

# Madlalia - Miljøtekniske grunnundersøkelser



## Resultater og tiltaksplan

Hans Olav Sømme

# **Madlalia - Miljøtekniske grunnundersøkelser**

## **Resultater og tiltaksplan**

**Ecofact rapport: 857**

**[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)**

<b>Referanse til rapporten:</b>	Sømme, H. O. 2021. Madlalia – miljøteknsike grunnundersøkelser. Resultater og tiltaksplan. Ecofact rapport 857.
<b>Nøkkelord:</b>	Forurensning, plantevernmidler, pesticider, gartneri, Hafrsfjord, massehåndtering, deponi
<b>ISSN:</b>	1891-5450
<b>ISBN:</b>	978-82-8262-856-3
<b>Oppdragsgiver:</b>	Solon eiendom
<b>Prosjektleder hos Ecofact AS:</b>	Hans Olav Sømme
<b>Prosjektmedarbeidere:</b>	
<b>Kvalitetssikret av:</b>	Ole Kristian Larsen
<b>Forside:</b>	Fra Madlalia, Stavanger

[www.ecofact.no](http://www.ecofact.no)

## INNHOLD

<b>FORORD .....</b>	<b>1</b>
<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>2</b>
<b>1 BAKGRUNN .....</b>	<b>3</b>
1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE.....	3
1.2 FORURENSNINGSHISTORIKK .....	3
<b>2 METODE OG GJENNOMFØRING .....</b>	<b>5</b>
2.1 PRØVETAKINGSPLAN.....	5
2.2 ANALYSER.....	7
2.3 RISIKOVURDERING TRINN 1.....	8
2.4 SAMMENHENGEN MELLOM TILSTANDSKLASSER OG AREALBRUK .....	8
<b>3 RESULTATER OG VURDERINGER .....</b>	<b>10</b>
3.1 PRØVER ANALYSERT FOR MILJØDIREKTORATETS ANBEFALTE PARAMETERE .....	10
3.2 PRØVER ANALYSERT FOR PLANTEVERN MIDLER .....	11
3.3 FYLLITTHOLDIGE MASSER OG JUSTERING AV TILSTANDSKLASSER.....	13
<b>4 TILTAKSPLAN .....</b>	<b>15</b>
4.1 MASSEHÅNDTERING .....	15
4.2 ANALYSER FOR Å AVGRENSE FORURENSNING .....	17
4.3 MELLOMLAGRING AV MASSER .....	17
4.4 VANN I GRAVEGROP .....	17
4.5 SPREDNING AV FORURENSNING UNDER ANLEGGSSARBEID .....	18
4.6 KONTROLL, DOKUMENTASJON OG RAPPORTERING .....	18
<b>5 REFERANSER .....</b>	<b>19</b>
<b>VEDLEGG 1 - SJAKTELOGG .....</b>	<b>20</b>
<b>VEDLEGG 2 – LABORATORIETS ANALYSERAPPORT .....</b>	<b>21</b>

## FORORD

Solon eiendom skal bygge nytt boligfelt i Madlalia i Stavanger. For å vurdere forurensningsgrad og massehåndtering på eiendommen har Paxon engasjert Ecofact til å gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse.

Resultatene fra prøvetakingen med tiltaksplan er beskrevet i foreliggende rapport. Prøvetaking og rapportering er utført av Hans Olav Sømme.

*Ansvar: De miljøtekniske undersøkelsene er utført etter gjeldende regelverk, veiledere og standarder. Det gis ingen garanti for at all forurensning på undersøkelsesområdet er avdekket og dokumentert. Ecofact påtar seg ikke ansvar dersom det i ettertid avdekkes ytterligere forurensning enn det som er beskrevet i denne rapporten.*

Sandnes  
09.12.2021

Hans Olav Sømme

## SAMMENDRAG

### Beskrivelse av oppdraget

---

Solon eiendom skal bygge nytt boligfelt i Madlalia i Stavanger. Det har tidligere vært et gartneri på eiendommen og på grunn av mistanke om tidligere bruk av plantevernmidler ble Ecofact engasjert til å gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse.

### Datagrunnlag

---

Prøvetaking ble utført med gravemaskin og det ble sjaktet ned til 2 meter, eller til fjell/storstein. Fra 20 stasjoner ble 27 prøver sendt til analyse. Av disse ble 12 prøver analysert for Miljødirektoratets standard analyseparametere, og 18 prøver ble analysert for plantevernmidler. Resultatene ble tilstandsklassifisert etter TA-2553 (2009), svenske normverdier (Naturvårdsverket, 2016), samt SFT 99:01 (1999) med hensyn til naturlig bakgrunnsverdi for arsen i Stavanger kommune.

### Resultat

---

Det ble påvist forurensning i totalt 11 prøver. Prøvene var forurenset arsen, benzo(a)pyren, PAH16 og lindan. Ved justering av tilstandsklasser etter Stavanger kommunens egen bakgrunnsverdi for arsen, ble antall forurenset prøver nedjustert til tre prøver fra tre ulike stasjoner.

Masser med påvist forurensning av benzo(a)pyren og PAH16 kan ikke brukes til dyrkjingsjord, men kan ellers gjenbrukes fritt på eiendommen eller leveres godkjent deponi. Masser med arsenkonsentrasjoner over Stavanger kommunens bakgrunnsverdi kan gjenbrukes som dypeliggende fyllmasser ( $>1$  m dyp), eller leveres til godkjent deponi. Øvrige forurensede masser kan brukes fritt på eiendommen, eller leveres godkjent deponi. I forurensede masser kan stein  $>25$  mm sorteres ut og gjenbrukes fritt. Øvrige rene masser kan gjenbrukes fritt.

## 1 BAKGRUNN

Gårdsnummer 38, bruksnummer 16 og 665 i Madlalia i Stavanger skal utvikles til boligformål. Det har tidligere vært et gartneri på eiendommen og derfor behov for å gjennomføre en miljøteknisk grunnundersøkelse.

### 1.1 Områdebeskrivelse

Eiendommen ligger langs Hafrsfjord, omkranset av Madlavegen i sørvest og boligfelt på alle andre kanter (figur 1). Eiendommen som utgjøres av de to bruksnumrene, har et samlet areal på ca. 29,6 daa.

Det har vært gårdsdrift på eiendommen siden 1917. Staudegartneriet ble etablert få år etter og ble drevet frem til 2014. Det er tre eneboliger på tomta, to garasjer, en låve og et drivhus. I tillegg er det et drivhus av eldre dato som står til nedfalls.

Grunnen i området består av fyllitt med til dels god dekning av morenemateriale. Det biologiske mangfoldet på eiendommen er tidligere beskrevet i *Registrering av biologisk mangfold ved Hafrsfjord staudegartneri* (Ecofact, 2018).

### 1.2 Forurensningshistorikk

I planområdet har det frem til nylig blitt drevet et gartneri. Gartneriet er godt synlig på flyfoto fra 50-tallet og frem til i dag. Det mistenkes ikke at det ble drevet forurensende aktiviteter i den perioden det ble drevet tradisjonelt jordbruk på eiendommen. Tidligere eiere opplyser om at det ikke er nedgravde oljetanker på eiendommen. Det har heller ikke vært avfallsområder på eiendommen hvor det har blitt dumpet planterester.

I gartnerier har det gjennom tidene vært vanlig å benytte ulike typer pesticider til plantevern hvor DDT, lindan, heksaklorbenzen og kvintozen har vært noen av de mest brukte. DDT er svært giftig, akkumulerer i næringskjeden og ble forbudt i Norge på 70-tallet. Det kan ikke utelukkes at slike pesticider har blitt benyttet på eiendommen og at dette kan ha forurenset grunnen. Områdene hvor det har blitt dyrket planter, og som dermed utgjør det mistenkte forurensede arealet, utgjør til sammen ca. 9000 m<sup>2</sup> og er markert i figur 2. Øvrige områder som ikke har blitt benyttet til dyrking av planter, og som tidligere ble benyttet til jordbruk, mistenkes ikke å være forurensede.

Stavanger kommune har utarbeidet et eget aktsomhetskart for hvor det er sannsynlig at grunnen kan være forurenset. Planområdet ligger imidlertid utenfor dette området.



Figur 1. Det har blitt drevet gartneri på eiendommen siden 50-tallet, både i drivhus og på friland. Røde rektangler indikerer hvilke områder på friland som har blitt benyttet til planteproduksjon. Flyfoto fra 2006, kartkilde: Finn.no.

## 2 METODE OG GJENNOMFØRING

### 2.1 Prøvetakingsplan

Prøvetakingsplan ble utarbeidet etter føringene i Miljødirektoratets veileder *Helsebaserte tilstandsklasser for forurensset grunn* (veileder TA 2553/2009). Siden det har blitt drevet dyrking og planteproduksjon på ulike deler av eiendommen ble denne delt inn i delområder. Hvert delområde representerte et avgrenset område som ønsket undersøkt for forurensning.

Det ble lagt til grunn at delområdene forurenses av diffuse kilder og at planlagt arealbruk for eiendommen er «boligområder». Basert på føringene i veileder TA 2553 ble delområdene undersøkt med uttal av jordprøver fra totalt 20 stasjoner. Stasjonsplassering er vist i figur 2.



Figur 2. Stasjonsplassering for miljøtekniske grunnundersøkelser i Madlalia, Stavanger kommune. Rød strek indikerer de fire delområdene. Kartkilde: Finn.no.

Prøvetaking ble gjennomført 5. og 8. november 2021. Fra hver stasjon ble det gravd sjakter ned til 2 m, eller til fast grunn (fjell/stor stein). Jordprøver ble tatt ut på bakgrunn av jordas lagdeling og oppbevart i diffusjonstette rilsanposer. Hver stasjon stedfestet med GPS, dokumentert med bilder og beskrevet for lagdeling, farge, konsistens og lukt. Bilde av typisk prøvesjakt er vist i figur 3.



Figur 3. Bilde av typisk prøvesjakt i Madlalia.

## 2.2 Analyser

Fra de 20 stasjonene ble 27 prøver sendt til analyse hos det akkrediterte laboratoriet Eurofins. Atten prøver ble analysert for plantevernmidler. Siden det ikke var mistanke om annen forurensning enn av plantevernmidler, ble det kun sendt inn 12 prøver for analyse av Miljødirektoratets anbefalte parameterliste (jf. TA 2553). Oversikt over analyseparametere er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Parameteroversikt over analyserte prøver.

Prøver	Analyseparametere
P2-1, P3-2, P5-1, P6-2, P7-1, P8-2, P9-1, P10-2, P11-1, P15-2, P16-1, P17-2, P18-2, P20-2, P21-1, P22-2, P23-1, P24-2	Plantevernmidler: DDT, DDE, DDD, lindan, klororganiske plantevernmidler inkl. kvintozen
P1-2, P3-3, P4-2, P5-1, P7-2, P9-2, P10-3, P15-1, P16-3, P18-2, P20-3, P23-1	Miljødirektoratets liste: Arsen, bly, kadmium, kvikksølv, kobber, sink, krom, nikkel, PCB7, PAH16, benzo(a)pyren, alifater, benzen, toulen, etylbenzen og xoulen (BTEX)

## 2.3 Risikovurdering trinn 1

Miljøgiftkonsentrasjoner i prøver analysert etter Miljødirektoratets parameterliste ble sammenlignet med de gjeldende grenseverdiene og tilstandsklassene som er gitt i veileder TA-2553 (2009). Grenseverdiene og normverdiene er satt ut fra helsebaserte akseptkriterier (gitt i tabell 2), og gir grunnlag for å vurdere toksiteten til jorda.

Tabell 2. Klassifiseringssystem for miljøgifter iht. Veileder TA-2553 (2009).

Tilstandsklasse	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

Veileder TA-2553 inneholder kun grenseverdier for plantevernmidlene DDT, heksaklorbenzen og lindan. Det er ikke utarbeidet grenseverdier for øvrige plantevernmidler. I en svensk veileder (Naturvårdsverket, 2016) utarbeidet av Institut for Miljömedicin finnes det imidlertid retningsgivende verdi for kvintozen og pentakloranilin; känslig markanvändning (KM)» på 0,12 mg/kg TS og «mindre känslig markanvändning (MKM)» på 0,4 mg/kg TS. For helserisiko har de svenska retningslinjene en grenseverdi på 6 mg/kg TS (TS – tørrstoff).

## 2.4 Sammenhengen mellom tilstandsklasser og arealbruk

Sammenhengen mellom tilstandsklasser og arealbruk er slik at en lav klasse gir uttrykk for lite forurensning i grunnen og at grunnen er egnet for følsom arealbruk. Eksempelvis vil grunn med tilstandsklasse 2 og lavere i toppjord være egnet til boliger, barnehager og lekeplasser og grunn med tilstandsklasse 3 og lavere være akseptabel i sentrumsområder uten boliger, dvs. i områder med gater, torg, forretninger eller kontorer.

Tabell 3. Sammenheng mellom tilstandsklasser og arealbruk.

<b>Planlagt arealbruk</b>	<b>Tilstandsklasse i toppjord (&lt; 1m)</b>	<b>Tilstandsklasse i dypereggende jord (&gt; 1m)</b>
<b>Boligområder</b>	Tilstandsklasse 2 eller lavere. Jord til dyrkning ved boliger og grønne barnehager: Her må jord som brukes til dyrkning av grønnsaker tilfredsstille tilstandsklasse 1 for stoffene PCB <sub>sum7</sub> , PAH <sub>sum16</sub> , benzo(a)pyren, cyanid og heksaklorbenzen.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. For stoffene alifater C8-C10 og C10-C12, benzen og trikloreten, kan tilstandsklasse 4 aksepteres, hvis det ved risikovurdering mhp. spredning og avgassing kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
<b>Sentrums- områder, kontor og forretning</b>	Tilstandsklasse 3 eller lavere	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.
<b>Industri og trafikkareal</b>	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.	Tilstandsklasse 3 eller lavere. Tilstandsklasse 4 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel. Tilstandsklasse 5 kan aksepteres, hvis det ved risikovurdering av både helse og spredning kan dokumenteres at risikoen er akseptabel.

### 3 RESULTATER OG VURDERINGER

#### 3.1 Prøver analysert for Miljødirektoratets anbefalte parametere

Tabell 4 presenterer tilstandsklassifiserte analyseresultater for prøver analysert etter Miljødirektoratets anbefalte parametere. Sjaktelogg er gitt i vedlegg 1 og laboratoriets analyserapport i vedlegg 2.

Det er kun arsen, benzo(a)pyren og PAH16 som forekommer i konsentrasjoner over normverdi. I prøve P9-2 tilsvarer arsenkonsentrasjonen tilstandsklasse 3 (moderat). Ved denne stasjonen var berggrunnen svært forvitret og prøvene hadde store mengder fyllittfragmenter. I prøve P1-2, P3-3, P4-2, P5-1, P10-3, P15-1, P16-3 og P18-2 tilsvarer konsentrasjonen tilstandsklasse 2 (god). I øvrige prøver tilsvarer konsentrasjonen naturlig bakgrunnsnivå.

I prøve P23-1 tilsvarer konsentrasjonen av benzo(a)pyren og PAH16 tilstandsklasse 2.

**Tabell 4. Konsentrasjoner av miljøgifter (mg/kg tørrstoff) i prøvene, tilstandsklassifisert og fargekodet etter TA-2553 (2009). nd = ikke detektert.**

Parameter	Enhet	Prøvenavn											
		P1-2	P3-3	P4-2	P5-1	P7-2	P9-2	P10-3	P15-1	P16-3	P18-2	P20-3	P23-1
	Prøvedybde	70-85	85-200	20-70	0-30	30-200	30-110	130-235	0-40	40-240	40-160	40-140	0-20
Arsen (As)	mg/kg TS	9,9	10	9,9	10	5,8	40	16	9,8	9,0	9,1	5,5	7,4
Bly (Pb)	mg/kg TS	31	12	24	35	9,2	32	19	27	9,6	12	7,8	54
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,22	< 0,20	< 0,20	0,23	< 0,20	< 0,20	0,23	0,17	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,13	0,019	0,085	0,092	0,011	0,095	0,027	0,10	0,013	0,022	0,013	0,068
Kobber (Cu)	mg/kg TS	23	19	14	24	14	62	39	24	19	19	8,6	33
Sink (Zn)	mg/kg TS	98	40	42	75	33	97	59	73	35	32	26	97
Krom (Cr)	mg/kg TS	12	11	10	12	11	18	10	12	9,2	7,6	6,0	14
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	13	14	9,2	13	12	13	31	14	16	15	8,5	12
Alifater C5-C6	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C6-C8	mg/kg TS	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0	< 7,0
Alifater >C8-C10	mg/kg TS	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Alifater >C10-C12	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C16	mg/kg TS	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
Alifater >C12-C35	mg/kg TS	13	nd										
Alifater >C16-C35	mg/kg TS	13	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Alifater C5-C35	mg/kg TS	13	nd										
Aromater >C8-C10	mg/kg TS	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0	< 4,0
Aromater >C10-C16	mg/kg TS	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90	< 0,90
Aromater >C16-C35	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
PCB 28	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 52	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 101	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 118	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 153	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 138	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
PCB 180	mg/kg TS	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020
Sum 7 PCB	mg/kg TS	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Naftalen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Acenaftylen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Acenafarten	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fluoren	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fenantron	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,12
Antracen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030
Fluoranten	mg/kg TS	0,098	< 0,030	< 0,030	0,036	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,63
Pyren	mg/kg TS	0,081	< 0,030	< 0,030	0,031	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,52
Benz[a]antracen	mg/kg TS	0,038	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,27
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,047	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,26
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	0,063	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,28
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,088	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,17
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,030
Benzo(b,k)fluoranten	mg/kg TS	0,19	< 0,030	0,060	0,044	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,045	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,58
Benzo[ghi]perylen	mg/kg TS	0,076	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	< 0,030	0,16
Etylbenzen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Sum PAH(16) EPA	mg/kg TS	0,68	nd	0,060	0,11	nd	nd	nd	0,12	nd	nd	nd	3,0
Methylchrysener/benzo(a)anthracene	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Methylpyrene/fluoranthense	mg/kg TS	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Sum karsinogene PAH	mg/kg TS	0,43	nd	0,060	0,044	nd	nd	nd	0,045	nd	nd	nd	1,6
Benzen	mg/kg TS	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035	< 0,0035
Toluen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
m/p/o-Xylen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10

### 3.2 Prøver analysert for plantevernmidler

Analyseresultater for prøver som ble analysert for plantevernmidler er gitt i tabell 5. Laboratoriets analyserapport er gitt i vedlegg 2.

Som det fremkommer av tabellen tilsvarer konsentrasjonen av lindan tilstandsklasse 2 i overflatejorda (0-20 cm) ved stasjon P16. Øvrige tilstandsklasse 1 (bakgrunnsverdi). For dieldrin, pentakloranilin og kvintozen er det ingen prøver som har konsentraserjoner som overskriver normverdi.

Tabell 5. Konsentrasjoner av plantevernmidler ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrstoff) i prøvene, tilstandsklassifisert og fargekodet etter TA-2553 (2009). Normverdier for dieldrin, pentakloranilin og kvintozen er hentet fra svensk veileder (Naturvårdsverket, 2016). nd = ikke detektert.

Parameter	Enhet	Normverdi	Prøvenavn																
			P2-1	P3-2	P5-1	P6-2	P7-1	P8-2	P9-1	P10-2	P11-1	P15-2	P16-1	P17-2	P18-1	P20-2	P21-1	P22-2	P23-1
	Dyp (cm)	0-70	70-85	0-30	70-180	0-30	40-220	0-30	50-130	0-30	40-120	0-20	25-50	0-40	20-40	0-50	20-50	0-20	
3,4-dichloroaniline	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Aldrin	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Dieldrin	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	50	<2,0	3,9	5,5	<2,0	12	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	2,7	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Aldrin/Dieldrin (sum)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	4,9	6,5	<2,0	13	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,7	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
alfa-Klordan (cis)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		14	<1,0	24	<1,0	3,9	<1,0	18	<1,0	2,5	<1,0	4,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
gamma-Klordan (trans)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		6,3	<1,0	13	<1,0	3,0	<1,0	9,8	<1,0	1,3	<1,0	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Klordan (sum)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		20	<1,0	37	<1,0	6,9	<1,0	28	<1,0	3,8	<1,0	5,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	3,4	
p,p'-DDT	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		5,1	8,6	13	<1,0	3,3	<1,0	3,2	<1,0	1,3	<1,0	10	<1,0	2,0	8,4	<1,0	<1,0	1,6
o,p-DDD	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	1,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
p,p'-DDD	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	3,9	1,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,7	<1,0	<1,0	2,2	<1,0	<1,0	<1,0
o,p'-DDE	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
p,p'-DDE	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		2,6	6,1	8,9	<1,0	3,4	<1,0	1,9	<1,0	<1,0	<1,0	3,8	<1,0	1,1	5,4	<1,0	<1,0	1,3
DDT, o,p'	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		1,0	1,4	1,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	<1,0	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	
DDT (sum)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	40	10	22	26	<3,0	8,7	<3,0	7,1	<3,0	3,8	<3,0	18	<3,0	5,1	19	<3,0	<3,0	4,9
Endosulfan, alfa-	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Endosulfan beta	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Endosulfan-sulfat	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Endosulfan (sum)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	
Endrin	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	
Heksaklorbenzen (HCB)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
alfa-HCH	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
beta-HCH	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
delta-HCH	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Lindan (gamma-HCH)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Heptaklor	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Heptaklorepoksid (cis)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		3,4	<1,0	3,1	<1,0	<1,0	1,5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Heptaklorepoksid (trans)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Pentakloranilin	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	120	2,4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,5	
Pentaklorbenzen (QCB)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Kvintozen	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv	120	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Qunitozen (sum)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ tv		2,9	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,0	

En oppsummering av tilstandsklassifiserte analyseresultater er gitt i figur 4. Figuren viser den høyeste påviste tilstandsklassen for eiendommen, uavhengig av jorddybde.



Figur 4. Oversikt over forurensningstilstanden på eiendommen i Madlalia. Fargekodene angir den høyeste påviste tilstandsklassen for stasjonene. Blå = bakgrunnsverdi, grønn = god tilstand, gul = moderat tilstand.

### 3.3 Fyllitholdige masser og justering av tilstandsklasser

Ved mange av stasjonene ble det observert fyllitt, noe som gjenspeiler seg i analyseresultatene. Ni prøver hadde arsenkonsentrasjoner overskridende tilstandsklasse 1. På grunn av naturlig store forekomster av fyllitt opererer Stavanger kommune med en egen bakgrunnsverdi for arsen på 20 mg/kg. Det er kun arsenkonsentrasjonene i prøve P9-2 som overskrider denne

bakgrunnsverdien. For øvrige prøver nedjusteres tilstanden til klasse 1 (bakgrunnsnivå). Det er altså kun masser i jordlaget 30-110 cm ved stasjon P9-2 som er forurensset av arsen.

## 4 TILTAKSPLAN

### 4.1 Massehåndtering

Ved nedskalering av tilstandsklassene, som følge av Stavanger kommunes bakgrunnsnivå for arsen, er det totalt 17 stasjoner som har konsentrasjoner under normverdi (tilstandsklasse 1). Masser som representeres av disse prøvene vurderes som rene og kan gjenbrukes fritt.

Akseptkriteriene for gjenbruk av forurensede masser ved arealbruk «boligområder» overskrides i prøve P9-2. Massene som representeres av prøven er forurenset av arsen (klasse 3) og oppfyller dermed ikke grensene for arealbruken for toppjord (<1 m, jf. tabell 3). Disse massene må behandles som forurensede og leveres til godkjent deponi. Alternativt kan de benyttes som dypereleggende fyllmasse (>1 m).

I prøve P23-1 er det påvist konsentrasjoner av benzo(a)pyren og PAH16 tilsvarende tilstandsklasse 2. Massene som representeres av prøven kan ikke benyttes til dyrking av grønnsaker (jf. tabell 3) dersom de skal gjenbrukes på tomta. Dersom massene ikke skal benyttes til dyrking av grønnsaker kan de benyttes fritt innenfor eiendommen, eller leveres til godkjent deponi.

I prøve P16-1 er det påvist konsentrasjoner av lindan tilsvarende tilstandsklasse 2. Massene som representeres av prøven kan benyttes fritt innenfor eiendommen, eller leveres til godkjent deponi.

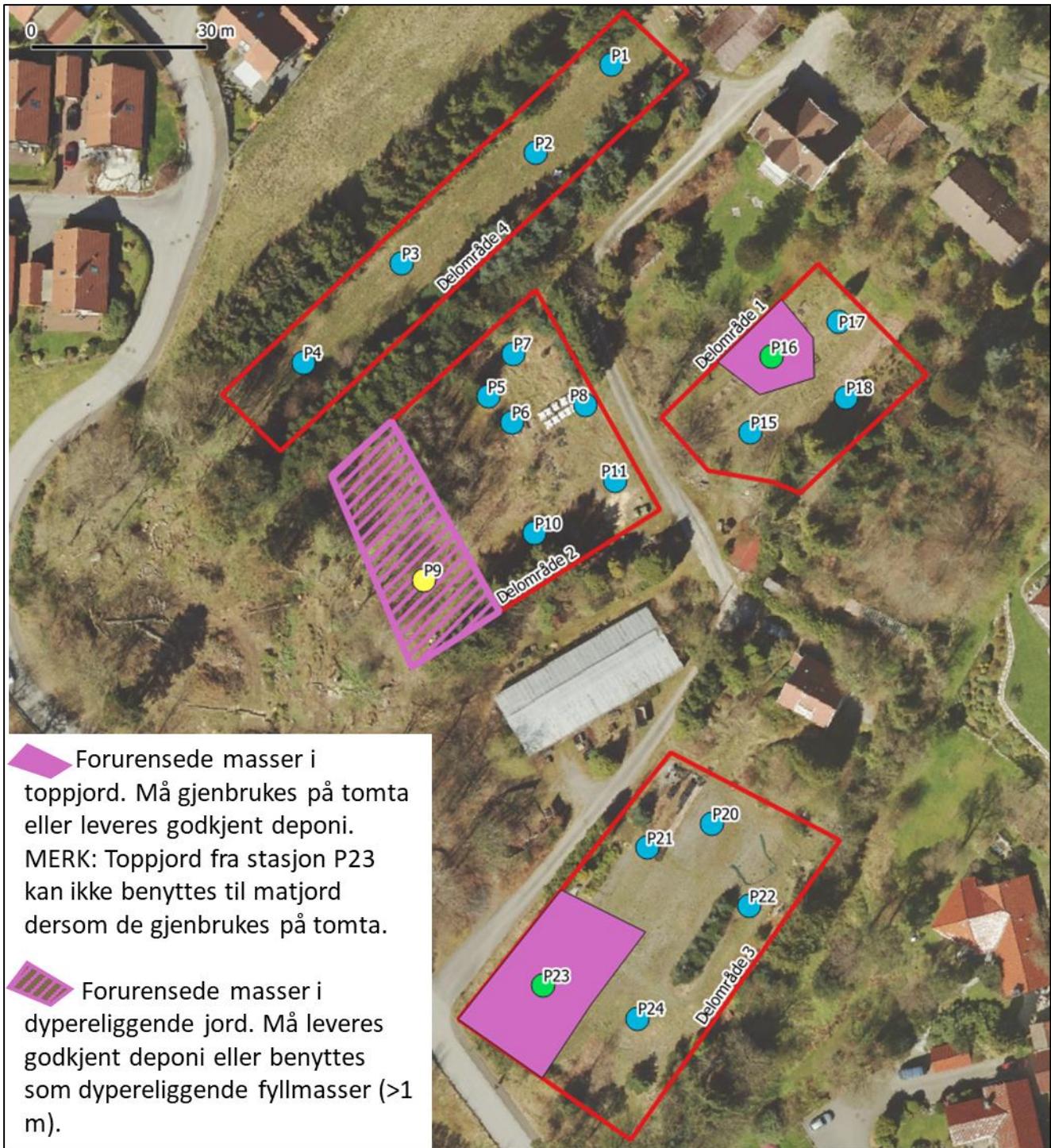
For alle forurensede masser kan stein >25 mm sorteres ut og gjenbrukes fritt.

Eventuelle fyllittmasser tilknyttet fast fjell kan gjenbrukes i områder hvor fyllitt naturlig forekommer, eller leveres godkjent deponi.

Anbefalt massehåndtering for jordsjiktene tilknyttet prøvepunktene er gitt i graveplanen i figur 5 og tabell 6. Graveplanen ses i sammenheng med tilhørende tabell som viser forurensningens vertikale fordeling.

Nye masser som tilføres tiltaksområdet skal være rene.

Før eventuell levering av forurensede masser til deponi må det gjennomføres en basiskarakterisering av avfallet og transportskjema må utfylles. Disse må godkjennes av deponi før massene transporteres ut av tiltaksområdet.



Figur 5. Graveplan og massehåndtering for gravearbeider ifm etablering av nytt boligområde i Madlalia, Stavanger kommune. Merk at kun forurensede masser er tatt med i figuren. Figuren må ses i sammenheng med tabell 6.

*Tabell 6. Beskrivelse av vertikal massehåndtering ifm etablering av nytt boligområde i Madlalia, Stavanger kommune. Merk at kun forurensede masser er tatt med i tabellen. Tabellen må ses i sammenheng med figur 5.*

Prøepunkt Dybde (cm)	P9	P16	P23
20		Forurensede masser (>TK2). Må gjenbrukes på tomta/leveres til godkjent deponi	Forurensede masser (>TK2). Må gjenbrukes på tomta/leveres til godkjent deponi
40			
60	Forurensede masser (>TK2). Må gjenbrukes på tomta/leveres til godkjent deponi. Kan alternativt brukes som dypereggende fyllmasser (>1 m).		
80			
100			
120			

#### **4.2 Analyser for å avgrense forurensning**

Under prøvetakingen ble det fra hver stasjon tatt ut prøver fra alle jordlag med tydelig lagdeling. Det er kun et utvalg av prøver som er analysert og tolket i foreliggende rapport. Dersom det blir behov for å avgrense vertikal forurensning bør det vurderes å sende inn ytterligere prøver til analyse.

#### **4.3 Mellomlagring av masser**

Frem til endelig sluttdisponering kan mellomlagring av forurensede masser skje innenfor eiendommen. Skal det mellomlagres forurensede masser utenfor eiendommen må det søkes Statsforvalteren om tillatelse. Det er tiltakshaver som skal søke.

#### **4.4 Vann i gravegrop**

Vann som trenger inn i gravegropen under utgravingen av massene skal så lenge det er mulig reinfiltretes i gravegropen. Dersom det ikke er mulig å gjennomføre arbeidet kun ved naturlig infiltrasjon, vil det være nødvendig med lensepumpe og rensetiltak som sedimentasjonskontainer for kontrollert utsipp. Miljørådgiver bør i slike tilfeller tilkalles for

vurdering av prøvetaking, renseløsninger og potensielle løsninger for utpumping/påslipp av lensevann før utpumpingen kan igangsettes. Utslipp av lensevann på eksisterende rørnett eller direkte til sjø er søknadsbelagt til Stavanger kommune.

#### **4.5 Spredning av forurensning under anleggsarbeid**

Under oppgravingen av masser bør det loggføres om det forekommer tegn på forurensning. Mørke, glinsende masser, masser med lukt av eksempelvis olje eller drivstoff, funn av søppel og/eller oljefilm på vannoverflate skal vekke mistanke. Skulle det dukke opp ukjent forurensning under anleggsarbeidet skal arbeidet stanses, miljørådgiver kontaktes, tiltak iverksettes og eventuell ytterligere prøvetaking utføres etter behov. Dersom det er akutt fare for forurensning skal Brannvesen kontaktes.

Blir det fare for spredning av støv med eksempelvis sterk vind eller avrenning fra forurensede masser som mellomlagres, så bør de tildekkes og legges på fast dekke eller duk. Ved mye vind eller nedbør må en vurdere om det er nødvendig å dekke til massene som transportereres på lastebil for å forhindre spredning ved støving eller avrenning under transport.

#### **4.6 Kontroll, dokumentasjon og rapportering**

Tiltakshaver er pliktig til å dokumentere at inngrepet skjer i samsvar med forskrifter og godkjent tiltaksplan. Innen 3 måneder etter gjennomført tiltak skal sluttrapport sendes kommunen med beskrivelse av tiltak og utført arbeid, mengder samt håndtering av oppgravde masser, veiesedler fra deponi, avvik fra tiltaksplan, avbøtende tiltak og informasjon om annen oppfølging/overvåking som er utført i anleggsperioden.

Etter krav fra Miljødirektoratet har Ecofact rapportert inn lokaliteten til grunnforurensningsdatabasen med lokalitetsnavn Madlalia (17915).

## 5 REFERANSER

Naturvårdsverket (2016). Datablad för Kvintozen och pentakloranilin. Kemakta Konsult AB. Institut för Miljömedicin.

Statens Forurensningstilsyn, 1999. Veileder 99:01a, Veiledning om risikovurdering av forurensset grunn.

Statens forurensningstilsyn, 2009. Veileder TA-2553, Tilstandsklasser for forurensset grunn.

### *Databaser*

Miljødirektoratet. Grunnforurensningsdatabasen. <https://grunnforurensning.miljodirektoratet.no/>.

Norge i bilder, <https://www.norgeibilder.no/>

Norges Geotekniske Undersøkelse, NGU. Løsmassekart. [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)

## VEDLEGG 1 - SJAKTELOGG

Stasjon	Prøve	Dyp	Beskrivelse
P1	P1-1	0-70	Matjord
	P1-2	70-85	Koksgrå fin sand med oljelukt. Kompakt.
	P1-3	85-200	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllittstein (1-20 cm)
P2	P2-1	0-70	Matjord
	P2-2	70-85	Koksgrå fin sand med oljelukt. Kompakt.
	P2-3	85-200	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllittstein (1-20 cm)
P3	P3-1	0-70	Matjord iblandet sand
	P3-2	70-85	Koksgrå fin sand med oljelukt. Kompakt.
	P3-3	85-200	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllittstein (1-20 cm)
P4	P4-1	0-20	Matjord
	P4-2	20-70	Brun sand
	P4-3	70-100	Koksgrå fin sand med oljelukt. Kompakt.
	P4-4	70-180	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllittstein (1-20 cm)
P5	P5-1	0-30	Matjord iblandet sand
	P5-2	30-200	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllitt
P6	P6-1	0-70	Matjord. Grovere sand nedover i sjiktet.
	P6-2	70-180	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllitt
P7	P7-1	0-30	Matjord iblandet sand
	P7-2	30-200	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllitt
P8	P8-1	0-40	Matjord
	P8-2	40-220	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllitt
P9	P9-1	0-30	Matjord
	P9-2	30-110	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
		110-> Berg	Porøs, oppsprukket fyllitt ("rådafjell")
P10	P10-1	0-50	Matjord
	P10-2	50-130	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
	P10-3	130-235	Masser av forvitret fyllitt.
P11	P11-1	0-30	Matjord
	P11-2	30-220	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein. Gammel steindrenering ved ca. 40 cm dyp.
P15	P15-1	0-40	Matjord
	P15-2	40-120	Brun, kompakt sand. Høyre innslag av forvitret fyllitt nedover i sjiktet.
	P15-6	120-180	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
P16	P16-1	0-20	Matjord
	P16-2	20-40	Brun, kompakt sand. Leirete.
	P16-3	40-240	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
P17	P17-1	0-25	Matjord
	P17-2	25-50	Brun, fin sand med noe grus.
	P17-3	50-150	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
P18	P18-1	0-40	Matjord
	P18-2	40-160	Brun, leirete sand
P20	P20-1	0-20	Matjord
	P20-2	20-40	Sandig lag av knust fyllitt.
	P20-3	40-140	Hardpakket, gråbrun sand med innslag av fyllitt
	P20-4	140-200	Fyllittsand
P21	P21-1	0-50	Matjord som går over til mørk grus ved ca 30-50 cm.
	P21-2	50-180	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein. Vanninnnsig ved ca. 150 cm dyp.
P22	P22-1	0-20	Matjord
	P22-2	20-50	Brun grus
	P22-3	50-200	Brun, kompakt sand. Innslag av større stein
P23	P23-1	0-20	Matjord
	P23-2	20-30	Grå grus og stein
	P23-3	30-200	Grå leire
P24	P24-1	0-30	Matjord
	P24-2	30-160	Grå, fin sand med innslag av tynne, brunrøde sjikt.

## **VEDLEGG 2 – LABORATORIETS ANALYSERAPPORT**