:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saneringsoverall meervoudig gebruik of wegwerp, (CE categorie 3 type 4, 5 en 6) - Werkhandschoenen afgestemd op verontreiniging. Vaak handschoenen van PVC, volledig gecoat, lange schacht (ten minste 35 cm), beschermingsniveau mechanisch 4,2,2,1 (EN 388) en chemisch 6,6,6,2 (EN 374) afdoende. Bij specifieke stoffen, specifieke handschoenen bepaling door deskundige
Inspannende werkzaamheden	- Vochtregulerende (thermo-)onderkleding
PBM-Pakket Zwaar:	Vluchtige stoffen meetwaarden boven 1/5 grenswaarde Stof- en/of aerosolvorming
	<p>PBM-pakket Middel uitbreiden met adembescherming. Dragen adembescherming is afhankelijk van grenswaarde en gemeten concentratie. De deskundige beoordeelt of gebruik noodzakelijk is. De volgende adembescherming kan ingezet worden:</p> <ul style="list-style-type: none"> + Afhankelijke adembescherming <ul style="list-style-type: none"> -volgelaatsmasker (EN 136) en aanblaasunit (EN 12942) -halfgelaatsmasker (EN 140) -hoofdkap (EN 12941) met gelaatsaansluiting en aanblaasunit (12942) bij stof- en aerosolvorming + Onafhankelijke adembescherming <ul style="list-style-type: none"> -ademplucht (EN 12021) -leeflucht (EN 139), lucht uit schone omgeving en altijd filteren
	<p>Bij vluchtige of CMR-stoffen opname door de huid: volgelaatsmasker dragen, capuchon overall aansluiten op masker.</p> <p>Boven actiewaarde plaatsen waar lucht binnen kan dringen afplakken met tape. Bij hoge concentraties kan een gaspak worden voorgeschreven. Als bij asbesthoudende (water)bodem adembescherming moet worden gedragen dan altijd volgelaatsmasker met filter P3.</p>
	<p>Adembescherming op naam verstrekken in verband met hygiëne.</p> <p>Of dagelijks masker reinigen met een door de fabrikant masker goedgekeurd middel</p>
Voor alle PBM-pakketten	<p>Altijd voldoende schone PBM.</p> <p>Gebruikte PBM moeten in de vuile ruimte blijven.</p> <p>Wegwerpmiddelen als gevaarlijk afval afvoeren.</p> <p>Saneringsoveralls meervoudig gebruik moeten minimaal wekelijks door de werkgever worden gewassen.</p> <p>Verboden om gebruikte PBM mee naar huis te nemen.</p>
Maatregelen	
Maatregelen om emissies van vluchtige stoffen te verkleinen	<p>Wachten op betere weersomstandigheden (lagere temperatuur en wind)</p> <p>Gedwongen ventilatie toepassen bij emissiefront</p>
	In situ bemonsteren en direct afvoeren
	Graafront klein houden en direct na ontgraven afdekken
Immobiële verontreiniging	Nat maken/houden of afdekken
Mobiële verontreiniging	Depot op folie plaatsen en afdekken

Maatregelen Veiligheidsklasse F
Geen brandbaarheidsklasse