

Lok. nr. 565-00007: Grindsted gamle losseplads, Vesterhedevej 3, 7200 Grindsted

Indsats overfor jordforurening

Videregående forureningsundersøgelse



Sags nr. 19/32037

August 2020



Dansk Miljørådgivning A/S



Region Syddanmark

Indsats over for jordforurening. Videregående undersøgelse, Grindsted gamle losseplads, Vesterhedevej 3, 7200 Grindsted

Indholdsfortegnelse

1	Registreringsblad	4
2	Indledning	5
2.1	Baggrund og formål	5
2.2	Grundlag	6
3	Resume	6
4	Baggrund og tidligere undersøgelser	8
4.1	Baggrund	8
4.2	Tidligere undersøgelser	10
4.3	Forureningssammensætning og fasefordeling	16
5	Geologi og hydrogeologi	17
6	Feltarbejde og prøveudtagning	19
6.1	Strategi	19
6.2	Besigtigelse	19
6.3	Udført feltarbejde	19
6.4	Prøveudtagning	20
6.5	Analyseprogram	20
7	Resultater	22
7.1	Geologiske forhold	22
7.2	Geofysiske undersøgelser	22
7.3	Feltobservationer ved udførelse af snegleboringer	25
7.4	Analyseresultater fra snegleboringer	28
8	Vurdering af resultater	32
8.1	Indledende vurdering af påviste forureningsstoffer	32
8.2	Vurdering af hotspot- og grubeområder	36
8.3	Estimering af fyldjordsvolumener og -masser	41
8.4	Estimering af forureningsmasser	42
9	Vurdering af afværgemuligheder	44
9.1	Screening af afværgemetoder	44
9.2	Opgravning og bortskaffelse	45
9.3	In-situ fjernelse ved termisk oprensning kombineret med vacuumelekstraktion	49
9.4	Forureningsfjernelse i klimaperspektiv	51
9.5	Samlet vurdering af afværgemetoder	52

9.6	Vurdering af behov for supplerende undersøgelser forud for afværg	52
10	Referencer	54

Bilagsliste

Bilag 1	Situationsplan med boringsplaceringer
Bilag 1.1	Placering af boringer på historiske luftfotos
Bilag 2	Boreprofiler
Bilag 3	Geofysiske undersøgelser
Bilag 4	Samlet analysetabel
Bilag 5	Tegninger med forureningsudbredelse
Bilag 6	Tværsnitstegninger
Bilag 7	Zoneinddeling af de kraftigst forurenede områder
Bilag 8	Statistisk behandling af analyseresultater
Bilag 9	Kotebaseret forureningsudbredelse
Bilag 10	Resultater af Trimbleberegninger
Bilag 11	Analyserapporter

Sagsbehandlere



Hans-Henrik Clausen
Civilingeniør

Kvalitetskontrol



Claus Larsen
Civilingeniør



Andreas Houlberg Kristensen
Civilingeniør, ph.d.

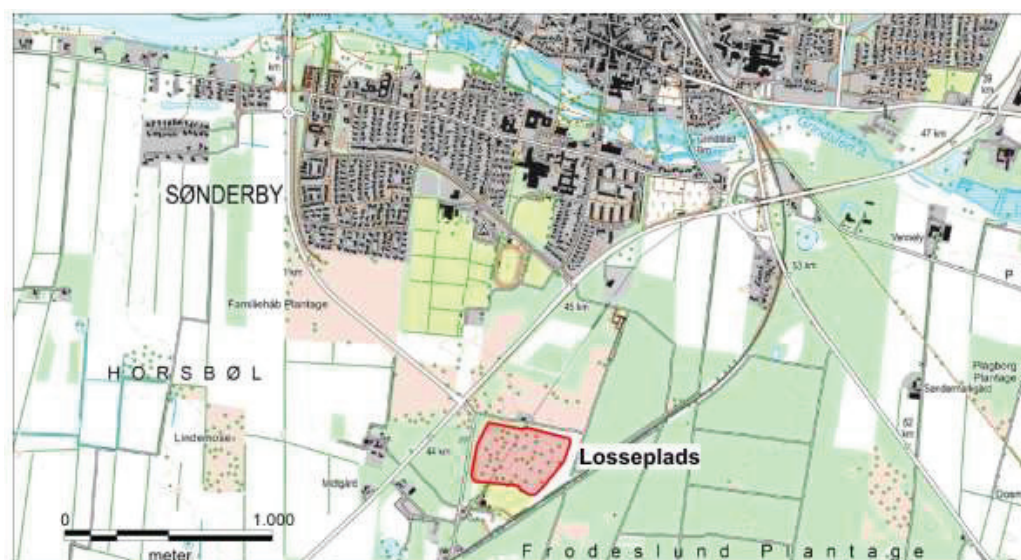
1 Registreringsblad

<i>Rekvirent:</i>	Region Syddanmark
<i>DMR-sagsnr.:</i>	2019-1572
<i>Projektleder:</i>	Hans-Henrik Clausen, civilingeniør
<i>Sagsbehandler:</i>	Hans-Henrik Clausen, civilingeniør Andreas Houlberg Kristensen, civilingeniør, ph.d.
<i>Kvalitetskontrol:</i>	Claus Larsen, civilingeniør
<i>Titel:</i>	Videregående forureningsundersøgelse, Grindsted gamle losseplads, 7200 Grindsted
<i>Dato:</i>	August 2020
<i>Adresse:</i>	Grindsted gamle losseplads, Vesterhedevej 3, 7200 Grindsted
<i>Matr.nr.:</i>	3ak, Sønderby By, Grindsted
<i>Grundejere:</i>	Billund Kommune
<i>Kommune:</i>	Billund Kommune
<i>Region:</i>	Region Syddanmark
<i>Lokalitetsnummer:</i>	565-00007
<i>Nuværende arealanvendelse:</i>	Ubenyttet areal med spredt bevoksning
<i>Grundvandsforhold:</i>	Lokaliteten ligger udenfor område med særlige drikkevandsinteresser (OSD) og udenfor indvindingsopland til vandværk
<i>Overfladevand:</i>	Regionen arbejder på at afklare, om forureningsfanen fra lossepladsen kan udgøre en risiko for Grindsted Å
<i>Boreentreprenør:</i>	Kristian Rytter A/S
<i>Analyselaboratorium:</i>	Eurofins Miljø A/S og ALS Miljølaboratorium A/S

2 Indledning

2.1 Baggrund og formål

Grindsted gamle losseplads er beliggende syd for Grindsted centrum, se figur 2.1. Lossepladsen har modtaget husholdningsaffald, bygningsaffald, spildevandsslam og industriaffald, herunder kemikalieaffald, der for størstedelens vedkommende stammer fra det tidligere Grindstedværket. Kemikalieaffaldet vurderes at være koncentreret i gruber i den nordlige del af lossepladsen. I dag henligger lossepladsen som et ubenyttet areal med spredt bevoksning /1/.



Figur 2.1: Området med lossepladsen er beliggende syd for Grindsted centrum og er markeret med rødt.

Ud fra den nuværende viden vurderes det, at forureningen fra lossepladsen spredes med grundvandet mod Grindsted Å, men at forureningen endnu ikke er nået frem til åen. Det er uvist, om forureningen vil påvirke åen i fremtiden eller om udbredelsen i grundvandet vil begrænses som følge af fortynding, sorption og naturlig nedbrydning under grundvandstransporten. Regionsrådet har imidlertid besluttet allerede nu at undersøge mulighederne for en oprensning af grubeområdet for at tilvejebringe et velkvalificeret grundlag for en politisk stillingtagen hertil i 2020.

Det overordnede formål med den aktuelle undersøgelse er at belyse, om der kan være en miljømæssig gevinst ved at gennemføre en oprensning af grubeområdet under den forudsætning, at lossepladsen viser sig på sigt at udgøre en risiko for Grindsted Å, der er placeret ca. 2.300-2.500 m nedstrøms for lossepladsen. Endvidere er det et overordnet formål at undersøge mulighederne for i givet fald at gennemføre en oprensning og redegøre for hvilke yderligere undersøgelser, der vil være nødvendige for at kunne planlægge og gennemføre de foreslåede afværgeløsninger.

Mere detaljeret er det formålet at karakterisere det deponerede affald i såvel grubeområdet som i den øvrige del af lossepladsen i et sådant omfang, at det kan afgøres, om grubeområdet adskiller sig afgørende fra resten af lossepladsen med hensyn til stofsammensætning og koncentrationer. Endvidere er det formålet at estimere mængder af de forskellige stofgrupper for det deponerede affald i såvel grubeområdet som den øvrige del af lossepladsen, og at vurdere og relatere disse estimater til DTU's tidligere undersøgelser /1c/.

Endelig er det formålet at forberede en eventuel kommende synkronpejlerunde i området på og omkring lossepladsen gennem etablering af et antal filtersatte borer for fordelt over lossepladsens areal.

2.2 Grundlag

Den videregående forureningsundersøgelse er udarbejdet på grundlag af:

- Historisk materiale udleveret af Region Syddanmark /1/.
- Tilbud på videregående undersøgelse /2/.
- Besigtigelse af lokaliteten den 8. oktober 2019.

3 Resume

DMR har for Region Syddanmark gennemført en videregående forureningsundersøgelse på Grindsted gamle losseplads, Vesterhedevej 3, 7200 Grindsted. Undersøgelsens resultater kan sammenfattes til følgende:

- Der har i perioden fra 1930'erne til slutningen af 1970'erne været losseplads på lokaliteten. Lossepladsen har i størstedelen af perioden været uden opsyn. Der er bl.a. deponeret dagrenovation, slagteriaffald, husholdningsaffald, byggeaffald og industriaffald. Der er oplysninger om deponering af 500 m³ stærkt kviksvovkontamineret jord og bygningsaffald. Procesaffald fra Grindstedværket er bl.a. deponeret i gruber (dvs. udgravninger). Lokaliteten er i dag delvist tilvokset, men med offentlig adgang. Der er skiltet med "Adgang frarådes".
- Der er tidligere udført en række undersøgelser på og omkring lossepladsen. Fælles for størstedelen af disse undersøgelser er, at de har fokuseret på undersøgelse af forureningsfanen i grundvandet. Grundvandsundersøgelser har vist en kraftig forurening med bl.a. farmaceutiske stoffer stammende fra deponeret affald fra Grindstedværket. Tidligere undersøgelser af det deponerede materiale har vist kraftig forurening med bl.a. BTEX-forbindelser samt forurening med chlorerede opløsningsmidler og farmaceutiske stoffer.
- Ved nærværende videregående undersøgelse er der udført 40 forede borer (B101-B140) til undersøgelse af jordforurening i fyldet på lossepladsen. Heraf er 20 borer etableret med et filterrør med det formål at forberede en eventuel kommende synkronpejlerunde af det terrænnære grundvand på lossepladsen. Boringerne er ført til 2-9 meter under terræn. Som en del af undersøgelsen er der forud for borearbejdet udført geofysiske undersøgelser på lossepladsen, og disse har været anvendt til at placere de forede borer og til vurdering af udbredelse af forurening på lossepladsen.
- Der er ved undersøgelsen udført kemisk analyse på i alt 108 jordprøver, hvoraf 88 er udført med fuldt analyseprogram og 20 er udført med reduceret program i en supplerende analyserunde. Der er i analyserne truffet kraftig jordforurening med farmaceutiske stoffer i koncentrationer på op til ca. 11.000 mg/kg TS. Derudover er der påvist kraftig forurening med kviksvov, pesticider, chlorerede opløsningsmidler og oliestoffer inkl. BTEX. Forureningen er primært truffet i det nordlige grubeområde og i et område lige sydvest herfor, hvor der tidligere er deponeret flydende affald.
- De påviste jordkoncentrationer af farmaceutiske stoffer er væsentligt højere end de tidligere påviste jordkoncentrationer – der er tidligere påvist en sum af farmaceutiske stoffer på op til ca. 7 mg/kg TS set i forhold til de 11.000 mg/kg TS der er påvist i denne undersøgelse.
- Undersøgelserne vurderes at vise en adskillelse mellem det deponerede procesaffald i grube- og hotpotområder og resten af det normale affald på lossepladsen. Adskillelsen kan vurderes ud fra de kemiske analyser af primært farmaceutiske stoffer, hvor store dele af lossepladsen kun har påvist små eller ingen indhold af disse stoffer. Til en vis grad kan også feltobservationer og geofysiske undersøgelser medvirke til at afgrænse områder med kraftigt forurenet procesaffald. Pga. relativt få undersøgelsesboringer i forhold til områdernes størrelse, vurderes den nuværende afgrænsning dog stadig at kræve yderligere dokumentation forud for en afværgelse.
- Der er ved undersøgelsen bekræftet et grubeområde på den nordlige del af lossepladsen. I forhold til tidligere vurderinger strækker området sig mindre mod nordøst og der er kraftigst forurening på den centrale nordlige del af lossepladsen. Lige sydvest og uden for denne del af grubeområdet er der også påvist et område, der er kraftigt forurenet med procesaffald.

- Det formodede lille grubeområde nordvest på lossepladsen kunne ikke lokaliseres. Dog er der tæt på dette område truffet tegn på deponeret procesaffald, som dog ikke kunne verificeres med kemiske analyser.
- På baggrund af undersøgelserne er området med vurderet indhold af procesaffald inddelt i tre delområder benævnt hhv. rød, orange og blå zone, med aftagende forureningsgrad. Sammenlagt er der i disse områder estimeret en forurennet jordmængde på hhv. ca. 72.000 tons, 88.000 tons og 108.000 tons.
- Der er, på baggrund af skønnede repræsentative forureningskoncentrationer, beregnet forureningsmasser i de tre zoner for hhv. sum af farmaceutiske stoffer, kviksølv, chlorerede opløsningsmidler og pesticider. Disse fire stoffer/stofgrupper vurderes potentielt at kunne udgøre en væsentlig trussel for påvirkning af grundvand og evt. Grindsted Å. På grund af fyldjordens og forureningens inhomogenitet er der meget stor spredning på koncentrationerne og der er typisk truffet mange lave koncentrationer og enkelte meget høje koncentrationer i de i alt 108 udvalgte jordprøver, som er sendt til laboratorieanalyse. Dette betyder dels, at der i de tre zoner med vurderet procesaffald er risiko for at finde høje koncentrationer i områder mellem de udførte boringer, og dels at det er vanskeligt at estimere en repræsentativ koncentration for stofferne i de tre zoner. Det er dog estimeret, at der kan findes op til 71 tons farmaceutiske stoffer og op til 24 tons kviksølv i de tre zoner. Tallene er dog behæftet med stor usikkerhed.
- Det anbefales, at der forud for en detailprojektering af afværge udføres supplerende undersøgelser til afgrænsning og bedre beskrivelse af forureningen i de tre zoner.
- Der er udarbejdet en overordnet gennemgang af afværgemuligheder for grubeområdet med udgangspunkt i regionernes afværgekatalog. På den baggrund er der udført en overordnet beskrivelse af mulige afværgestrategier baseret dels på opgravning og bortskaffelse af forurennet jord og dels på en in-situ termisk behandling af forurennet jord. Der er opstillet et groft overslag over omkostninger til oprensning med de to metoder. Det er skønnet, at omkostninger for at opgrave og bortskaffe forurennet jord fra den røde zone, som er det mest forurenede område, løber op i 200-230 mio. kr. ekskl. moms og omkostninger til en termisk in-situ behandling af forurennet jord i den røde zone løber op i 150-180 mio. kr. ekskl. moms. Da der er tale om en meget overordnet tilgang baseret på det nuværende analysegrundlag er omkostningerne forbundet med store usikkerheder.
- På baggrund af den udførte undersøgelse anbefales det at der udføres en række supplerende undersøgelser inden der endeligt vurderes, hvilken afværgeindsats der bør anvendes:
 - Det tidligere formodede lille depotområde vurderes ikke tilstrækkeligt undersøgt og det vurderes, at der bør udføres yderligere boringer omkring B135 og mellem boring B119 og B120 for at lokalisere evt. forurening med farmaceutiske stoffer.
 - Der bør udføres en bedre afgrænsning og beskrivelse af forurening i de tre zoner. Der er relativt få analyser til at beskrive en stor mængde jord og dette vurderes at medføre en væsentlig usikkerhed i estimeringen af den samlede forureningsmasse og afværgepris. Det anbefales derfor, at der udføres supplerende boringer og analyser indenfor de tre zoner eller indenfor den del af de tre zoner, der ønskes afværget. Der skal bl.a. være fokus på flere analyser af de terrænnære fyldlag uden gytje- og slam-lignende indhold for at få en mere præcis øvre grænse for forureningen i de aktuelle zoner. Desuden skal undersøgelserne omfatte vandindhold, organisk stofindhold og andre parametre, der kan være relevante for de planlagte oprensninger. Derudover viser undersøgelsen, at forureningen i hotspotområdet sydvest for gruben, hvor der også er påvist slam-lignende fyld, ikke er afgrænset. Der bør derfor udføres afgrænsende boringer syd og sydvest for hotspot og grubeområde, dvs. syd og sydvest for boring B118 og B139.

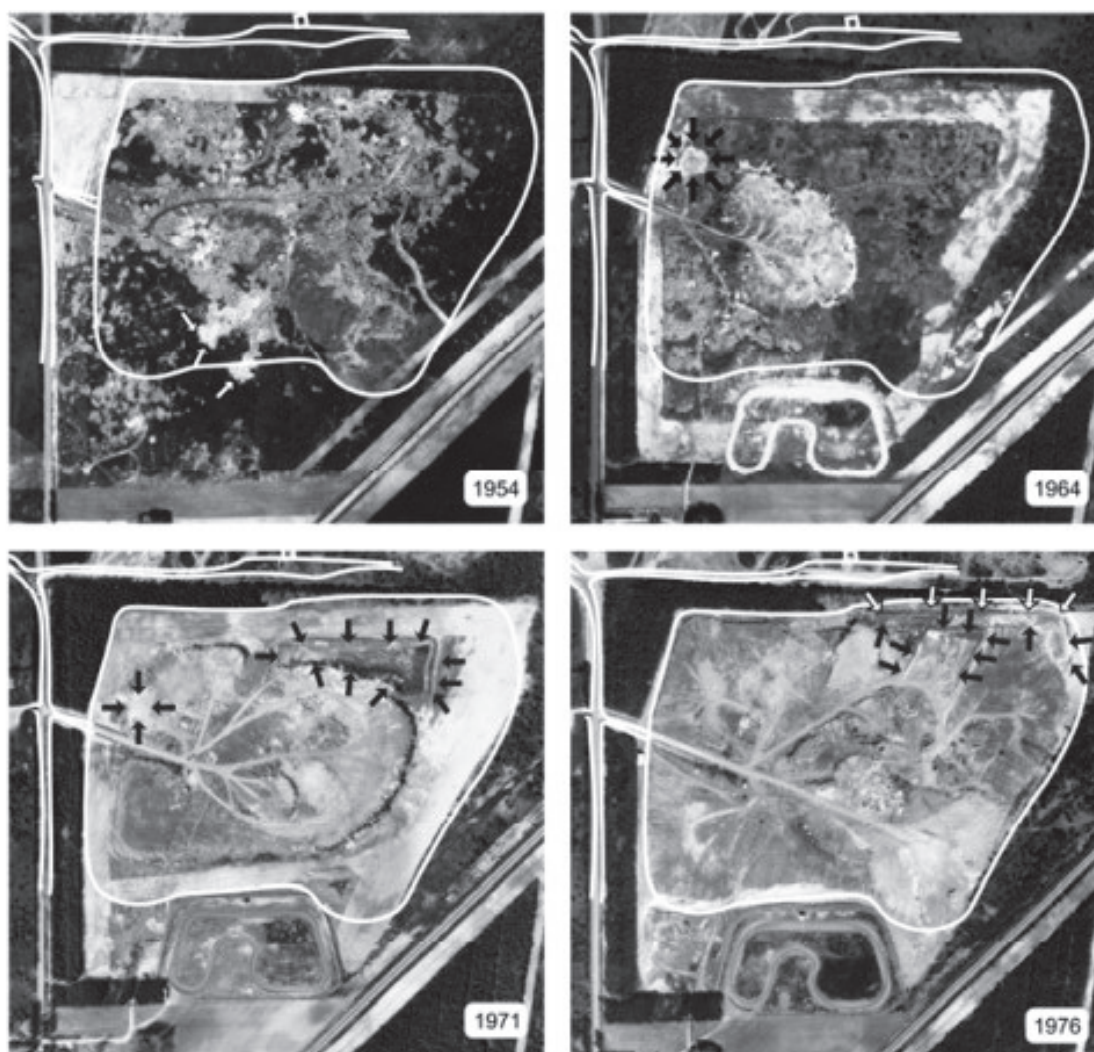
- I forhold til valg af afværge bør der indhentes mere sikre priser fra jordmodtager(e), når der foreligger et bedre analysegrundlag. Prisen for jordmodtagelse/-jordbehandling udgør den væsentligste del af afværgeomkostningen for graveløsningen. Hvis det overvejes at anvende den termiske metode, bør der indhentes mere specifikke oplysninger om muligheder for strømforsyning til pladsen og muligheder for håndtering af oppumpet grundvand skal undersøges. Der bør udføres undersøgelser af vandspejlets årstidsvariation for optimering af opvarmning af vandspejlsnære forureningszoner. Det bør overvejes om den pilottestede MOPS-metode skal testes på en repræsentativ prøvemængde fra Grindsted gamle losseplads for at afklare, om denne on-site metode kan være et alternativ til den termiske behandling.

4 Baggrund og tidligere undersøgelser

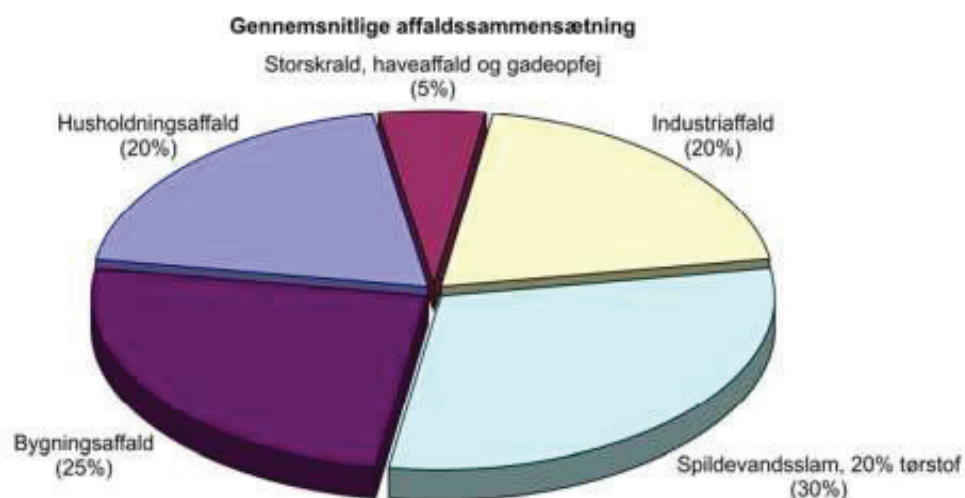
4.1 Baggrund

Grindsted gamle losseplads er anlagt ovenpå den oprindelige jordoverflade i et område ca. 1 km syd for Grindsted by. Opfyldningen er begyndt i 1930'erne og er fortsat op i 1970'erne med officiel afslutning i 1977. Ifølge luftfotos tyder det dog på, at deponeringsaktiviteterne er fortsat efter dette år, dog formentlig primært jordopfyldning ovenpå det deponerede affald. Arealet af lossepladsen er ca. 10 hektar (ha). Ud fra opgørelser estimeres den samlede deponerede affaldsmængde at være 300.000 tons. Den gennemsnitlige affaldshøjde skønnes at være ca. 4,5 m. Der er fra 1930 til 1962 hovedsageligt deponeret dagrenovation og slagteriaffald. Fra 1962 til 1973 er der tilkørt både husholdningsaffald, byggeaffald og industriaffald. Derudover har bl.a. en imprægneringsanstalt leveret barkaffald. I den periode har der været en del brande på pladsen. Der er oplysninger om deponering af 500 m³ stærkt kviksløvkontamineret jord og bygningsaffald, der skulle være deponeret i 1974 og anvendt som daglig overdækning. Procesaffald fra Grindstedværket er deponeret i gruber, som i starten (frem til 1972/73) blev udgravet i de oprindelige sandede jordlag, og senere etableret ovenpå det deponerede affald. Udgravninger er omkranset af jordvolde for at begrænse afløb af det tyndt-flydende slam. Affaldet består af rester fra de forskellige produktionslinjer for farmaceutiske stoffer, hvoraf barbiturater og sulfonamider udgør den største mængde. En væsentlig del af tørstoffet i affaldet består derfor af aktivt kul med højt indhold af organiske opløsningsmidler (aromatiske opløsningsmidler som benzen, toluen, xylener, og chlorerede opløsningsmidler som f.eks. PCE og TCE). Der ses store mængder salte (natriumchlorid, natriumsulfat og natriumhydrogensulfat), der er tilført lossepladsen /1c/.

Det er skønnet, at der i perioden fra 1962 til 1975 samlet set er deponeret 85.000 tons produktionsaffald og 15.000 tons delvis kontamineret bygningsaffald fra Grindstedværket. Grindstedværkets deponeringer er primært sket i den nordøstlige del af deponeringsområdet i et område på ca. 1-2 ha, samt i et mindre område mod nordvest /1a/, /1b/. Udbredelse af depotet og gruber ses af figur 4.1 til venstre og er markeret med pile. I figur 4.2 ses forventet affaldsfordeling /1c/.



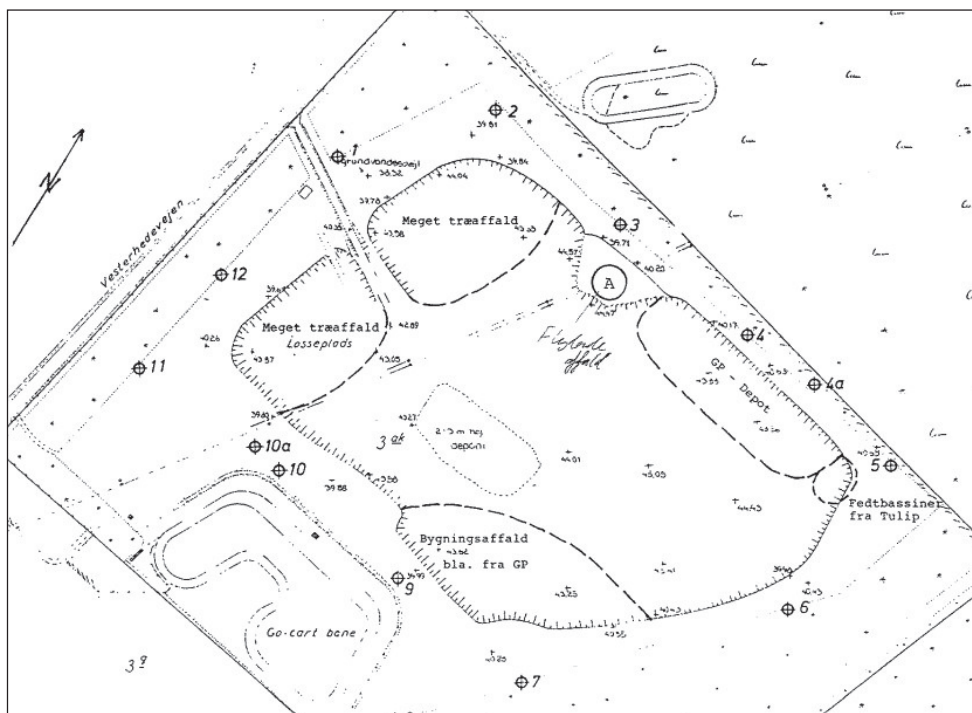
Figur 4.1: Luftfotos af lossepladsarealet fra årene 1954, 1964, 1971 og 1976. Det endelige omrids af lossepladsen er vist på alle fire fotos. Beliggenheden af gruberne er vist med sorte eller hvide pile. /1c/ Bemærk området mod vest i 1971.



Figur 4.2: Gennemsnitlig affaldsfordeling /1c/.

De to vurderede placeringer af grubeområder på luftfotos i figur 4.1 har været et væsentligt udgangspunkt for placering af undersøgelsesboringer i nærværende undersøgelse. De to formodede grubeområder fremgår således også på situationsplan i bilag 1, hvor placering af gamle og nye boringer også fremgår.

Der er desuden oplysninger om, at der er deponeret flydende affald fra Grindstedværket og et slagteri i en udgravning på den centrale nordlige del af lossepladsen, markeret med A på figur 4.3 /1a/.



Figur 4.3: Placering af forskellige deponityper, herunder flydende affald /1a/.

Området er i dag ubenyttet og delvist tilvokset. Arealet er offentligt tilgængeligt, men der er skiltet med "Adgang frarådes".

4.2 Tidligere undersøgelser

I de tidligere undersøgelsesrapporter er der hovedsageligt fokuseret på grundvandsforureningen og dennes varierende udbredelse fra både selve lossepladsen og fra grubeområdet, og både vertikalt og horisontalt /1/. Der har ikke været fokus på selve affaldets sammensætning og stofkoncentration i jorden.

Nedenstående er udvalgte resultater fra tidligere undersøgelser foretaget i området /1/. Der er lagt vægt på de faktorer, som vurderes at have størst indflydelse på nærværende videregående undersøgelse. Grundvandsforureningen er eksempelvis beskrevet, da den giver en indikation af hvilke stoffer, der udvaskes og som kan være risikodrivende ifht. Grindsted Å. Derudover kan koncentrationerne i perkolatet give en indikation på, hvor der vil være hotspotområder i affaldet.

Det forventes, at forureningen indeholder chlorerede opløsningsmidler, kulbrinter inkl. BTEX'er, sulfonamider, barbiturater, kviksølv og cyanid. Sulfonamider er antibiotika dvs. de inhiberer væksten af bakterier og har typisk været brugt mod f.eks. blærebetændelse. Strukturen for sulfonamid-gruppen fremgår af figur 4.4A. K_{oc} varierer fra 10 til 1270, dvs. fra høj til meget lav mobilitet i jord. Derudover er de ikke flygtige og giver ikke udslag på PID.

Barbiturater blev tidligere brugt mod søvnproblemer, nervøsitet og angst. Stofferne virker modsat amfetamingruppen, dvs. hæmmende på en lang række funktioner i centralnervesystemet. K_{oc} værdier går fra 20 til 211, hvilket vil sige at de har en høj til middelhøj mobilitet i jord.



Figur 4.4: Generelle strukturer for A) Sulfonamider og B) Barbiturater /1e/.

Jordforurening

I 1993-1994 er der udtaget affaldsprøver i dybder fra 2 til 5 m u.t. i det forventede hotspot/grubeområde. Prøverne viser et homogent, sort, finkornet materiale. Analyser fra 1993-94 viser et relativt højt vandindhold (37-56% TS) og en høj andel af organisk kulstof (7-12% TS). Det høje indhold af organisk kulstof blev tolket som stammende fra affaldets primære stofindhold, aktivt kul. Prøverne er analyseret for BTEX, og viser store variationer i indhold, op til 73 g/kg TS /1c/. Resultater ses i tabel 4.1.

I 2005 er der udtaget affaldsprøver som blandeprøver. I området med højt identificeret indhold i grundvandet fandtes for sulfonamider og barbiturater affaldskoncentrationer mellem 35-2.400 µg/kg TS samt koncentrationer af PCE og TCE på hhv. 37 og 290 µg/kg TS. Prøverne viste desuden indhold af DCE (50-350 µg/kg TS) og vinylklorid (340 µg/kg TS), hvilket indikerer, at der foregår dechloreringsprocesser i affaldslagene, som forventes at være anaerobe /1c,1e/. Den hydrauliske ledningsevne i affaldslagene er bestemt (i laboratoriet) til intervallet $1-8 \times 10^{-7}$ m/s, hvilket svarer til lerjord. Pga. affaldets fine tekstur kan det forventes, at affaldet vil være tæt på vandmættet /1e/. Resultater ses i tabel 4.2.

I Kærgård Klitplantage ved Henne Strand er der udført en række undersøgelser af et andet deponi fra det tidligere Grindstedværket. Her viser resultaterne, at der sidder en væsentlig mængde af især sulfonamider og barbiturater adsorberet til jorden i og omkring slam lag i nogle af gruberne. Dette slam lag vurderes at bestå af findelt rensekul /1f/. Dette rensekul vurderes også at være i gruberne på Grindsted gamle Losseplads /1c/.

Stofgruppe	Parametre	B2.1	B4.4	B6.5	B7.2	B9.1	B9.2	Gn.snit
		(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)	(mg/kg TS)
BTEX	Benzen	11	59	30	21	0,8	16	24
	Toluen	211	73.600	15	32	5	201	8.700
	Ethylbenzen	0	30	0	83	0	5	13
	m/p-xylen	2	1	0,5	44	1	2	4
	o-xylen	333	6	1,7	0	0	0,4	23
Organisk kulstof		0,17	0,23	i.a.	0,41	i.a.	0,52	0,4
Vandindhold (%)		56	45	45	30	i.a.	51	37

Tabel 4.1: Analyseresultater på jordprøver fra grubeområdet på Grindsted gamle losseplads /1c/.

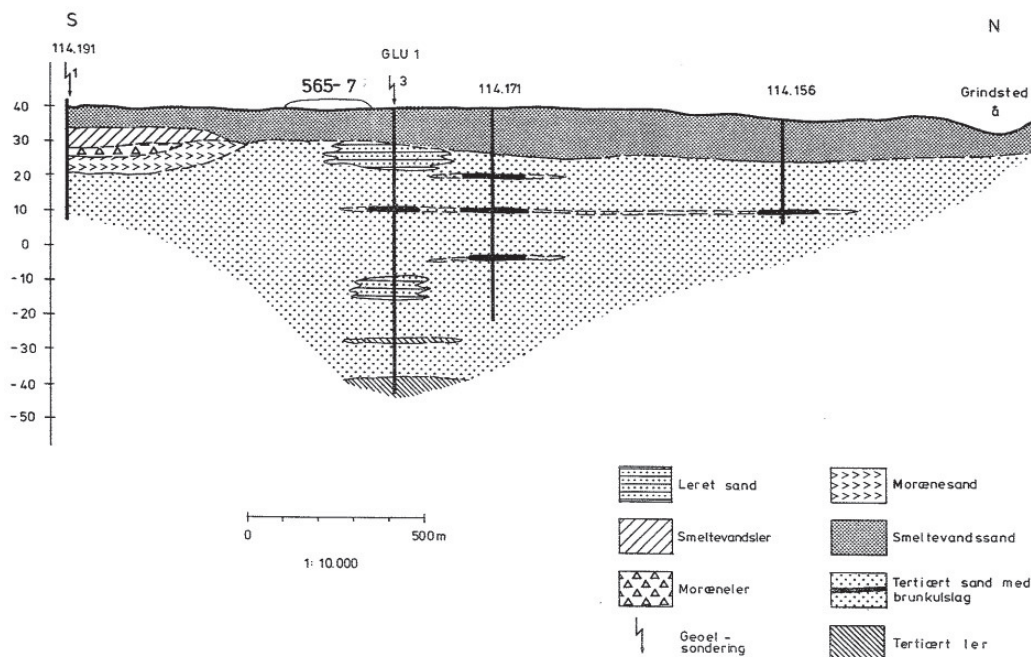
Stofgruppe	Parameter	S13R	S29R
		(µg/kg TS)	(µg/kg TS)
Chlorerede Opløsnings- midler	1,1-dichlorethylen	<50	140
	Cis-1,2-dichlorethylen	<50	50
	Trans-1,2-dichlorethylen	<50	350
	Trichlorethylen	9,7	290
	Tetrachlorethylen	1	37
	Vinylchlorid	<50	340
Barbiturater			
	Barbital	i.a.	563
	Amobarbital	i.a.	651
	Butabarbital	i.a.	654
	Pentobarbital	i.a.	651
	Secobarbital	i.a.	<10
Sulfonamider	Dapsone	i.a.	44
	Sulfadiazine	i.a.	84
	Sulfathiazole	i.a.	860
	Sulfamerazine	i.a.	660
	Sulfamethiazole	i.a.	130
	Sulfamethazine	i.a.	2.400
	Sulfadoxine	i.a.	10
	Sulfamethoxazole	i.a.	<10
	Sulfanilic acid	i.a.	35
	Sulfanilamid	i.a.	420
	Sulfaguanidine	i.a.	94

Tabel 4.2: Analyseresultater på jordprøver fra grubeområdet på Grindsted gamle losseplads /1e/. i.a.: ikke analyseret.

Grundvandsforurening

I forhold til vurdering af, hvilke stoffer der er væsentlige at fjerne fra kildeområdet, bør der også ses på, hvilke stoffer der tidligere er påvist i grundvandet på eller ved lossepladsen.

I 1986 er der udført en boring GLU1 (DGU-nr. 114.1384), som indgår i efterfølgende undersøgelsesrapporter. GLU1 er beliggende ca. 100 m nordvest for lossepladsen. Der træffes tertiært glimmerler fra ca. 78 m u.t., men der er ikke betydelige lerlag tidligere i lagfølgen. GLU1 er filtersat i 3 niveauer: 74 m u.t., 60 m u.t. og 26 m u.t. /1a,1b,1c/, se figur 4.5. Der er i GLU1 truffet mest grundvandsforurening i filteret 26 m u.t., men der ses påvirkning af perkolat til 74 m u.t. i form af flygtige organiske forbindelser, formaldehyd, phenol, sulfanilsyre og sulfanilamid. Der er fund af natrium, chlorid, aluminium, bly og chrom i grundvandet. De påviste indhold tyder på "gammelt" perkolat. Der er påvist et højt indhold af svovl, der evt. kan komme fra nedbrydning af sulfonamider, men også fra andre produkter tilført lossepladsen /1a,1b/.

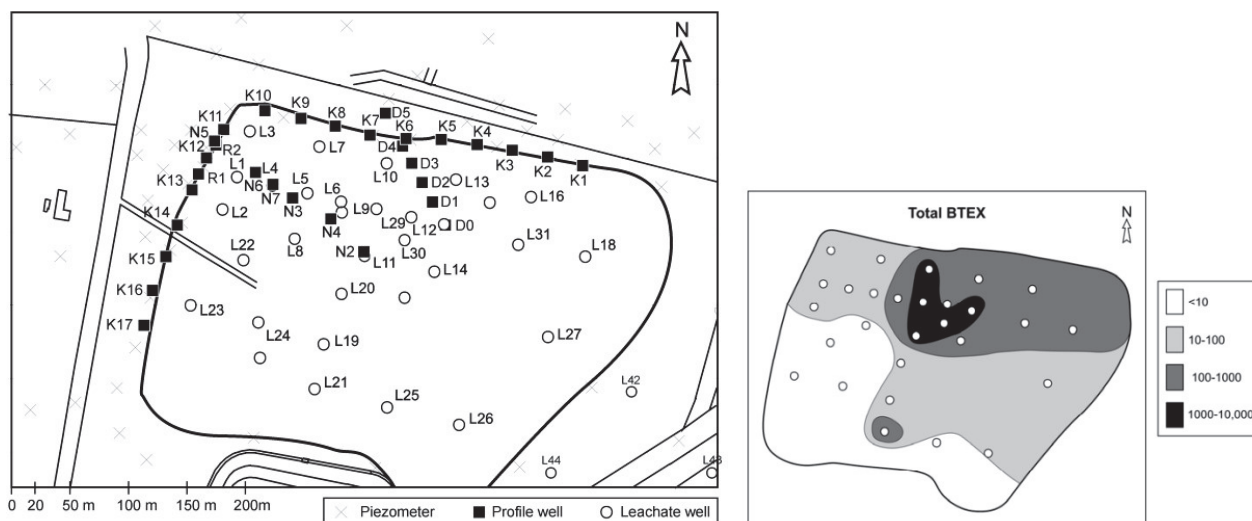


Figur 4.5: Geologisk snit med placering af GLU1 /1/.

Derudover er der udtaget perkolatprøver fra ca. 30 perkolatboringer, se figur 4.6 (til venstre). Ud fra analyserne af perkolatet ses det tydeligt, at det kun er, hvor kemikaliedepoterne (formodede grubeområder) er beliggende, at der findes signifikante koncentrationer af BTEX (i enkelte boringer tæt ved 10.000 µg/l), især toluen-indholdet er højt /1c/. BTEX-indholdet er vist på figur 4.6 (til højre). Generelt viser DTUs resultater, at der er sammenhæng mellem indholdet af BTEX'er i perkolatet og placeringen af grubeområdet.

Derudover indikerer DTUs resultater også, at der er sammenhæng mellem perkolatets styrke (klorid, ammonium, NVOC og til dels også ledningsevne) og placeringen af grubeområdet.

Supplerende perkolatboringer blev udført i 2006 og undersøgt for perkolatets indhold af chlorerede stoffer, sulfonamider og barbiturater. Resultater viser i en enkelt boring (L29) høje indhold af ammonium, NVOC, BTEX, chlorerede stoffer, herunder nedbrydningsprodukterne DCE og vinylchlorid samt sulfonamider. Samlet indikerer det, at der sker dechloreringsprocesser i affaldslagene og/eller i selve grundvandsmagasinet. Undersøgelsen skal ses som indikation for stadig meget høje indhold af BTEX, chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf samt barbiturater og sulfonamider i affaldslagene og i perkolatet /1b,1c/. Resultater fra fem boringer ses i tabel 4.3.



Figur 4.6: Venstre: Placering af perkolatboringerne (benævnt L), transektboringer (benævnt D og N) og kantkortlægningsboringerne (benævnt K) /1c/. Højre: Konturplot for summen af BTEX-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) i perkolatboringer /1c/.

Stof	Perkolatboring				
	L6	L12	L13	L14	L29
NVOC (mg/L)	130	252	8.3	236	357
NH_4^+-N (mg/L)	125	196	21	97	199
BTEX					
Benzen ($\mu\text{g/L}$)	18	230	9.40	440	62
Toluen ($\mu\text{g/L}$)	29	21	11	11	1600
Ethylbenzen ($\mu\text{g/L}$)	43	48	7.5	25	14
m-xylen ($\mu\text{g/L}$)	120	120	11	31	43
o-xylen ($\mu\text{g/L}$)	43	30	4.2	12	14
Klorerede stoffer					
1,1-dichloroethylen	<1	<1	<1	<1	<1
Cis-1,2-dichloroethylen ($\mu\text{g/L}$)	32	52	11	3.8	10880
Trans-1,2-dichloroethylen ($\mu\text{g/L}$)	1.7	1.5	1.5	1.8	75
Trichloroethylen ($\mu\text{g/L}$)	5.3	2.0	4.2	2.4	120
Tetrachloroethylen ($\mu\text{g/L}$)	1.4	14	1	2.0	7
Vinyl chloride ($\mu\text{g/L}$)	<1	4.38	<1	<1	600
Barbiturater					
Barbital ($\mu\text{g/L}$)	250	100	13	130	0.68
Amobarbital ($\mu\text{g/L}$)	340	470	94	310	1.3
Butobarbital ($\mu\text{g/L}$)	64	100	<5	35	0.048
Pentobarbital ($\mu\text{g/L}$)	130	130	20	340	0.43
Secobarbital ($\mu\text{g/L}$)	9	18	4	13	<2
Dapsone ($\mu\text{g/L}$)	<1	<1	2	<1	<1
Sulfonamider					
Sulfadiazine ($\mu\text{g/L}$)	450	380	31	51	2500
Sulfathiazole ($\mu\text{g/L}$)	47	92	17	58	4300
Sulfamerazine ($\mu\text{g/L}$)	800	770	43	220	3000
Sulfamethiazole ($\mu\text{g/L}$)	790	620	18	130	3100
Sulfamethazone ($\mu\text{g/L}$)	870	1100	270	4000	7600
Sulfadoxin ($\mu\text{g/L}$)	<1	<1	<1	<1	<1
Sulfamethoxazole ($\mu\text{g/L}$)	<1	<1	<1	<1	<1
Sulfanilic acid ($\mu\text{g/L}$)	56000	3300	380	1800	83000
Sulfanilamid ($\mu\text{g/L}$)	270	360	15	6700	2000
Sulfaguanidine ($\mu\text{g/L}$)	3400	5600	210	5700	18000

Tabel 4.3: Resultater af perkolatanalyser af fem prøvetagne perkolatboringer fra 2006 /1c/.

I 2012 blev der udført en undersøgelse af det dybereliggende grundvand ved lossepladsen og der blev bl.a. udført boringerne DGU-nr. 114.2121 og 114.2122 /1d/. Boring DGU-nr. 114.2122 er filtersat med 6 filtre indenfor 77 m u.t., se nedenstående tabel 4.4 og figur 5.1. Placering af boringen fremgår af bilag 1 og figur 4.7. Der er truffet højere indhold af barbiturater i filter 6 end i perkolat

ved tidligere undersøgelser, hvilket også er forventeligt, da DGU nr. 114.2122 er placeret umiddelbart nedstrøms hotspot. Der er truffet indhold af pesticider over kriterierne for enkeltpesticider og sum af pesticider i filtrene 4, 5, 6. Indhold af pesticider kan dog også være relateret til kilder udenfor lossepladsen /1d/. Resultater for sulfonamider i tidligere udtagne vandprøver fra 6 filtre ses af tabel 4.4.



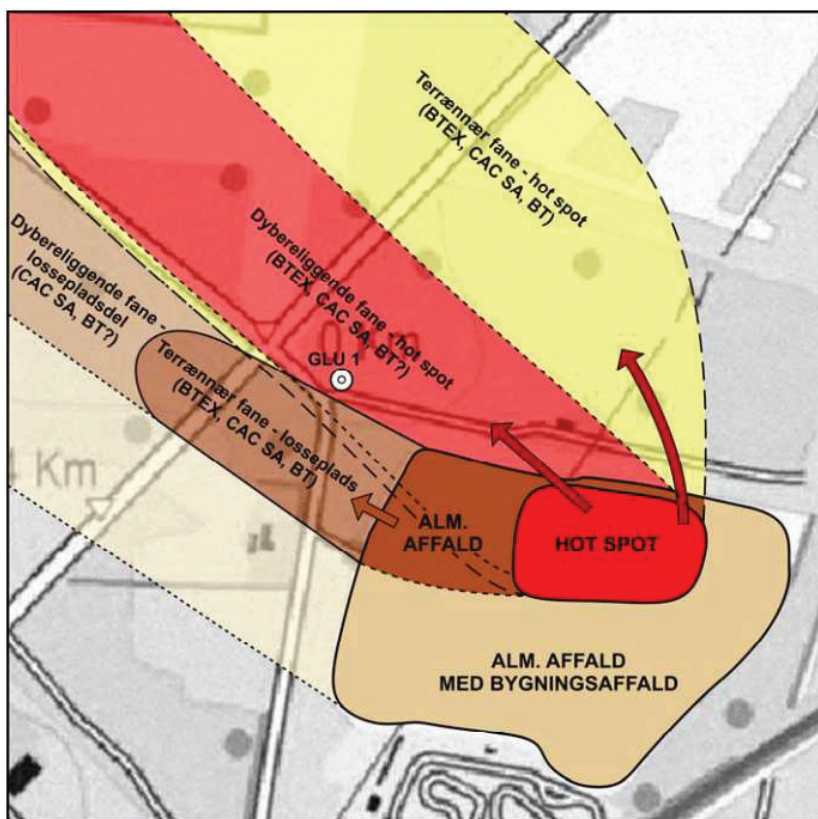
Figur 4.7: Oversigtskort med placering af boring DGU-nr. 114.2122 (grøn) i lossepladsområdet. Det røde felt angiver det kortlagte areal.

DGU nr. 114.2122 Komponent / filter	Filter 1	Filter 2	Filter 3	Filter 4	Filter 5	Filter 6
Filterdybde	75-77	62-64	35-37	26-28	20-22	10-12
Sulfonamider	Påvist	Påvist	Påvist	Påvist	Påvist	Påvist
Sulfanilamid	0,82		2,0	18	7,2	7,4
Sulfoguanidine				0,23		
Sulfadimidin				7,1	700	5.900
Sulfamethiazol	0,33	0,12	0,28	19	1.400	25.000
Sulfadiazin	0,41	0,26	1,9	13	26	70
Sulfanilsyre					850	5.700
Sulfadoxin	1,9					
Sulfamerazin	0,31	0,17	0,56	18	230	430
Sulfamethoxazol				0,5	7,4	7,4
Sulfanilyurin stof				39	220	320
Sulfapyridin					1,5	0,71
Sulfathiazol	4,9	6,7	28	280	420	4.700

Tabel 4.4: Indhold af sulfonamider i vandprøver fra boring DGU-nr. 114.2122 (µg/l) /1d/.

Vest for lossepladsen er den øvre forureningsfane velbeskrevet og afspejler primært husholdningsaffald med en let påvirkning fra hotspot eller fra en grube ved vestkanten. Jo længere mod syd jo mere vil fanen være domineret af husholdningsaffald og især bygningsaffald. Mod nord

vil den øvre forureningsfane også afspejle hotspot fra grubeområdet (figur 4.6). I figur 4.8 ses de tidligere vurderede forureningsfaner fra lossepladsen /1c/.



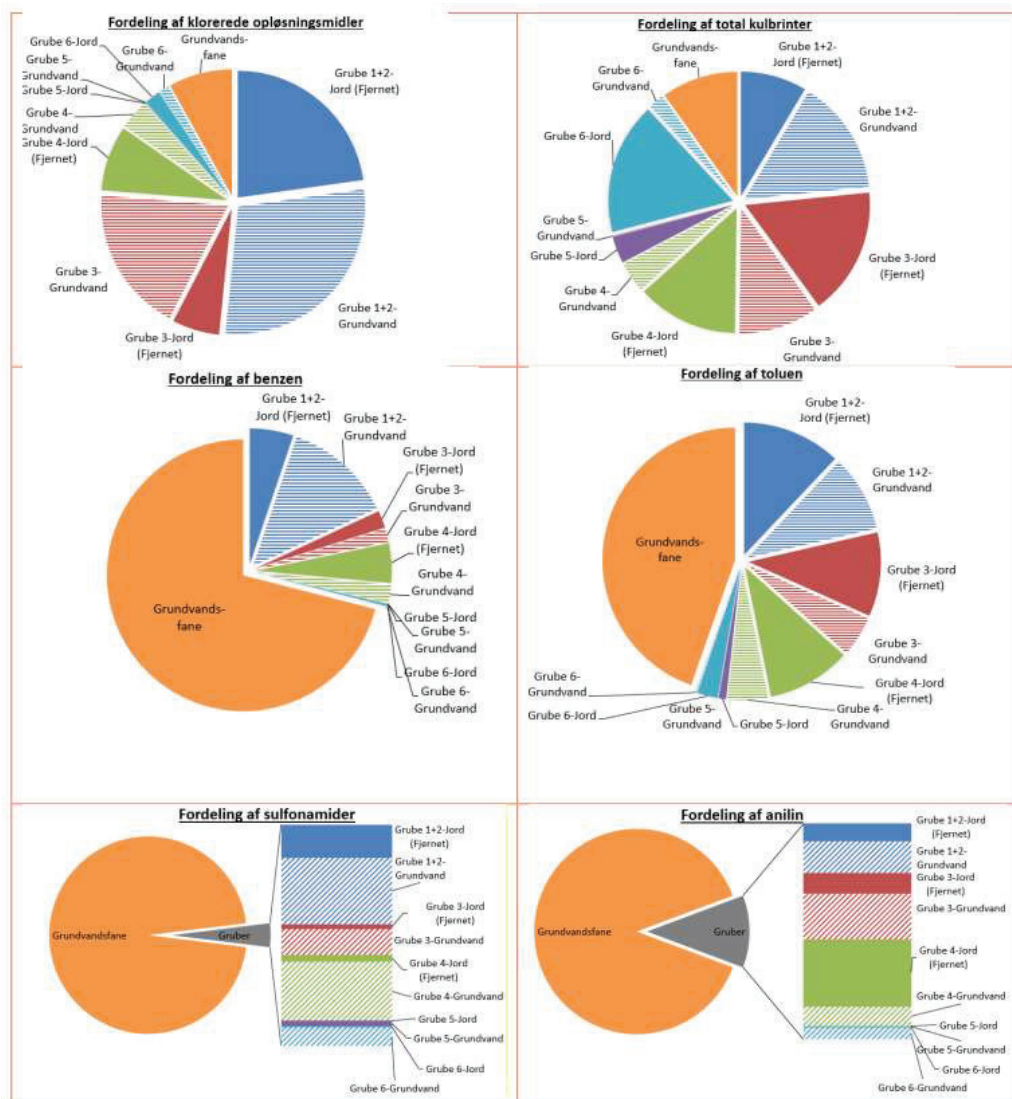
Figur 4.8: Planskitse af formodet udstrømning fra lossepladsen fra hot spot i nordvestlig retning og mod vest fra området med blandet husholdnings- og bygningsaffald /1c/.

4.3 Forureningssammensætning og fasefordeling

På baggrund af ovenstående tidligere undersøgelser vurderes grubeområdet at indeholde en række forureningsstoffer, herunder BTEX'er, chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf, barbiturater og sulfonamider og evt. cyanid.

Det vurderes umiddelbart, at en stor del af de mobile stoffer, som har betydning for en risikovurdering overfor Grindsted Å allerede er udvasket fra kildeområdet og er i fanen. Det forventes, at forureningssammensætningen er lignende den påvist i gruberne i Kærgård Klitplantage. I figur 4.9 ses fasefordelingerne fra gruberne i Kærgård Klitplantage /1g/. Dog vil et indhold af slam med aktivt kul på Grindsted gamle losseplads betyde, at udvaskningen sker langsommere.

Ud fra erfaringerne fra Kærgård Klitplantage vil det hovedsageligt være chlorerede opløsningsmidler, total kulbrinter og BTEX'er, som har en betydende masse i kildeområdet. Disse stoffer har PID-udslag og det vurderes derfor, at PID-målinger i felten vil være et godt værktøj til udvælgelse af prøver.

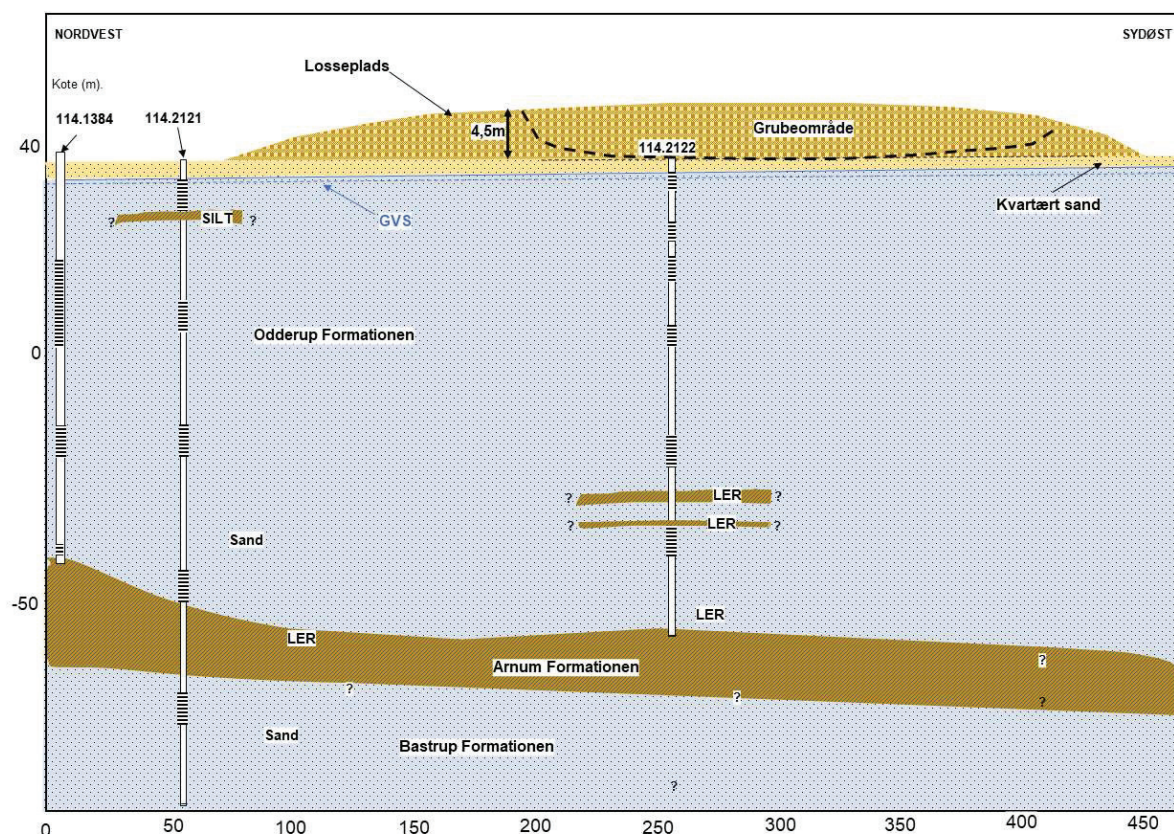


Figur 4.9: Den totale forureningsmængde i Kærgård Klitplantage fordelt på gruberne (område 1, fuldfarvet), under gruberne (område 2, skraveret) og i grundvandsfanen (område 3) /1g/.

5 Geologi og hydrogeologi

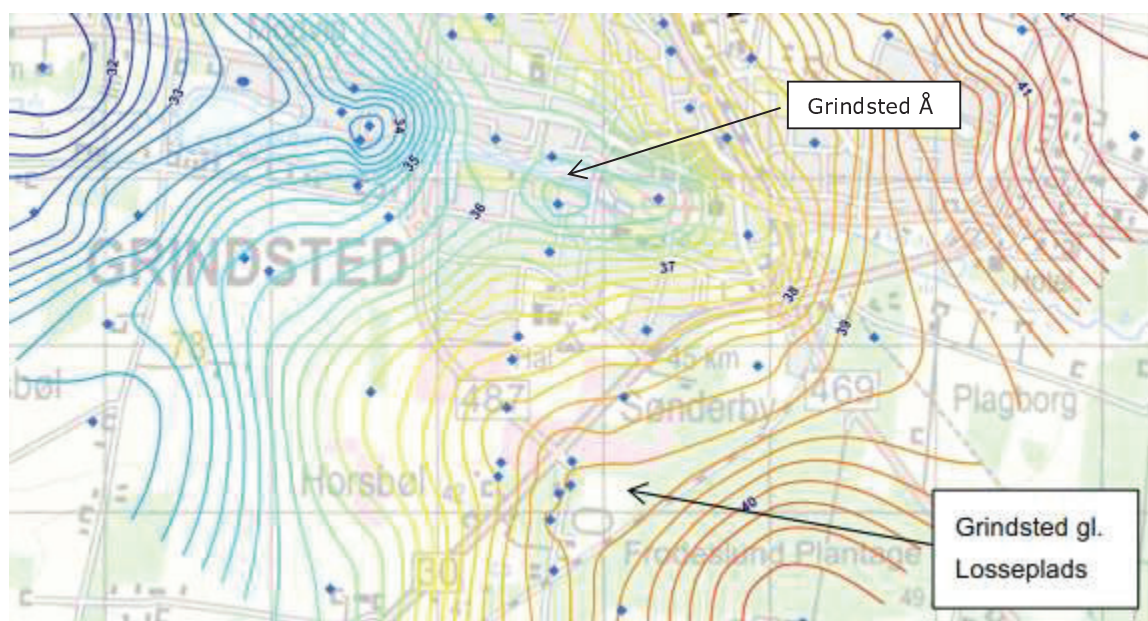
De geologiske forhold lokalt på og omkring lossepladsen er beskrevet og undersøgt i flere omgange ved en række undersøgelser siden 1986 /1a, 1c, 1d/. Øverst findes et kvartært sandlag (5-6 m u.t.), som er underlejret af et miocænt sandlag (Odderup Formationen). I enkelte borer er der observeret et leret/siltet lag omkring 10-15 m u.t., men nyere borer udført i 2012 /1d/ tyder ikke på, at dette lag er sammenhængende. Ved boring DGU-nr. 114.2122, der er udført umiddelbart nedstrøms lossepladsen, er der truffet fint-mellemkornede sandede aflejringer ned til ca. 68 m u.t., hvor der træffes et lerlag. Indtil dette lerlag træffes i boringen kun enkelte indslag af ler eller silt /1d/.

Arnum Formationen er til stede både nord og syd for Grindsted Å, og har en tykkelse på ca. 15 meter /1d/, se udsnit i figur 5.1.



Figur 5.1: Skitse af lokalgeologi med placering af borerne DGU-nr. 114.2121 og 114.2122 i forhold til losseplads/-grubeområde.

Det kvartære og det miocæne lag er vandførende. Grundvandsspejlet er centralt i lossepladsarealet beliggende ca. 7 m u.t., men mere terrænnært nedstrøms lossepladsen. Strømningsretningen for grundvandet i området er nordvestlig, vurderet ud fra flere synkronpejlerunder /1c,1d/. Der er en nedadrettet gradient i hele området /1c/.



Figur 5.2: Udsnit af potentialekort baseret på den synkron pejlerunde i slutningen af marts 2012 /1d/.

Overordnet viser pejlingerne, at Grindsted Å er styrende for potentialet, se figur 5.2. Der ses en potentialeryg ved lossepladsen, som strækker sig mod nordvest. Potentialeryggen udgør et lokalt grundvandsskel /1d/. De lokale strømningsretninger varierer som funktion af årstid og sted på lossepladsen. For især den nordøstlige del af lossepladsen ses en variation på næsten 90 grader mellem strømlinjerne. Disse forhold er mindre udtalt på lossepladsens sydlige del, mens der ikke er store sæsonmæssige ændringer i strømlinjer udgående fra midten af lossepladsen. Dette vil lede til en væsentlig større sideværts spredning af forureningsfanen i grundvandet /1c,1d/.

6 Feltarbejde og prøveudtagning

6.1 Strategi

Region Syddanmark har ønsket udført 40 boringer på lossepladsarealet for at få en mere detaljeret beskrivelse af fyldjordens sammensætning og ud fra minimum 85 kemiske analyser at opnå en viden om forureningsniveauet i fyldjorden, der kan anvendes til en overordnet estimering af forureningsmassen og placering af grubeområder.

Boringernes placering er dels fastlagt ud fra forhåndskendskab og formodning om grubeområder, bl.a. ud fra gamle luftfotos /1c/ og dels ud fra nye udførte geofysiske forundersøgelser.

Placeringen af boringerne fremgår af bilag 1. I bilag 1.1 ses boringernes placering på historiske luftfotos.

6.2 Besigtigelse

Der er den 8. oktober 2019 udført en besigtigelse af lossepladsarealet af sagsbehandlere fra Region Syddanmark og DMR. Ved besigtigelsen blev blandt andet adgangsveje og -forhold noteret og muligheder for placering af skurvognsområde blev afklaret.

6.3 Udført feltarbejde

Geofysiske undersøgelser

Der er i perioden 8.-11. oktober 2019 udført geofysiske undersøgelser på lossepladsen for dels at få et bedre grundlag for at vurdere udbredelse og fylddybder og dels fordi de geofysiske målinger erfaringsmæssigt også kan indikere områder med kraftige forureninger, som medfører en ændret modstand i jorden. Der er udført målinger dels med Dual-EM, hvor en sonde er trukket hen over dele af lossepladsen med en ATV og dels er der udført målinger med MEP (Multi Elektrode Profilerings), hvor der er lavet målinger over udlagte linier hen over formodede grubeområder. På grund af tæt tilvækst på store dele af lossepladsen var det kun muligt at udføre Dual-EM målinger på en begrænset del af pladsen og der blev derfor suppleret med de nævnte MEP målinger.

Målingerne er udført af DMRs afdeling for geofysiske undersøgelser med ekstern hjælp fra firmaet Bargheer Geophysics.

Resultaterne af de udførte geofysiske undersøgelser er præsenteret i afsnit 7.1.

Forede snegleboringer

Forud for udførelse af boringerne er der efter aftale med Region Syddanmark udført en maskinel rydning af bevoksning på flere af de planlagte boresteder.

Der er i perioden 28. oktober til 5. november 2019 udført i alt 40 forede 6" snegleboringer (B101-B140). Efter aftale med Region Syddanmark er der i 20 af disse boringer monteret 1 meter ø63 mm filter fra 1-2 m under forventet grundvandsspejl i det terrænnære grundvandsmagasin.

Filtersatte boringer er ført til 4-9 m u.t. Dybden af disse boringer er bestemt ud fra observationer af vandførende lag under feltarbejdet. Lokaliseringsboringer er ført gennem fyldlag til øverste intakte lag og er ført til 2-9 m u.t. De filtersatte boringer er afsluttet med en Århusafslutning.

Overskudsjord fra boringerne er bortskaffet til RGSNordic, Esbjerg, efter anmeldelse til Billund Kommune. Opboret jord fra lokaliseringsboringer er tilbagefyldt indtil 0,5 m u.t., hvorefter der er fyldt op med rent filtersand.

Alle filtre er renpumpet i mindst 10 minutter, så vandet er klart og frit for sediment. B112 blev dog pumpet i 20 minutter indtil der ikke var bundfald eller sediment i boringen, men vandet havde stadig en lys brun farve. Oppumpet grundvand fra renpumpning er samlet i palletank og blev efter aftale med Region Syddanmark og Billund Kommune reinfileret under afdækningsjorden i et kraftigt forurenede område ved B101.

Alt feltarbejdet i forbindelse med udførelse af boringer og renpumpning af filtre er udført med anvendelse af omfattende sikkerhedsudstyr iht. udarbejdet plan for sikkerhed og sundhed. Ligeledes er der anvendt en miljømandskabsvogn med inddeling i to zoner og mellemliggende afvaskningsrum.

Alle maskinboringerne er udført af Kristian Rytter A/S under fuldtidstilsyn af DMR A/S.

Boringernes placering fremgår af situationsplan i bilag 1. Boreprofiler er vedlagt som bilag 2.

6.4 Prøveudtagning

I de udførte boringer er der fra hver 0,5 boremeter udtaget jordprøver i Rilsan-poser til PID-måling og i glas med tætsluttende låg til eventuel senere kemisk analyse. Der er desuden i hver boring udtaget en blandingsprøve over dybden 0-2 m u.t. Der er på baggrund af PID-målinger og feltobservationer udvalgt jordprøver til kemisk analyse.

Der er i felten foretaget en geologisk beskrivelse og en vurdering af eventuelt indhold af forurening ud fra jordens udseende i forbindelse med udførelse af boringerne. Derudover er der efterfølgende foretaget en geologisk vurdering af alle jordprøver af en af DMRs geologer. Alle udtagne jordprøver er håndteret i en opsat skibscontainer på projektgrunden.

6.5 Analyseprogram

Alle jordprøver udtaget i Rilsan-poser blev opbevaret i ca. 18-24 timer, i lukket container på lokaliteten, hvorefter der blev foretaget PID-måling på prøverne. Der blev anvendt en PID-måler af mærket MiniRAE Lite, som var kalibreret med en 100 ppm isobuthylengasblanding. Det højeste udslag for hver jordprøve blev noteret.

PID-målingen giver et mål for jordens indhold af flygtige opløsningsmidler og oliekomponenter. PID-udslag på 1-5 kan dog skyldes jordens naturlige indhold af organisk stof. PID-resultater fra de udførte boringer fremgår af boreprofilerne i bilag 2.

På baggrund af PID-målinger og feltobservationer blev der analyseret 88 jordprøver fra de 40 udførte boringer (B101-B140). Prøverne er analyseret efter analyseprogrammet nedenfor og som er yderligere beskrevet i afsnit 7.4.

- Tørstof
- Cyanid-pakke
- Kviksølv
- Bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel, zink, arsen, lithium, tin
- Total kulbrinter
- PAH
- TOC
- BTEXN
- Chlorerede opløsningsmidler incl. nedbrydningsprodukter
- PCB
- Jordpesticider – analysepakke ABA
- PFAS
- RSD Grindstedpakke.

Udvalgte prøver er endvidere analyseret for dioxiner. Disse prøver er udvalgt fra områder med vurderet risiko for afbrænding eller ved tegn på afbrænding i jordprøver. En prøve fra boring B128 er

ved en fejl ikke blevet analyseret. Desuden er der analyseret en blandeprøve fra overskudsjord fra borearbejdet. Denne prøve er desuden analyseret for methyلكviksølv.

På baggrund af analyseresultaterne er der efter aftale med Region Syddanmark udvalgt yderligere 20 jordprøver til kemisk analyse med et reduceret analyseprogram. Dette program fremgår nedenfor.

- Tørstof
- Cyanid-pakke
- Kviksølv
- Bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel, zink
- Total kulbrinter
- TOC
- BTEXN
- Chlorerede opløsningsmidler incl. nedbrydningsprodukter
- RSD Grindstedpakke

De kemiske analyser er udført af hhv. Eurofins Miljø A/S og ALS Denmark A/S. Analyserapporter er vedlagt i bilag 11. Den anvendte RSD Grindstedpakke i hhv. de indledende og supplerende jordanalyser er ikke helt ens, hvilket omtales senere i rapporten. Indholdet af enkeltstoffer i RSD Grindstedpakken fremgår af analyserapporter i bilag 11 og på forsiden af bilag 11.

7 Resultater

7.1 Geologiske forhold

Generelt er der i de udførte borer på lossepladsen truffet et dæklag over det egentlige lossepladsfyld. Dæklaget havde dog flere steder mindre indhold af f.eks. byggeaffald og plastic. Dæklaget havde desuden en meget varierende tykkelse, f.eks. er der i B102 et vurderet dæklag på 0,3 m og i B104 et lag på ca. 2 m, som muligvis kan være et dæklag.

Der er observeret fyldjordtykkelser på op til ca. 7,5 m. De største fyldtykkelser ses i den østlige og sydøstlige del af lossepladsen, hvor der f.eks. i B128 og B129 er påvist hhv. 7,7 og 7,4 m fyldjord/-affald. I det nordlige område ved det formodede grubeområde er der også påvist relativt store fyldtykkelser på op til 5-6 m i f.eks. B103, B105 og B106. Forskellen i fyldtykkelser skyldes primært variationen i de udlagte fyldtykkelser. Bundkoten for fyldet er i langt de fleste borer truffet mellem kote 39 og 40.

Under fyldlaget er der i alle borer truffet smeltevandssand, der i de fleste borer er mellemkornet. Sandet er truffet til bund af borerne.

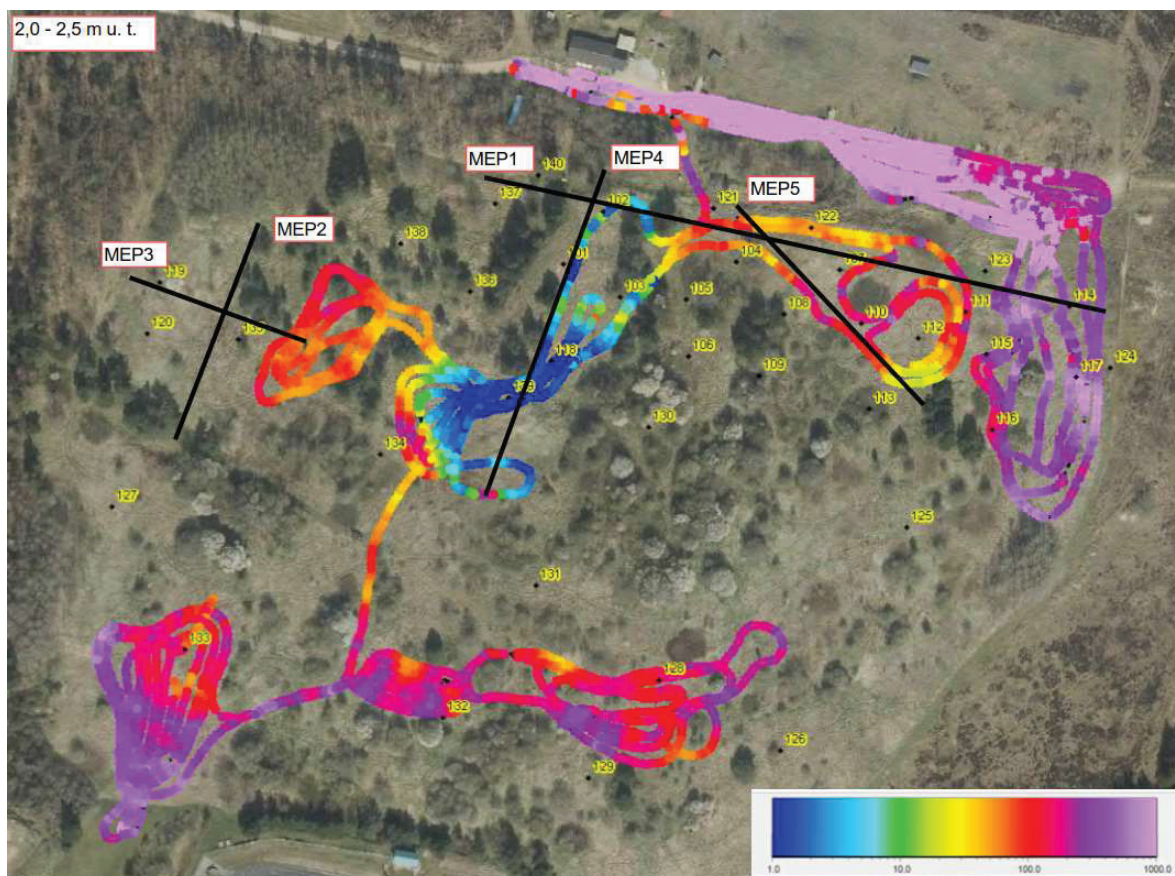
Der er generelt truffet et vandførende lag i sandlaget fra omkring kote 38-38,5 m DVR90.

7.2 Geofysiske undersøgelser

Forud for det planlagte borearbejde er der udført en geofysisk undersøgelse for at lokalisere tydelige afgrænsninger af gruber med affald fra Grindstedværket samt eventuelle tegn på forurening som ville begrunde ændring af planlagte boringsplaceringer.

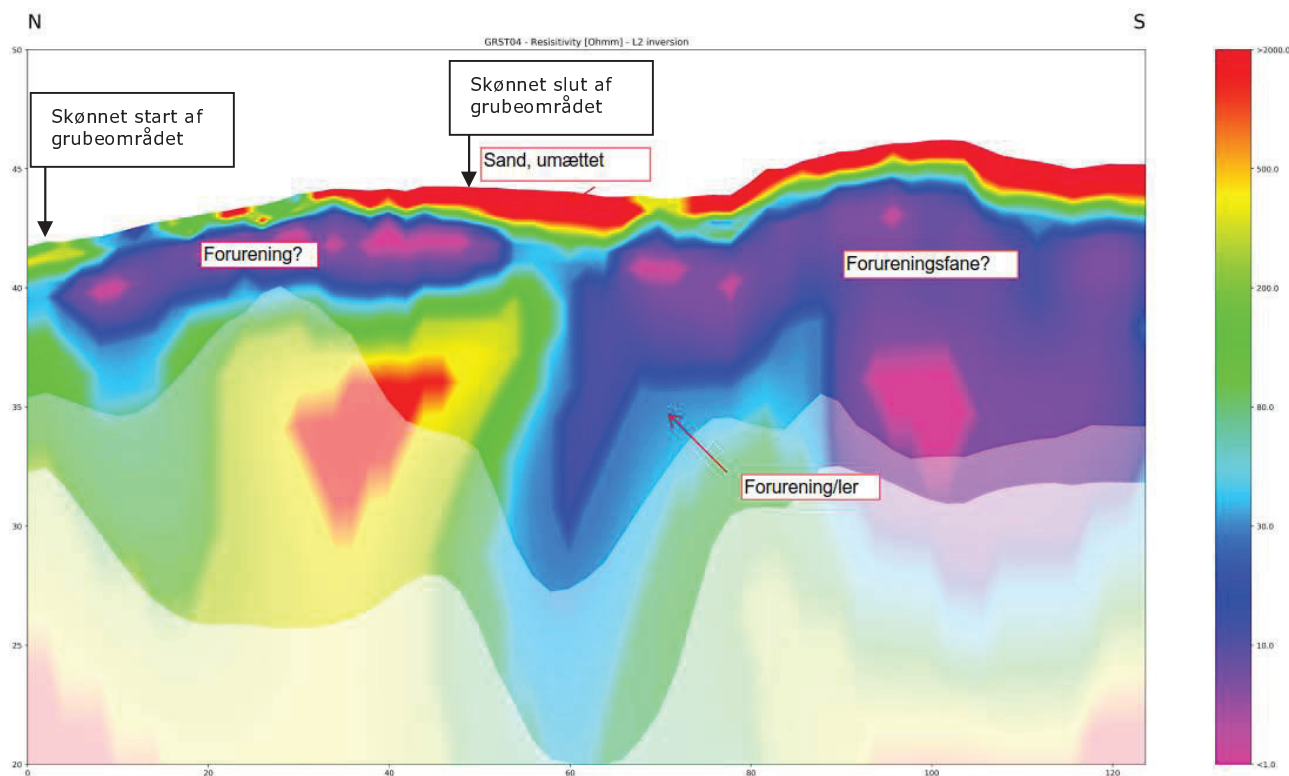
Der er udført målinger med Dual-EM samt MEP-målinger i fem snit. Multi Elektrode Profiler (MEP) er anvendt i områder, hvor Dual-EM ikke kunne udføres pga. dårlige adgangsforhold og for at supplere Dual-EM målingerne.

I bilag 3 fremgår kort med resultater af de udførte målinger. Dual-EM målingerne viser signaler i horisontale planer ned til 9 m u.t. Et eksempel fra dybden 2-2,5 m u.t. fremgår af figur 7.1. Placeringen af de fem MEP-snit og de 40 nye borer fremgår ligeledes af figuren.



Figur 7.1: Signaler fra Dual-EM opmåling den 8. oktober 2019.

De lilla farver angiver høj modstand, som f.eks. i tørt sand eller grus. Den blå farve angiver lav modstand som ses ved ler, vandholdige aflejringer eller høje koncentrationer af salte og visse forureningsstoffer. I et område på den nordlige og centrale del af pladsen er der påvist meget lave modstande i jorden. Dette område stemmer nogenlunde overens med formodet placering af dette store grubeområde mod nord, men den sydvestlige del af området ligger udenfor det formodede grubeområde. I figur 7.2 ses MEP profil 4, der går igennem dette område.

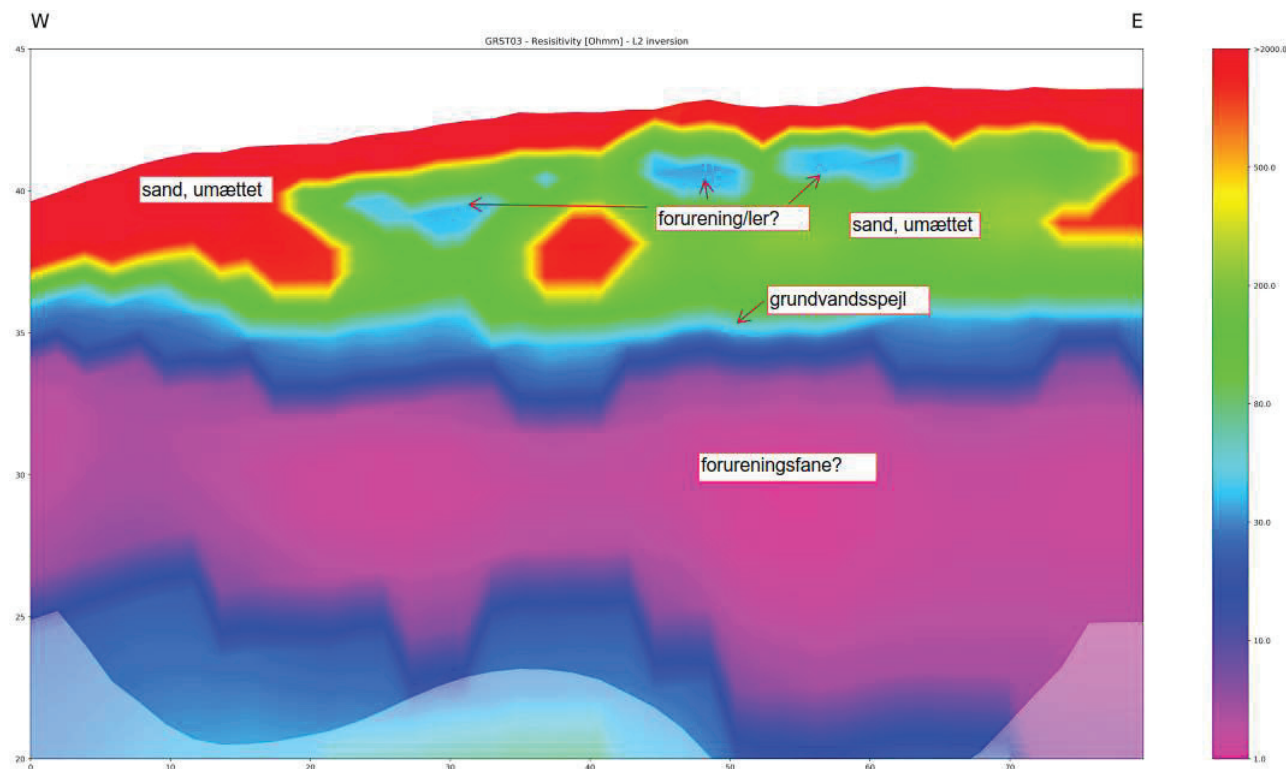


Figur 7.2: MEP profil 4 udført den 8.-11. oktober 2019.

Der ses på profilet i figur 7.2, at der under et lag med høj modstand er truffet lag med meget lav modstand. Lav modstand er truffet over det forventede grundvandsspejl og kan indikere forurening i dette område. Det forventede grubeområde, baseret på luftfotos og tidligere undersøgelser, er dækket af de første ca. 50 meter af profilet (fra nord mod syd). Der ses en blållilla udbredelse som meget godt dækker denne grubedel. Der ses dog også et nyt og stort blållilla område, som starter lige udenfor den skønnede afslutning af det nordlige grubeområde. Der blev derfor ændret på boringsplaceringer, så to boringer blev udført i dette område (B118 og B139).

Af MEP-profil 1 (i bilag 3) fremgår det, at en eventuel kraftig forurening sandsynligvis ligger mere centralt i den nordlige del af lossepladsen fra omkring kote 42 m DVR90 og ned til kote 38 og i mindre grad i den nordøstlige del i forhold til den formodede udbredelse af det nordlige store grubeområde på baggrund af luftfotos.

I figur 7.3 ses MEP-profil 3, der er placeret fra vest mod øst i det lille formodede grubeområde på den nordvestlige del af lossepladsen.



Figur 7.3: MEP profil 3 udført 8.-11. oktober 2019.

Tolkningen af profil 3 viser øverst sandede materialer (røde og grønne farver) og herunder et skifte til blå og lilla farver. Dette skifte sker omkring kote 36-37 m DVR90, som formodes at være under grundvandsspejlet, og den lilla farve vurderes at kunne skyldes et højt indhold af salte og dermed indikere en forureningsfane i det terrænnære grundvand, som bevæger sig i en nordvestlig retning fra lossepladsen mod Grindsted Å. Denne mulige forureningsfane vurderes at kunne stamme fra området syd for det skønnede grubeområde (området med B118 og B139), der er indikeret på MEP profil 4.

Profil 3 i figur 7.3 viser enkelte områder i de tolkede sandede lag, som kan være ler eller områder med forurening (blå områder på figur 7.3). Der blev derfor rykket en boring (B135) tæt på dette profil.

En oversigtstegning med de viste ændringer i boringsplacering som følge af de geofysiske undersøgelser fremgår af bilag 3.

De geofysiske undersøgelser vurderes i et vist omfang at have vist en adskillelse mellem grubeområde og resten af lossepladsen, f.eks. ud fra figur 7.2. På grund af usikkerheder ved tolkning af data, og da der pga. dårlige adgangsforhold kun er foretaget målinger på dele af området, er der kun tale om en delvis bestemmelse af adskillelsen mellem grubeområde og øvrig losseplads.

7.3 Feltobservationer ved udførelse af snegleboringer

Sydlig halvdel af lossepladsen (B126-B129 og B131-B134)

Terrænet i dette område er svagt varierende med hældning mod syd. Dæklaget over lossepladsfyldet havde varierende tykkelse og bestod af muldholdt sand.

Under borearbejdet blev der udelukkende observeret gængs lossepladsfyld med indhold af tæpper/-stof, træ, metal, plastik, glas, porcelæn, eternit, tegl, beton mv. Der blev ikke observeret misfarvninger, der indikerede deponering af kemikalieaffald. I jordprøver udtaget fra boringerne i dette område er der med få undtagelser påvist svage til moderate PID-udslag (<200 ppm) og ingen høje udslag (>1.000 ppm).

Et eksempel på indhold af affald på den sydlige del af lossepladsen er herunder illustreret ved figur 7.4 og 7.5.



Figur 7.4: B128; 2,5 m u.t. Affald.



Figur 7.5: B133; 1,5 m u.t. Affald.

Nordvestlig del af lossepladsen (B119-B120, B135-B138 og B140)

Terrænet i det nordvestlige område er mere kuperet og bærer præg af aflæsning af stakke. Her er der i borerne B119, B120, B135, B136 og B138 generelt registreret mindre indhold af affald, men derimod gytjepræget fyld. Der er dog i boring B135 registreret slamprægede fyldtyper med oliefilm og hvide striber. Dette kan indikere tilstedeværelse af det findelte rensekul, som også blev påvist i slamlag i gruber i Kærgård Klitplantage. I boring B137 og B140 er der ikke observeret affald.

Feltobservationer fra det nordvestlige hjørne er herunder illustreret i figur 7.6 og 7.7.



Figur 7.6: B137; 1,5 m u.t. Gytjepræget.



Figur 7.7: B135; 3,5 m u.t. Slam.

Nordlig del af lossepladsen (B101-B103 samt B118, B130 og B139)

Terrænet i dette område er jævnt. Dæklaget udgøres af et stærkt muldet sandlag med varierende tykkelse.

I borerne B101, B102, B103, B118, B130 og B139 er der registreret et indhold af slam samt tegn på kemikalieaffald, herunder misfarvninger og hvide striber. Der er i dette område observeret tegn på systematisk deponering af industrispildevandsslam, mens indholdet af almindeligt lossepladsaffald er mindre udbredt. Slamlagene er våde og gytjeprægede. Der vurderes at kunne være tale om det tidligere nævnte findelte rensekul fra Grindstedværket. Den tidligere udførte perkolatboring L29, hvor der iht. tabel 4.3 er påvist kraftig perkolatforurening, er udført nær boring B118. Illustration af observationerne fremgår af figur 7.8 og 7.9 herunder.



Figur 7.8: B102; 1,5 m u.t. Slamlag.



Figur 7.9: B102; 1,5 m u.t. Slamlag med hvide striber.

Nordøstlig del af lossepladsen (B105-B125)

Terrænet i det nordøstlige område er kuperet og bærer præg af aflæsning af stakke. Området har en terrænhældning mod øst. Ved borearbejdet er der observeret et dæklag af muldholdigt sand med varierende tykkelse.

Fyldlaget omfattede generelt almindeligt lossepladsfyld. Fyldet bestod af tæpper/stof, træ, metal, plastik, glas, porcelæn, eternit, tegl, beton mv. Der blev ikke observeret tegn på slam eller andet, der kunne indikere deponering af kemisk affald, dog blev der i flere af borerne observeret gytjeholdige fyldlag med tegn på forurening. Jo længere mod øst borerne er placeret, jo mindre affald samt fyldlagstykkelse er der observeret. I borerne B114, B117 og B122-B124 er der ikke observeret affald, hvilket indikerer, at borerne er placeret uden for lossepladsen.

Et eksempel på indhold af affald og gytje på den nordøstlige del af lossepladsen er herunder illustreret ved figur 7.10 og 7.11.



Figur 7.10: B111; 1,5 m u.d. Affald.



Figur 7.11: B109; 4,5 m u.d. Gytje.

Det vurderes ud fra de udførte borer, at der ud fra feltobservationer til en vis grad kan ses en adskillelse mellem områder med procesaffald og områder med almindelig husholdningsaffald og byggeaffald. Dette er primært ud fra indhold af de meget slamholdige lag og ud fra PID-målinger på affaldet. Det skal dog bemærkes, at der også i lag med mere gytjeholdige fyldlag er truffet tegn på forurening, f.eks. i boring B105, B106, B109 og B113.

Feltobservationer fra borerne underbygger resultaterne af de geofysiske undersøgelser, der indikerer, at der ligger et grubeområde med procesaffald centralt på den nordlige del af lossepladsen (B101-B103, B105 og B106) og i en vis udstrækning mod nordøst (B109 og B113) og samtidig ligger der et område med procesaffald lige sydvest for grubeområdet (B118, B130 og B139).

Derudover er der i et område mod nordvest (B135, placeret nær et formodet grubeområde) påvist slamholdigt fyld, der også indikerer procesaffald.

7.4 Analyseresultater fra snegleboringer

Analyserapporter og en samlet resultattabel for 108 analyserede jordprøver er vedlagt i hhv. bilag 11 og bilag 4. Resultattabellen angiver desuden Miljøstyrelsens jordkvalitets- og afskæringskriterier for de stoffer, hvor de er fastlagt.

Analyseprogrammet omfattede ca. 160 forskellige stoffer/parametre. Generelt er alle de analyserede stoffer påvist i større eller mindre grad. En undtagelse er dog pesticider, hvoraf 24 af de undersøgte pesticider ikke er påvist i de analyserede jordprøver.

Som nævnt i afsnit 6.5 er der ved hhv. de indledende jordprøver og de supplerende jordprøver anvendt to analysepakker for Grindstedværkstofferne (RSD Grindstedpakke), som har enkelte indbyrdes afvigelser. Derudover har det anvendte analyselaboratorium på de indledende 88 jordanalyser (Eurofins) valgt at indregne syv af Grindstedværkstofferne i gruppen af pesticider. Dette har en mindre betydning for de beregnede summer af pesticider og farmaceutiske stoffer (Grindstedværkstoffer).

Der er tale om følgende otte stoffer: 2-methylquinolin, 4-brom-o-xylen, 5-allyl-5-isopropyl-barbitursyre, barbitursyre, butalbital, diethylmalonat, sum, propylparaoxybenzoat og tribromphenolvismut. Af disse stoffer er der udelukkende påvist fund i 15 jordprøver indenfor fire følgende stoffer: af 4-brom-o-xylen (7 fund i B101, B103, B107, B108 og B122, max.: 18 mg/kg TS, middel: 0,46 mg/kg TS, median: 0,00 mg/kg TS), 5-allyl-5-isopropyl-barbitursyre (3 fund i B101, B102 og B103, max.: 12 mg/kg TS, middel: 0,20 mg/kg TS, median: 0,00 mg/kg TS), butalbital (3 fund i B103, max.: 1,3 mg/kg TS, middel 0,03 mg/kg TS, median 0,00 mg/kg TS) og propylparaoxybenzoat (2 fund i B103, max.: 14 mg/kg TS, middel: 0,14 mg/kg TS, median: 0,00 mg/kg TS).

Derudover er stoffet methy lurethan, der også er et Grindstedværkstof, ikke blevet indregnet i gruppen af farmaceutiske stoffer ved de indledende jordanalyser, men under stofgruppen "organiske stoffer". Der er dog ikke påvist fund af methy lurethan ved undersøgelsen.

Der er således i alt 15 fund af farmaceutiske stoffer, som er blevet medregnet i sum af pesticider i stedet for sum af farmaceutiske stoffer. Alle disse fund er påvist inden for områder, hvor der i forvejen er påvist høje koncentrationer af farmaceutiske stoffer og pesticider (boringerne B101, B102, B103, B107, B108, og B122), se bl.a. afsnit 8.2 og 8.4, og ovennævnte små forskelle i analysepakker og inddeling i stofgrupper vurderes ikke at have betydning for rapportens vurderinger og anbefalinger.

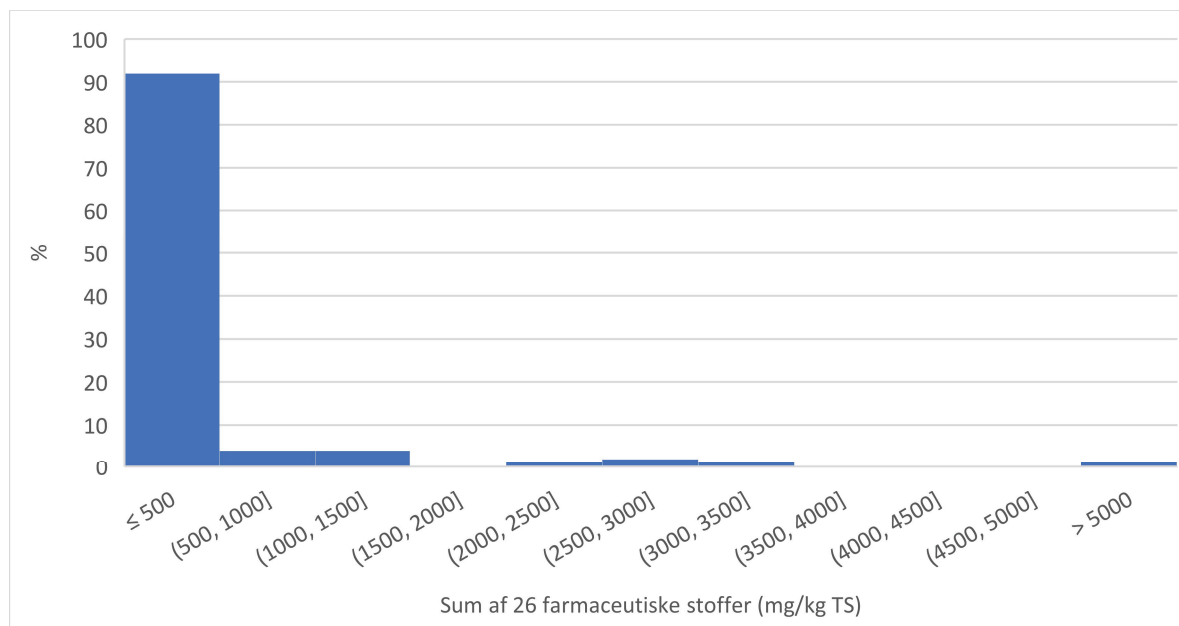
Det er ved tidligere undersøgelser estimeret at hele lossepladsen omfatter ca. 300.000 tons fyldjord /1c/. Beregninger i programmet Trimble på baggrund af fylddybden i de 40 borer viser dog at alene indenfor det område, som de 40 borer dækker, dvs. ikke helt ud til lossepladsens afgrænsninger, er der mere end 350.000 m³ fyldjord, som umiddelbart vurderes at svare til mere end 500.000 tons. Trimble beregningerne er nærmere beskrevet i afsnit 8.3.

De 108 analyserede jordprøver vurderes således maksimalt at svare til 1 prøve pr. 3.000 tons fyldjord. Desuden blev der ved feltarbejdet observeret en meget stor horisontal og vertikal variation i fyldlaget, hvilket dog er typisk på lossepladser af denne type. De påviste forureningsudbredelser er ikke afgrænset vertikalt eller horisontalt. De efterfølgende vurderinger af forureningsudbredelser skal derfor betragtes som foreløbige skøn, der bør underbygges med supplerende undersøgelser inden eventuelle afværgeforanstaltninger sættes i værk.

Tabel 7.1 viser en oversigt over analyseresultaterne i form af maks.- og medianværdier for alle analyserede jordprøver. Den analysetekniske detektionsgrænse er desuden anført, hvis det er muligt (dvs. den laveste værdi, som det er muligt at påvise med tilstrækkelig sikkerhed).

De højeste koncentrationer er påvist for organisk kulstof, TOC (470.000 mg/kg TS), nikkel (14.000 mg/kg TS), totalindhold af kulbrinter (23.000 mg/kg TS), sulfamethazin (5.500 mg/kg TS), sulfamerazin (4.000 mg/kg TS), kobber og zink (4.600 mg/kg TS), BTEX (3.800 mg/kg TS) og kviksølv (3.300 mg/kg TS). Af øvrige analyseresultater kan nævnes lindan (470 mg/kg TS) og cis-1,2-dichlorethen (250 mg/kg TS).

Som det fremgår af eksemplet i figur 7.12 (sum af farmaceutiske stoffer), er analyseresultaterne kendetegnet ved en signifikant variabilitet med mange lave og få høje værdier (lognormalfordeling). Dette er generelt gældende for de stofgrupper, som vurderes at være kritiske for en risikovurdering for Grindsted Å (senere defineret i en "Risikogruppe 3").



Figur 7.12: Histogram for sum af 26 farmaceutiske stoffer.

De højeste koncentrationer i jorden er generelt påvist i den nordlige del af lossepladsen, hvor Grindstedværket deponerede kemikalieaffald i 1960'erne og 1970'erne. Analyseresultaterne beskrives yderligere i forbindelse med databehandlingen i det efterfølgende afsnit.

Stofgruppe	Stoffer	Antal analyser	Maks. konc. (mg/kg TS)	Median (mg/kg TS)	JKK	ASK	Det. Grænse*
Organisk stof	TOC	108	470.000	19.000	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	500
Cyanid	Total	108	92	$3,5 \times 10^{-4}$	500	<i>i.f.</i>	1.000
	Syreflygtig	88	1,7	<	10	<i>i.f.</i>	1.000
Tungmetaller	Bly	109	710	13	40	400	1
	Cadmium	109	6,1	0,10	0,5	5	0,02
	Total chrom	109	340	6,2	500	1.000	1
	Kobber	109	4.600	8,1	500	1.000	1
	Kviksølv	109	3.300	0,53	1	3	0,01
	Lithium	88	110	1,7	500	-	1
	Nikkel	109	14.000	7,0	30	30	0,5
	Zink	109	4.600	49	500	1.000	2
	Tin	88	740	1,4	500	<i>i.f.</i>	0,2
	Arsen	89	20	2,3	20	<i>i.f.</i>	0,5
Kulbrinter	Totalindhold	89	23.000	200	100	<i>i.f.</i>	-
BTEXN	Benzen	109	19	<	1,5	<i>i.f.</i>	0,1
	Toluen	109	720	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	0,1
	Ethylbenzen	109	430	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	0,1
	Sum af xylener	109	3.800	0,12	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
	Naphthalen	109	2,8	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	0,1
	Sum af BTEX	109	3.800	0,22	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
PAH	Sum af 7 stoffer	80	280	0,36	4,0	40	-
	Banz(a)pyren	80	28	0,06	0,3	3	0,005
PCB'er	Sum af 7 stoffer	80	2,8	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
PFAS'er	Sum af 12 stoffer	88	0,039	0,0012	0,4	<i>i.f.</i>	-
Pesticider	Sum af 43 stoffer	77-105	450	<	-	<i>i.f.</i>	-
	Lindan	105	430	<	0,6	<i>i.f.</i>	0,01
Farmaceutiske stoffer	Sum af 26 stoffer	105	11.000	0,94	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
	Sulfamethazin	105	5.500	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	0,5
	Sulfamerazin	105	4.000	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	0,05
Chlorerede kulbrinter	Sum af 11 stoffer	106	320	<	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
	PCE	106	60	<	5	<i>i.f.</i>	0,005
	TCE	106	52	<	5	<i>i.f.</i>	0,005
	Cis-1,2-dichlorethen	106	250	<	85	<i>i.f.</i>	0,01
Dioxiner	Sum af 21 stoffer	7-9	0,011	$4,6 \times 10^{-4}$	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-
Methylkviksølv	-	1	$3,23 \times 10^{-6}$	-	<i>i.f.</i>	<i>i.f.</i>	-

Tabel 7.1 Oversigt over udvalgte resultater.

<: Under detektionsgrænsen, jf. analyserapporterne.

JKK: Jordkvalitetskriterium.

ASK: Afskæringskriterium.

*: Analyseteknisk detektionsgrænse. Den angivne værdi repræsenterer den typiske detektionsgrænse, men kan variere. Den faktiske detektionsgrænse for de enkelte prøver fremgår af analyserapporterne i bilag 11.

i.f.: Der er ikke fastsat et kriterium.

-: Der er ikke oplyst en detektionsgrænse, da der er tale om en sum af flere resultater.

Der er i bilag 11 vedlagt analyserapporter med samtlige analyseresultater samt beskrivelse af analysemetoder og detektionsgrænser.

8 Vurdering af resultater

Den videre tolkning og databehandling foretages efter følgende fremgangsmåde:

1. Indledende vurdering af påviste forureningsstoffer. Inddeling i tre risikogrupper:

Risikogruppe 1:	Stoffer som vurderes at have lille eller ingen betydning for en risikovurdering for Grindsted Å.
Risikogruppe 2:	Stoffer som vurderes at kunne have nogen betydning for en risikovurdering for Grindsted Å.
Risikogruppe 3:	Stoffer som vurderes at kunne have stor betydning for en risikovurdering for Grindsted Å.

Inddelingen foretages ud fra en vurdering af de påviste niveauer og hyppigheden, hvormed der er påvist høje værdier. Risikogrupperne fastlægges med udgangspunkt i jordforureningen på den konkrete lokalitet og vil derfor ikke direkte være gældende for grundvandsforureningen under lossepladsen eller for andre lokaliteter.

Inddelingen inddrager desuden en vejledende "kritisk værdi", der som udgangspunkt er Miljøstyrelsens jord- eller afskæringskriterier /5/, hvis sådanne er fastlagt. For en række stoffer og stofgrupper er den kritiske værdi dog valgt ud fra en lokalitetsspecifik vurdering af forventede baggrunds-niveauer og spænd af påviste koncentrationer ved undersøgelsen. Jordkoncentrationer under den kritiske værdi vurderes som udgangspunkt ikke at udgøre en risiko for Grindsted Å, som er placeret ca. 2.300-2.500 m nedstrøms for lossepladsens nordlige grænse.

Den kritiske værdi skal betragtes som et værktøj til at vurdere, om niveauet af de påviste koncentrationer er høj eller lavt. At en koncentration er over eller under den kritiske værdi er således ikke nok til at vurdere om koncentrationen udgør en risiko for Grindsted Å.

2. Afgrænsning af hotspot- og grubeområder med procesaffald fra Grindstedværket på baggrund af stoffer/parametre, som vurderes at være indikator for procesaffaldet. Disse beskrives senere. Vurderingen inddrager desuden resultater fra den geofysiske undersøgelse.

Hotspot- og grubeområderne inddeles efterfølgende i tre zoner (rød, orange og blå zone), som kan danne grundlag for en prioritering og detailprojektering af eventuelle afværgeforanstaltninger, alt efter hvor omfattende en oprensning, det ønskes at udføre. Kriterierne for denne inddeling forklares senere.

3. Vurdering af fyldjordsmængder (rød, orange og blå zone, jf. pkt. 2). Vurderingen foretages ud fra estimerede forureningskoncentrationer og volumener i de tre zoner.
4. Vurdering af forureningsmasser (risikogruppe 3, jf. pkt. 1). Der vil være tale om skøn baseret på de estimerede jordmængder, en vurderet middeldensitet og koncentrationer målt i de udførte borer.

Det skal nævnes, at ovenstående vurderinger udelukkende omfatter stoffer, som er indeholdt i analyseprogrammet og er påvist i de analyserede jordprøver. Der vurderes at kunne være stoffer uden for analyseprogrammet, der udgør en risiko for påvirkning af Grindsted Å. Dette kunne f.eks. være pesticider. Desuden vurderes der at være stoffer i analyseprogrammet, som allerede er udvasket i væsentlig grad og kan medføre en væsentlig grundvandsforurening, selvom koncentrationerne påvist i jordprøverne er relativt lave.

8.1 Indledende vurdering af påviste forureningsstoffer

Tabel 8.1 indeholder en indledende vurdering af stoffer påvist i de analyserede jordprøver samt inddeling i de tre risikogrupper (1-3). Efter tabellen er der knyttet kommentarer til de enkelte stoffer og stofgrupper. Der er i tabellen anført en kritisk værdi som beskrevet tidligere. Der er desuden anført en overskridelse i procent (%), hvilket angiver andelen af analyser for det aktuelle stof, der overskrider den kritiske værdi.

Stofgruppe	Stoffer	Maks. konc. (mg/kg TS)	Median (mg/kg TS)	Kritisk værdi (mg/kg TS)	Over-skrivelse	Mobilitet	Risiko vurdering
Organisk stof	TOC	470.000	19.000	50.000 ^c	36%	Lav	Risikogruppe 1
Cyanid	Totalindhold	92	3,5×10 ⁻⁴	500 ^a	0%	Lav	Risikogruppe 1
	Syreflygtig	1,7	<	10 ^a	0%	Lav	Risikogruppe 1
Tungmetaller	Arsen	20	2,3	20 ^a	0%	Middelhøj	Risikogruppe 1
	Bly	710	13	400 ^b	1,8%	Lav	Risikogruppe 1
	Cadmium	6,1	0,10	5,0 ^b	0,92%	Lav	Risikogruppe 1
	Total chrom	340	6,2	500 ^a	0%	Lav	Risikogruppe 1
	Kobber	4.600	8,1	1.000 ^b	0,92%	Lav	Risikogruppe 1
	Kviksølv	3.300	0,53	3,0 ^b	27%	Varierer	Risikogruppe 3
	Lithium	110	1,7	500 ^a	0%	Lav	Risikogruppe 1
	Nikkel	14.000	7,0	90 ^c	12%	Middelhøj	Risikogruppe 2
	Tin	740	1,4	500 ^a	1,1%	Lav	Risikogruppe 1
	Zink	4.600	49	1.000 ^b	2,8%	Lav	Risikogruppe 1
Kulbrinter	Totalindhold	23.000	200	2.000 ^c	16%	Middelhøj	Risikogruppe 2
BTEXN	Benzen	19	<	1,5 ^a	7,3%	Middelhøj	Risikogruppe 2
	Toluen	720	<	2 ^c	15%	Middelhøj	
	Sum af xylener	3.800	0,12	2 ^c	27%	Middelhøj	
	Sum af BTEX	3.800	0,22	25 ^c	14%	Middelhøj	Risikogruppe 1
PAH	Sum af 7 stoffer	280	0,36	40 ^b	1,3%	Lav	
	Benz(a)pyren	28	0,06	3 ^b	2,5%	Lav	Risikogruppe 1
PCB'er	Sum af 7 stoffer	2,8	<	2,0 ^c	1,1%	Lav	Risikogruppe 1
PFAS'er	Sum af 12 stoffer	39	0,0012	0,4 ^a	0%	Høj	Risikogruppe 2
Pesticider	Sum af op til 43 stoffer	450	<	1,0 ^c	22%	Varierer	Risikogruppe 3
	Lindan	430	<	0,6 ^a	10%	Lav	Risikogruppe 2
Farmaceutiske stoffer	Sum af 26 stoffer	11.000	0,94	10 ^c	28%	Høj	Risikogruppe 3
<i>Sulfonamider</i>	Sulfamethazin	5.500	<	1 ^c	30%	Høj	
	Sulfamerazin	4.000	<	1 ^c	24%	Høj	Risikogruppe 2
<i>Barbiturater</i>	Barbital	3,8	<	1 ^c	1,9%	Høj	
	Butabarbital	20	<	1 ^c	5,7%	Høj	Risikogruppe 3
Chlorerede kulbrinter	Sum af 11 stoffer	320	<	20 ^c	18%	Høj	
	PCE	60	<	5,0 ^b	7,6%	Høj	
	TCE	52	<	5,0 ^b	5,7%	Høj	
	Cis-1,2-dichlorethen	250	<	85 ^b	1,9	Høj	
	Vinylchlorid	63	<	0,4 ^b	7,6%	Høj	Risikogruppe 1
Dioxiner	Sum af 21 stoffer	0,011	4,6×10 ⁻⁴	-	-	Lav	
Methylkviksølv	-	3,23×10 ⁻⁶	-	-	-	Høj	Vurderes ikke pga. for få analyser

^a Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium, ^b Miljøstyrelsens afskæringskriterium, ^c Fastsat på baggrund af en vurdering.

Tabel 8.1: Oversigt over udvalgte resultater. <: Under detektionsgrænsen.

Risikogruppe 1:

TOC: Der er målt TOC-indhold på op til 47% af tørstofindholdet (470 g/kg TS) i boring B101, der er placeret ved den vurderede placering af en tip til flydende affald fra Grindstedværket. I alle boringer med sort slam er der påvist relativt høje TOC-indhold (minimum 58.000 mg/kg TS og median på 20.000 mg/kg TS). Høj TOC vurderes i sig selv ikke at udgøre en risiko for udvaskning, men kan evt. være sammenfaldende med indhold af flere forureningsstoffer, som beskrevet senere. Den kritiske værdi er fastsat til 50.000 mg/kg TS, hvilket svarer til et betydeligt indhold af enten aktivt kul eller andet organisk indhold.

Cyanid: Der er påvist indhold af cyanid i 53% af de analyserede jordprøver. Det højeste indhold af totalcyanid (92 mg/kg TS) er påvist i B137, som er placeret umiddelbart vest for det forventede depotområde for Grindstedværket. Det højeste indhold af syreflygtigt cyanid (1,7 mg/kg TS) er påvist i B139, som er placeret umiddelbart sydvest for det forventede depotområde. De påviste indhold er alle under Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier. På baggrund af de relativt lave niveauer og lav

mobilitet vurderes cyanid ikke at være relevant for den videre databehandling. Indhold af cyanid kan dog muligvis indikere deponi af procesaffald fra Grindstedværket.

Tungmetaller: For otte ud af 10 tungmetaller i analyseprogrammet (total chrom, zink, bly, cadmium, kobber, arsen, tin og litium) er der påvist indhold på maksimalt fem gange Miljøstyrelsens afskæringskriterier. For samme stoffer er der påvist overskridelse af afskæringskriteriet i maksimalt 1,8% af de analyserede jordprøver. På den baggrund og en typisk lav mobilitet vurderes de otte metaller ikke at være relevante for den videre databehandling.

PAH: Jordprøverne er analyseret for syv PAH-forbindelser, som typisk medtages ved analyse af jordprøver. Der er kun påvist overskridelse af Miljøstyrelsens afskæringskriterium for totalindhold af PAH'er i én jordprøve (B137-1,5 m u.t.). I samme prøve er der påvist indhold af benz(a)pyren på ca. 10 gange afskæringskriteriet. På baggrund af de generelt lave værdier og lav mobilitet vurderes PAH'er ikke at være relevante for den videre databehandling.

PCB: Jordprøverne er analyseret for de syv PCB-forbindelser, som typisk medtages ved analyse af jord- og materialeprøver. I Danmark har man ikke fastsat grænseværdier for PCB i jord. Grænseværdien for forurenede affald er 2 mg/kg TS. I de analyserede jordprøver er der påvist indhold af PCB'er > 2 mg/kg TS i én prøve (B139-3,5 m). På den baggrund og en typisk lav mobilitet vurderes PCB ikke at være relevant for den videre databehandling.

Dioxiner: Der er påvist indhold af dioxiner i alle ni analyserede jordprøver fra områder med vurderet risiko for afbrænding eller med tegn på afbrænding i jordprøver. Det højeste indhold er påvist i B134-1,5 m u.t. (11 µg/kg TS). Medianværdien er ca. 470 ng/kg TS.

Der findes i Danmark ingen grænseværdier for dioxiner. Miljøstyrelsen har i 2004 lavet en risikoberegning, der kom frem til en anbefalet grænseværdi for jord på 40 ng/kg TS /3/. Det blev på dette tidspunkt dog ikke fundet nødvendigt at udarbejde egentlige grænseværdier. Grundet dioxiners lave vandopløselighed har Miljøstyrelsen heller ikke udarbejdet grænseværdier for grundvand. I Sverige er der fastsat grænseværdier for dioxin i jord på 200 ng/kg for mindre følsom anvendelse og 20 ng/kg for følsom anvendelse. På trods af høje indhold af dioxiner sammenlignet med anbefalede grænseværdier, vurderes risikoen for væsentlig udvaskning at være lille som følge af meget lav vandopløselighed.

Risikogruppe 2:

Nikkel: Der er påvist overskridelse af afskæringskriteriet (30 mg/kg TS) i 28% af de analyserede jordprøver. I 12% af prøverne er der påvist mere end tre gange afskæringskriteriet, svarende til hvad man til tider kan påvise i uforurenede intaktjordsaflejringer /4/. Det højeste indhold er påvist i en jordprøve fra B139 (14.000 mg/kg TS). Boringen er placeret umiddelbart sydvest for det forventede depotområde, men i et kraftigt forurenede område. Mobiliteten af nikkel reduceres ved iltfattige forhold, som der forventes under lossepladsen. På den baggrund vurderes risikoen for væsentlig grundvandsforurening med nikkel fra lossepladsen generelt at være relativt lav på trods den høje maksimale værdi.

Kulbrinter: I 16% af de analyserede prøver er der påvist totalindhold af kulbrinter over den kritiske værdi på 2.000 mg/kg TS, svarende til en middelkraftig olieforurening. I to prøver er der påvist indhold over 10.000 mg/kg TS (B113-6,5 m u.t. og B106-3,5 m u.t.). Begge prøver er udtaget inden for det forventede grubeområde.

De påviste kulbrinter udgøres generelt af tunge kulbrinter (C₂₀-C₃₅). For de to prøver med totalindhold af kulbrinter over 10.000 mg/kg TS, udgør de tunge kulbrinter hhv. 70 og 92% af totalindholdet af kulbrinter.

Kulbrinter – og i særdeleshed tunge kulbrinter – er relativt immobile i jord og grundvand. Der forventes derfor ikke en væsentlig grundvandsforurening med kulbrinter uden for selve lossepladsen. Desuden vil kulbrinter i et vist omfang nedbrydes ved naturlige processer, herunder ved reduktiv dechlorering af chlorerede opløsningsmidler, hvor kulbrinterne kan fungere som elektrondonor.

BTEX: For sum af BTEX er der påvist op til 3.800 mg/kg TS (B106-4,5 m u.t.), hvoraf størstedelen udgøres af xylener. Miljøstyrelsen har ikke fastsat et jordkvalitetskriterium for sum af BTEX. I 14%

af de analyserede jordprøver er der påvist en sum af BTEX over 25 mg/kg TS, svarende til Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for lette kulbrinter (C₆-C₁₀).

Det højeste indhold af benzen er 19 mg/kg TS (B139-2,5 m u.t.). Det højeste indhold af toluen er 720 mg/kg TS (B139-3,5 m u.t.) og sum af xylener er påvist med indhold på op til 3.800 mg/kg TS (B106-4,5 m u.t.). Især toluen er ved tidligere undersøgelser påvist med høje indhold. Her blev der i en jordprøve påvist 73.600 mg toluen/kg TS. I øvrige jordprøver fra samme undersøgelse blev der påvist væsentligt lavere niveauer (5-211 mg/kg TS). Det høje indhold blev påvist 4 m u.t. i en boring nær boring B139.

BTEX-forbindelser har ofte en længere udbredelse i grundvandet end øvrige kulbrinter. Udbredelsen forventes dog stadig at være relativt begrænset sammenlignet med f.eks. pesticider. Dette skyldes især naturlig nedbrydning af BTEX-forbindelser under både aerobe og anaerobe forhold.

PFAS: Jordprøverne er analyseret for de 12 PFAS-forbindelser, som typisk medtages ved analyse af jordprøver. Der er påvist indhold af PFAS i 82% af de analyserede jordprøver, men der er ikke påvist overskridelser af Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for sum af PFAS-forbindelser på 0,4 mg/kg TS. Da PFAS har vist sig yderst mobile er de placeret i risikogruppe 2 trods de lave koncentrationer

Lindan: Af de analyserede pesticider, er de højeste indhold af enkeltstoffer påvist for lindan (430 mg/kg TS i B103-3,5 m u.t.). I 10% af de analyserede jordprøver er der påvist overskridelse af Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium på 0,6 mg/kg TS. Lindan er et herbicid, som generelt vurderes at binde sig til jorden og dermed ikke udgøre en risiko for grundvandsforurening. På baggrund af de stedvist meget høje koncentrationer indgår stoffet i risikogruppe 2.

Barbiturater: Produktionsaffaldet fra Grindstedværket forventes at have indeholdt barbiturater som f.eks. barbital og butabarbital, som er medtaget i analyseprogrammet. Analyse af jordprøver viser dog lave indhold af disse to stoffer sammenlignet med sulfonamiderne. Den kritiske værdi er fastsat til 1 mg/kg TS som sulfonamiderne. Der er påvist barbital og butabarbital >1 mg/kg TS i hhv. 1,9 og 5,7% af de analyserede jordprøver. De maksimale koncentrationer er hhv. 3,8 og 20 mg/kg TS. Resultaterne kan indikere, at der på nuværende tidspunkt er sket en relativ stor udvaskning af barbituraterne, hvilket stemmer med, at der tidligere er påvist barbiturater i perkolatprøver. Resultaterne er til en vis grad sammenlignelige med de påviste koncentrationer af barbital og butabarbital på Kærgård Klitplantage (gruber), hvor der ikke blev påvist barbital mens der blev påvist 205 mg butabarbital/kg TS /1f/. Da der stadig påvises op til 20 mg/kg TS indgår barbituraterne i risikogruppe 2.

Risikogruppe 3:

Kviksølv: Der er påvist indhold af metallisk kviksølv over Miljøstyrelsens afskæringskriterium på 3,0 mg/kg TS i 29 ud af 109 jordprøver. Det højeste indhold er påvist i prøven B105 (3.300 mg/kg TS). Boringen er placeret inden for det forventede depotområde, hvilket også er gældende for de fleste andre boringer med høje indhold af kviksølv. I en blandeprøve fra overskudsjord fra borearbejdet er der desuden påvist et indhold af metallisk kviksølv på 3,2 mg/kg TS, hvilket bekræfter, at der generelt kan påvises kviksølv i lossepladsfyldet i de undersøgte områder af lossepladsen, men at kviksølvet er koncentreret omkring de nordlige dele af lossepladsen, hvor de fleste boringer er udført.

Gennemgang af de tidligere undersøgelser viser ikke grundvandsanalyser for kviksølv. De høje kviksølvkoncentrationer vurderes, at kunne medføre en væsentlig udvaskning af kviksølvforbindelser afhængig af bl.a. redoxforhold, pH og indhold af organisk stof. Mobiliteten er generelt størst ved aerobe forhold, lav pH og lavt indhold af organisk stof, men vil også afhænge af bl.a. kompleksdannelse og omdannelse til methylkviksølv, der er mere mobilt og toksisk.

I overskudsjorden fra borearbejdet er der påvist et indhold af methylkviksølv på 3,25 ng/kg TS. Da der ikke analyseret punktprøver fra de udførte boringer kan man ikke vurdere, om methylkviksølv generelt er til stede i lossepladsfyldet, men dette vurderes at være tilfældet.

Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter: Det højeste indhold af chlorerede kulbrinter er påvist for nedbrydningsproduktet cis-1,2-dichlorethen (250 mg/kg TS i B105-4,5 m u.t.), der tidligere også er påvist i høje koncentrationer i perkolatet. Desuden er der bl.a. påvist indhold af PCE på op til 60 mg/kg TS (B109-6,5 m u.t.), TCE på op til 52 mg/kg TS (B102-1,5 m u.t.) og VC

på op til 63 mg/kg TS (B103-4,5 m). Resultaterne vurderes at indikere reduktiv dechlorering af PCE og TCE. Boringer med totalindhold af chlorerede kulbrinter >1 mg/kg TS er alle placeret i det forventede depotområde eller umiddelbart vest/sydvest herfor. De høje indhold sammen med høj mobilitet og vandopløselighed vurderes at kunne medføre en væsentlig udvaskning.

Pesticider: Jordprøverne er analyseret for op til 43 pesticider/aktivstoffer. Miljøstyrelsen har generelt ikke fastsat jordkvalitetskriterier for pesticider, der normalt kun findes i lave koncentrationer i jordprøver. En undtagelse er dog lindan med en jordkvalitetskriterium på 0,6 mg/kg TS (vurderet under risikogruppe 2), der er påvist med høje koncentrationer. Den kritiske værdi for sum af pesticider er fastsat til 1 mg/kg TS, dvs. lidt over den for lindan og den samme som f.eks. sulfonamiderne. De pesticider der påvises i jordprøver, vil ofte være mindre mobile end de pesticider, der udvaskes med det samme.

Der er ved undersøgelsen påvist indhold af pesticider i 35% af de analyserede jordprøver. Totalindhold af pesticider >1 mg/kg TS er påvist i ca. 23% af analyserne. Pesticiderne er påvist i boringer i eller umiddelbart udenfor det forventede grubeområde i det nordøstlige hjørne samt i B135 placeret i et muligt grubeområde mod vest. Med den relativt høje fundrate i jordprøverne vurderes det, at der kan være foregået udvaskning af pesticider til grundvandet fra væsentlige dele af lossepladsen. Dette ses også i tidligere grundvandsprøver fra boring DGU-nr. 114.2122 /1d/, hvor der er påvist indhold af pesticider på op til 36 µg/l i filterdybden 10-12 m u.t. og 1 µg/l i filterdybden 26-28 m u.t. Placeringen af denne boring fremgår af oversigtstegning i bilag 1. Der er i grundvandsprøver fra DGU-nr. 114.2121, der er placeret ca. 250 m nedstrøms lossepladsen, påvist pesticidkoncentrationer på op til 2,2 µg/l i filterdybden 32-35 m u.t.

Da der er tale om 43 forskellige stoffer vil deres transportegenskaber være meget forskellige. De påviste stoffer vurderes desuden at kunne være indikatorer for indhold af pesticider, som ikke var med i analyseprogrammet – dvs. andre pesticider deponeret sammen med stofferne i analyseprogrammet. På den baggrund – og med hensyntagen til stoffernes potentielle høje toksicitet i vandmiljøet – medtages sum af pesticider i risikogruppe 3.

Farmaceutiske stoffer: Jordprøverne er analyseret for i alt 26 farmaceutiske stoffer. Der er ikke fastsat jordkvalitetskriterier for stofferne. I 28% af de analyserede jordprøver er der påvist et samlet indhold af farmaceutiske stoffer på >10 mg/kg TS. Alle farmaceutiske stoffer påvist i indhold >20 mg/kg TS tilhører gruppen sulfonamider.

Den højeste sum er påvist i B101 (11.000 mg/kg TS). I denne boring er der bl.a. påvist meget høje indhold af sulfamethazin (5.500 mg/kg TS), sulfamerazin (4.000 mg/kg TS), sulfanilamide (830 mg/kg TS) og sulfadiazin (450 mg/kg TS). De påviste koncentrationer af sulfamethazin og sulfamerazin er 7-10 gange højere end koncentrationen af disse stoffer i gruberne på Kærgård Klitplantage /1f/. Dette kan evt. skyldes fyldjordens høje organiske indhold, der kan have medført en lavere udvaskning, end der er foregået i Kærgård Klitplantage. Det kan muligvis også skyldes, at det deponerede affald på lossepladsen har haft højere koncentrationer af disse stoffer end affaldet, der er kørt til gruberne i Kærgård Klitplantage. Iht. fasefordelingen i figur 4.5 /1c/ forventes kun en meget lille del af sulfonamiderne at være bundet i jorden og langt størstedelen vil være udvasket til grundvandet. Der må altså forventes meget høje grundvandskoncentrationer af sulfonamider i flere af boringerne i det undersøgte område.

De påviste koncentrationer af sulfonamider er væsentligt højere end de tidligere påviste jordkoncentrationer iht. tabel 4.2 i afsnit 4.2. Der er tidligere påvist indhold af sulfamethazin på 2,4 mg/kg TS og indhold af sulfamerazin på 0,66 mg/kg TS i affaldet.

De farmaceutiske stoffer er ved tidligere udførte undersøgelsesboringer i Grindsted, bl.a. boringer DGU-nr. 114.2122 (ved lossepladsen) og DGU-nr. 114.2121 (ca. 250 m nordvest for lossepladsen) truffet i dybe vandførende lag /1d/ og det vurderes derfor, at disse stoffer indebærer en forhøjet risiko for påvirkning af Grindsted Å. På den baggrund er stofferne medtaget i risikogruppe 3.

8.2 Vurdering af hotspot- og grubeområder

Resultaterne viser, at der er truffet stærkt forurenet procesaffald fra Grindstedværket både inden for det forventede store nordlige grubeområde og i et uafgrænset område lige sydvest for dette grubeområde.

Bilag 5 indeholder situationsplaner med beskrivelse af koncentrationsniveauer for stoffer under risikogruppe 3, dvs. stofgrupper påvist i jorden, som vurderes potentielt at udgøre en risiko for Grindsted Å. For at visualisere forureningsudbredelsen i dybden, er der desuden udarbejdet to tværsnit gennem det forurenede område. Tværsnittene findes i bilag 6.

Indikatorer for hotspot- og grubeområde

Udbredelsen af grubeområder og forureningshotspot bestemmes primært på baggrund af udvalgte indikatorer, som vurderes at være til stede i procesaffaldet. På baggrund af de historiske oplysninger vurderes der at kunne være tale om følgende stoffer/parametre:

- farmaceutiske stoffer (særligt sulfonamider og barbiturater)
- kviksølv
- chlorerede opløsningsmidler (PCE og TCE) samt nedbrydningsprodukter heraf
- aromatiske opløsningsmidler (sum af BTEX)
- cyanid (total)
- organisk kulstof (TOC)
- slam af aktivt kul (feltobservationer).

Farmaceutiske stoffer, kviksølv, chlorerede og aromatiske opløsningsmidler og totalcyanid vurderes kun i begrænset omfang at være indeholdt i affald, som ikke stammer fra Grindstedværket.

Målinger af organisk kulstof (TOC) og feltobservationer af slam i borerne er medtaget på listen over indikatorer, da Grindstedværkets affald omfattede aktivt kul. Kullet blev anvendt til rensning for bl.a. opløsningsmidler og farmaceutiske stoffer. Indhold af slam og højt indhold af TOC vurderes at kunne indikere deponi af aktivt kul og dermed høje indhold af f.eks. BTEX, PCE, TCE og farmaceutiske stoffer. Dette hænger sammen med oplysninger i /1c/ om, at procesaffaldet er deponeret som aktivt kul-affald. Det skal dog bemærkes, at der i flere borer er truffet væsentlige koncentrationer af f.eks. farmaceutiske stoffer uden at der er observeret kulaffald. Det gælder bl.a. boring B109, B113, B130 og B136, hvor der er truffet gytjeholdige lag og højt TOC-indhold. Dette vurderes at kunne indikere, at procesaffaldet både er deponeret som kulaffald og som væskeformigt affald, hvilket også underbygges af historiske oplysninger iht. afsnit 4.1. Samtidig skal det siges, at de højeste koncentrationer af f.eks. de farmaceutiske stoffer er truffet i fyldlag med slamindhold og/eller gytjeholdige lag og dvs. lag med høje indhold af organisk stof, som vurderes at binde mange af forureningsstofferne hårdere til jorden end i omkringliggende mere sandede fyldlag. Det kan derfor ikke udelukkes, at der f.eks. i den østlige del af det nordlige grubeområde, hvor der ikke er truffet det mørke slam eller gytjeholdige lag, tidligere måske har været højere koncentrationer af farmaceutiske stoffer, som nu er vasket ud. Allerede udvaskede stoffer har dog mindre interesse i forhold til en eventuel afværge på fyldjorden.

Derudover er der ved estimering af udbredelsen inddraget resultater af de geofysiske undersøgelser, som er omtalt i afsnit 7.2.

Afgrænsning af hotspot- og grubeområde

På baggrund af analyseresultater og feltobservationer fremgår der en relativ tydelig adskillelse mellem de kraftigst forurenede områder med deponeret industriaffald og den øvrige del af lossepladsen. Indenfor områderne med vurderet deponeret industriaffald fra Grindstedværket ses der også tendenser til koncentrationsforskelle og indhold af forureningsmasser. Det er derfor valgt at inddele området med vurderet deponeret industriaffald fra Grindstedværket i tre delområder med stigende forureningsgrad i fyldet. De tre delområder er benævnt Rød zone, Orange zone og Blå zone. Pga. den relativt store afstand mellem borerne er områderne ikke endeligt afgrænset. En skønnet udbredelse af områderne fremgår i bilag 7 og nedenfor er de tre zoner beskrevet nærmere:

Rød zone: Et område på ca. 9.000 m² i den nordligste del af lossepladsen. Området omfatter alle borer, hvor der er observeret indhold af slam i fyldlaget, dog ikke boring B135, da der er påvist slam men ikke forurening med Grindstedværkstoffer i denne boring. Desuden omfatter området de borer, som har påvist de højeste koncentrationer af f.eks. farmaceutiske stoffer, PCB, pesticider, kviksølv, BTEX, TCE, VC og cis-1,2-DCE. Rød zone er placeret i den vestlige del af det forventede grubeområde, hvor der desuden er oplysninger om en tidligere tip for flydende procesaffald.

Orange zone: Området omfatter ca. 10.000 m², som omkranser rød zone. Orange zone omfatter bl.a. et område mod øst med boring B104, B109 og B113, hvor der er påvist relativt høje indhold af f.eks. PCE, kulbrinter, kviksølv og farmaceutiske stoffer.

Blå zone: Området omfatter ca. 13.000 m², som omkranser orange zone. Området dækker den nordlige og nordøstlige del af lossepladsen. Blå zone dækker en række boringer med middelhøje indhold af f.eks. pesticider, chlorerede opløsningsmidler og farmaceutiske stoffer.

Tabel 8.2 viser hvilke boringer med høje koncentrationer mm., der ligger inden for de tre zoner.

Stofgruppe	Stoffer		Kritisk værdi (mg/kg TS)	Rød zone	Orange zone	Blå zone	Øvrige
Tungmetaller	Kviksølv	Indikator Risikogruppe 3	3,0 ^b	B101 B103 B105 B106 B118 B130 B139	B109 B113 B136	B110 B111 B115 B122	B127
Pesticider	Sum af op til 43 stoffer	Indikator Risikogruppe 3	1,0 ^c	B101 B102 B103 B105	B137	B107 B108 B110 B111 B112 B115 B116 B122 B125	B135
Farmaceutiske stoffer	Sum af 26 stoffer	Indikator Risikogruppe 3	10 ^c	B101 B102 B103 B105 B106 B118 B130 B139	B136 B109 B113	B107 B108 B122	
Chlorerede kulbrinter	Sum af 11 stoffer	Indikator Risikogruppe 3	20 ^c	B101 B102 B103 B105 B130 B139	B104 B109 B113	B108 B115 B122	B134 B138
Cyanid	Totalcyanid	Indikator	2,0 ^c	B103		B107 B111 B116 B122 B125	B134 B135 B138
Organisk stof	TOC	Indikator	50.000 ^c	B101 B102 B103 B105 B106 B118 B130 B139	B104 B109 B113 B136 B137	B107 B108 B112 B115 B122	B128 B134 B135 B138
Slam	Muligvis aktivt kul	Indikator	Feltobservation	B101 B102 B103 B130 B139			B135

^a Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium, ^b Miljøstyrelsens afskæringskriterium, ^c Fastsat på baggrund af en vurdering.

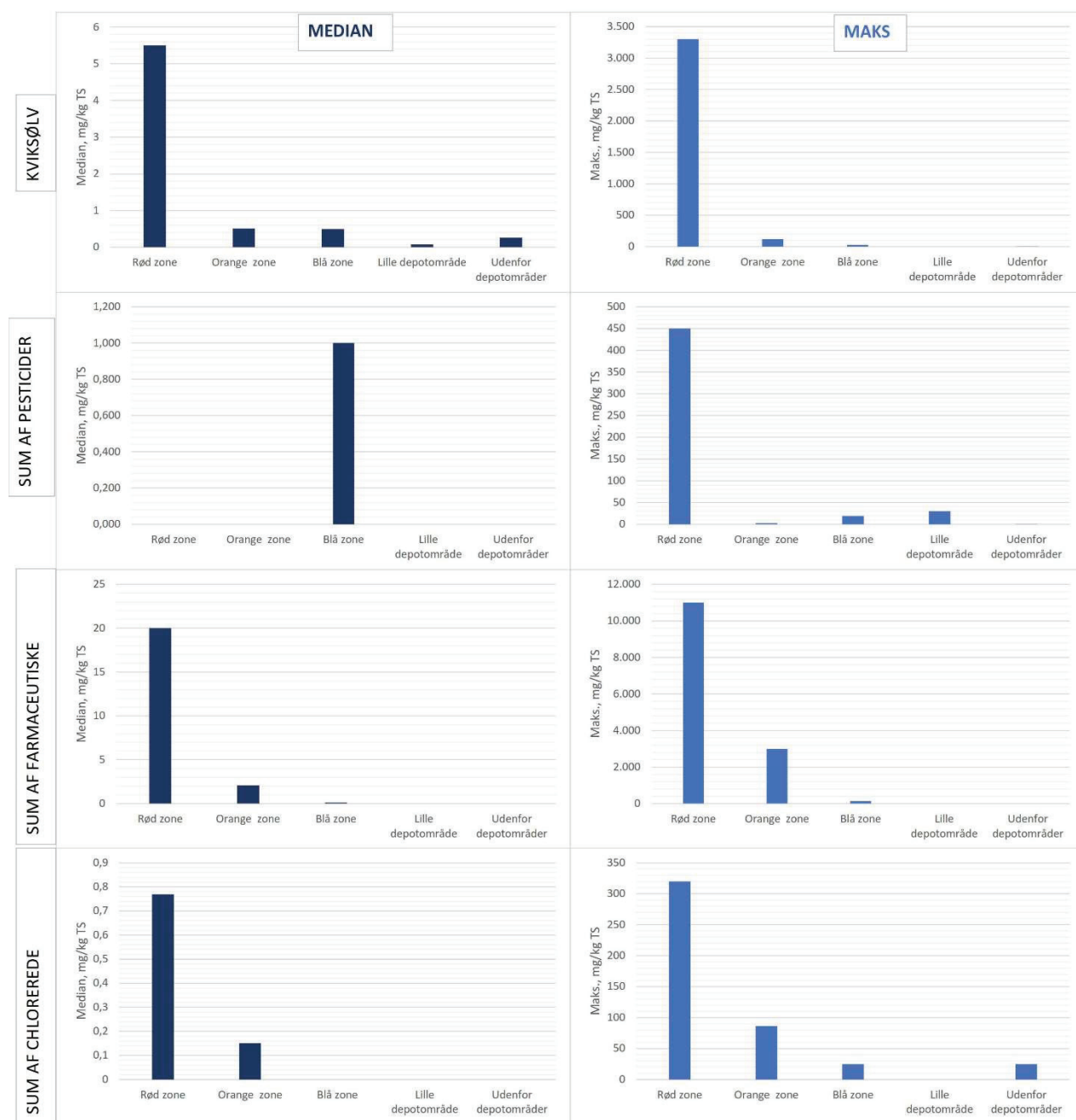
Tabel 8.2: Oversigt over udvalgte resultater. <: Under detektionsgrænsen.

I tabel 8.2 fremgår under kolonnen "Øvrige" en række boringer, hvor der for enkelte stoffer/parametre er påvist høje koncentrationer eller tegn på deponering af procesaffald fra Grindstedværket. Her skal der lægges mærke til boring B135, hvor der er konstateret indikatorer i form af cyanid og TOC samt feltobservationer af slam i boringen. Desuden er der påvist høje indhold af lindan, kulbrinter

og PAH'er. Boring B135 er placeret ud for et område, hvor luftfotos viser et muligt mindre grubeområde i den tidsperiode, hvor Grindstedværket tilkørte procesaffald til gruben i den nordlige del af lossepladsen. Boringerne B119 og B120 er placeret ud fra luftfotos i /1c/, hvor det blev vurderet at boringerne blev placeret indenfor det lille formodede grubeområde, men i disse to boringer er der ikke påvist tegn på procesaffald. Boringerne B119 og B120 er muligvis placeret yderligt i det mulige grubeareal i dette område. Det geofysiske MEP profil 3 (figur 7.3) er ført lige igennem det område, hvor der ud fra luftfotos vurderes at kunne være et grubeområde. I dette profil er der observeret enkelte områder, der kan tolkes som forurenede jord. Boring B135 blev placeret på baggrund af tolkninger af bl.a. MEP profil 3. De kemiske analyser for farmaceutiske stoffer i B135 indikerer ikke deponering af samme type procesaffald, som er kørt i den nordlige grube. De påviste feltobservationer og forureningskoncentrationer i boring B135 bør følges op med supplerende undersøgelser inden en evt. afværge fastlægges og udføres.

Koncentrationsniveauer

Bilag 8 viser statistik for koncentrationsniveauer i hver af de tre zoner samt for det lille mulige depotområde (B118, B119 og B135). Desuden er der medtaget statistik for boringer, som vurderes at være uden for depotområder fra Grindstedværket. Statistikken omfatter stoffer i risikogruppe 3 samt indikatorstoffer for procesaffald. Udvalgte resultater er desuden præsenteret i figur 8.1.



Figur 8.1: Median og maksimumsværdier for stoffer tilhørende risikogruppe 3 samt indikatorer for procesaffald. Bemærk forskelle i akseinddeling i diagrammer for hhv. median- og maksimumsværdier.

Det er valgt at præsentere både medianværdier og maksimumsværdier, da en meget stor del af data viser relativt lave koncentrationer, hvilket gør en medianværdi relevant, men samtidig vurderes de høje koncentrationer også at være væsentlige for både massebetragtninger og en risikovurdering.

Figur 8.1 vurderes at eftervise, at rød zone generelt kan betragtes som det primære hotspotområde. Det ses f.eks. af medianværdierne for kviksølv samt sum af farmaceutiske stoffer og chlorerede kulbrinter. Desuden er maksimumsværdierne for alle fire stofgrupper størst i rød zone.

Orange og blå zone har generelt lavere koncentrationsniveauer, der dog generelt er højere end i det lille depotområde mod vest samt borerer uden for depotområder.

Der er flere nuanceringer alt efter hvilket stof der fokuseres på, men den statistiske analyse giver ikke anledning til revurdering af de tre zoner.

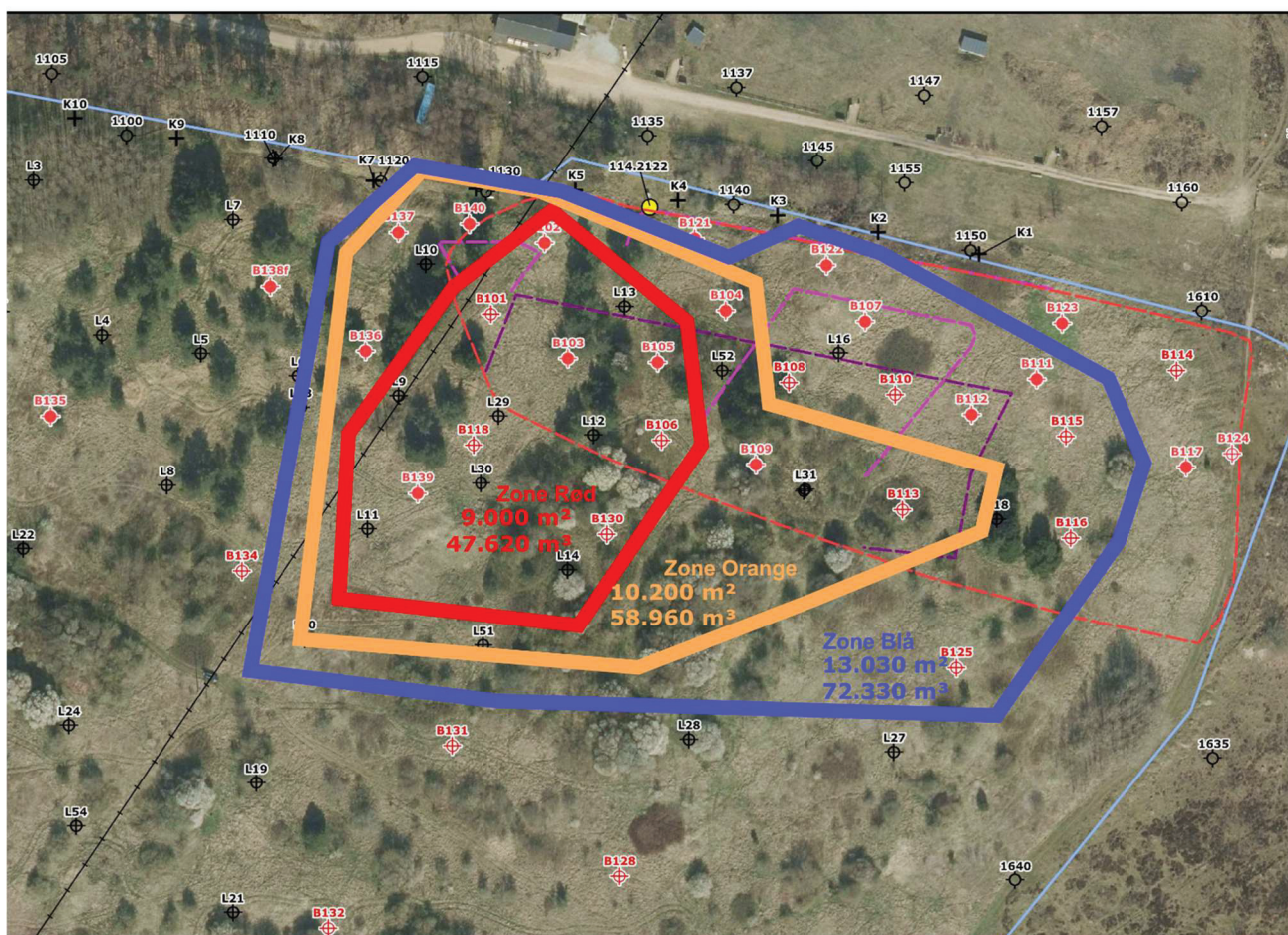
Der er i bilag 9 vedlagt tegninger med angivelse af forureningskoncentrationer for de fire stoffer/stofgrupper kviksølv, sum af pesticider, sum af farmaceutiske stoffer og sum af chlorerede opløsningsmidler. Tegningerne er et supplement til udbredelsestegningerne i bilag 5 og viser forureningen fordelt på koteintervaller. Det er valgt at vise koteintervallerne 39-41 m, 41-43 m og 43-45 m, da disse tre intervaller dækker stort set samtlige dybder der er udtaget prøver fra på arealet. Heraf ses bl.a., at de høje koncentrationer primært træffes i koteintervallet 39-41 m og til dels 41-43 m, mens der kun i mindre omfang ses de stærkt forhøjede koncentrationer i koteintervallet 43-45 m.

8.3 Estimering af fyldjordsvolumener og -masser

Der er for alle borerne i de tre zoner foretaget en vurdering af den vertikale udbredelse af forurening. På grund af de relativt få kemiske analyser er der inddraget feltobservationer og PID-målinger i denne vurdering.

Generelt er der konstateret jordforurening til bund af fyldet og i mange af borerne er der også påvist forurening eller tegn på forurening i toppen af det intakte lag. De kraftigste forureninger er dog påvist i selve fyldlaget. Det er derfor valgt at regne med, at forureningen træffes til bundkoten af fyldlaget. Der er i flere af borerne set forurening tæt på top af fyldet, mens der i andre først ses forurening længere nede. Pga. den relativt store afstand mellem borerne kan der være et meget varieret billede af, hvor dybt nede den kraftige forurening træffes og pga. de relativt få analyser og variationen i koncentrationer over korte afstande vurderes yderligere inddelinger af områderne i mindre delområder med forskellige lagtykkelser ikke at være relevant på nuværende tidspunkt. Det vurderes at der, som en del af detailprojekteringen, bør udføres supplerende borer i det forventede afværgeareal med yderligere prøvetagninger i de mere terrænnære lag for at kunne fastlægge, hvor der evt. kan undlades afværge på terrænnær jord, der kun er begrænset forurennet. I det følgende er der regnet med at hele fyldvolumenet i de tre zoner potentielt skal afværges.

På baggrund af bundkoter for fyldlaget og data fra Danmarks Højdemodel (DHM) er der med hjælp fra programmet Trimble udført beregninger af fyldjordsvolumener i de tre zoner. Resultaterne af disse beregninger fremgår af figur 8.2. Beregningerne og nærmere beskrivelse af Trimble-programmet er vedlagt i bilag 10. Det samlede fyldjordsvolumen for de tre zoner kan dermed beregnes til 179.000 m³.



Figur 8.2: Resultater af areal- og volumenberegninger fra Trimble-programmet.

I forhold til at vurdere en densitet for den forurenede fyldjord er det væsentligt, at der er tale om meget store forskelle i sammensætningen af affaldet og i vandindholdet. I store dele af fyldet i rød zone er der truffet gytje, som har en densitet på ca. 1,2 tons/m³. I andre dele af zonerne er der mere sandet og dermed en forventet højere densitet. DMR har i forbindelse med feltarbejdet udtaget to prøver til en vejledende bestemmelse af densiteten fra hhv. B102 (0,5 m u.t.) og fra B103 (4,5 m u.t.). Prøven fra B102 var relativt tør, men med tørveholdigt og gytjeholdigt slam. Prøven fra B103 var våd og gytjepræget med silt. Prøverne viste vejledende densiteter på ca. 1,1-1,5 tons/m³. Ingen af prøverne er sandholdige. På denne baggrund er det valgt at anvende en gennemsnitlig volumenvægt på 1,5 tons/m³. De beregnede mængder kan derved omregnes til ca. 72.000 tons, ca. 89.000 tons og ca. 108.000 tons for hhv. rød, orange og blå zone, svarende til i alt ca. 268.000 tons.

Da sammensætningen og vandindholdet i affaldet varierer meget, er der selvfølgelig en usikkerhed forbundet med valget af densitet. Umiddelbart vurderes denne usikkerhed at være +/- ca. 20% på den samlede jordmængde.

8.4 Estimering af forureningsmasser

Der er i det følgende foretaget en estimering af massen af de risikogruppe 3-stoffer, der er truffet i de tre zoner, rød, orange og blå. Med maksimalt én kemisk analyse pr. ca. 3.000 tons lossepladsfyld er der tale om et spinkelt grundlag for en vurdering af forureningsmasser. Desuden viser den log-normalfordelte fordeling af data, at en del af forureningsmassen er lokaliseret i mindre hotspotzoner inden for de tre vurderede zoner (rød, orange og blå). Da disse zoner i flere tilfælde ikke er afgrænset ved undersøgelsen er det uvist, hvor meget de betyder for de samlede forureningsmasser.

For at tydeliggøre den store usikkerhed er der anvendt to forskellige udtryk for den repræsentative koncentration af de fire risikogruppe 3-stofgrupper:

- A Medianværdien – hermed antages de få høje koncentrationer ikke at spille en rolle for den samlede forureningsmasse.
- B Middelværdi – hermed antages de høje og lave værdier at være lige vigtige for den samlede masse.

Massebetragtningerne baseres desuden på de tidligere estimerede volumener af forurenet fyldjord samt en antaget tør middeldensitet af gytje-/sand i fyldlaget på 1.200 kg TS/m³. Densiteten er baseret på en våd densitet på 1.500 kg/m³ og det gennemsnitlige tørstofindhold i de analyserede jordprøver på ca. 80%. På den baggrund fremkommer masseestimererne vist i tabel 8.3.

	Areal, m ²	Forurennet volumen, m ³	Forurennet mængde, tons	Kviksølv, kg	Sum af pesticider, kg	Sum af farmaceutiske stoffer, kg	Sum af chlorerede kulbrinter, kg
Rød zone	9.000	48.000	72.000	320-24.000	0*-1.300	1.200-35.000	44-1.400
Orange zone	10.000	59.000	89.000	40-540	0*-14	150-35.000	11-850
Blå zone	13.000	72.000		40-220	86-290	11-1.100	0*-230
I alt	32.000	179.000		400-24.000	76-1.600	1.300-71.000	55-2.500

Tabel 8.3: Masseestimer af risikogruppe 3-stoffer baseret på to forskellige udtryk for forureningsniveauet (A/B). *: Dette tal er ikke retvisende, da der er påvist indhold i flere prøver, men medianværdien er dog beregnet til "ikke påvist".

De ekstremt store spænd i de skønnede forureningsmasser illustrerer det relativt begrænsede datagrundlag og dermed den store usikkerhed. Vurderingerne peger dog på potentielt meget store mængder af især kviksølv (op til 24.000 kg) og farmaceutiske stoffer (op til 71.000 kg).

Selvom mere præcise masseestimer kræver yderligere undersøgelser, så kan det med sikkerhed siges, at især rød zone er kraftigt forurennet med stoffer, som vurderes at kunne medføre en fortsat væsentlig udvaskning til grundvandet og evt. en risiko for påvirkning af Grindsted Å placeret ca. 2.300-2.500 m i nedstrøms retning. En risikovurdering for åen bør dog også inddrage undersøgelser af den eksisterende fane, der kan vise hvordan de forskellige stoffer spredes i den mættede zone.

Det skal nævnes, at mængden af pesticider er påvirket af, at der i summen af pesticider er medregnet enkelte af Grindstedværkstofferne, hvilket for hhv. rød og blå zone (hvor de aktuelle stoffer er påvist) betyder en overestimering af middelværdien (B-værdien anvendt i tabel 8.3) på ca. 115 og 90 kg. I blå zone kan middelværdien således reduceres med ca. 30 %. I forhold til de øvrige usikkerheder i estimeringen af mængden af pesticider og den samlede mængde af pesticider, vurderes denne afvigelse dog ikke at være afgørende for estimatet på mængden af pesticider.

Mængden af farmaceutiske stoffer er samtidig underestimeret, de enkelte af Grindstedværkstofferne er medregnet i summen af pesticider. På grund af de høje koncentrationer af de øvrige farmaceutiske stoffer er denne underestimering under 1% og vurderes ubetydelig i forhold til øvrige usikkerheder i massebestemmelsen.

9 Vurdering af afværgemuligheder

På baggrund af den udførte undersøgelse og vurderinger af forureningsområder, volumener og masser, er der udarbejdet beskrivelser af afværgetiltag og overslagsomkostninger for disse. Der er hertil taget udgangspunkt i et afværgekatalog fra Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer.

Målsætningen for en afværgeforanstaltning er at sikre, at forurening på Grindsted Losseplads ikke udgør en risiko for vandkvaliteten i Grindsted Å, der ligger ca. 2.300-2.500 m nedstrøms lossepladsen.

Der fokuseres udelukkende på grubeområdet (rød, orange og blå zone). Et evt. depotområde ved boring B135 er ikke omfattet af de beskrevne afværgeløsninger. Dette område bør dog undersøges nærmere ved en eventuel supplerende undersøgelse.

9.1 Screening af afværgemetoder

En væsentlig del af forureningen og mulig risiko for Grindsted Å er de farmaceutiske stoffer, som er en blanding af stoffer med forskellige fysisk/kemiske egenskaber. Forureningen er beliggende i meget inhomogene umættede fyldtyper, der varierer fra relativt højerpermeabelt sandfyld til lavpermeable gytjelignende aflejringer. I dele af områderne er der også højt indhold af affald, som også påvirker permeabiliteten. Den kraftigste del af forureningen vurderes at ligge i lavpermeable gytjelignende lag i den umættede zone.

Ved valg af stoffer i afværgekataloget kan der ikke vælges farmaceutiske stoffer, men der kan vælges pesticider og chlorerede opløsningsmidler og kviksølv. Kviksølv er det påviste forureningsstof, der begrænser antallet af mulige afværgeteknologier mest. Da det selvfølgelig er væsentligt at disse metoder også fjerner de øvrige påviste problemstoffer i lossepladsen, skal dette vurderes ved valget af metode.

Ifølge afværgekataloget er der følgende bruttoliste med afværgeløsninger til afværge af en forurening med kviksølv i umættede lavpermeable lag, der udgør en grundvandsrisiko:

AFVÆRGE OVERFOR	Grundvand	▼	ALLE AFVÆRGEMETODER Oversigt over afværgeteknikker Beslutningsmatrix for afværgetekn. Projekteringsparametre for afværge Brugervejledning
GEOLOGI	Ler/Silt	▼	
MÆTTET/UMÆTTET	Umættet	▼	
STOFGRUPPER	PCB og kviksølv	▼	

De fire mulige afværgemetoder på kviksølv fra kataloget fremgår i nedenstående skema. Afværgemetoderne markeret med et "V" behandles i yderligere detaljer.

Mulige afværgemetoder

☐	METODE
☐	Indeslutning
☒	Opgravning - opboring, ekstern jordbehandling
☐	Phytooprensning
☒	Varmeledning og vakuumelekstraktion

Indeslutningsmetoden kan udføres ved overdækning og/eller ved etablering af tætte sider omkring forureningen. Sidstnævnte forudsætter, at der er en fast lerbund under forureningen, som de tætte sider kan føres ned på og det vurderes, ud fra de udførte boringer og de dybere boringer i området, at der ikke er noget lerlag indenfor en rimelig dybde. En overdækning af de forurenede zoner vil

reducere udvaskningen af forurenede stoffer betydeligt. Den vil dog ikke forhindre, at f.eks. vandspejlsstigninger i det terrænnære grundvand kan skabe udvaskning af forurening. Da en del af den kraftigste forurening i fylden er påvist i dybder nær vandspejlet vurderes det, at en løsning med overdækning ikke kan stå alene, og derfor er metoden fravalgt. Det kan dog evt. overvejes at anvende en delvis overdækning med f.eks. et fedt lerlag, kombineret med f.eks. en delvis afgravning af den kraftigste del af forureningen.

Det er fravalgt at vurdere yderligere på en løsning med phytooprensning, da forureningen er beliggende ned til mere end 3 m u.t. og da en del af forureningen er så kraftig, at den vurderes at kunne være toksisk for planter.

Baseret på screeningen ovenfor behandles følgende afværgeløsninger yderligere:

- A. Opgravning og ekstern jordbehandling, afsnit 9.2.
- B. Termisk oprensning kombineret med vacuumekstraktion og rensning for afdampet forurening, afsnit 9.3.

9.2 Opgravning og bortskaffelse

Depotet er påvist fra umiddelbart under terræn og ned til omkring 7-8 m u.t. og over grundvandspejlet. Der er ingen bygninger over eller nær de forurenede områder. Dette gør det relevant at inddrage denne metode som en mulig afværgemetode. Samtidig medfører denne metode erfaringsmæssigt også en hurtig fjernelse af en stor del af forureningsmassen og alle forureningsstoffer i jorden fjernes.

Der er tidligere udført opgravning og fjernelse af jord forurenede med bl.a. kviksølv og farmaceutiske stoffer, da der blev opgravet forurenede jord fra grube 3 og 4 i Kærgård Klitplantage i 2014/2015. Der er således indhentet erfaringer med håndtering af denne type forurenede jord både ved opgravning og ved bortskaffelse. Der er dog ved Grindsted Losseplads tale om en langt større jordmængde, der potentielt skal håndteres.

Estimat af jordmængder til opgravning

Der er i de tre zoner vurderet at være sammenlagt ca. 179.000 m³ forurenede jord, svarende til den samlede estimerede fyldmængde i disse tre zoner. Her er der regnet fra terrænoverflade til observeret bund af fyldjorden i de tre zoner.

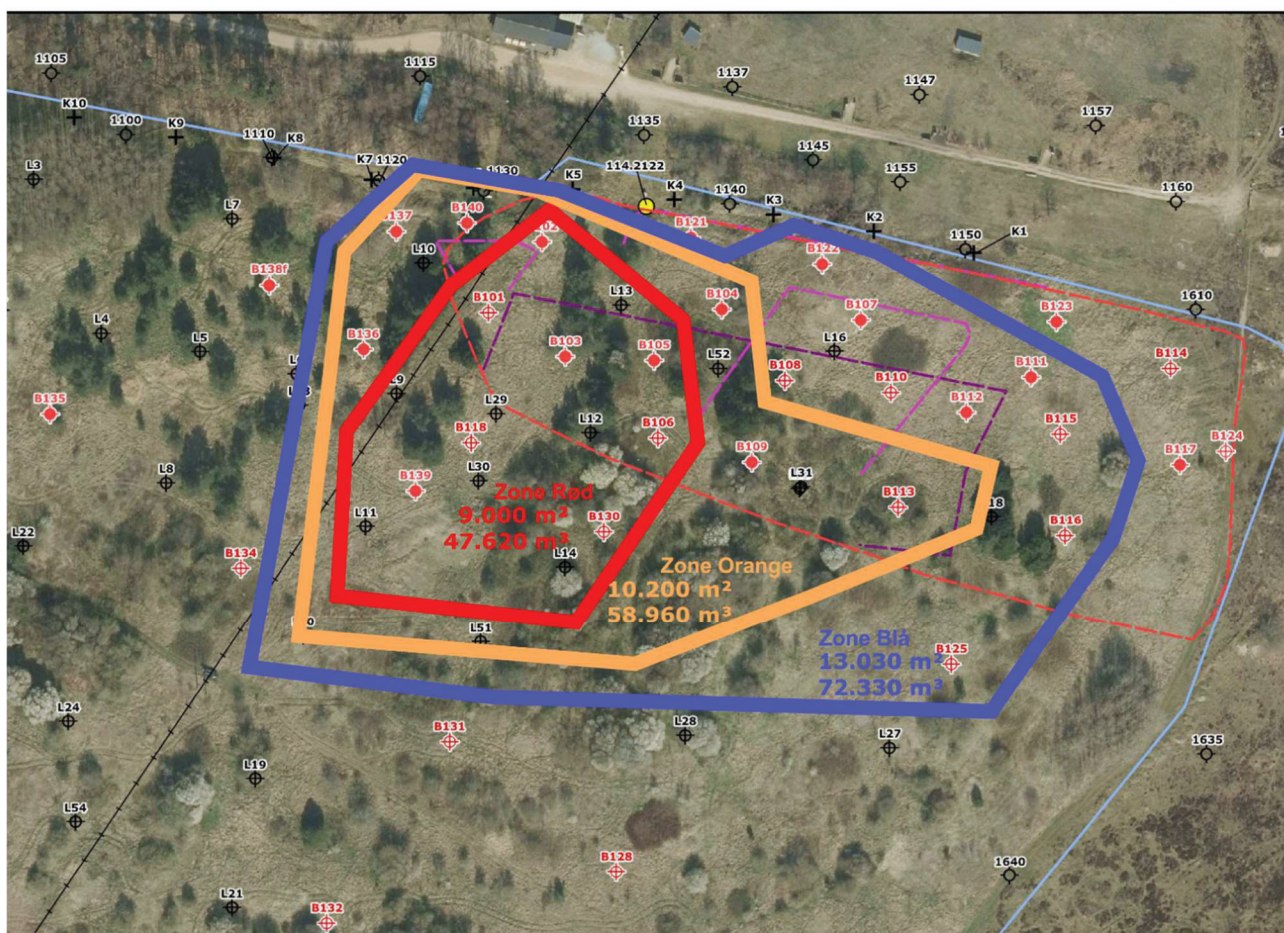
På baggrund af de estimerede arealer og jordvolumener i de tre zoner rød, orange og blå skønnes der at være følgende fyldmængder i de tre zoner:

Zone	Estimeret fyldvolumen (m ³)	Fyldmængde (tons)
Blå	72.000	108.000
Orange	59.000	88.000
Rød	48.000	72.000
Sum	179.000	268.000

Tabel 9.1: Oversigt over estimerede fyldmængder i de tre zoner.
Der er anvendt en skønnet våddensitet på 1,5 tons/m³.

I rød zone, der vurderes at have størst forureningsmasse/ton jord og dermed størst forureningsfjernelse/ton fjernet jord, er der estimeret 72.000 ton forurenede jord.

I figur 9.1 ses en oversigtstegning over de tre zoner med arealer og estimerede jordmængder til afgravning og bortskaffelse, hvis alle tre zoner ønskes bortgravet.



Figur 9.1: De tre zoner med potentielle afgravningsområder og jordmængder.

Usikkerheder ved jordmængder

Ved opgørelsen af den jordmængde der forventes opgravet og bortskaffet, er der en række usikkerheder.

- På grund af de relativt få kemiske analyser set i forhold til størrelsen på de forurenede arealer vurderes den største usikkerhed på jordmængden at være det begrænsede antal analyser af jorden ved nærværende undersøgelse. Der er ved opgørelsen af jordmængden indregnet alt fyldjord fra terræn til bund af fyld. Det fremgår bl.a. af tegninger i bilag 9, at den kraftigste forurening generelt er beliggende i de dybere dele af fyldjorden og hvis dette bekræftes af supplerende analyser, kan der laves en mere dybdespecifik indsats, hvor mindre kraftigt forurenede jord bliver på lokaliteten eller bortskaffes til en billigere enhedspris end den kraftigt forurenede jord. Dette kan medføre en betydelig reduktion i den jordmængde, der skal opgraves og bortskaffes. Størrelsen af denne usikkerhed er vanskelig at kvantificere, men den vurderes at kunne være op til 25-50% af den samlede jordmængde.
- Det forurenede areal i de tre zoner er ikke endeligt afgrænset. Særligt i det sydvestlige hjørne af det røde område mangler en afgrænsning og ligeledes er der en usikkerhed omkring det mulige grubeområde længere mod vest (ved boringerne B119, B120 og B135), hvor der muligvis kan være forurening, som skal afværges.
- Ved omregningen til tons er der en usikkerhed, der som tidligere nævnt umiddelbart vurderes at være +/- ca. 20% på den samlede jordmængde.
- Ved gravedybder på op til 7-8 m u.t. må det forventes, at der skal graves med skrå sider (anlæg) udenfor oprensningssonerne. Forureningsgraden i den opgravede anlægsjord afhænger af, i hvilket område der graves. Det bør afklares i forbindelse med supplerende undersøgelser og detailprojekteringen om anlægsjorden skal tilbagefyldes i udgravningen eller om den skal bortskaffes med den øvrige forurenede jord. Der er i opgørelsen af jordmængderne

ikke indregnet evt. ekstra jordmængder til anlæg og dette medfører en usikkerhed på jordmængden, som skønnes at være indenfor 5-15% af den samlede jordmængde.

- Ved gravearbejdet vil der i store dele af området blive gravet ned til oversiden af den mættede zone, hvor der også vil være en kraftig forurening. En stor del af denne forurening vurderes at være opløst i grundvandet, men der vil også være forureningskomponenter bundet til jordmatricen i toppen af den mættede zone. Ligevegtfordelingen afhænger af de specifikke stoffers fysisk/kemiske egenskaber. Der kan stadig ske en yderligere udvaskning af de jordbundne stoffer med tiden og derfor kan det overvejes at medtage en del af den mættede zone i oprensningen. Det kræver dog sænkning af grundvand og forøger jordvolumenet. I denne undersøgelse er der kun analyseret få prøver fra den mættede zone, men generelt ser det ikke ud til, at en væsentlig del af den samlede forureningsmasse er bundet til jorden i den mættede zone i forhold til den umættede zone. Derfor er der ikke medtaget udgravning under vandspejlet i opgørelse af jordmængderne. Hvis regionen vælger at medtage yderligere oprensning i toppen af den mættede zone vil dette forøge jordmængden med ca. 10-15% for 0,5 m afgravning.

Prisoverslag på opgravning og bortskaffelse

På det foreliggende grundlag er der udarbejdet prisoverslag for de tre scenarier, hvor der foretages oprensning af hhv. rød zone (9.000 m²/48.000 m³), rød+orange zone (19.000 m²/107.000 m³) og alle tre zoner (32.000 m²/179.000 m³).

Overslag over projektering, etablering og retablering, ved oprensning i rød zone (9.000 m ² /48.000 m ³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering, inkl. supplerende forundersøgelser	1-2 år	2-3 mio.
Opgravning og retablering: Entreprenør, analyser, transport til Fortum i Nyborg*, inkl. 3 års drift af arbejdsplads og arbejdsmiljø	3-4 år	25-40 mio.
Jordmodtagelse ved Fortum, Nyborg*, ca. 72.000 tons	-	175-185 mio.
Rådgivning ved udførelse: Projektledelse, tilsyn og dokumentation	-	1-2 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	4-6 år	200-230 mio.

Tabel 9.2: Oversigt over skønnede udgifter ved oprensning ved opgravning i rød zone. *Modtagepriser er oplyst som overslagspriser af Fortum den 2. juni 2020. Entreprenørpriser er baseret på erfaringspriser, bl.a. fra oprydning ved Grube 3 og 4 i Kærgård Klitplantage.

Overslag over projektering, etablering og retablering, ved oprensning i rød og orange zone (19.000 m ² /107.000 m ³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering, inkl. supplerende forundersøgelser	1-2 år	3-5 mio.
Opgravning og retablering: Entreprenør, analyser, transport til Fortum i Nyborg*, inkl. 6 års drift af arbejdsplads og arbejdsmiljø	6-8 år	55-100 mio.
Jordmodtagelse ved Fortum, Nyborg*, ca. 160.000 tons	-	375-425 mio.
Rådgivning ved udførelse: Projektledelse, tilsyn og dokumentation	-	3-5 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	7-10 år	460-510 mio.

Tabel 9.3: Oversigt over skønnede udgifter ved oprensning ved opgravning i rød og orange zone. *Modtagepriser er oplyst som overslagspriser af Fortum den 2. juni 2020. Entreprenørpriser er baseret på erfaringspriser, bl.a. fra oprydning ved Grube 3 og 4 i Kærgård Klitplantage.

Overslag over projektering, etablering og retablering, ved oprensning i rød, orange og blå zone (32.000 m ² /179.000 m ³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering, inkl. supplerende forundersøgelser	1-2 år	4-7 mio.
Opgravning og retablering: Entreprenør, analyser, transport til Fortum i Nyborg*, inkl. 10 års drift af arbejdsplads og arbejdsmiljø	10-12 år	95-155 mio.
Jordmodtagelse ved Fortum, Nyborg*, ca. 268.000 tons	-	650-700 mio.
Rådgivning ved udførelse: Projektledelse, tilsyn og dokumentation	-	4-7 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	11-14 år	750-870 mio.

Tabel 9.4: Oversigt over skønnede udgifter ved oprensning ved opgravning i alle tre zoner. *Modtagepriser er oplyst som overslagspriser af Fortum den 2. juni 2020. Entreprenørpriser er baseret på erfaringspriser, bl.a. fra oprydning ved Grube 3 og 4 i Kærgård Klitplantage.

Iht. tabel 8.3 efterlades der stadig en betydelig restforurening på lossepladsen i orange og blå zone, såfremt der alene oprensnes i rød zone.

Usikkerheder ved prisestimeringer

Ved estimeringen af priser for opgravning og bortskaffelse af forurenede jord er der en række usikkerheder.

- Der er i maj og juni 2020 rettet henvendelse til Fortum i Nyborg for at indhente oplysninger omkring evt. modtagelse af den forurenede jord til afbrænding. Fortum har på baggrund af oplysninger om forureningsgraden i jorden fra den røde zone oplyst, at de forventer at kunne modtage 2-3 træk med jord pr. dag, dvs. maksimalt 100 ton/dag (evt. i bigbags). Dette afhænger dog af forureningsindholdet i jorden og den deraf følgende belastning af Fortums anlæg. Forudsættes 3 træk pr. arbejdsdag vil transporten af jord til Nyborg, med en forventet jordmængde i den røde zone på ca. 72.000 ton, vare mindst 2-3 år og mere end 2.000 transporter til og fra Nyborg. Hvis det orange område også inddrages skønnes det, at transport af de ca. 160.000 ton jord vil indebære mere end 5.000 transporter over mere end 6 år. Ved opgravning i alle tre zoner skønnes det, at transport af de ca. 268.000 tons jord vil indebære omkring 9.000 transporter over mere end 10 år. Samtidig er der af Fortum oplyst et prisleje på 2.500 kr./tons ekskl. moms. De nævnte pris- og tidsangivelser er selvfølgelig forbundet med væsentlige usikkerheder, da de er baseret på forureningsindholdet i relativt få kemiske analyser og da de også er baseret på de estimerede jordmængder som i sig selv også indeholder usikkerheder som beskrevet ovenfor. Prisen pr. ton vil f.eks. falde betydeligt, hvis der laves en dybdespecifik afgravning med transport af mindre kraftigt forurenede jord til lavere pris og evt. andre og tættere beliggende jordmodtagere. Derudover vil en detailplan for jordhåndtering i alle tre zoner givetvis medføre en lavere tonpris end det oplyste prisniveau på 2.500 kr./tons ekskl. moms.
- Ved evt. beslutning om fjernelse af jord fra flere af zonerne bør det aftales med jordmodtager, om der skal være separat håndtering af jord fra rød zone, da erfaringer fra oprensning i Kærgård Klitplantage viser, at det særligt er koncentrationen af kviksølv, der er afgørende for, hvem der kan modtage jorden og prisen herfor. Kviksølvkoncentrationen er generelt højere i rød zone end i de to andre zoner (se figur 8.1).
- Høje indhold af affald i jorden vil kunne medføre ekstraomkostninger til drift af sorteringsanlæg. Dette vurderes dog kun at være en begrænset ekstraomkostning pr. ton i forhold til den øvrige pris/ton.
- Genopfyldning af udgravningerne forudsættes omkostningsneutralt, da det forudsættes at der kan tilkøbes ren eller lettere forurenede overskudsjord hertil i afværgeperioden. Hvis dette ikke kan lade sig gøre kan der komme en ekstra omkostning på genopfyldning med tilkøbte rene materialer. Alternativt kan det vælges at bevare det afgravede terræn i de lavere koter, som var tilstanden for deponeringen.
- Der er ved opgravning af grube 3 og 4 i Kærgård Klitplantage indhentet priser fra udenlandske jordmodtagere. Dette er ikke gjort i dette overordnede estimat. Der kan muligvis indhentes aktuelle priser, som kan reducere de samlede bortskaffelsesomkostninger.

Supplerende bemærkninger til afgravningsløsning

Der ses en klar tendens til, at de kraftigste forureninger af kviksølv og farmaceutiske stoffer er truffet i de sorte gytjeprægede og slam-lignende fyldzoner. I f.eks. den røde zone ses det i alle borerne, dvs. borerne B101, B102, B103, B105, B106, B118 og delvist B130 og B139. I de to sidstnævnte er der også påvist høje koncentrationer i det gytjeprægede slam-lignende fyld, men samtidig er der dog også påvist forhøjede koncentrationer i en anden dybde. Det betyder, at der kan opnås en relativt stor forureningsfjernelse pr. ton bortskaffet jord, hvis der udelukkende fjernes fyld med det observerede slam-lignende udseende. Risikovurderinger af grundvandsforureningen bør inddrages for at vurdere, om dette vil give en tilstrækkelig fjernelse af forureningsmasse til, at risikoen for Grindsted Å forsvinder.

Området/områderne med det slamlignende fyld er ikke afgrænset, særligt i den sydvestlige del af den røde zone og supplerende borer til afgrænsning af dette fyld vurderes at være væsentlige for opnå et bedre grundlag for vurdering af samlet forureningsmasse og mulighed for fjernelse af masse samt fastlæggelse af nødvendig oprensingsgrad.

Fortum har oplyst, at deres MOPS-system muligvis kan anvendes til en on-site rensning af jorden. Ved dette system presses vand under højt tryk igennem jorden og forureningsstoffer ender i en slamfraktion, der køres til anlægget i Nyborg til forbrænding. Resten af jorden kan tilbagefyldes. Denne metode er indenfor de seneste år testet ved rensning af 90 tons pesticid- og kviksølvforurenede sand fra Høfde 42. Det vurderes umiddelbart, at der er usikkerheder ved anvendelse af denne metode, da der både er tale om en anden jordtype og andre stofgrupper og da der skal etableres et større anlæg ved lossepladsen end ved det udførte testanlæg.

9.3 In-situ fjernelse ved termisk oprensning kombineret med vakuumelekstraktion

Termisk oprensning indebærer opvarmning af den forurenede jord til en måltemperatur, hvor forureningsstofferne frigives fra jorden og opsamles i gasform. I det følgende fokuseres på en in-situ løsning, hvor varmelegemer nedbores til grundvandsspejlet med f.eks. 5-6 m mellemrum. Desuden etableres ekstraktionsboringer (hvor der etableres vakuum) til opsamling af de fordampede forureningsstoffer. Den oppumpede luft renses på lokaliteten.

DMR har rettet henvendelse til Krüger A/S, der har stor erfaring med metoden. På baggrund af de påviste stoffer har Krüger foretaget en vurdering af den nødvendige opvarmningstemperatur på Grindsted gamle losseplads. Vurderingerne er foretaget af en kemiker på baggrund af de enkelte stoffers (og evt. nedbrydningsprodukters) kogepunkt.

Lette kulbrinter, BTEX'er samt nogle af de chlorerede kulbrinter behandles effektivt ved 100-150 °C, hvilket Krüger også har vist ved konkrete oprensninger. Lindan, sulfonamider, PFAS og kviksølv skal behandles ved temperaturer på op til 350°C over ca. 6-9 måneder. Barbitursyre dekomponerer ved en temperatur på ca. 260 °C og de derivater, som er anvendt som medicinalstoffer må derfor forventes at blive oprenset ved den valgte måltemperatur på 350°C.

På baggrund af de påviste forureningsstoffer vurderer Krüger, at der skal sigtes efter en minimumtemperatur på 350°C, som vurderes at frigive og fordampe både kviksølv, pesticider, PFAS og de påviste farmaceutiske stoffer. I forbindelse med projekteringen skal der dog udføres testforsøg til kontrol af oprensingsgraden ved den valgte temperatur.

Tæt på varmelegemerne vil temperaturen være mere end 550°C (op til ca. 800 °C), hvilket her vil øge frigivelsen. Måltemperaturen på 350 °C vil derfor være temperaturen midt mellem varmeboringerne. Som tidligere beskrevet, vil de fordampede forureningsstoffer blive opsamlet via vakuumelekstraktionsboringer og oprenset på lokaliteten.

Tæt på varmelegemerne (ved temperaturer >450-550°C) kan der ske en forbrænding af organisk affald til CO₂. Dette vil reducere en eventuel senere frigivelse af CO₂ og CH₄ fra lossepladsen. Det forventes desuden at kunne medføre væsentlige sætninger i områder meget organisk affald. Varmebehandlingen vurderes ikke at kunne give anledning væsentlig til dannelse af dioxiner, hvilket bekræftes af Krügers erfaringer på konkrete projekter. Hvis der alligevel dannes dioxiner, vil temperaturer >350°C medføre en afgang og efterfølgende rensning på kulfilter.

Oprensningen fokuserer på jordforureningen og der regnes derfor ikke med at foretage grundvands-sænkning for at behandle jord under grundvandsspejlet. Grundvandssænkning i op til 9 måneder ville medføre meget store omkostninger til håndtering og rensning af forurenede grundvand. Der vil således blive efterladt restforurening i grundvandszonen ligesom grundvandsfanen ikke behandles.

Der forventes imidlertid en opvarmning af det øverste grundvand, hvilket vurderes at ville oprense denne zone for de mest flygtige forureningsstoffer. Det gælder f.eks. benzin, BTEX og chlorerede opløsningsmidler/nedbrydningsprodukter, der vil delvist fordampe allerede ved 100 °C.

Estimat af jordmængder til oprensning

Der tages udgangspunkt i de samme tre zoner som ved graveløsningen, dvs. jordmængderne fremgår af tabel 9.1.

Usikkerheder ved jordmængder

Ved opgørelsen af den jordmængde der forventes termisk oprenset, er der en række usikkerheder.

- På grund af de relativt få kemiske analyser set i forhold til størrelsen på de forurenede arealer vurderes den største usikkerhed på jordmængden at være det begrænsede antal analyser af jorden. Der er ved opgørelsen af jordmængden indregnet alt fyldjord fra terræn til bund af fyld. Det fremgår bl.a. af tegninger i bilag 9, at den kraftigste forurening generelt er beliggende i de dybere dele af fyldjorden og hvis dette bekræftes af supplerende analyser, kan der laves en mere dybdespecifik indsats, hvor der udføres en mere intensiv behandling af de dybereliggende lag end af de overliggende jordlag. Det kan medføre et væsentligt reduceret jordvolumen, som skal behandles. Størrelsen af denne usikkerhed er vanskelig at kvantificere, men den vurderes at kunne være op til 25% af den samlede jordmængde.
- Det forurenede areal i de tre zoner er ikke endeligt afgrænset. Særligt i det sydvestlige hjørne af det røde område mangler en afgrænsning og ligeledes er der en usikkerhed omkring det mulige grubeområde længere mod vest (ved boringerne B119, B120 og B135), hvor der muligvis kan være forurening, som skal afværges.
- Der vil blive oprenset ned til oversiden af den mættede zone, hvor der også vil være en kraftig forurening. En stor del af denne forurening vurderes at være opløst i grundvandet, men der vil også være forureningskomponenter bundet til jordmatricen i toppen af den mættede zone. Ligevegtfordelingen afhænger af de specifikke stoffers fysisk/kemiske egenskaber. Det kan stadig ske en yderligere udvaskning af de jordbundne stoffer med tiden og derfor kan det overvejes at medtage en del af den mættede zone i oprensningen. Det kræver dog sænkning af grundvand og forøger jordvolumenet og medfører et behov for rensning af store mængder kraftigt forurenede grundvand, hvilket sandsynligvis betyder ekstra udgifter til etablering og drift af et renseanlæg på lokaliteten. I denne undersøgelse er der kun analyseret få prøver fra den mættede zone, men generelt ser det ikke ud til, at en væsentlig del af den samlede forureningsmasse er bundet i jorden i den mættede zone i forhold den umættede zone. Derfor er der ikke medtaget oprensning under vandspejlet ved opgørelsen af jordmængderne. Hvis regionen vælger at medtage yderligere oprensning i toppen af den mættede zone vurderes dette at forøge jordmængden med minimum 20% for oprensning af yderligere 1 m i dybden, samt medføre væsentlige ekstraomkostninger til oppumpning og rensning af grundvand.

Prisoverslag på termisk oprensning

På det foreliggende grundlag er der udarbejdet prisoverslag for de tre scenarier, hvor der foretages oprensning af hhv. rød zone (9.000 m²/48.000 m³), rød+orange zone (19.000 m²/107.000 m³) og alle tre zoner (32.000 m²/179.000 m³).

Overslag over projektering, etablering og retablering Rød zone (9.000 m²/48.000 m³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering inkl. supplerende forundersøgelser	Ca. 1	2-3 mio.
Termisk oprensning (in situ) inkl. pilotforsøg	1-2	150-170 mio.
Projektstyring, kontrol og monitorering	1-2	1-2 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	3-5	Ca. 150-180 mio.

Tabel 9.5: Oversigt over skønnede udgifter ved termisk oprensning af rød zone.

Overslag over projektering, etablering og retablering Rød+orange zone (19.000 m²/107.000 m³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering inkl. supplerende forundersøgelser	Ca. 1	2-3 mio.
Termisk oprensning (in situ) inkl. pilotforsøg	1-2	280-300 mio.
Projektstyring, kontrol og monitorering	1-2	2-3 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	3-5	Ca. 280-310 mio.

Tabel 9.6: Oversigt over skønnede udgifter ved termisk oprensning af rød+orange zone.

Overslag over projektering, etablering og retablering Rød+orange+blå zone (32.000 m²/179.000 m³)	Estimeret varighed, år	Beløb, kr. ekskl. moms 2020 priser
Projektering inkl. supplerende forundersøgelser	Ca. 1	3-4 mio.
Termisk oprensning (in situ) inkl. pilotforsøg	Ca. 3	460-490 mio.
Projektstyring, kontrol og monitorering	1-2	4-6 mio.
Sum projektering og udførelse, ca.	5-6	Ca. 470-500 mio.

Tabel 9.7: Oversigt over skønnede udgifter ved termisk oprensning af rød+orange+blå zone.

De anførte overslagspriser er inkl. energiforbrug, detaildesign, laboratorieforsøg, fagtilsyn, eksekvering og dokumentation (inkl. kemiske analyser af afkastluft).

Ved oprensning af rød zone alene eller rød og orange zone skal det forventes 2,5-3,5 år fra beslutning om oprensning til afslutning af arbejdet. Selve varmebehandlingen vurderes at skulle foregå over 6-9 måneder. Såfremt det vælges at oprense blå zone også vil strømforbruget sandsynligvis være så stort, at oprensningen må opdeles i to etaper, hvilket forventes at kunne forlænge den samlede behandlingstid til ca. 4-5 år.

Usikkerheder ved prisestimeringer

Ved estimeringen af priser for en termisk oprensning af forurenede jord er der en række usikkerheder.

- På grund af de relativt få jordanalyser og usikkerhederne omkring afgrænsning af forureningen i de tre zoner og mulig forurening ved et område på den vestlige del af lossepladsen (B135) er der væsentlige usikkerheder på den samlede jordmængde, der skal behandles. Disse usikkerheder medfører usikkerheder i både anlægskostninger og driftsomkostninger til energi. Disse usikkerheder forventes reduceret efter udførelse af supplerende undersøgelser, se afsnit 9.6.
- De to første scenarier med termisk oprensning kræver begge et meget højt strømforbrug i størrelsesordenen 3.000-7.500 kW. Inden opstart af projektering skal det afklares, hvordan strømforsyningen sikres og hvilken pris der skal betales. Der går en højspændingsledning gennem lossepladsen, som muligvis kan tilkobles. Der skal etableres en transformer på pladsen, hvilket er med i ovenstående prisoverslag (ca. 100.000 kr. ekskl. moms pr. 1.000 kW).
- Opvarmningen af den nederste del af det forurenede zoner kan være ekstra energikrævende pga. det nærliggende grundvandsspejl, hvor opvarmning af grundvand vil forbruge en del af den tilførte energi. Dette ekstra energiforbrug kan erfaringsmæssigt reduceres ved at lave en grundvandssænkning, hvilket i sig selv er en ekstraomkostning. Det oppumpede grundvand vil flere steder være stærkt forurenede og kan være vanskeligt og omkostningstungt at rense/bortskaffe. Derfor kan en løsning være at undlade grundvandssænkningen og anvende den ekstra energi, der er behov for til at rense ned til ønsket niveau. Optimering af dette forhold bør afklares inden valg af metode. Der skal være fokus på grundvandsstandens variation over året, da opvarmning i de nederste dele af zonerne bør undgås i perioder med højtstående grundvand.

9.4 Forureningsfjernelse i klimaperspektiv

Der er ikke foretaget beregninger af klimabelastningen ved de behandlede afværgeløsninger. Nedenfor er der dog beskrevet klimamæssige fordele og ulemper ved de to forskellige løsninger.

	Opgravning	Termisk oprensning (in situ)
Metanemission fra fyld under afværge	Ved gravearbejde og efterfølgende rensning forventes metan allerede til stede i jorden at blive frigivet	Ved termisk behandling frigives metan allerede til stede i jorden
Metanemission fra fyld efter afværge	Fyldjord fjernes og vil ikke længere afgive metan	Det varmebehandlede fyld vurderes kun i begrænset omfang af frigive metan
CO ₂ -emission fra fyld under afværge	Ved gravearbejde og efterfølgende rensning forventes kuldioxid allerede til stede i jorden at blive frigivet. Derudover vil der ved afbrænding af fyldjorden på modtageanlægget også afgives store mængder CO ₂ .	Affald og organisk stof i jorden forbrændes delvist under opvarmningen, hvilket forventes at afgive store mængder CO ₂ mm.
CO ₂ -emission efter afværge	Fyldjord fjernes og vil ikke længere afgive CO ₂	Det varmebehandlede fyld vurderes kun i begrænset omfang af frigive CO ₂

Lastbiler og gravemaskiner	Meget højt forbrug af brændstof og CO ₂ udledning	Begrænset brændstofforbrug og CO ₂ udledning
Strømforbrug	Ikke væsentligt strømforbrug under gravearbejdet. Dog kan der være højt strømforbrug under varmebehandling ved Fortum	Højt strømforbrug, der dog kan være "grønt"
Trafik	>2.000 lastbiler kører fra Grindsted til Nyborg og lastbiler kører til Grindsted med jord til genopfyldning	Mindre væsentlig trafikbelastning
Andre forhold	Der kan muligvis etableres en jordtip for lettere forurenede jord – evt. kun i afværgefasen	Det oprensede område forventes at kunne anvendes frit til natur og rekreative formål

Tabel 9.8: Oversigt over klimamæssige fordele og ulemper med de to løsninger. Væsentligheden er vist som markering med rød (væsentlig), orange (mindre væsentlig) og grøn (ikke væsentlig). De to nederste punkter er ikke direkte klimarelaterede, men vurderes at være samfundsmæssigt relevante.

9.5 Samlet vurdering af afværgete metoder

De to nævnte metoder vurderes begge at kunne oprense de relevante forureningsstoffer fra jorden til et niveau, der ikke udgør en risiko for Grindsted Å. På grund af omfanget af forurening er der i begge tilfælde tale om indsats over flere år og med væsentlige afværgeomkostninger. Begge metoder vil således medføre betydelige gener for området, såvel lossepladsen som omkringliggende arealer, der muligvis ikke vil være offentligt tilgængelige i en periode på flere år.

Det vurderes ud fra de opstillede overslag over omkostninger, at en oprensning af forurening i de tre zoner med termisk behandling vil have en lavere pris pr. ton end en tilsvarende oprensning ved opgravning og bortskaffelse.

Der er dog ved begge metoder betydelige usikkerheder på både jordmængder og prisestimer og det vurderes, at det nuværende datagrundlag ikke er tilstrækkeligt til at anbefale en økonomisk mest fordelagtig metode. Derudover kan det ikke udelukkes, at andre metoder kan overvejes anvendt til en afværge, f.eks. kan en delvis indkapsling være en del af en løsning.

9.6 Vurdering af behov for supplerende undersøgelser forud for afværge

Lille depotområde

I det tidligere formodede lille depotområde er i boring B119 og B120 ikke påvist tegn på et grubeområde. Boringerne er dog muligvis placeret i randen af det formodede depotområde. I boring B135, der er udført lige øst for den formodede placering af grubeområdet, er der ved feltobservationer truffet tegn på procesaffald i form af slam med hvide striber, som ikke er truffet i B119 og B120. Selvom analyser af prøver fra B135 ikke viste forurening med farmaceutiske stoffer blev der dog truffet forurening med pesticidet lindan og det vurderes, at der bør udføres yderligere borer omkring B135 og mellem boring B119 og B120 for at lokalisere evt. forurening med farmaceutiske stoffer.

Bedre afgrænsning og beskrivelse af forurening i de tre zoner

Der er som tidligere nævnt tale om meget inhomogene fyldlag og pt. er der udført 22 borer indenfor de tre zoner, der dækker et samlet areal på 32.000 m², svarende til en boring pr. ca. 1.500 m², hvilket umiddelbart vurderes at være få. Samtidig er der indenfor de tre zoner, der dækker ca. 180.000 m³ eller ca. 270.000 tons udført 79 kemiske analyser, svarende til ca. 1 prøve pr. 3.500 tons jord. Dette vurderes at medføre en væsentlig usikkerhed i estimeringen af den samlede forureningsmasse og afværgepris iht. beskrivelserne i afsnit 9.2 og 9.3. Det anbefales derfor, at der udføres supplerende borer og analyser indenfor de tre zoner eller indenfor den del af de tre zoner, der ønskes afværget.

Der skal bl.a. være fokus på flere analyser af de terrænnære fyldlag uden gytje- og slamlignende indhold for at få en mere præcis øvre grænse for forureningen i de aktuelle zoner. Det vurderes ud fra feltobservationer og de relativt få analyserede terrænnære prøver, at det kan være vanskeligt at skelne mellem uforurenede dækjord og deponeret forurenede jord alene ud fra en visuel vurdering. Desuden skal undersøgelserne omfatte vandindhold, organisk stofindhold og andre parametre, der kan være relevante for de planlagte oprensninger.

Derudover viser undersøgelsen, at forureningen i hotspotområdet sydvest for gruben, hvor der også er påvist slam-lignende fyld, ikke er afgrænset. Der bør derfor udføres afgrænsende boringer syd og sydvest for hotspot og grubeområde, dvs. syd og sydvest for boring B118 og B139.

Yderligere forundersøgelser

I forhold til valg af afværge bør der indhentes mere sikre priser fra jordmodtager(e), når der foreligger et bedre analysegrundlag. Prisen for jordmodtagelse/jordbehandling udgør den væsentligste del af afværgeomkostningen for graveløsningen.

Hvis det overvejes at anvende den termiske metode, bør der indhentes mere specifikke oplysninger om muligheder for strømforsyning til pladsen og muligheder for håndtering af oppumpet grundvand skal undersøges. Der bør ligeledes foretages en opdateret logning af vandspejlet i det øverste grundvandsmagasin i de filtersatte boringer for at bestemme vandspejlsvariationen over året på lossepladsen i forhold til optimering af rensning af de nederste dele af de forurenede zoner.

Det bør overvejes om den pilottestede MOPS-metode skal testes på en repræsentativ prøvemængde fra Grindsted gamle losseplads for at afklare, om denne on-site metode kan være et alternativ til den termiske behandling.

10 Referencer

- /1/ Historisk materiale modtaget fra Region Syddanmark i forbindelse med udbud af august 2019.
- /1a/ Forureningsundersøgelser af Grindsted Kommunes Gamle Losseplads. Statusrapport. Fase 1 og 2, udført af Tage Sørensen for Ribe Amtsråd. April 1988.
- /1b/ Forureningsundersøgelser af Grindsted Kommunes Gamle Losseplads. Statusrapport. Fase 3, udført af Tage Sørensen for Ribe Amtsråd. April 1988.
- /1c/ Grindsted gamle losseplads – en sammenfatning af DTU's forskningsresultater. Et samarbejdsprojekt mellem DTU Miljø og Region Syddanmark. Udarbejdet for Region Syddanmark. September 2010.
- /1d/ 3 dybe boreriger ved Grindsted. Udført af Orbicon for Region Syddanmark. September 2013.
- /1e/ Ph.D. Thesis: Risk assessment of contaminated sites. Case study of a landfill. Faculty of mechanical engineering. Brno University of Technology. 2009.
- /1f/ Arbejdsgruppen vedrørende Kærgård Plantage. Delrapport nr. 1. Jord og grundvandsforurening ved Kærgård Plantage. November 2006.
- /1g/ COWI, Rambøll og Geosyntech 2017, Kærgård plantage. Revurdering af afværg af grube 1-4. UDKAST. Udført for Region Syddanmark.
- /2/ Tilbud på videregående undersøgelser på den gamle losseplads i Grindsted, pulje 11, DMR A/S, 23. september 2019 samt beslutningsreferat af opstartsmøde dateret 29. september 2019.
- /3/ Miljøprojekt nr. 912, 2004 Teknologiudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening.
- /4/ Tungmetaller i danske jorder, temarapport fra DMU 1996/4.
- /5/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord, Miljøstyrelsen, juni 2018.