

AFDAMPNING AF FLYGTIGE STOFFER VED JORDHÅNDBTERING, HIMMARK STRAND

Projekt navn **Himmark Strand**
Projekt nr. **1100040473**
Modtager **Region Syddanmark**
Version **2.1**
Fra **Rambøll**
Udarbejdet af **GILS**
Kontrolleret af **METC**
Godkendt af **GILS**

Dato 09-04-2025

1 Estimat af afdampningsrater

Ved håndtering af forurenede jord vil der kunne ske afdampning af flygtige forureningskomponenter (VOC) under de forskellige processer, som jorden udsættes for.

US EPA vurderer, at den største afdampning sker ved selve afgravningen af jord, mens afdampningen forventes at være mindre for oplag af jord /1/. US EPA vurderer desuden, at en rimelig antagelse er, at 5-10% af VOC-mængden afdamper til atmosfæren under hvert behandlingstrin /1/. I det følgende antages derfor, at 10% af de flygtige forureningsstoffer afdamper under hvert behandlingstrin, som jorden gennemgår. Samlet set antages dermed at 15-30% af de flygtige forureningsstoffer afdamper idet jorden gennemgår 3 behandlingstrin (jf. afsnit 1.1).

Der er på denne baggrund foretaget estimater af afdampningsraterne fra henholdsvis det nordlige og det sydlige afgravningsområde.

1.1 Jordhåndtering

Efter tørlægning af indsatsområdet og inden afgravning foretages en forkartering af jorden, således at den kan opdeles i rene og forurenede materialer. Jorden afgraves og læsses på dumper. Materialer, der ved forkartering klassificeres som "ren" køres med dumper fra indsatsområdet direkte til oplagsplads for rene materialer. Materialer, der ved forkarteringen klassificeres som let forurenede og forurenede, aflæsses fra dumperen på omlastepladsen og lastes på lastbiler/sættevognstog, hvorefter det bortkøres til ekstern modtager. Kørsel med materialet bort fra indsatsområderne sker på lastbil/sættevognstog med vandtæt lad.

Rambøll
Lysholt Allé 6
DK-7100 Vejle

T +45 5161 1000
F +45 5161 1001
<https://dk.ramboll.com>

Den forurenede jord gennemgår følgende behandlingstrin, hvor der kan ske afdampning af forureningsstoffer fra jorden:

1. Afgravning med gravemaskine og læsning på dumper
2. Aflæsning på omlastepladsen
3. Lastning på lastbiler/sættevogne

For hvert behandlingstrin antages at 5-10% af forureningen afdamper.

1.2 Afdampning under afgravning, aflæsning og lastning

Estimer af afdampningsrater under afgravning er foretaget under følgende forudsætninger

- Der er beregnet gennemsnitskoncentrationer (mg/kg) af klorerede ethener for henholdsvis Nord og Syd baseret på de samlede analyser af forurenede jordprøver, dvs. eksklusiv analyser af ren topjord. Se afsnit 2.
- De afgravede volumener af henholdsvis ren og forurenede jord er som specificeret i tabel 2-1 i Miljøkonsekvensrapporten /2/. Disse er gengivet i tabel 2 herunder.
- Jorden har en densitet på 1,8 tons/m³
- Det antages at samlet set 15-30% af forureningsmængden afdamper under jordhåndteringen baseret på /1/, og de beskrevne trin i jordhåndteringen i afsnit 1.1.
- Afdampningsraterne beregnes ved at fordele de beregnede afdampede mængder over det antal dage, der arbejdes på hvert område.
- Gravetiden er estimeret under antagelse af, at der anvendes to gravemaskiner med en samlet gennemsnitlig kapacitet på 1000 m³/dag. På denne baggrund er det estimeret, at den samlede effektive arbejdstid for afgravning er på 89 arbejdsdage for det sydlige område og 32 arbejdsdage for det nordlige område. Denne arbejdstid tager ikke højde for forsinkelser samt at der ikke arbejdes i weekender og helligdage. Den virkelige periode som arbejdet foregår over, vil derfor være længere. Afdampningsraten findes ved at dividere den afdampede mængde med det antal dage, der udføres gravearbejde. Såfremt arbejdstiden til afgravning er længere, vil de beregnede afdampningsrater i Tabel 1 blive lavere.

Tabel 1. Estimer af afdampningsrater under afgravning, aflæsning og lastning (g/time) for flygtige klorerede kulbrinter fordelt på henholdsvis det nordlige og sydlige afgravningsområde.

Gennemsnitskoncentrationer for alle jordprøver fra henholdsvis det nordlige og det sydlige område er anvendt som udgangspunkt for beregningen af de samlede forureningsmasser. Der er beregnet en minimum afdampningsrate under antagelse af at 15% af de samlede forureningsmasser afdamper, og en maximum afdampningsrate under antagelse af at 30% af de samlede forureningsmasser afdamper. Afdampningen antages at være fordelt over 32 effektive arbejdsdage i det nordlige område, og 89 effektive arbejdsdage i det sydlige område.

Forureningsstof	Gennemsnits-koncentrationer baseret på jordprøver (mg/kg)	Masse i alt (kg)	Masse der afdamper (kg)		Afdampningsrate (g/time)	
			Minimum (15%)	Maximum (30%)	Minimum (15%)	Maximum (30%)
Nord						
PCE	9,26	250,1	38	75	48,2	96,5
TCE	5,28	142,5	21	43	27,5	55,0
cis-DCE	1,93	52,1	7,8	15,6	10,0	20,1
VC	0,15	4,0	0,6	1,21	0,78	1,56

Syd						
PCE	224	20125	3019	6038	1407	2815
TCE	70,8	6352	953	1905	444	888
cis-DCE	4,4	393	59	118	27,5	54,9
VC	0,3	24	3,6	7,3	1,7	3,4

Tabel 2. Udpegede indsatsområder og volumener /2/

	Areal	Ren topjord	Forurennet sand	Forurennet ler til opgravning	Forurennet ler, som ikke opgraves
	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
Nord land	6.100	9.900	14.000	0	5.500
Nord hav	4.300	7.500	1.000	0	940
Syd land	12.000	10.500	21.000	170	5.730
Syd hav	21.700	29.000	27.000	1.700	19.400
Total	44.100	56.900	63.000	1.870	31.570

2 Beregning af gennemsnitskoncentrationer

Baseret på de udførte analyser af jordprøver fra det nordlige og de sydlige indsatsområder er der til brug for beregningerne af afdampningsrater beregnet gennemsnitskoncentrationer for jorden, der afgraves.

For hvert indsatsområde, nord og syd, er der beregnet gennemsnitskoncentrationer af de jordprøver, der repræsenterer jord, der skal afgraves, dvs. hvor koncentrationerne af enten TCE, PCE eller kulbrinter overstiger jordkvalitetskriteriet. De beregnede gennemsnitskoncentrationer inkluderer således ikke analyser af hverken ren topjord, eller ren jord fra dybere beliggenheder. Således vurderes beregningen af være konservativ.

Tabel 3 opsummerer de beregnede gennemsnitskoncentrationer for jorden, der afgraves fra det sydlige afgravningsområde. Gennemsnitskoncentrationer af PCE, TCE, cis-DCE og VC er beregnet baseret på 135 jordprøver. Udover gennemsnit, er der beregnet median, nedre kvartil, øvre kvartil samt angivet minimum- og maksimumsværdier.

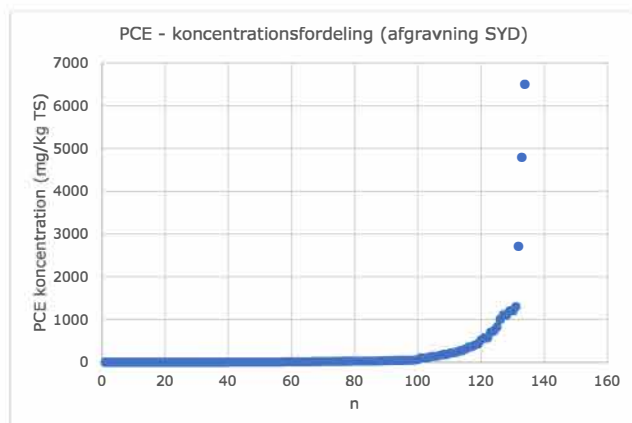
Tabel 3. Koncentrationer af jord, der afgraves fra det sydlige afgravningsområde baseret på 135 jordprøver

	Koncentration (mg/kg TS)			
	PCE	TCE	Cis-DCE	VC
Gennemsnit	224	70,8	4,38	0,27
Minimum	0,007	0,008	0,01	0,015
Nedre kvartil	1,45	0,65	0,085	0,034
Median	12,5	3,2	1,25	0,11
Øvre kvartil	97,5	14,5	5,2	0,21
Maximum	6500	3600	60	1,6

Det ses at medianværdierne er meget lavere end gennemsnitsværdierne. Dette tyder på, at der er få høje koncentrationer, der trækker gennemsnitskoncentrationerne op. Dette ses også ved at betragte

Figur 1, der viser fordelingen af målte koncentrationer af PCE i den jord, der afgraves på det sydlige afgravningsområde.

Udelades eksempelvis de 10 højeste koncentrationer fra beregningen af gennemsnit for den jord, der afgraves på det sydlige område, reduceres gennemsnitskoncentrationen til ca. 69 mg/kg svarende til en reduktion på 69%.



Figur 1. Fordeling af PCE koncentrationer i analyser af jord, der afgraves fra det sydlige afgravningsområde

3 Referencer

- /1/ US EPA. Air emissions from the treatment of soils contaminated with petroleum fuels and other substances. October 1997.
- /2/ Oprensning af forurening på Himmark Strand. Miljøkonsekvensrapport. Kystdirektoratet og Sønderborg Kommune. Juni 2021