

# RAPPORT

**Notodden kommune/Eramet Norway AS**

**Notodden. Jernverkstomta  
Tiltaksplan Industripromenaden**

**Miljøteknisk rapport og risikovurdering  
113948r1-rev001**

**05.01.21**

Prosjekt: Notodden. Jernverkstomta  
Dokumentnavn: Tiltaksplan Industripromenaden  
Dokumentnr: 113948r1-rev001  
Dato: 05.01.21

Kunde: Notodden kommune/Eramet Norway AS  
Kontaktperson: Gunleik Brekke/Bernt-Jarle Dolmen  
Kopi:

Rapport utarbeidet av: Kajsa Onshuus  
Rapport kontrollert av: Asbjørn Reisz  
Prosjektleder: Kajsa Onshuus

---

### Sammendrag:

Notodden kommune skal på vegne av Vannfronten Eiendom AS etablere parkarealer og en industripromenade langs deler av sjøfronten på den gamle jernverkstomta på Notodden. Det skal også etableres en ringledning for drikkevann. Fyllmassene er stedvis kraftig forurenset av PAH etter den tidligere jernverksdriften. GrunnTeknikk AS har fått i oppdrag å utarbeide en tiltaksplan for arbeidene.

Løsmassene i området består generelt av fyllmasser av 1-5 m mektighet, over elveavsetning/elvegrus av stor mektighet. Grunnvannet ligger ca. 4-5 m under dagens terreng, og er i stor grad styrt av vannstanden i Tinnåa og Heddalsvatnet. Det er totalt tatt jordprøver i ca. 100 punkter fordelt over jernverkstomta, vannprøver i 5 grunnvannsbrønner, samt vann- og sedimentprøver i Tinnåa og Heddalsvatnet.

Utførte undersøkelser viser at det i enkelte punkter er påvist PAH-forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4-5. De kraftigst forurensete massene skiller seg ut med sort farge, og til dels innhold av sort slagg. Overvåking av grunnvann viser avtagende konsentrasjoner etter gravearbeider høsten/vinteren 2019/2020. Det påvises nå relativt beskjedne konsentrasjoner av PAH i grunnvannet (tilsvarende tilstandsklasse 1-2, i en av brønnene i tilstandsklasse 3). Passive prøvetakere fra Heddalsvatnet våren 2020 viser også konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse 1-2.

En utlekkingsstest/kolonnetest av masser med PAH-innhold tilsvarende tilstandsklasse 5, viste at innholdet av PAH i eluatet stort sett lå under deteksjonsgrensen på 0,018 ug/l.

I forbindelse med utført risikovurdering er det beregnet akseptkriterier for human helse. De forurensete lagene vil dekkes av 1 m tilnærmet rene masser. Eksponeringen blir derfor begrenset, noe som gir høye akseptkriterier. For å synliggjøre sikkerhetsmarginene er det også beregnet akseptkriterier dersom det ikke benyttes noen form for tildekking på området. Selv uten noen form for tildekking ligger gjennomsnittsverdiene for  $\Sigma$ PAH og benzo(a)pyren under de aktuelle akseptkriteriene.

Det er også utført beregningseksempler med Miljødirektoratets høringsutkast til ny beregningsmodell for å sammenligne dataene. Beregningene viser at det ikke foreligger fare for overskridelser av MTDI (maksimalt tolerabelt daglig inntak) for barn eller voksne som eksponeres for gjennomsnittlige PAH-konsentrasjoner uten tildekking. I et livstidsperspektiv kan det være fare for overskridelser, dersom man eksponeres for maksverdier. Dette vurderes som en konservativ tilnærming, siden alle arealene dekkes med til av 1 m tilnærmet rene

masser. Det bemerkes også at det på store deler av arealene ved park 2-3 foreligger betongdekker på 1,5 2 m under terreng, som er en ekstra sikkerhetsbarriere mot uønsket eksponering. Miljøsmål knyttet til helse vurderes derfor som oppfylt

Det er også utført spredningsberegninger med Miljødirektoratets høringsutkast til ny beregningsmodell. Beregningene viser at det ikke forventes overskridelser av god miljøtilstand i resipienten for noen av komponentene over tid, og at det vil trenge liten grad av fortynning av grunnvannet for å oppnå god miljøkvalitet i resipienten. Beregningene viser at den største spredningen foregår de første 5 årene, og at spredningen i stor grad avtar etter 5-20 år. Det bemerkes at det er mer enn 30 år siden jernverksdriften ble nedlagt, og enda lenger siden de aktuelle arealene ble fylt ut. Beregningene samsvarer i stor grad med analyseresultatene fra overvåking av grunnvann og vann i resipient, som viser tilnærmet god miljøkvalitet for de fleste PAH-komponentene i alle brønnene og langs strandlinjen/spunten. Samlet sett viser beregninger og overvåking at det ikke er fare for uakseptabel utlekking av forurensning til Heddalsvatnet hverken på kort eller lang sikt. Miljøsmål knyttet til spredning vurderes derfor som oppfylt.

Det skal i utgangspunktet kun utføres terrengarrondering i de øvre 1-2 meter. Utført risikovurdering viser at det vil være både helsemessig og miljømessig forsvarlig å la forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 bli liggende i dypere liggende lag, både på kort og lang sikt, selv om dette ikke er i tråd med Miljødirektoratets generelle retningslinjer. Utgraving av kraftig forurenset masse i dypere lag ned mot grunnvannsnivået frarådes, da dette vil kunne mobilisere forurensning for spredning. Slik utgraving vurderes også som teknisk krevende og kostbar, og det er usikkert hvordan spunten vil påvirkes. Aktuelle arbeider med opparbeidelse av park er heller ikke et irreversibelt inngrep. Det vil være mulig å sanere arealene senere, dersom framtidig overvåking eller endring i loverk tilsier at slik sanering blir nødvendig. Det legges derfor til grunn av tilstandsklasse 5 kan bli liggende i dypere liggende lag.

I forbindelse med terrenginngrep kan spredning og eksponering av forurensning foregå via uforsvarlig håndtering av masser i forbindelse med utgraving, mellomlagring, transport og disponering, via ukontrollerte utslipp av vann fra byggegrøp, og via luft (gass og støv). Avbøtende tiltak for å unngå spredning, samt kontroll og overvåking er beskrevet i kap. 8. Det skal tas prøver underveis, av både oppgravde og gjenværende masser, for å sikre at gjenværende masser tilfredsstillende gjelder akseptkriterier.

Alle arbeider knyttet til forurenset grunn skal rapporteres i en sluttrapport etter at arbeidene er avsluttet. Rapporten skal redegjøre for gjennomføring, eventuelle analyseresultater, massedisponering, samt eventuelle avvik fra tiltaksplan/godkjenning.

Denne rapporten er revidert etter at Fylkesmannen i en første uttalelse ba om at kostnadsberegninger for fjerning av masser i tilstandsklasse 4 og 5 ned mot, og under grunnvannsspeilet, inkluderes i rapporten. Fylkesmannen har også bedt om at risikovurderingen suppleres med spredningsvurderinger knyttet til eventuell graving under grunnvannsstand. I tillegg ønsker Fylkesmannen at analysegrunnlaget suppleres, slik at prøvetakingstettheten i større grad samsvarer med anbefalingene knyttet til prøvetetthet for inhomogene masser i veileder TA-2553.

---

## INNHALDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
2	Områdebeskrivelse .....	6
2.1	Beliggenhet.....	6
2.2	Grunnforhold .....	7
2.3	Resipienter .....	7
3	Potensielle forurensningskilder.....	8
3.1	Historikk og tidligere arealbruk .....	8
3.2	Tidligere undersøkelser.....	8
4	Utførte grunnundersøkelser .....	9
4.1	Feltarbeid.....	9
4.2	Generelt om tilstandsklasser .....	10
4.3	Resultater jordprøver.....	11
5	Overvåking.....	14
5.1	Grunnvann.....	14
5.2	Tinnåa og Hedalsvatnet.....	24
6	Utlekkingstest .....	26
7	Miljømål .....	27
8	Risikovurdering.....	27
8.1	Helsebasert risikovurdering.....	28
8.1.1	Beregninger.....	28
8.1.2	Vurderinger.....	33
8.2	Spredningsbasert risikovurdering.....	34
8.2.1	Beregninger.....	34
8.2.2	Vurderinger.....	37
9	Forurensningssituasjon og konsekvenser for planlagte arbeider.....	39
9.1	Akseptkriterier og føringer.....	39
9.2	Planlagte arbeider og konsekvenser .....	40
10	Tiltak for å hindre spredning og eksponering av forurensning som følge av terrenginngrepet ...	45
10.1	Risiko for forurensningsspredning og eksponering.....	45
10.2	Tiltak for å redusere spredning og eksponering.....	45
10.2.1	Utgraving.....	45
10.2.2	Mellomlagring og transport.....	45
10.2.3	Vannhåndtering.....	46

10.2.4	Gass og støv.....	46
10.2.5	HMS.....	46
10.2.6	Beredskap.....	46
10.3	Disponering av forurenset masse .....	46
10.4	Kontroll og overvåking.....	46
11	Utførende foretak og tidsplan for gjennomføring.....	47
12	Dokumentasjon.....	47

## TEGNINGER

Tegn nr.	Tittel	Målestokk
1 - 10	Prøvetakingsplan/Forurensningskart/Massedisponeringsplaner/Plan for supplerende prøver	1:1000

## VEDLEGG

1	Analyseresultater fra tidligere undersøkelser	8 sider
2	Feltlogg/sjaktprofiler	2 sider
3	Analysereport ALS Laboratory Group	39 sider

## REFERANSER

- [1] Norconsult, 2018: Datarapport miljøtekniske undersøkelser med risikovurdering. Oppdrag 5153691, Miljø-02, versjon J02
- [2] Norconsult, 2019: Datarapport miljøtekniske grunn-, -vann og -sedimentundersøkelser, Oppdrag 5153691, Miljø-02, versjon J03
- [3] Norconsult, 2018: Tiltaksplan Jernverkstomta; Veier og teknisk infrastruktur. Oppdrag 5153691, Miljø-01, versjon E04
- [4] Norconsult, 2019: Tiltaksplan for graving i forurenset grunn - Infrastruktur, felt S1 og felt BK, Oppdrag 5191913, RIM02, versjon B02
- [5] GrunnTeknikk 2020: Notodden. Jernverkstomta. Sluttnotat, graving for infrastruktur. Notat nr. 113948n12, datert 08.05.20
- [6] Forurensningsforskriftens kap 2: Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider
- [7] Norsk standard NS10381-5: Jordkvalitet, Prøvetaking del 5: Veiledning for fremgangsmåte for undersøkelser av grunnforurensning på urbane og industrielle lokaliteter
- [8] Miljødirektoratets Veileder TA-2553/2009: (Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn)
- [9] Miljødirektoratets Veileder TA-1629/1999: (Risikovurdering av forurenset grunn)
- [10] NGI, 2020: Spredningsveileder for forurenset grunn; forslag til ny spredningsmodell, Dok. Nr; 20170577-01-R, rev nr 1, 2020-03-31
- [11] Miljødirektoratets naturbase (<http://kart.naturbase.no>)
- [12] Vannportalens vann-nett: <http://www.vannportalen.no/verktoy-og-kart1/vann-nett>
- [13] Miljødirektoratets grunnforurensningsdatabase (<http://grunn.miljodirektoratet.no>).
- [14] Miljødirektoratets veileder 02:2018: Klassifisering av miljøtilstand i vann
- [15] Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vannforskriften)

# 1 Innledning

Notodden kommune skal på vegne av Vannfronten Eiendom AS etablere parkarealer og en industripromenade langs deler av sjøfronten på den gamle jernverkstomta på Notodden (Gnr/bnr. 244/30). Det skal også etableres en ringledning for drikkevann, i grensen mellom de sentrale parkarealene og byggeområdene i nordøst. Grunnen er stedvis kraftig forurenset av bla. PAH-forbindelser. GrunnTeknikk AS har fått i oppdrag å utarbeide en tiltaksplan for arbeidene.

Vannfronten Eiendom AS planlegger utvikling også på øvrige deler av den gamle jernverkstomta, syd for Tinnåa. Det planlegges etablering av både boliger, næringsområder og kombinert bolig/forretning/næring, i flere byggetrinn. Etablering av infrastruktur på området ble utført i 2019/2020. Høsten 2020 er det planlagt oppstart av et nytt næringsbygg på tomt S1.

Norconsult utarbeidet høsten 2018 en miljøteknisk grunnundersøkelse med risikovurdering [1], og en tiltaksplan for graving i forurenset grunn for infrastrukturarbeidene og for arbeidene på S1 [2]. Rapportene ble revidert/omarbeidet våren 2019, etter at det ble utført supplerende undersøkelser [3, 4].

Miljødirektoratet har besluttet at arbeider på jernverkstomta ikke skal behandles etter Forurensningsforskriftens kap 2; «Opprydding i forurenset grunn ved bygge- og gravearbeider». Forurensningsmyndigheten er delegert til Fylkesmannen i Vestfold og Telemark. Søknad om tillatelse til arbeider i forurenset grunn for infrastrukturarbeidene, tomt S1 og tomt BK, ble godkjent av Fylkesmannen i juni 2019 (for infrastrukturarbeidene) og februar 2020 (resterende arbeider).

Eramet Norway AS har overtatt ansvaret for kostnader knyttet til grunnforurensningen på området, etter Tinfos AS. GrunnTeknikk har vært engasjert for å utføre supplerende prøvetaking og overvåking av grunnvann i forbindelse med infrastrukturarbeidene [5].

Denne tiltaksplanen følger i hovedtrekk kravene til utarbeidelse av tiltaksplan etter Forurensningsforskriften [1]. Iht. forurensningsforskriften skal en tiltaksplan redegjøre for følgende forhold:

- redegjørelse for undersøkelser av forurensning i grunnen som er foretatt, jf. § 2-4 (ref. kap. 7)
- redegjørelse for eventuelle akseptkriterier fastsatt etter § 2-5 bokstav a, (ref. kap. 10.1, 8.1)
- vurdering av risiko for forurensningsspredning under arbeidet som følge av terreng-inngrepet, jf. § 2-5 bokstav b, (ref. kap. 12.1)
- redegjørelse for hvilke tiltak som skal gjennomføres for å oppfylle kravene i § 2-5, samt tidsplan for gjennomføring, (ref. kap. 12.2, 13)
- redegjørelse for hvordan forurenset masse skal disponeres, (ref. kap. 12.3)
- redegjørelse for hva som vil bli iverksatt av kontroll og overvåking under og etter terrenginngrepet, dersom det er behov for dette, (ref. kap. 12.4)
- dokumentasjon for at tiltakene vil bli gjennomført av godkjente foretak, jf. forskrift 22. januar 1997 nr. 35 om godkjenning av foretak for ansvarsrett og foretak med særlig faglig kompetanse (senere opphevet og erstattet med SAK10) dersom det er stilt krav om dette, jf. § 2-7. (ref. kap. 7, 13)

Rapporten sammenfatter forurensningssituasjonen på eiendommen, og beskriver konflikter mellom forurensning og planlagt arealbruk. Det er lagt stor vekt på spredningsvurderinger for dagens forhold. Rapporten beskriver også hvordan forurenset masse skal håndteres og disponeres for å unngå spredning og skadelig eksponering i både anleggs- og driftsfase.

Undersøkelsen og rapporten er utarbeidet iht. kravene i forurensningsforskriften [6], samt føringene i NS10381-5 [7], Miljødirektoratets Veiledere TA-2553/2009 [8] og TA-1629/99 [9]. I tillegg er NGIs utkast til ny spredningsveileder benyttet til sammenligninger mot TA-1629/99 [10]. Tiltaksplanen skal godkjennes av Fylkesmannen før gravearbeidene starter opp.

Dette er en revisjon av den første planen som ble utarbeidet i oktober 2020. Fylkesmannen ba i en første uttalelse (brev datert 11.11.20, ref. nr. 2019/4585) om at kostnadsberegninger for fjerning av masser i tilstandsklasse 4 og 5 ned mot, og under grunnvannsspeilet, skulle inkluderes i rapporten. Fylkesmannen har også bedt om at risikovurderingen suppleres med spredningsvurderinger knyttet til eventuell graving under grunnvannstand. I tillegg ønsker Fylkesmannen at analysegrunnlaget suppleres, slik at prøvetakingstettheten i større grad samsvarer med anbefalingene knyttet til prøvetetthet for inhomogene masser i veileder TA-2553.

## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Beliggenhet

Arealene som skal utvikles og som er en del av denne tiltaksplanen ligger på den søndre/sentrale delen av den tidligere jernverkstomta, og begrenses av resterende del av jernverkstomta mot nord/vest/øst, og av Heddalsvatnet/Tinnåa i syd og vest. Kaifronten er spuntet i syd, helt opp mot odden mot Tinnåa. Arealene er hovedsakelig gressbevakst, relativt flate, og ligger på ca. kote +19,5 til +21,5. Deler av arealene er fylt opp med lave voller, og det ligger sannsynligvis gamle betongdekker under deler av disse massene. Det er fortrinnsvis kaiområdet og gangstien langs vannet som benyttes i dag, øvrige arealer ligger mer eller mindre brakk. Se oversiktskart i tegning 0 og Figur 1 og Figur 2. På reguleringsplanen i Figur 2 er områdene avmerket som Park 1, Park 2 og Park 3.



Figur 1: Flybilde fra 2017, før infrastrukturarbeidene ble startet [8]. Områdene som er en del av denne tiltaksplanen er avmerket med svart stiplet linje.



Figur 2: Utsnitt fra reguleringsplanen, med aktuelt område avmerket med svart stiptet linje. Park 1 ligger på odden i vest, og park 2 og 3 sentralt på området. Trasé for ringledningen er omtrentlig avmerket med rødt.

## 2.2 Grunnforhold

Tidligere undersøkelser har vist at massene hovedsakelig består av 1-5 m med sandige/grusige fyllmasser, med innslag av slagg, diverse riverester fra jernverksvirksomheten, og elvegrus. Under dette ligger lagdelt elveavsetning med sand, grus og kulestein til stor dybde. Grunnvannet er registrert ca. 4-5 m under terreng. Det er i tidligere dokumenter omtalt omfattende utfylling på odden ved Tinnåa («Park 1»). Gamle kart fra tidlig 1900-tall viser imidlertid også en oppstikkende del av en «avsnørt» elveavsetning på arealer som nå er en del av odden, slik at det stedvis kan være elveavsetning på 3-4 m dybde også her [4].

## 2.3 Resipienter

Arealene drenerer til Heddalsvatnet og til Tinnåa. Det er ikke registrert noen verneområder eller sårbare naturtyper i nærområdet rundt jernverkstomta, men det er registrert en del fuglearter med stor, og særlig stor forvaltningsinteresse i områdene ved Heddalsvatnet [11].

Nedre del av Tinnåa (nedstrøms Sagafossdammen) er registrert som en middels til stor, kalkfattig, klar elv i Miljødirektoratets Vann-nett (lok nr. 016-3063-R) [12]. Den økologiske tilstanden er registrert som moderat, mens den kjemiske tilstanden er ukjent. Elva er vurdert som i middels grad påvirket av punktutslipp fra avfallsfyllinger og industri.

Heddalsvatnet er registrert som en stor, kalkfattig, klar innsjø. Den økologiske tilstanden er registrert som svært god, mens den kjemiske tilstanden er ukjent. Vannet er vurdert til å være i middels grad påvirket av punktutslipp fra nedlagt industri og diffus avrenning fra spredt bebyggelse.



## 3 Potensielle forurensningskilder

### 3.1 Historikk og tidligere arealbruk

Jernverket ble etablert i 1910, og nedlagt i 1986. Etter det ble mesteparten av bygningene revet, mens betongdekker og fundamenter har blitt liggende. Området er i stor grad utfylt/oppfylt med diverse fyllmasser, forskjellige typer slagg og riverester. Det har vært produsert jern, ferrosilisium-, jernkrom- og silikamanganlegeringer på jernverket. I produksjonen ble det benyttet bla. manganmalm, koks/kull, kalkstein og kvarts. Iht. tidligere utredninger har det også vært brukt elektrodemasse, med bek som bindemiddel. Dette er en sannsynlig kilde til de høye PAH-konsentrasjonene som foreligger i grunnen. Råstoffene har vært transportert inn med lekter, og det har foregått både lagring og produksjon på mesteparten av de aktuelle arealene. Det har i tillegg vært produsert kalsiumkarbid noe lenger øst på området (ved Bok og Blueshuset) fram til 1950-tallet. Kalsiumkarbid er etsende, og danner acetylengass i kontakt med vann, og kan være eksplosiv. Det er også rapportert om at det under produksjonsprosessene kan ha blitt dannet cyanid, men det er lite sannsynlig at det foreligger fri cyanid i massene på området i dag.

Eiendommen er registrert i Miljødirektoratets Grunnforurensningsdatabase som Jernverkstomta Vest, Notodden, med lokalitets nummer 12857 [13]. Påvirkningsgraden er satt til 3: ikke akseptabel forurensning, og behov for tiltak.

### 3.2 Tidligere undersøkelser

Norconsult har i 2018/2019 utført omfattende jordprøvetaking på området, samt tatt prøver av grunnvann, resipient og sedimenter [1-4]. Det er tatt jordprøver i ca. 60 punkter fordelt over jernverkstomta, installert og prøvetatt 5 grunnvannsbrønner, tatt 5 vannprøver i resipient, samt tatt 4 sedimentprøver utenfor spunten i Heddalsvatnet.

Løsmassene i området består generelt av fyllmasser av 1-5 m mektighet, over elveavsetning/elvegrus av stor mektighet. Grunnvannet ligger ca. 4-5 m under dagens terreng, og er i stor grad styrt av vannstanden i Tinnåa og Heddalsvatnet. Fyllmassene er stedvis kraftig forurenset av PAH etter den tidligere jernverksdriften. Det er i enkelte punkter påvist PAH-forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4-5. Se Figur 3, og analyseresultater/utdrag fra rapport i vedlegg 1. Prøvetaking av grunnvannet i 2018/2019 viste også svært høye verdier av PAH i grunnvannet (tilsvarende tilstandsklasse 4-5 i 4 av 5 grunnvannsbrønner). Det er i grunnlagsrapportene beskrevet en stor usikkerhet knyttet til disse målingene, da prøvene hadde til dels høyt partikkelinnhold. Prøvetaking i Heddalsvatnet har vist PAH-forurensning tilsvarende tilstandsklasse II i vannfasen, og tilstandsklasse III-IV i sedimentene rett utenfor spunten. Litt lenger ut er det påvist tilstandsklasse IV-V (S4 og S5, 50-150 m ut, i forlengelsen av kranbanene). Konsentrasjonene er 10-50 ganger høyere i de prøvene som ligger lengst ut fra spunten. Det er i grunnlagsdokumentene beskrevet en stor usikkerhet knyttet til om sedimentforurensningen er en historisk forurensning, eller pågående utlekking.



Figur 3: Utsnitt fra figur 11 i Norconsults datarapport [2], som viser høyeste påviste tilstand for PAH i jordmassene, fra 0-6 m dyp. Punkter for vann- (v) og sedimentprøver (s) er omtrentlig markert på kartet. Punkt V5/S5 (tilstandsklasse 5 ligger ca. 150 m syd for de utstikkende kranbanene.

GrunnTeknikk har tatt supplerende prøver i ca. 30 punkter på infrastrukturarealene i forbindelse med tiltaksarbeidene her. Det er påvist alt fra rene masser til kraftig PAH-forurenset masse. Se analyseresultater/utdrag fra rapport i vedlegg 1. Konsentrasjonene kan variere mye over korte avstander, og de kraftigst forurensete massene skiller seg ut med sort farge, og til dels innhold av sort slagg. Den underliggende elvegrusen er ren der den ikke er omrørt. Det er ikke avdekket masser med cyanidinnhold av betydning. Det er ikke heller påtruffet karbidmasser av betydning, kun mindre klumper i en sjakt på den nordøstre delen.

Det er fjernet rett i underkant av 10.000 tonn masse i tilstandsklasse 4-5 i forbindelse med infrastrukturarbeidene.

## 4 Utførte grunnundersøkelser

### 4.1 Feltarbeid

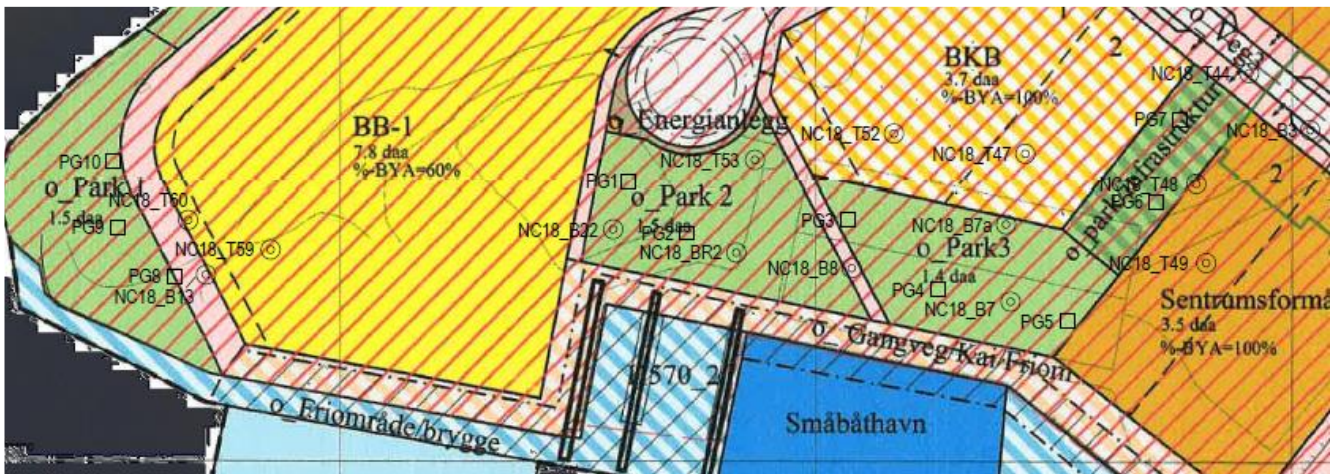
Supplerende graving for miljøteknisk prøvetaking i parkarealene ble utført av GrunnTeknikk AS med Tveito Maskin AS som underleverandør. Arbeidene ble utført 6. og 11. august 2020. Det var sol og ca. 20-25 °C begge dagene. Detaljert feltlogg/sjaktprofiler foreligger i vedlegg 2.

Undersøkelsesområdet er ca. 4500 m<sup>2</sup> stort. For å tilfredsstillere kravene til prøvetetthet i relevante veiledere skal det tas ut ca. 15 overflateprøver fra et areal på denne størrelse som skal opparbeides til parkareal. Det forelå ca. 14 relevante punkter fra tidligere undersøkelser. For å få en bedre forståelse av forholdene i dybden ble det sjaktet i ytterligere 10 punkter, der prøvetettheten var lav fra tidligere. Se prøvetakingsplan i tegning -1 og Figur 4. Fylkesmannen har i en første tilbakemelding på tiltaksplanen bedt om at analysegrunnlaget suppleres, slik at prøvetakingstettheten i større grad samsvarer med anbefalingene knyttet til prøvetetthet for inhomogene masser i veileder TA-2553. Det

betyr at kravet til prøvetetthet økes til 36 overflateprøver, og det må tas ut prøver fra ca. 12 nye punkter i forkant av tiltaket. Se også kap. 9.2.

Det ble gravd til grunnvann/naturlig grunn i alle punkter hvor det var mulig. I enkelte punkter ble gravingen stoppet pga. det var betongdekker på ca. 4-5 m dybde. Det ble tatt ut prøver for hver meter, eller når massene skiftet karakter. Prøvene ble tatt ut som samleprøver, bestående av min. 10 delprøver.

Fyllmassene besto hovedsakelig av sandig, grusig masse, med innslag av stein, slagg, betongrester og metallskrap. I flere av sjaktene var det et betongdekke på 2 m eller dypere. Fyllmasselaget varierte fra ca. 1-6 m i mektighet (i de fleste punktene omkring 2-5 m). Det ble registrert våte masser/grunnvann på om lag 5-5,5 m under terreng.



Figur 4: Utsnitt fra tegning 1, Prøvetakingsplan. Norconsults prøver er også avmerket på planen, med prefiks NC18.

Det ble totalt tatt ut 42 jordprøver fra prøvepunktene, hvorav 10 prøver ble tatt fra øvre meter, og resterende prøver fra underliggende fyllmasser.

Alle prøver ble levert til ALS Laboratory Group Norway for analyse av olje, tungmetaller, og PAH (tjærestoffer). Noen prøver ble i tillegg analysert for cyanid (total/fri).

## 4.2 Generelt om tilstandsklasser

I henhold til Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009 (Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn) skal analyseresultater fra miljøtekniske grunnundersøkelser sammenstilles mot helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn.

Veilederen deler forurenset grunn inn i 5 forskjellige tilstandsklasser, avhengig av påvist konsentrasjon av utvalgte miljøgifter. Inndelingen gir et uttrykk for hva myndighetene regner som god eller dårlig miljøtilstand, og bygger på en generell risikovurdering av human helse. Øvre grense i klasse 1 ("meget god") tilsvarer normverdien for ren jord, mens øvre grense i klasse 5 ("svært dårlig") tilsvarer grensen for farlig avfall.

Tabell 1: Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn

Tilstandsklasse	1	2	3	4	5
Beskrivelse av tilstand	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Øvre grense styres av	Normverdi	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Helsebaserte akseptkriterier	Nivå som anses å være farlig avfall

### 4.3 Resultater jordprøver

Analyseresultatene for de stoffer som det finnes tilstandsklasser for, er sammenlignet med Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, og sammenstilt i Tabell 2. Resultatene er visuelt presentert i kart i tegning 1-2, og Figur 5. Analyserapporter er lagt ved i vedlegg 3.

Tabell 2: Analyseresultater, sammenstilt med Miljødirektoratets helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn.

Element/Prøvenavn	Enhet	PG P1 (0-1)	PG P1 (1-2)	PG P1 (2-3)	PG P1 (3-4)	1 Meget god	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig	Farlig avfall
Tørrstoff	%	94	93,7	91,8	89,7	Grenseverdier					
Arsen	mg/kg TS	1,9	3,2	4,5	5,8	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000	>1000
Bly	mg/kg TS	14	24	85	22	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500	>2500
Kadmium	mg/kg TS	0,10	0,14	0,28	0,18	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000	>1000
Kvikksølv	mg/kg TS	i.p.	0,05	0,11	0,09	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000	>1000
Kobber	mg/kg TS	14	23	43	140	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000	>25000
Sink	mg/kg TS	51	68	200	160	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000	>25000
Krom (III)	mg/kg TS	6	8,1	11,0	16	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000	>25000
Nikkel	mg/kg TS	6	8	10	19	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500	>2500
ΣPAH16	mg/kg TS	3,80	15	10	4,2	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500	>2500
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,32	1,0	0,75	0,35	< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5 -15	15-100	>100
Olje (C8-C10)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	< 10	≤10	10-40	40-50	50-20000	>20000
Olje (C10-C12)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	< 50	50 - 60	60-130	130-300	300-20000	>20000
Olje (C12-C35)	mg/kg TS	21	23	14	13	< 100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000	>20000
Cyanid fri	mg/kg TS			i.p.							
Cyanid tot	mg/kg TS			0,20							



Element/Prøvenavn	Enhet	PG P6 (0-1)	PG P6 (1-2)	PG P7 (0-1)	PG P7 (1-2)	PG P7 (2-3)	PG P8 (0-1)	PG P8 (1-2)	PG P9 (0-1)	PG P9 (1-2)	PG P9 (2-3)	PG P9 (3-4)	PG P9 (4-5)
Tørrstoff	%	93,8	97,8	93,2	93,7	90,2	91,9	91,3	96,9	95,6	90,1	87	84
Arsen	mg/kg TS	17	3,1	6,5	3,1	2,5	11	7,7	3,1	2,8	13	17	16
Bly	mg/kg TS	23	6	21	11	6	38	42	7	10	110	89	67
Kadmium	mg/kg TS	0,91	0,06	0,34	0,21	0,06	0,54	1	i.p.	0,08	0,79	0,86	0,82
Kvikksølv	mg/kg TS	0,05	0,04	i.p.	i.p.	i.p.	0,14	0,07	0,02	i.p.	0,10	0,10	0,02
Kobber	mg/kg TS	190	19	85	26	13	140	200	10	13	660	250	200
Sink	mg/kg TS	100	33	110	95	46	170	120	41	43	370	240	190
Krom (III)	mg/kg TS	17,0	5,0	6,2	4,7	3,5	17,0	19	5	6	97	37	56
Nikkel	mg/kg TS	49	8,6	11	5,7	4,0	17	59	6,0	6,0	68	63	87
ΣPAH16	mg/kg TS	9,60	4,30	31	38	5	36	73	1,4	1,1	190	130	250
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,85	0,33	2,7	2,9	0,5	3,0	6,6	0,12	0,11	16	12	19
Olje (C8-C10)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C10-C12)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C12-C35)	mg/kg TS	26	i.p.	10	11	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Cyanid fri	mg/kg TS	i.p.						i.p.					
Cyanid tot	mg/kg TS	0,10						0,20					

i.p.=ikke påvist

i.a.=ikke analysert

Element/Prøvenavn	Enhet	PG P10 (0-1)	PG P10 (1-2)	PG P10 (2-3)	PG P10 (3-4)
Tørrstoff	%	94,3	90,4	78,1	
Arsen	mg/kg TS	3,6	3,6	4,2	7,6
Bly	mg/kg TS	25	16	13	14
Kadmium	mg/kg TS	0,16	0,11	0,24	0,17
Kvikksølv	mg/kg TS	0,09	0,04	0,20	0,06
Kobber	mg/kg TS	23	24	37	67
Sink	mg/kg TS	100	86	68	73
Krom (III)	mg/kg TS	10	15	5	6
Nikkel	mg/kg TS	10	11	7	16
ΣPAH16	mg/kg TS	84	34	7,5	26
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	7,7	2,7	0,6	2,1
Olje (C8-C10)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C10-C12)	mg/kg TS	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C12-C35)	mg/kg TS	i.p.	10	i.p.	i.p.
Cyanid fri	mg/kg TS				i.p.
Cyanid tot	mg/kg TS				i.p.

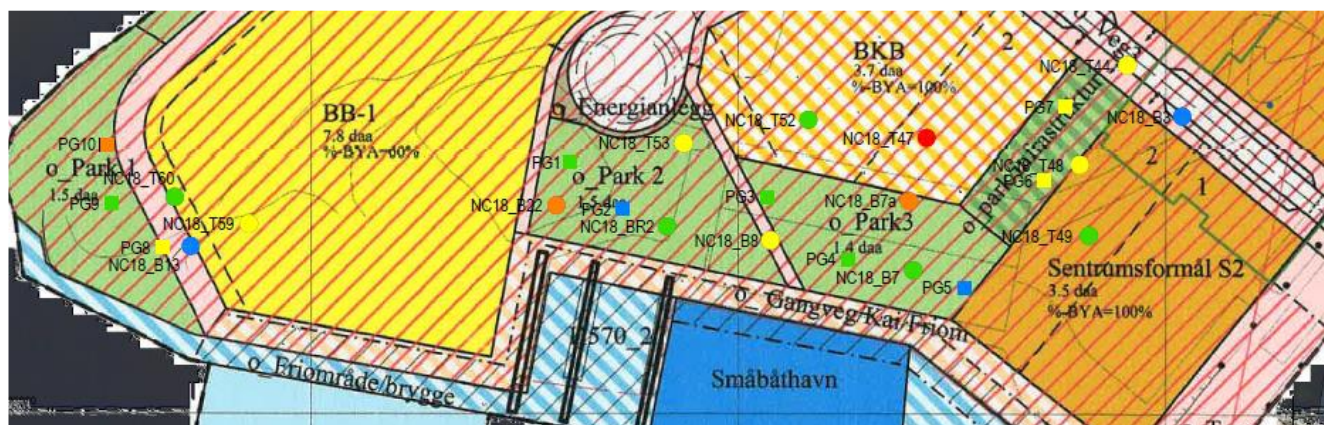
i.p.=ikke påvist

i.a.=ikke analysert

Det er generelt påvist forurensning tilsvarende tilstandsklasse 2-5 i massene, men noen av prøvene fra øvre meter er rene (tilsvarende tilstandsklasse 1). Det er kun i et punkt (PG10) som det er påvist tilstandsklasse 4 i overflatelaget. I PG2, PG5 og PG 9 er det påvist tilstandsklasse 5 ned mot grunnvannsnivå.

Det foreligger ikke tilstandsklasser for alle PAH-komponenter. Forurensningssituasjonen blir imidlertid godt beskrevet av tilstandsklassen for  $\Sigma$ PAH og benso(a)pyren, og det er samsvar mellom de høye verdiene av andre type PAH, og  $\Sigma$ PAH.

Analysene bekrefter bildet av inhomogene forhold som også er avdekket ved tidligere undersøkelser, og det er også avdekket store variasjoner på kort avstand. Det er ingen spesielle mønster i forurensningsinnholdet.



Figur 5: Utsnitt fra tegning 2, Forurensningskart. Fra 0-1 m. Kart med tilstand ned til 6 m foreligger i tegning 3-7.

## 5 Overvåking

### 5.1 Grunnvann

GrunnTeknikk har også overvåket grunnvannet i forbindelse med tiltaksarbeidene på infrastruktur-arealene. Det er tatt prøver fra de grunnvannsbrønnene som Norconsult installerte i 2018. I tillegg er det tatt prøver fra en tidligere brønn etablert av Multiconsult i 1996. Det er tatt prøver av brønnene ca. annenhver måned. Resultatene fra prøvetakingen er presentert i egne notater, og i sluttnotatet fra infrastrukturarbeidene, med unntak av juni-målingen, som er tatt med i denne oppsummeringen. Plasseringen av brønnene er vist i Figur 6.

Grunnvannsstanden er peilet i forkant og etterkant av pumpingen, og konduktivitet, pH og temperatur er målt underveis. Det er pumpet opp i størrelsesorden 30-50 l vann før det er tatt ut prøver. Med brønnvolum tilsvarende 1,25 l/m (omtrentlig) tilsvarer dette ca. 10-15 ganger brønnvolumet for de fleste av brønnene. Det er ikke registrert noen senkning av grunnvannet i noen av brønnene etter pumpingen.

Det har vært tilnærmet klart vann i alle prøvene. Det er registrert pH rundt 6,5-8 i brønnene på den østre og søndre delen av tomta, mens det er registrert pH på mellom 9 og 11,5 i nordvest. Det har vært gjennomgående lav konduktivitet i Br. 5 (20  $\mu$ S/cm), som kan indikere at den i stor grad er påvirket av elvevannet fra Tinnåa.

Prøvene har blitt dekantert ved behov (spesielt for Br. 1 og Br. 5), for å fjerne eventuelle partikler.

For grunnvann finnes det ikke egne tilstandsklasser. Resultatene er derfor sammenlignet med grenseverdiene for ferskvann i Miljødirektoratets veileder 02:2018 (tabell 9), siden den nærliggende resipienten er ferskvann [14]. Det bemerkes at grunnvann ofte har et høyere innhold av tungmetaller

enn ferskvann, da vannet strømmer gjennom jord som naturlig inneholder tungmetaller.

Analyseresultatene er presentert i tabell 10.

For Br. 1 og Br. 3, som har hatt de høyeste PAH-verdiene i de første prøvetakingsrundene, er det fra 2020 tatt ut et ekstra prøvevolum, slik at analysen har kunnet utføres med en lavere deteksjonsgrense. Deteksjonsgrensen er da lav nok til å kunne vurdere om grenseverdien for tilstandsklasse II blir overskredet eller ikke. Med lavere deteksjonsgrense er det kun benzo(a)pyren som fortsatt har en deteksjonsgrense noe over grenseverdien for god miljøkvalitet (i underkant av 3 ganger grenseverdien).

Tabell 3: Miljødirektoratets tilstandsklasser for ferskvann [14].

Prøvenavn/ Element	Enhet	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Grenseverdier - Tilstandsklasser iht M608						
Arsen	µg/l	<0,15	0,15-0,5	0,5-8,5	8,5-85	>85
Bly	µg/l	<0,02	0,02-1,2	1,2-14	14-57	>57
Kadmium	µg/l	<0,003	0,003-0,08	0,08-0,45	0,45-4,5	>4,5
Kobber	µg/l	<0,3	0,3-7,8	7,8-7,8	7,8-15,6	>15,6
Krom	µg/l	<0,1	0,1-3,4	3,4-3,4	3,4-3,4	>3,4
Kvikksølv	µg/l	<0,001	0,001-0,047	0,047-0,07	0,07-0,14	>0,14
Nikkel	µg/l	<0,5	0,5-4	4,0-34	34-67	>67
Sink	µg/l	<1,5	1,5-11	11,0-11	11,0-60	>60
Naftalen	µg/l	<0,00066	0,00066-2	2-130	130-650	>650
Acenaftilen	µg/l	<0,00001	0,00001-1,3	1,3-33	33-330	>330
Acenaften	µg/l	<0,000034	0,000034-3,8	3,8-3,8	3,8-382	>382
Fluoren	µg/l	<0,00019	0,00019-1,5	1,5-34	34-339	>339
Fenantren	µg/l	<0,00025	0,00025-0,51	0,51-6,7	6,7-67	>67
Antracen	µg/l	<0,004	0,004-0,1	0,1-0,1	0,1-1	>1
Fluoranthen	µg/l	<0,00029	0,00029-0,0063	0,0063-0,12	0,12-0,6	>0,6
Pyren	µg/l	<0,000053	0,000053-0,023	0,023-0,023	0,023-0,23	>0,23
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,000006	0,000006-0,012	0,012-0,018	0,018-1,8	>1,8
Chrysen	µg/l	<0,000056	0,000056-0,07	0,07-0,07	0,07-0,7	>0,7
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,000017	0,000017-0,017	0,017-0,017	0,017-1,28	>1,28
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,000017	0,000017-0,017	0,017-0,017	0,017-0,93	>0,93
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,000005	0,000005-0,00017	0,00017-0,27	0,27-1,54	>1,54
Indeno[123cd]pyren	µg/l	<0,000017	0,000017-0,0027	0,0027-0,0027	0,0027-0,1	>0,1
Dibenzo[ah]antracen	µg/l	<0,000001	0,000001-0,00061	0,00061-0,014	0,014-0,14	>0,14
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,000011	0,000011-0,0082	0,0082-0,0082	0,0082-0,14	>0,14
PAH16 1)	µg/l	0	0	0	0	0





Figur 6: Plassering av prøvetatte brønner.



...forts. tabell 4

Prøvenavn/ Element	Enhet	Br2 Grunnvann	Br2 Grunnvann	Br2 Grunnvann	Br2 Grunnvann	Br2 Grunnvann	Br2 Grunnvann
Dato		17.10.19	02.12.19	23.01.20	03.03.20	23.04.20	18.06.20
Grunnvannsnivå	moh	16,33	15,88	16,04	15,96	16,08	15,95
Temperatur	C	13,2	10,8	8,9	7,9	8,1	9,4
Konduktivitet	µS/cm	140	180	210	190	150	70
pH		10,2	10,0	9,8	9,2	8,7	9,2
Arsen	µg/l	0,34	0,28	0,35	0,38	0,27	0,35
Bly	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	0,02	0,01
Kadmium	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Kobber	µg/l	0,69	0,46	0,39	0,24	0,28	0,84
Krom	µg/l	1,06	0,86	1,46	2,45	0,72	1,35
Kvikksølv	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Nikkel	µg/l	0,08	0,11	0,07	0,13	i.p.	0,09
Sink	µg/l	0,95	0,28	0,69	1,44	1,26	0,62
Naftalen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Acenaftylen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Acenaften	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fluoren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fenantren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Antracen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fluoranthen	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*
Pyren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[a]antracen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Chrysen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[b]fluoranten	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[k]fluoranten	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo(a)pyren	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*
Indeno[123cd]pyren	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*
Dibenzo[ah]antracen	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*
Benzo[ghi]perylene	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*
PAH16 1)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
PCB7 2)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C10-C12)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C12-C16)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C16-C35)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

\*







...forts. tabell 4

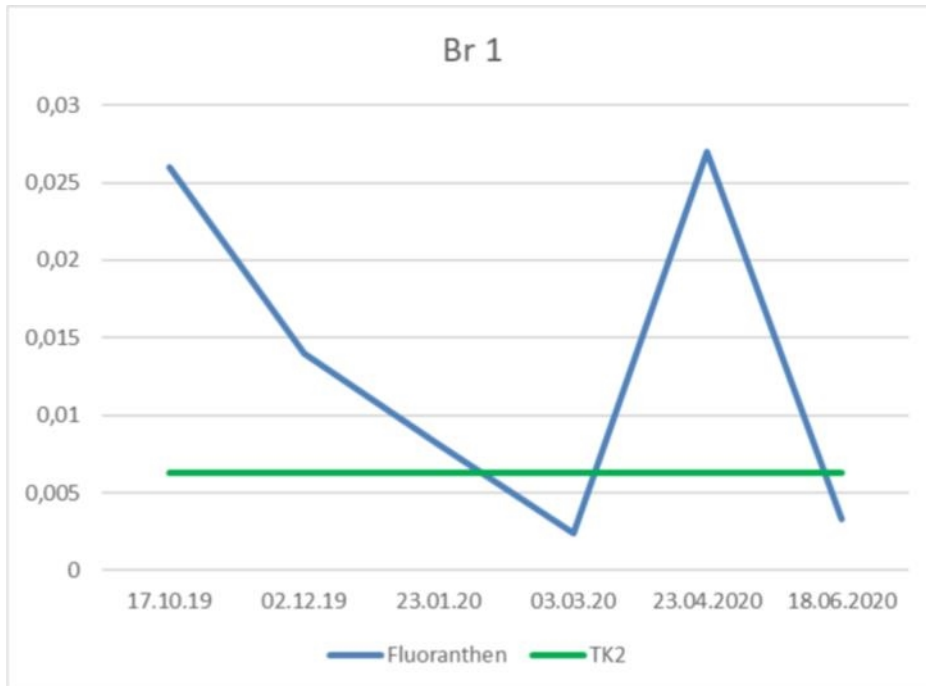
Prøvenavn/ Element	Enhet	Br MC Grunnvann	Br MC Grunnvann	Br MC Grunnvann	Br MC Grunnvann	Br MC Grunnvann	Br MC Grunnvann
Dato		17.10.19	02.12.19	23.01.20	03.03.20	23.04.20	18.06.20
Grunnvannsnivå	moh	16,40	15,95	16,1	16,01	16,11	16,02
Temperatur	C	10,1	8,6	6,6	5,7	5,9	7,3
Konduktivitet	µS/cm	620	550	440	500	450	400
pH		7,5	7,27	7,2	6,5	6,6	6,3
Arsen	µg/l	0,84	0,82	0,61	0,67	0,53	0,54
Bly	µg/l	0,06	0,29	0,02	0,01	0,05	0,03
Kadmium	µg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Kobber	µg/l	3,95	4,53	2,73	2,49	2,42	2,61
Krom	µg/l	0,87	0,76	0,74	0,82	0,50	0,49
Kvikksølv	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Nikkel	µg/l	1,59	1,06	0,86	0,75	0,82	0,71
Sink	µg/l	12,50	8,23	6,78	7,13	7,65	5,34
Naftalen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Acenaftalen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Acenaften	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fluoren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fenantren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Antracen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Fluoranthen	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.	i.p.
Pyren	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[a]antracen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Chrysen	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[b]fluoranten	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo[k]fluoranten	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Benzo(a)pyren	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.	i.p.
Indeno[123cd]pyren	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.	i.p.
Dibenzo[ah]antracen	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.	i.p.
Benzo[ghi]perylene	µg/l	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.*	i.p.	i.p.
PAH16 1)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
PCB7 2)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C10-C12)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C12-C16)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Olje (C16-C35)	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.

Det mest omfattende gravearbeidet ned mot grunnvannsnivå ble utført i august/september 2019, i arealene nord for Br. 2. Konsentrasjonene har etter dette avtatt jevnt utover høsten/vinteren, med noen enkelte forhøyede verdier våren 2020.

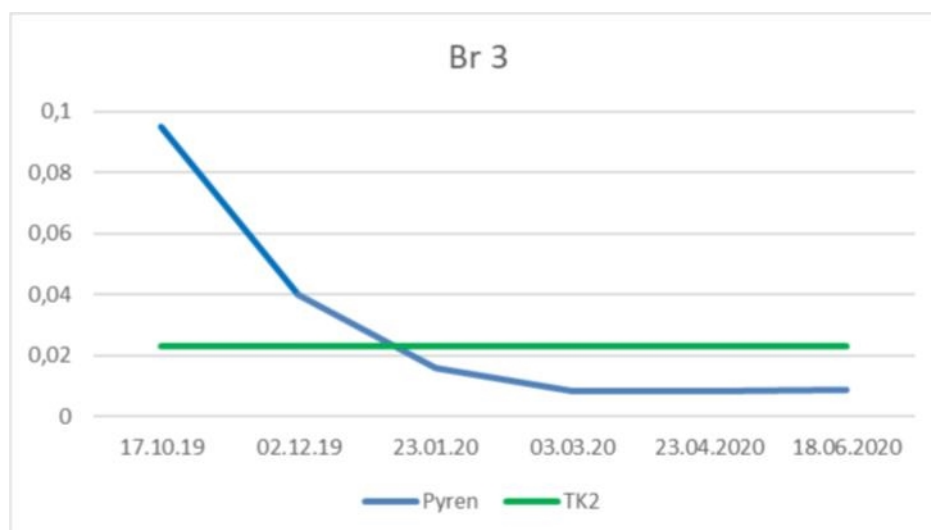
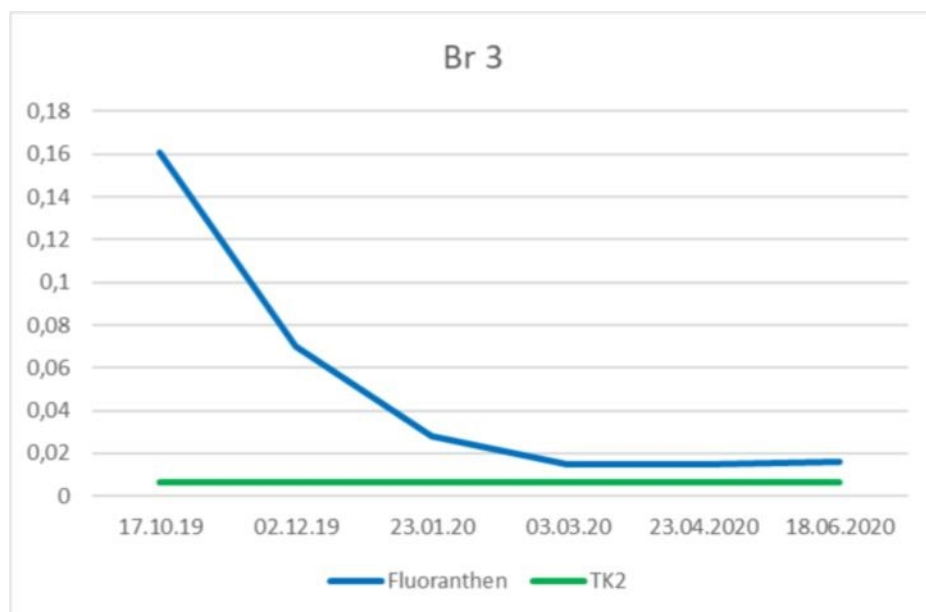
Samlet sett er det fluoranten som foreligger i de høyeste verdiene, i de siste 3 målingene, i Br. 3, og i en måling i Br. 1 (tilsvarende tilstandsklasse 3).

Diagrammene i Figur 7 viser utviklingen i innhold av fluoranten og pyren i Br. 1 og Br. 3, hvor de høyeste konsentrasjonene er registrert.

Som diagrammene viser har det vært en jevn nedgang i konsentrasjonene fram til april, da det plutselig har vært en markant oppgang av både fluoranten og pyren i Br 1. I juni er de aktuelle parameterne registrert på et lavt nivå igjen i denne brønnen.







Figur 7: Diagrammer som viser utviklingen i innhold av fluoranten og pyren i Br. 1 og Br. 3, hvor de høyeste konsentrasjonene er registrert.

## 5.2 Tinnåa og Hedalsvatnet

I mai/juni 2020 ble det satt ut passive prøvetakere (SPMD) i Tinnåa og Hedalsvatnet. Prøvetakerne måler PAH-innholdet i vannfasen over litt tid.

Prøvetakerne ble satt ut 20.05.2020 og tatt opp 18.06.2020. Prøvetakerne har svært lave deteksjonsgrenser, og det er også analysert en «blank»-prøve, som kun er eksponert for luft i samme tidsrom som øvrige prøvetakere ble satt ut i vann, for å kompensere for påvirkning av luftbåren forurensning.

Prøvetakerne ble plassert ved spunten ved Hedalsvatnet, utenfor Br1 og Br2, der det var skjøter/overgang fra spunt til betongpeler, og mulige utstrømningsområder for grunnvann. Pp3 ble plassert innerst i hjørnet ved kranbanene, der det ble observert et lite hull i spunten mot nord. Pp4 ble plassert ved enden av spunten, opp mot Tinnåa. Det ble også plassert en referanseprøve i Tinnåa (oppstrøms jernverkstomta), som ikke skal kunne være påvirket av en ev. grunnvannsutstrømning fra

jernverkstomta. Se Figur 8. Prøvetakerne ble plassert ca. midt i vannsøylen på aktuelt punkt, fra ca. 0,3-1,5 m vanddybde, og ble forankret i kaia eller nærliggende stein/tre.

Ved innhenting var dessverre både Pp1 og Pp3 borte. Det ble derfor tatt ut en vannprøve ved Pp3 isteden. Pp 2 hadde kilt seg fast i kanten inn mot spunten, og var ikke synlig fra overflaten ved opptak. Hele forankringslinen var imidlertid våt i aktuell dybde, og det antas at denne har sittet godt plassert selv om ikke plasseringen kunne verifiseres helt sikkert ved opptak.



Figur 8: Plassering av passive prøvetakere.

Analyseresultatene fra de passive prøvetakerne er sammenlignet med Miljødirektoratets tilstandsklasser for ferskvann, og sammenstilt i Tabell 5. Analyserapporter er lagt ved i vedlegg 2.

Det er påvist PAH'er tilsvarende tilstandsklasse 1 og 2 i vannet. Det bemerkes at enkelte av resultatene i antatte utstrømningsområder for grunnvann ligger på samme, eller lavere nivå enn både referanse- og blankprøve.

Tabell 5: Analyseresultater for passive prøvetakere og prøve fra Heddalsvatnet, sammenstilt med Miljødirektoratets tilstandsklasser for ferskvann.

Prøvenavn/ Element	Enhet	SPMD Pp2	SPMD Pp4	SPMD Ref	SPMD Blank	Pr3 Ferskvann	I Bakgrunn	II God
Naftalen	µg/l	0,00270	0,00290	0,00270	0,00440	0,00450	<0,00066	0,00066-2
Acenaftylene	µg/l	0,00005	0,00004	0,00004	0,00004	0,00100	<0,00001	0,00001-1,3
Acenaften	µg/l	0,00070	0,00065	0,00032	0,00031	0,00400	<0,000034	0,000034-3,8
Fluoren	µg/l	0,00054	0,00040	0,00034	0,00031	0,00060	<0,00019	0,00019-1,5
Fenantren	µg/l	0,00110	0,00081	0,00064	0,00053	0,00110	<0,00025	0,00025-0,51
Antracen	µg/l	0,00004	0,00002	0,00002	0,00002	0,00017	<0,004	0,004-0,1
Fluoranthen	µg/l	0,00061	0,00046	0,00058	0,00008	0,00069	<0,00029	0,00029-0,0063
Pyren	µg/l	0,00032	0,00030	0,00040	0,00008	0,00029	<0,000053	0,000053-0,023
Benzo[a]antracen	µg/l	0,00007	0,00001	0,00003	0,00002	0,00017	<0,000006	0,000006-0,012
Chysen	µg/l	0,00014	0,00003	0,00017	0,00002	0,00017	<0,000056	0,000056-0,07
Benzo[b]fluoranten	µg/l	0,00010	0,00002	0,00007	0,00002	0,00017	<0,000017	0,000017-0,017
Benzo[k]fluoranten	µg/l	0,00002	0,00001	0,00001	0,00002	0,00017	<0,000017	0,000017-0,017
Benzo(a)pyren	µg/l	0,00004	0,00001	0,00001	0,00002	0,00016	<0,000005	0,000005-0,00017
Indeno[123cd]pyren	µg/l	0,00010	0,00002	0,00001	0,00002	0,00017	<0,000017	0,000017-0,0027
Dibenzo[ah]antracen	µg/l	0,00002	0,00002	0,00001	0,00002	0,00017	<0,000001	0,000001-0,0006
Benzo[ghi]perylene	µg/l	0,00026	0,00001	0,00001	0,00002	0,00017	<0,000011	0,000011-0,00082

## 6 Utlekkingstest

For å ytterligere klarlegge utlekkingspotensialet i de PAH-forurensede massene ble det i forbindelse med prøvetaking for infrastrukturarbeidene tatt ut en jordprøve for utførelse av utlekkingstest/ kolonnetest (prøve P148, 1-2m). En kolonnetest simulerer utlekking fra prøven over tid i laboratorium, ved at vann injiseres og sirkuleres til det er oppnådd en likevekt mellom vann og fast stoff. Deretter analyseres forurensningskonsentrasjonene i eluatet. Selv om en kolonnetest er det nærmeste man kommer naturlige forhold i lab-skala, er prøvematerialet i stor grad forstyrret og omrørt i forbindelse med prøvetaking/håndtering, noe som kan forventes å gi høyere utlekking enn under naturlige forhold.

Prøven ble først analysert for totalinnhold av PAH. Totalinnholdet av PAH i prøven lå på 191 mg/kg PAH. Analysene fra eluatet viste at innholdet av PAH stort sett lå under deteksjonsgrensen på 0,018 µg/l. På grunn av begrenset mengde eluat var deteksjonsgrensen for analysene noe høy.

De fleste komponentene ligger allikevel tett ned mot grenseverdier for god miljøkvalitet i eluatet. For bensoapyren og dibenso(ah)antracen, som har de laveste grenseverdiene for god miljøkvalitet, er spriket mellom deteksjonsgrense og grense for god miljøtilstand på 30-100 ganger.

Tabell 6: Analyseresultater for totalinnhold i jordprøve P148 (1-2 m), sammenstilt med Miljødirektoratets tilstandsklasser for jord.

Element/Prøvenavn	Enhet	P148 (1-2)	1 Meget god	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig	Farlig avfall
Tørrestoff	%		Grenseverdier					
ΣPAH16	mg/kg TS	191	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500	>2500
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	12,3	< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5 -15	15-100	>100

Tabell 7: Analyseresultater for eluat fra kolonnetesten fra P148 (1-2 m), sammenstilt med Miljødirektoratets tilstandsklasser for ferskvann. Grenseverdien for god tilstand ligger lavere enn deteksjonsgrensen for analysen for flere av parameterne.

Prøvenavn/ Element	Enhet	Kolonnetest	I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Naftalen	µg/l	0,145	<0,00066	0,00066-2	2-130	130-650	>650
Acenaftylene	µg/l	<0,018	<0,00001	0,00001-1,3	1,3-33	33-330	>330
Acenaften	µg/l	<0,018	<0,000034	0,000034-3,8	3,8-3,8	3,8-382	>382
Fluoren	µg/l	<0,018	<0,00019	0,00019-1,5	1,5-34	34-339	>339
Fenantren	µg/l	<0,02	<0,00025	0,00025-0,51	0,51-6,7	6,7-67	>67
Antracen	µg/l	<0,018	<0,004	0,004-0,1	0,1-0,1	0,1-1	>1
Fluoranthen	µg/l	<0,018	<0,00029	0,00029-0,0063	0,0063-0,12	0,12-0,6	>0,6
Pyren	µg/l	<0,018	<0,000053	0,000053-0,023	0,023-0,023	0,023-0,23	>0,23
Benzo[a]antracen	µg/l	<0,018	<0,000006	0,000006-0,012	0,012-0,018	0,018-1,8	>1,8
Chrysen	µg/l	<0,018	<0,000056	0,000056-0,07	0,07-0,07	0,07-0,7	>0,7
Benzo[b]fluoranten	µg/l	<0,018	<0,000017	0,000017-0,017	0,017-0,017	0,017-1,28	>1,28
Benzo[k]fluoranten	µg/l	<0,018	<0,000017	0,000017-0,017	0,017-0,017	0,017-0,93	>0,93
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,018	<0,000005	0,000005-0,00017	0,00017-0,27	0,27-1,54	>1,54
Indeno[123cd]pyren	µg/l	<0,018	<0,000017	0,000017-0,0027	0,0027-0,0027	0,0027-0,1	>0,1
Dibenzo[ah]antracen	µg/l	<0,018	<0,000001	0,000001-0,00061	0,00061-0,014	0,014-0,14	>0,14
Benzo[ghi]perylene	µg/l	<0,018	<0,000011	0,000011-0,0082	0,0082-0,0082	0,0082-0,14	>0,14

## 7 Miljømål

Miljømålene fra tidligere arbeider på jernverkstomta opprettholdes:

- Forurensning i grunnen skal ikke medføre helseisiko for brukere av området, verken under gravearbeider eller i ettertid
- Forurensninger skal ikke spres i uakseptabel grad til resipienten Heddalsvatnet slik at
  - dette medfører helsefare ved inntak av fisk fra Heddalsvatnet
  - dette er til hinder for å oppnå miljømål i vannforskriften om god kjemisk og økologisk tilstand

## 8 Risikovurdering

Risikovurdering for å avklare om det er helsemessig forsvarlig å la registrert forurensning bli liggende igjen på lokaliteten er utført iht. Miljødirektoratets veileder TA-1629/99 [4]. Vurderingene er basert på helsemessige stedsspesifikke akseptkriterier, som er beregnet med hjelp av beregningsverktøyet som hører til TA-1629/99. I tillegg er NGIs reviderte beregningsverktøy benyttet til sammenligninger mot TA-1629/99 [10]. Dette foreligger foreløpig ikke i endelig versjon.

Beregningsverktøyet forutsetter human eksponering for forurensning via "standard" definerte eksponeringsveier: via munn, hud, støv, gass, eller konsum av forurenset grunnvann (drikkevann), grønnsaker eller fisk som kan ha tatt opp forurensning. Relevante eksponeringstider og stedsspesifikke data for transport og reaksjonsmekanismer settes inn i beregningsverktøyet, som så beregner akseptkriterier for hva som kan aksepteres av gjennliggende forurensning utfra helsemessige betraktninger.

Verktøyet beregner også konsentrasjoner i poreluft, grunnvann og resipient, som kan brukes videre i spredningsvurderinger. For spredningsvurderingene er også NGIs utkast til ny spredningsveileder/ beregningsmodell benyttet til sammenligninger mot TA-1629/99 [10]. Beregningene er sammenlignet

med data fra overvåkingen, men det er de reelle målingene fra overvåkingen som er tillagt mest vekt ved vurdering av spredning.

## 8.1 Helsebasert risikovurdering

### 8.1.1 Beregninger

Det skal etableres parkarealer, med gressplener, benker, grusbaner for ballspill, skulpturer etc. Ringledningen skal etableres helt i grensen av parkområdet, ca. 1 m under terreng. Det er derfor beregnet helsemessige akseptkriterier for utendørsarealer. Iht. Miljødirektoratets generelle retningslinjer skal forurensningsnivået på parkarealer ikke overstige tilstandsklasse 2 i øvre m. Arealene er tenkt opparbeidet slik at dette kriterium blir oppfylt. Ved slik opparbeiding blir inntak via munn, hud og støv svært begrenset, da tildekking effektivt begrenser oral eksponering, innånding av støv og hudkontakt. Eksponering via drikkevann og grønnsaker er irrelevant for parkarealene. Det er lagt til grunn at lokalt fanget fisk utgjør 20% av totalt inntak. Totalt inntak tilsvarer 1 kg/fisk pr uke hele livet. 20 % av dette tilsvarer en middag med lokalt fanget fisk per uke.

Eksponeringsveier/tider og akseptkriterier er gitt i Tabell 8. For jordspesifikke parametere er modellens standardverdier (for sandig/grusig jord) benyttet. Se Tabell 9.

Som sees av tabellene blir akseptkriteriene (blå kolonne) svært høye med slike forutsetninger, og ligger betydelig over maksimal målt konsentrasjon i massene på eiendommen (gul kolonne).

Tabell 8: Eksponeringsveier/tider og akseptkriterier for parkareal med tildekking, fra beregningsverktøyet tilhørende veileder TA-1629/99

Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Eksponeeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Eksponeeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	0 0	UAKTUELL	Dypereliggende lag
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som	100 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med drikkevannseksponering
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med eksponering fra lokalt dyrkede grønnsaker
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	20 %		1 lokalt fiskemåltid pr uke hele livet

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1											TRINN 2										
	Antall prøver	Max C <sub>s, max</sub> (mg/kg)	Middel C <sub>s, middel</sub> (mg/kg)	Norm-verdi jord (mg/kg)	C <sub>s, max</sub> over-skrider norm-verdi	Helseisiko		Beregnet kons. fra max jordkons.					Beregnet kons. fra middel jordkons.												
						C <sub>ne</sub> aktuell arealbruk (mg/kg)	C <sub>s, max</sub> over-skrider C <sub>ne</sub>	Grunnvann C <sub>gw, max</sub> (mg/l)	Resipi-ent C <sub>sw, max</sub> (mg/l)	Innen-dørsluft C <sub>ia, max</sub> (mg/l)	Grønn-saker C <sub>g, max</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, max</sub> (mg/l)	Grunnvann C <sub>gw, mid</sub> (mg/l)	Resipi-ent C <sub>sw, mid</sub> (mg/l)	Innen-dørsluft C <sub>ia, mid</sub> (mg/l)	Grønn-saker C <sub>g, mid</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, mid</sub> (mg/l)								
PAH totalt	42	1700	112,80	2	84900 %	23993,19	-93 %	4E-02	6E-07	2E-06	2E+02	2E-02	3E-03	3E-03	4E-08	1E-07	1E+01	1E-03							
Naftalen	41	27	2,08	0,8	3275 %	869926,3	-100 %	4E-01	6E-06	1E-05	2E+01	1E-03	3E-02	4E-07	9E-07	2E+00	1E-04								
Acenafalen	41	1,8	0,12	0,8	125 %	738036,4	-100 %	9E-03	1E-07	7E-07	1E+00	1E-04	6E-04	9E-09	5E-08	8E-02	7E-06								
Acenaften	41	51	2,88	0,8	6275 %	846829,5	-100 %	2E-01	3E-06	6E-06	3E+01	3E-03	1E-02	2E-07	4E-07	2E+00	1E-04								
Fenantren	41	250	16,90	0,8	31150 %	2277898	-100 %	2E-01	3E-06	8E-07	7E+01	5E-03	1E-02	2E-07	5E-08	5E+00	3E-04								
Antracen	41	78	5,19	0,8	9650 %	2803393	-100 %	6E-02	8E-07	1E-07	2E+01	1E-03	4E-03	6E-08	9E-09	1E+00	8E-05								
Fluoren	40	48	2,66	0,8	5900 %	719403,5	-100 %	1E-01	2E-06	2E-06	2E+01	3E-03	7E-03	1E-07	1E-07	1E+00	2E-04								
Fluoranten	41	280	19,27	1	27900 %	662057,5	-100 %	3E-02	4E-07	1E-07	3E+01	6E-03	2E-03	3E-08	9E-09	2E+00	4E-04								
Pyrene	41	200	14,61	1	19900 %	777814,1	-100 %	4E-02	6E-07	8E-09	4E+01	8E-03	3E-03	5E-08	6E-10	3E+00	6E-04								
Benzo(a)antracen	41	82	6,15	0,03	273233 %	83770,63	-100 %	2E-03	3E-08	9E-12	4E+00	5E-04	2E-04	2E-09	7E-13	3E-01	4E-05								
Krysen	41	120	8,61	0,03	399900 %	382906,6	-100 %	3E-03	5E-08	4E-11	1E+01	2E-03	2E-04	4E-09	3E-12	7E-01	1E-04								
Benzo(b)fluoranten	41	140	8,75	0,01	1399900 %	10306,48	-99 %	1E-02	1E-07	7E-11	3E+01	7E-03	6E-04	9E-09	4E-12	2E+00	4E-04								
Benzo(k)fluoranten	41	130	8,42	0,09	144344 %	81863,52	-100 %	1E-03	2E-08	8E-12	6E+00	8E-04	7E-05	1E-09	5E-13	4E-01	5E-05								
Benzo(a)pyren	42	130	8,92	0,1	129900 %	2399,319	-95 %	3E-03	4E-08	3E-10	2E+01	1E-03	2E-04	3E-09	2E-11	1E+00	8E-05								
Indeno(1,2,3-cd)pyren	41	44	3,45	0,05	87900 %	49327,89	-100 %	6E-04	9E-09	2E-12	1E+01	5E-04	5E-05	7E-10	1E-13	1E+00	4E-05								
Dibenzo(a,h)antracen	41	22	1,58	0,05	43900 %	6502,66	-100 %	2E-04	3E-09	2E-11	7E+00	2E-04	2E-05	2E-10	2E-12	5E-01	1E-05								
Benzo(g,h,i)perylene	41	58	4,49	0,1	57900 %	7987738	-100 %	3E-04	5E-09	3E-12	2E+00	2E-04	3E-05	4E-10	3E-13	2E-01	2E-05								

Tabell 9: Jordspesifikke parametere benyttet ved beregningene, fra beregningsverktøyet tilhørende veileder TA-1629/99

Parametre	Symbol	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
<b>Jordspesifikke data</b>					
Vanninnhold i jord	θ <sub>w</sub>	0,2	0,2	l vann/l jord	
Luftinnhold i jord	θ <sub>a</sub>	0,2	0,2	l luft/l jord	
Jordas tetthet	ρ <sub>s</sub>	1,7	1,7	kg/l jord	
Fraksjon organisk karbon i jord	f <sub>oc</sub>	1 %	1 %		
Jorda porøsitet	ε	40 %	40 %		
<b>Parametre brukt til beregning av konsentrasjon i innedørsluft</b>					
Innvendig volum av huset	V <sub>hus</sub>	240	240	m <sup>3</sup>	
Areal under huset	A	100	100	m <sup>2</sup>	
Utskiftingshastighet for luft i huset	I	12	12	d <sup>-1</sup>	
Innlekkingshastighet av poreluft	L	2,4	2,4	m <sup>3</sup> /d	
Dybde fra kjellergulv til forurensning	Z	0,35	1	m	1 m overdekning (emmen egentlig ingen kjellere)
Diffusiviteten i ren luft	D <sub>o</sub>	0,7	0,7	m <sup>2</sup> /d	
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i grunnvann</b>					
Jordas hydraulisk konduktivitet	k	0,00001 315,36	0,001 31536	m/s m/år	Standardverdi for sandig grusig masse
Avstand til brønn	X	0	0	m	
Lengden av det forurensende området i grunnvannsstrømmens retning	L <sub>gw</sub>	50	300	m	Målt på kart
Infiltrasjons faktor	IF	0,141	0,141	år/m	
Gjennomsnittlig årlig nedbørmengde	P	730	690	mm/år	e-klima normal
Infiltrasjonshastigheten	I	0,1	0,067	m/år	Beregnet (IF • P <sup>2</sup> )
Hydraulisk gradient	i	0,03	0,00072	m/m	9 cm på 125 m 816.31 i Br 1, 16,4 i Br 4
Tykkelsen av akviferen	d <sub>a</sub>	5	5	m	
Tykkelsen av blandingssonen i akviferen	d <sub>mix</sub>	5	5	m	Beregnet (ligning (10) i SFT 99:01a)
<b>Data brukt til beregning av konsentrasjon i overflatevann</b>					
Vannføring i overflatevann	Q <sub>sw</sub>	500000	1,42E+09	m <sup>3</sup> /år	Minstevannføring i Tinnelva er 45 m <sup>3</sup> /s
Bredden av det forurensende området vinkelrett på retningen av grunnvannsstrømmen	L <sub>sw</sub>	7,34	180	m	Målt på kart
Beregnet hastighet på grunnvannstrømning	Q <sub>di</sub>	347,21136	20435,33	m <sup>3</sup> /år	Beregnet (k • i • d <sub>mix</sub> • L <sub>sw</sub> )

For å synliggjøre sikkerhetsmarginene er det også beregnet akseptkriterier dersom det ikke benyttes noen form for tildekking på området. Det er lagt til grunn en eksponering på ca. halvparten av modellens standardverdi, da arealene fortrinnsvis forventes benyttet i sommerhalvåret. Med slike forutsetninger blir akseptkriteriene for ΣPAH 114 mg/kg, og for bensoapyren 11,4 mg/kg. Det vil si at selv uten noen form for tildekking ligger gjennomsnittsverdiene for alle PAHer og benzo(a)pyren under

de aktuelle akseptkriteriene Det er kun for sum PAH, benso(a)pyren, og dibenzo(a,h)antracen at maksimalverdiene overstiger akseptkriteriene. Ingen av de målte verdiene i øvre meter overstiger akseptkriteriene.

Tabell 10: Eksponeringsveier/tider og akseptkriterier for parkareal uten tildekking, fra beregningsverktøyet tilhørende veileder TA-1629/99

Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365	180 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365	180 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80	40 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45	23 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid utendørs (barn)	365	180 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid utendørs (voksne)	365	180 dager/år	4 timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid innendørs (barn)	365	220	UAKTUELL	Gjelder kun utearealer
Oppholdstid innendørs (voksne)	365	220	UAKTUELL	Gjelder kun utearealer
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som	100 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med drikkevannseksponering
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med eksponering fra lokalt dyrkede grønnsaker
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	20 %		1 lokalt fiskemåltid pr uke hele livet

Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1														TRINN 2									
	Antall prøver	Max	Middel	Norm-verdi jord (mg/kg)	C <sub>s, max</sub> over-skrider norm-verdi	Helseisiko		Beregnet kons. fra max jordkons.					Beregnet kons. fra middel jordkons.														
						C <sub>he</sub> arealbruk (mg/kg)	C <sub>s, max</sub> over-skrider C <sub>he</sub>	Grunn-vann C <sub>gw, max</sub> (mg/l)	Resipi-ent C <sub>sw, max</sub> (mg/l)	Innen-dørsluft C <sub>ia, max</sub> (mg/l)	Grønn-saker C <sub>g, max</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, max</sub> (mg/l)	Grunn-vann C <sub>gw, mid</sub> (mg/l)	Resipi-ent C <sub>sw, mid</sub> (mg/l)	Innen-dørsluft C <sub>ia, mid</sub> (mg/l)	Grønn-saker C <sub>g, mid</sub> (mg/kg)	Fisk C <sub>f, mid</sub> (mg/l)										
PAH totalt	42	1700	112,80	2	84900 %	114,3277	1387 %	4E-02	6E-07	2E-06	2E+02	2E-02	3E-03	4E-08	1E-07	1E+01	1E-03										
Naftalen	41	27	2,08	0,8	3275 %	12994,14	-100 %	4E-01	6E-06	1E-05	2E+01	1E-03	3E-02	4E-07	9E-07	2E+00	1E-04										
Acenafalen	41	1,8	0,12	0,8	125 %	11560,06	-100 %	9E-03	1E-07	7E-07	1E+00	1E-04	6E-04	9E-09	5E-08	8E-02	7E-06										
Acenafaten	41	51	2,88	0,8	6275 %	11243,67	-100 %	2E-01	3E-06	6E-06	3E+01	3E-03	1E-02	2E-07	4E-07	2E+00	1E-04										
Fenantren	41	250	16,90	0,8	31150 %	11683,77	-98 %	2E-01	3E-06	8E-07	7E+01	5E-03	1E-02	2E-07	5E-08	5E+00	3E-04										
Antracen	41	78	5,19	0,8	9650 %	11348,84	-99 %	6E-02	8E-07	1E-07	2E+01	1E-03	4E-03	6E-08	9E-09	1E+00	8E-05										
Fluoren	40	48	2,66	0,8	5900 %	11217,29	-100 %	1E-01	2E-06	2E-06	2E+01	3E-03	7E-03	1E-07	1E-07	1E+00	2E-04										
Fluoranten	41	280	19,27	1	27900 %	1776,023	-84 %	3E-02	4E-07	1E-07	3E+01	6E-03	2E-03	3E-08	9E-09	2E+00	4E-04										
Pyrene	41	200	14,61	1	19900 %	8453,344	-98 %	4E-02	6E-07	8E-09	4E+01	8E-03	3E-03	5E-08	6E-10	3E+00	6E-04										
Benzo(a)antracen	41	82	6,15	0,03	273233 %	344,5365	-76 %	2E-03	3E-08	9E-12	4E+00	5E-04	2E-04	2E-09	7E-13	3E-01	4E-05										
Krysen	41	120	8,61	0,03	399900 %	327,2125	-63 %	3E-03	5E-08	4E-11	1E+01	2E-03	2E-04	4E-09	3E-12	7E-01	1E-04										
Benzo(b)fluoranten	41	140	8,75	0,01	1399900 %	151,2866	-7 %	1E-02	1E-07	7E-11	3E+01	7E-03	6E-04	9E-09	4E-12	2E+00	4E-04										
Benzo(k)fluoranten	41	130	8,42	0,09	144344 %	189,6345	-31 %	1E-03	2E-08	8E-12	6E+00	8E-04	7E-05	1E-09	5E-13	4E-01	5E-05										
Benso(a)pyren	42	130	8,92	0,1	129900 %	11,43277	1037 %	3E-03	4E-08	3E-10	2E+01	1E-03	2E-04	3E-09	2E-11	1E+00	8E-05										
Indeno(1,2,3-cd)pyren	41	44	3,45	0,05	87900 %	109,4216	-60 %	6E-04	9E-09	2E-12	1E+01	5E-04	5E-05	7E-10	1E-13	1E+00	4E-05										
Dibenzo(a,h)antracen	41	22	1,58	0,05	43900 %	5,983236	268 %	2E-04	3E-09	2E-11	7E+00	2E-04	2E-05	2E-10	2E-12	5E-01	1E-05										
Benzo(g,h,i)perylene	41	58	4,49	0,1	57900 %	8798,303	-99 %	3E-04	5E-09	3E-12	2E+00	2E-04	3E-05	4E-10	3E-13	2E-01	2E-05										

Miljødirektoratets veileder TA-1629/99 kom ut i 1999, og det tilhørende beregningsverktøyet er revidert og oppdatert flere ganger, senest i 2013 [4]. I 2018-2019 ble hele beregningsverktøyet gjennomgått av NGL, oppdatert med nye/bedre stoffdata, og noe revidert mht. beregningsmetodikk. Beregningsverktøyet var på høring sommeren 2020, og foreligger foreløpig ikke i endelig versjon [10]. Det er allikevel utført beregningseksempler med den nye modellen for å sammenligne dataene. Modellen er relativt lik den gamle i oppbyggingen, men en av endringene i modellen er at den kan «kalibreres» med bla. grunnvannsdata dersom dette foreligger. Modellen gir heller ingen direkte akseptkriterier, men viser om aktuell eksponering fører til overskridelser av det som regnes som «maksimalt tolerabelt daglig inntak», både for barn og voksne. Modellen illustrerer også hvilke eksponeringsveier som har størst påvirkning på eksponeringen.

I eksempelberegningene er det benyttet samme eksponeringsveier som med det gamle verktøyet. Grunnvannsdata fra overvåkingen 2019/2020 er lagt inn i modellen. Der konsentrasjonene er lavere enn analysens deteksjonsgrense er denne benyttet, slik at de benyttede konsentrasjonene er noe høyere enn de reelle. Dette gir en konservativ betraktning. Se Tabell 11, og Figur 9.

Tabell 11: Eksponeringsveier/tider og oversikt over overskridelser av MTDI (maksimalt daglig tolerabelt inntak) for parkareal uten tildekking, fra beregningsverktøyet tilhørende NGLs utkast til ny veileder

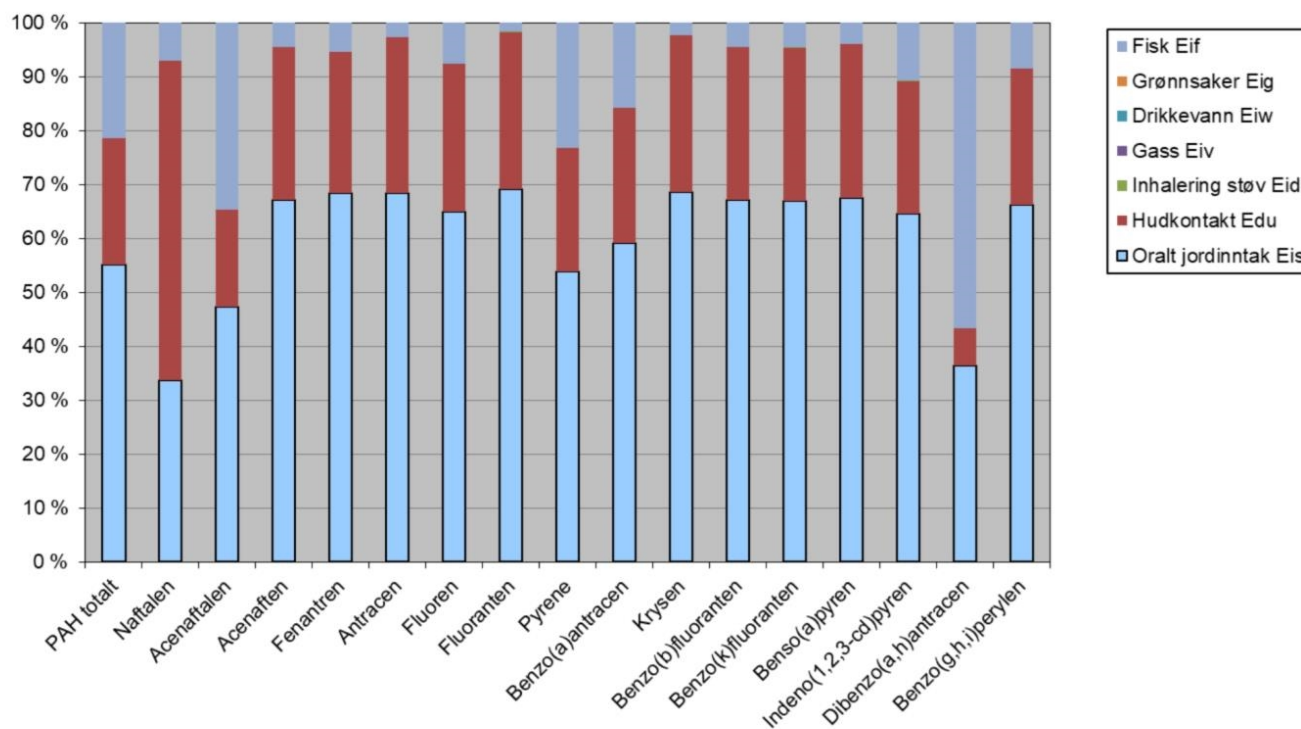
Parametre	Standard verdi	Anvendt verdi	Enhet	Begrunnelse (Gule celler må fylles)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (barn)	365 8	180 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for oralt inntak av jord (voksne)	365 8	180 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (barn)	80 8	40 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Eksponeringstid for hudkontakt med jord (voksne)	45 8	23 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid utendørs (barn)	365 24	180 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid utendørs (voksne)	365 24	180 4	dager/år timer/dag	Arealene benyttes fortrinnsvis i sommerhalvåret (0,5 *standardverdi)
Oppholdstid innendørs (barn)	365 24	365 0	UAKTUELL	Gjelder kun utearealer
Oppholdstid innendørs (voksne)	365 24	365 0	UAKTUELL	Gjelder kun utearealer
Fraksjon av grunnvann fra lokaliteten brukt som drikkevann	100 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med drikkevannseksponering
Fraksjon av inntak av grønnsaker dyrket på lokaliteten	30 %	0 %	UAKTUELL	Ikke aktuelt med eksponering fra lokalt dyrkede grønnsaker
Fraksjon av inntak av fisk fra nærliggende resipient	100 %	20 %		1 lokalt fiskemåltid pr uke hele livet

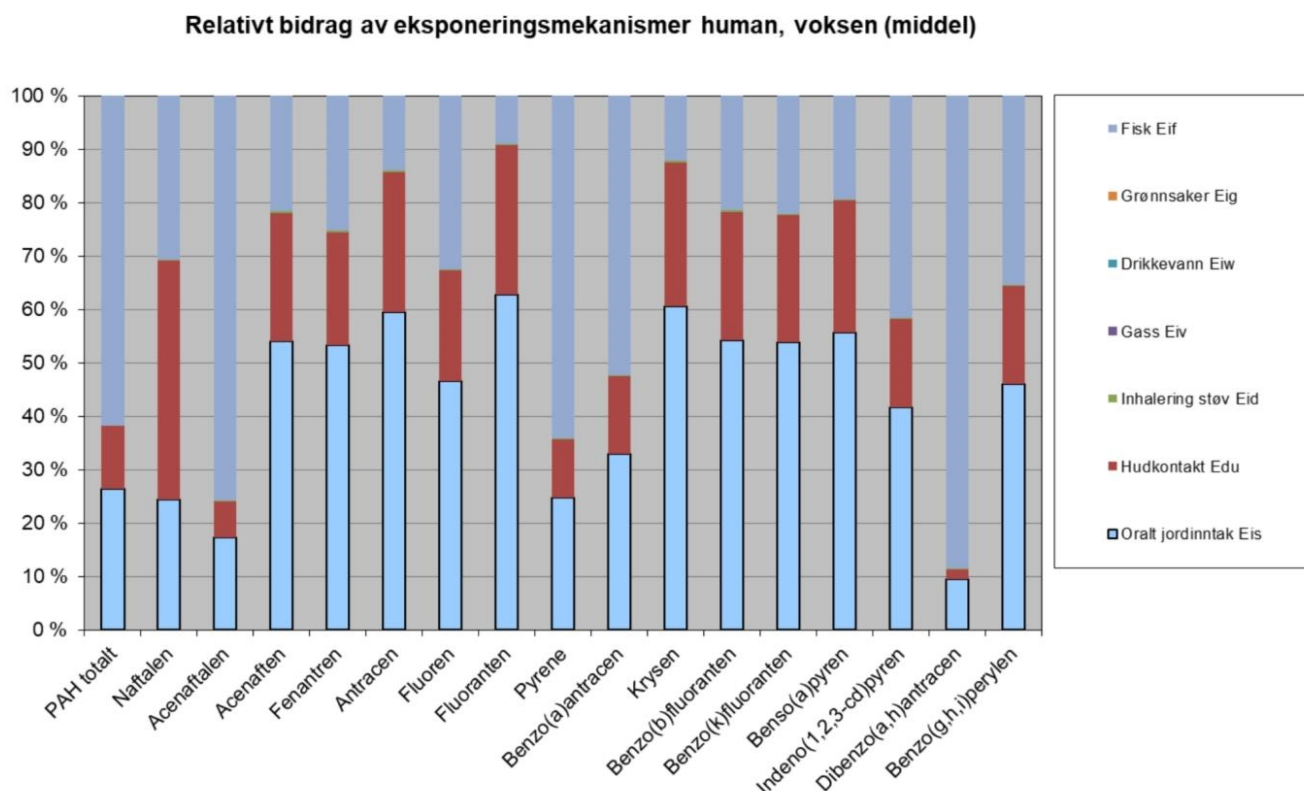
Stoff	Målt jordkonsentrasjon			TRINN 1	
	Antall prøver	Max	Middel	Norm- verdi jord (mg/ kg)	C <sub>s, max</sub> overskrider normverdi
		C <sub>s, max</sub> (mg/kg)	C <sub>s, middel</sub> (mg/kg)		
PAH totalt	42	1700	112,8016667	2	84900 %
Naftalen	38	27	2,247578947	0,8	3275 %
Acenaftalen	37	1,8	0,135216216	0,8	125 %
Acenaften	36	51	3,275638889	0,8	6275 %
Fenantren	41	250	16,8975122	0,8	31150 %
Antracen	40	78	5,31655	0,8	9650 %
Fluoren	37	48	2,87872973	0,8	5900 %
Fluoranten	41	280	19,26536585	1	27900 %
Pyrene	41	200	14,61160976	1	19900 %
Benzo(a)antracen	41	82	6,15495122	0,03	273233 %
Krysen	41	120	8,61	0,03	399900 %
Benzo(b)fluoranten	41	140	8,753292683	0,01	1399900 %
Benzo(k)fluoranten	41	130	8,423634146	0,09	144344 %
Benso(a)pyren	42	130	8,918619048	0,1	129900 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	41	44	3,44595122	0,05	87900 %
Dibenzo(a,h)antracen	40	22	1,615275	0,05	43900 %
Benzo(g,h,i)perylen	41	58	4,489439024	0,1	57900 %



Stoff	TRINN 2					
	Helseisiko Barn		Helseisiko Voksen		Livstids Helseisiko	
	Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)	Overskridelse MTDI (maks)	Overskridelse MTDI (middel)
PAH totalt						
Naftalen	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Acenaftalen	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Acenaften	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Fenantren	-98 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Antracen	-99 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Fluoren	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Fluoranten	-98 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Pyrene	-100 %	-100 %	-100 %	-100 %		
Benzo(a)antracen	-94 %	-99 %	-100 %	-100 %	-79 %	-98 %
Krysen	-99 %	-100 %	-100 %	-100 %	-97 %	-100 %
Benzo(b)fluoranten	-90 %	-99 %	-99 %	-100 %	-66 %	-98 %
Benzo(k)fluoranten	-91 %	-99 %	-99 %	-100 %	-68 %	-98 %
Benzo(a)pyren	-8 %	-93 %	-93 %	-99 %	635 %	-44 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	-97 %	-100 %	-100 %	-100 %	-89 %	-99 %
Dibenzo(a,h)antracen	-86 %	-98 %	-98 %	-99 %	-41 %	-84 %
Benzo(g,h,i)perylene	-99 %	-100 %	-100 %	-100 %		

Relativt bidrag av eksponeringsmekanismer human, barn (middel)





Figur 9: Diagrammer som viser relativt bidrag av eksponeringsmekanismer, for barn og voksne.

## 8.1.2 Vurderinger

Som figurene viser så er det eksponering i form av oralt inntak av jord som er den dominerende eksponeringsveien for barn. Dette er dominerende eksponeringsvei også for voksne, men for voksne har også inntak av fisk stor betydning for enkelte av PAH-komponentene.

Som tabellene viser, vil det ikke foreligge overskridelser for MTDI hverken for barn eller voksne med antatt eksponering uten tildekking. Det er derimot fare for en overskridelse av MTDI i et livstidsperspektiv, dersom eksponering av maksimumsverdier legges til grunn. Dersom middelverdier legges til grunn (hvilket er konservativt dersom det tas i betraktning at arealene faktisk skal dekkes til) foreligger det ikke fare for overskridelser av MTDI hverken på kort eller lang sikt. Det bemerkes også at det på store deler av arealene ved park 2-3 foreligger betongdekker på 1,5-2 m under terreng, som er en ekstra sikkerhetsbarriere mot uønsket eksponering.

Samlet sett vurderes det derfor som helsemessig forsvarlig å la registrert forurensning bli liggende, og med god sikkerhetsmargin, så lenge forurensningsgraden i øvre m tilfredsstillende myndighetenes generelle akseptkriterier (tilsvarende tilstandsklasse 2 eller bedre). Tiltak for å unngå eksponering i forbindelse med gravearbeider er gitt i kap. 10. Miljømålet knyttet til human helse vurderes derfor som oppnådd.

## 8.2 Spredningsbasert risikovurdering

Generelt vil fare for spredning av forurensning fra jord til miljøet rundt være knyttet til spredning via grunnvann eller i forbindelse med terrenginngrep/anleggsarbeider. Andre potensielle spredningsveier kan være via planter og mikroorganismer eller ras og erosjon. Det er etablert spunt langs hele fronten mot Heddalsvatnet, og løpet langs Tinnåa er plastret med grov stein. Ras, erosjon og partikkelspredning vurderes derfor som lite aktuelle i dette tilfelle.

Spredning av forurensning knyttet til anleggsarbeider foregår ved graving og uforsvarlig håndtering av oppgravde masser i forbindelse med mellomagring, transport og disponering, eller ved utslipp av forurenset vann fra byggegropp. Føringer for å unngå slik spredning via massehåndtering er gitt i kapittel 10. Tiltaket som planlegges nå vil ikke føre til at det etableres noen direkte byggegropper med vann, og utslipp via vann i byggegropp er derfor ikke nærmere vurdert.

### 8.2.1 Beregninger

I forbindelse med NGIs revisjon av beregningsverktøyet til TA 1629/99 er det utarbeidet en helt ny beregningsmodul som beregner og kvantifiserer spredning basert på jordkonsentrasjoner, men også på bakgrunn av målte porevanns- grunnvanns- og resipientmålinger dersom det foreligger. Beregningsverktøyet var på høring sommeren 2020, og foreligger foreløpig ikke i endelig versjon. Det er allikevel utført beregningseksempler med det nye verktøyet for å sammenligne mot målte data.

Ved vurdering av spredning er det hensiktsmessig å se på hele jernverkstomta samlet, men ved spredningsberegningene er kun analysedata fra jordprøvene for det aktuelle parkarealet benyttet. Dette er mest på grunn av praktiske årsaker, da GrunnTeknikk ikke har tilgang til de aktuelle dataene digitalt. Det gir færre jordprøver, men maks.- og gjennomsnittskonsentrasjoner av alle prøver blir noe høyere enn det hadde vært dersom alle prøveresultatene på jernverkstomta ble lagt til grunn. Det blir derfor en mer konservativ betraktning. For grunnvannet er analysedata fra alle grunnvannsbrønnene lagt til grunn. Størrelsen på det forurensete arealet (en av input-dataene i modellen) er oppgitt til hele jernverkstomta. I tillegg er resipientprøvene fra overvåkingen lagt inn. Se stedsspesifikke data i Tabell 13.

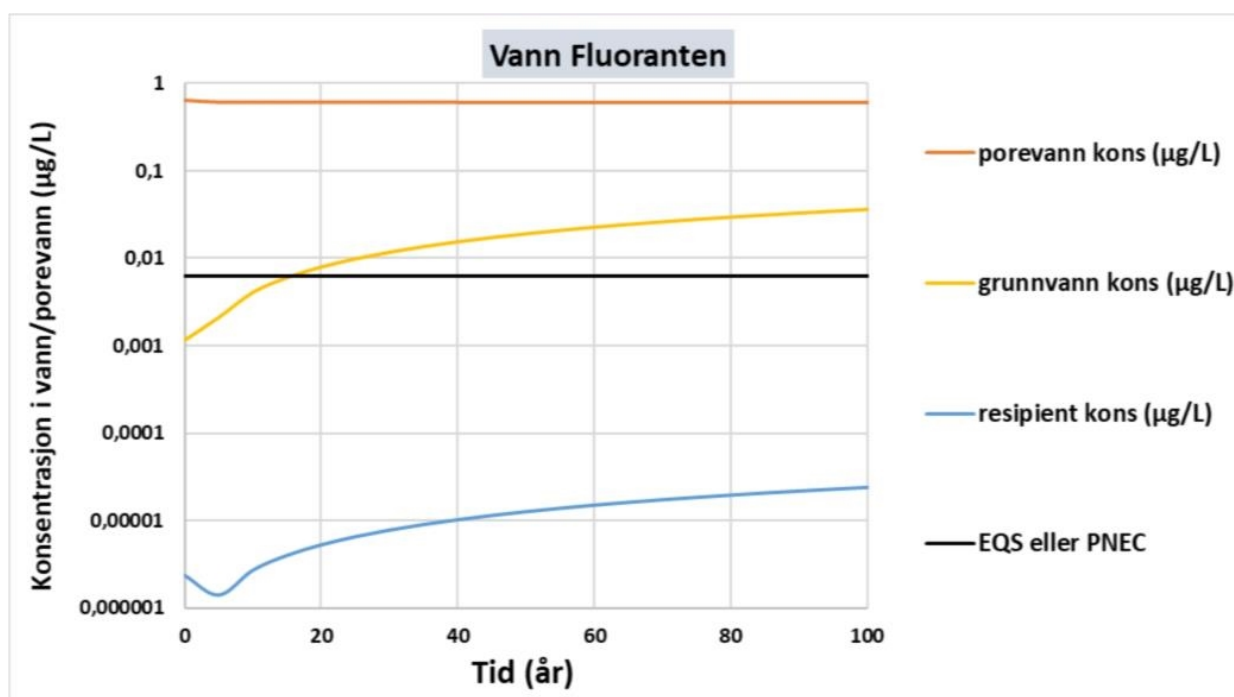
Det bemerkes at modellen i utgangspunkt legger opp til stor grad av kolloidal partikkelspredning. Denne forutsetningen er ikke endret.

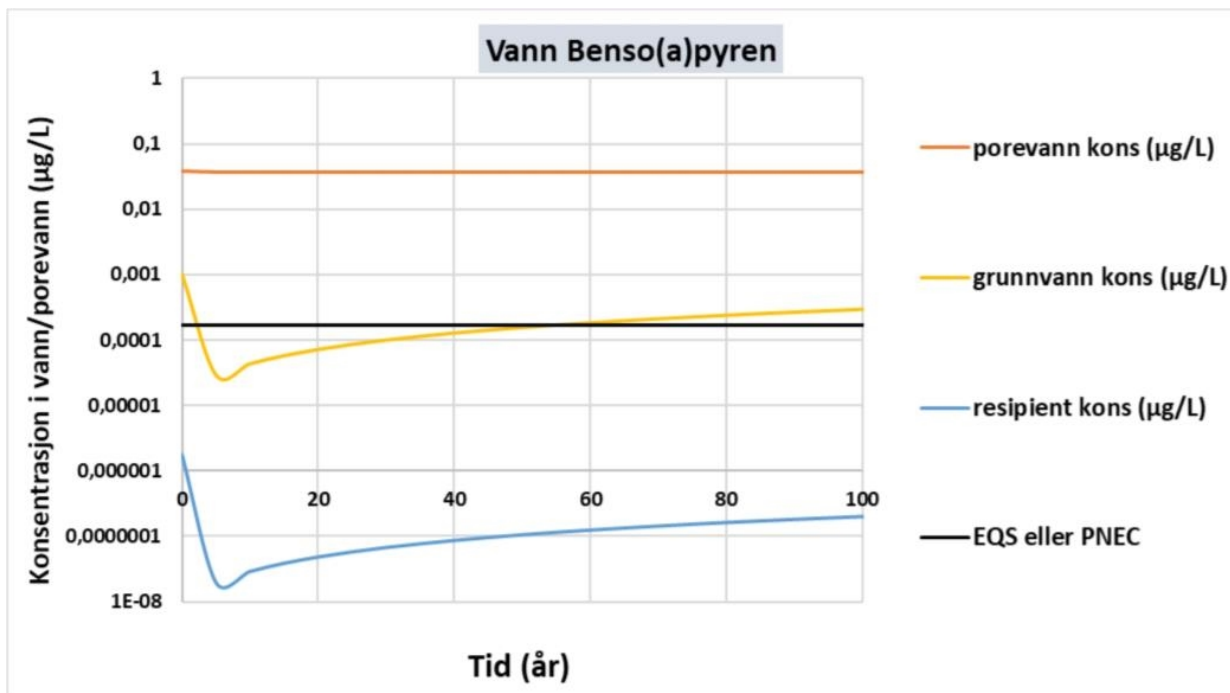
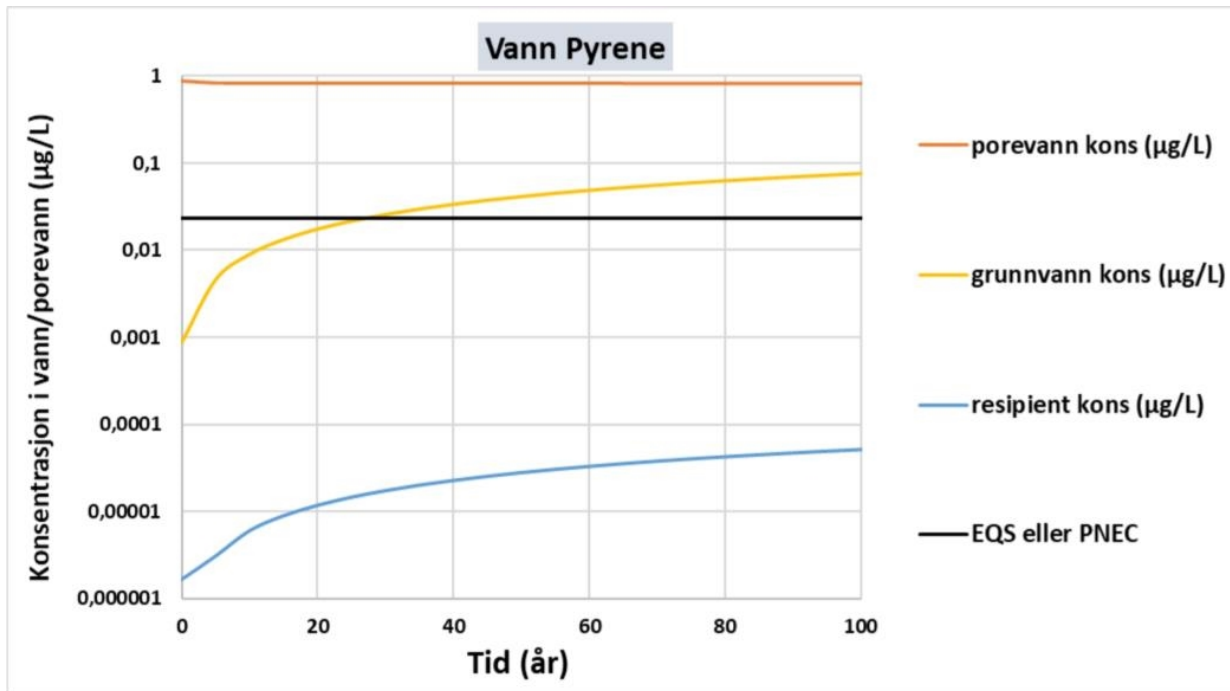
Beregningene viser konsentrasjon i porevann, grunnvann og resipient, samt hvor stor mengde av aktuelt stoff som spres fra umettet sone etter 5, 20 og 100 år. Beregningene viser at den største spredningen foregår de første 5 årene, og spredningen i stor grad avtar etter 5-20 år. Se Tabell 12.

Tabell 12: Utlekket mengde, beregnet fra nytt beregningsverktøy til NGI

Stoff	Resipient	Resipient	Resipient
	Mengde levert fra umettet sone til resipient i etter 5 år (kg)	Mengde levert fra umettet sone til resipient i etter 20 år (kg)	Mengde levert fra umettet sone til resipient i etter 100 år (kg)
PAH totalt	75,521	78,12	80,97
Naftalen	0,178	1,70	9,59
Acenaftalen	0,067	0,81	7,08
Acenaften	0,014	0,18	2,26
Fenantren	7,417	7,69	8,36
Antracen	2,807	2,92	3,30
Fluoren	0,815	0,88	1,56
Fluoranten	12,294	12,70	12,88
Pyrene	10,133	10,48	10,87
Benzo(a)antracen	5,534	5,72	5,72
Krysen	5,733	5,92	5,93
Benzo(b)fluoranten	6,521	6,73	6,74
Benzo(k)fluoranten	3,953	4,08	4,08
Benso(a)pyren	6,323	6,53	6,53
Indeno(1,2,3-cd)pyren	3,951	4,08	4,08
Dibenzo(a,h)antracen	1,600	1,65	1,65
Benzo(g,h,i)perylene	4,939	5,10	5,10

I diagrammene i Figur 10 er utviklingen vist for fluoranten, og pyren, som har den høyeste spredningen, samt for benso(a)pyren som anses som den giftigste PAH-komponenten. Diagrammene viser at det ikke forventes overskridelser av god miljøtilstand i resipienten for noen av komponentene over tid, og at det vil trenge liten grad av fortynning av grunnvannet for å oppnå god miljøkvalitet i resipienten.





Figur 10: Diagrammer som viser utvikling i utlekking over tid, for fluoranten, pyren og bensoapyren

Tabell 13: Generelle input-parametere fra nytt beregningsverktøy til NGI

UMETTET SONE GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jord parametere	Sjablone-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
$f_{OC}$ (-)	0,01	0,01	vanlig verdi i mineralisk jord (1% TOC)
Bulkdensitet jord, $\rho_{jord}$ [kg/dm <sup>3</sup> ]	1,7	1,7	Vanlig bulketthet for sand
Effektiv porøsitet, $\epsilon$	0,4	0,4	Øvre grense for sand / grus masser
Vannfylt porevolum i umettet sone (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	0,2	0,2	Halvparten av porevolumet konservativt høy
Generelle områdeparametere			
Sjablone-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse	
Lengde forurensingsoverflate i grunnvannsretning (m)	50	300	Målt på kart
Bredde forurensingsoverflate på tvers av grunnvannsretning (m)	50	200	Målt på kart
Dybde til grunnvann (m)	4	4	Konservativt, stor mektighet av forurensningen
Nedbør (mm/år)	1500	690	eKlima for Notodden
Fraksjon av nedbør som infiltrerer	0,8	0,8	Maksimumverdi for grus uten evapotranspirasjon
METTET SONE GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jord parametere	Sjablone-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
$f_{OC}$ (-)	0,001	0,001	Akvifer av sand har veldig lavt TOC-innhold: 0,1%
Bulkdensitet til løsmasser, $\rho_{jord}$ [kg/l]	1,7	1,7	Vanlig bulketthet for sand
Effektiv Porøsitet, $\epsilon$	0,40	0,40	Øvre grense for sand / grus masser
Generelle områdeparametere grunnvann			
Sjablone-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse	
Strømningshastighet (m/år)	2365	2365	Grus / pukkk $k = 10^{-3}$ m/s med gradient 0,03 og porøsitet 0,40
Blandingsdybde (m)	5	5	Tilsvarende risikovurdering humanhelse
Lengde akvifer = lengde forurenset areal i gr.vannsretning + avstand til resipient (m)	50	300	Lik lengde forurenset området, konservativt verdi
RESIPIENT GENERELLE PARAMETERE			
Grunnleggende jord parametere	Sjablone-verdi	Anvendt verdi	Begrunnelse
Q total i resipient (m <sup>3</sup> /år)	5000000	142000000	Tinnåa 45 m <sup>3</sup> /s minstevann
Oppholdstid i resipient (år)	1,00	1,00	Bekk med vannføring på 160 L/s
Påvirket vannvolum i resipient (m <sup>3</sup> /år)	5000000	142000000	Q total i resipient / Oppholdstid i resipient

## 8.2.2 Vurderinger

Beregningene samsvarer i stor grad med analyseresultatene fra overvåking av grunnvann og vann i resipient, som viser tilnærmet god miljøkvalitet for de fleste PAH-komponentene i alle brønnene og langs strandlinjen/spunten. I de kraftigst forurensete prøvene må aktuelle grunnvannskonsentrasjoner fortynnes 2,5-4 ganger før det oppnås god miljøkvalitet. Dette er en betydelig mindre fortykning enn det som kan antas å være reell fortykning rett ved strandlinjen ved utstrømning til Heddalsvatnet.

Grunnvannsprøvene er tatt over et års tid, og eventuelle årstidsvariasjoner i grunnvann/grunnvannsstand er fanget opp. Det bemerkes spesielt at det i brønn 1 er registrert PAH-komponenter tilsvarende tilstandsklasse 5 (1140-1200 mg PAH/kg) i jordmassene i grunnvannssonen fra 4-6 m. Til tross for dette er de målte verdiene i grunnvannet lave. Dette styrker antagelsen om at mye av PAH'ene sitter sterkt bundet i slagg fra den tidligere driften og er lite tilgjengelig.

Beregningene viser også at det er liten fare for overskridelser av god miljøtilstand i resipienten over tid. Mesteparten av utlekkingen er beregnet til å skje de første 5 årene. Etter dette er utlekkingen betydelig begrenset, og etter 20 år er den nærmest avtatt helt. Det bemerkes at det er mer enn 30 år siden jernverksdriften ble nedlagt, og enda lenger siden de aktuelle arealene ble fylt ut. Dette styrker også mistanken om at forurensningen som er registrert i sedimentene utenfor jernverkstomta er en historisk forurensning.

Samlet sett viser beregninger og overvåking at det ikke er fare for uakseptabel utlekking av forurensning til Heddalsvatnet hverken på kort eller lang sikt. Miljøsmål knyttet til spredning vurderes derfor som oppfylt.

## 9 Risiko knyttet til graving under grunnvannsnivå.

Fylkesmannen har bedt om at risikovurderingen suppleres med spredningsvurderinger knyttet til eventuell graving under grunnvannsstand

Graving i forurenset masse med fritt vannspeil er alltid uønsket, pga. at slik graving virvler opp partikler og mobiliserer forurensning for spredning. I tillegg vil det kunne foregå spredning via oppumpet vann fra byggegrøp dersom ikke dette renses på hensiktsmessig måte.

Det vil være svært vanskelig å etablere tørre forhold i aktuelt område, da massene er permeable (sand/grusavsetning), og det aktuelle området ligger tett på Heddalsvatnet. Selv om det etableres ny spunt rundt området som skal saneres, må det forventes innlekking fra dypereliggende, permeable lag i grunnen.

Forurensningen på området er i utgangspunktet registrert i form av slagg og riveavfall, og stedvis pulveraktig/støvaktig materiale. Slagget er i utgangspunktet hardt/sprøtt, men lar seg knuse/deles opp i mindre partikler ved fysisk påvirkning. Graving i massene vil kunne endre etablerte strømningsveier for grunnvannet, og føre til økt vanngjennomstrømning/partikkeltransport.

Dette vurderes som spesielt kritisk nær eksisterende spunt, da «barrieren» av urørt masse som kan forventes i en viss grad å bidra til filtrering av utstrømmende grunnvann vil bli redusert i denne delen av området. Ved ev. hull/sprekker i spunten vil forurenset vann drenere rett ut i Heddalsvatnet. Etablering av spunt rundt aktuelt saneringsområde vil kunne redusere partikkelspredningen, men det er svært usikkert om dette lar seg gjøre. I tillegg til at det ligger mye grovt materiale i grunnen (stein, betongfundamenter etc), som ikke er å anse som spuntbare masser, vil en ny spunt komme i konflikt med stagforankringen til den gamle spunten.

På grunn av vanskeligheter nevnt over vurderes det som mer hensiktsmessig å etablere en siltgardin rett utenfor spunten dersom det blir krevd utgraving under grunnvannsnivå. Denne vil redusere spredningen til sonen rett utenfor spunten. Det kan også være hensiktsmessig med pumping av vann fra byggegrøp mens graving foregår tett på spunt, for å fjerne de mest turbide/partikkelholdige vannmassene, og derved også redusere faren for utlekking av partikler. Vannet må renses i egnet renseanlegg før det reinfiltreres eller slippes ut i resipient. Krav til rensegrad og grenseverdier for akseptabelt utslipp må avtales spesielt dersom dette blir aktuelt.

I dette tilfelle vil graving under grunnvannstanden måtte foregå på stort dyp, 5-8 m under eksisterende terreng. Det antas at terrenget må graves av i nivåer, og skiftes ut i dybden i smale striper, som gjenfylles raskt for å unngå stabilitetsproblemer, og utrasing fra omkringliggende masser. Det vil være krevende å sikre at all forurensning fjernes, og at gamle forurensede/nye tilfyllte, rene masser ikke blandes mellom forskjellige striper.

Det er knyttet stor usikkerhet til hvordan den eksisterende spunten mot Heddalsvatnet vil tåle påkjenningen med dyp graving. Det er usikkert når spunten ble etablert, og hvilke beregninger som ligger til grunn for dimensjoneringen. Det er søkt i Tinfos sine gamle arkiver (som er overført til Eramet), uten resultat. Spunten framstår i utgangspunktet som solid, og virker å være i relativt god stand. Den forutsettes å være kraftig, og rammet til ganske stort dyp, da den skal holde på et stort jordtrykk. Samtidig må det forventes at spunten kan ha oppnådd i hvertfall halvparten av forventet levetid. I forbindelse med prøvegravingene presentert i denne rapporten ble det ikke tillatt med graving innenfor en sone på 15 m fra kaikanten, for å unngå skader på stagforankringene til spunten. Det må utføres en tilstandsvurdering av spunten og stagene, dersom det skal graves dypt tett innpå denne.

Samlet sett forventes utgraving under grunnvannsnivå å ville gi økt utlekking på kort sikt. Utførte undersøkelser og overvåking har vist at forurensningen er relativt stabil, og i liten grad løser seg i vann. Konsentrasjonene i grunnvannet var allikevel markert høyere i etterkant av graving på den østre/sentrale delen av jernverkstomta tidlig høst 2019, og har deretter avtatt jevnt utover i 2019 og 2020. Dette indikerer at forurensningen allikevel mobiliseres i viss grad av den fysiske påvirkningen ved graving. På lang sikt vil spredningspotensialet reduseres, siden kilden til forurensningen fjernes.

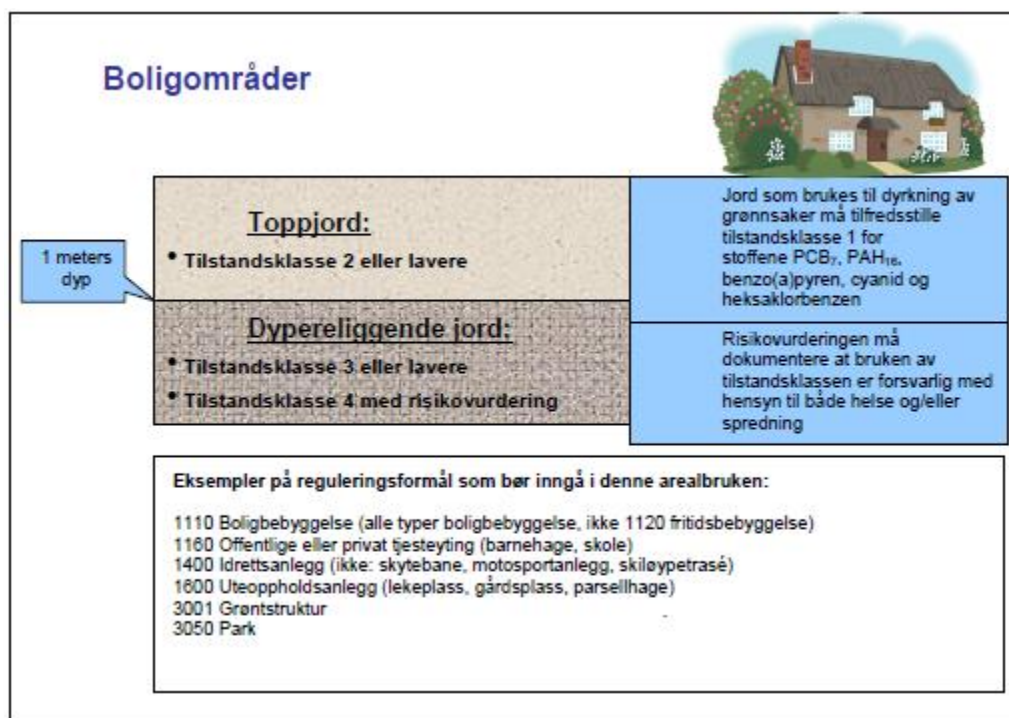
Dersom en legger grunnlaget fra beregningsmodellen til NGI til grunn, er mesteparten av utlekkingen estimert til å foregå de første 5 årene. Av den totalt utlekkede mengden PAH etter 100 år, har ca. 93% lekket ut allerede etter 5 år. Deretter avtar utlekkingen i betydelig grad, og de resterende 7 % lekker ut over de neste 95 årene. Med så lav utlekking på sikt kan det antas at det vil ta lang tid før en økt utlekking fra mobilisering i forbindelse med graving/fjerning er kompensert i form av redusert utlekking over tid på grunn av at kilden er fjernet.

## 10 Forurensningssituasjon og konsekvenser for planlagte arbeider

### 10.1 Akseptkriterier og føringer

Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009 beskriver grenseverdier for hva som kan aksepteres av forurensning i masser som ligger igjen på en eiendom etter et terrenginngrep. Akseptkriteriene avhenger av planlagt arealbruk.

Det skal etableres park på området, og det er derfor tatt utgangspunkt i arealbruk for boligområder. Det betyr at det kan aksepteres tilstandsklasse 2 eller lavere i øvre meter, og tilstandsklasse 3 eller lavere i dypereliggende jord (> 1m). Tilstandsklasse 4 kan aksepteres i dypereliggende jord dersom en risikovurdering dokumenterer at det er forsvarlig. Se Figur 11.



Figur 11: Miljødirektoratets generelle grenseverdier for boligområder



Det skal i utgangspunktet kun utføres terrengarrondering i de øvre 1-2 meter. Utført risikovurdering viser at det vil være både helsemessig og miljømessig forsvarlig å la forurensning tilsvarende tilstandsklasse 4 og 5 bli liggende i dypere liggende lag, både på kort og lang sikt, selv om dette ikke er i tråd med Miljødirektoratets generelle retningslinjer. Utgraving av kraftig forurenset masse i dypere lag ned mot grunnvannsnivået frarådes, da dette vil kunne mobilisere forurensning for spredning. Med dagens minimale utlekking er det usikkert om en slik mobilisering vil «tjenes inn» over tid ved fjerning av forurenset masse. Slik utgraving vurderes også som teknisk krevende og kostbar, og det er usikkert hvordan spunten vil påvirkes. Aktuelt tiltak med opparbeidelse av park er heller ikke et irreversibelt inngrep. Det vil være mulig å sanere arealene senere, dersom framtidig overvåking eller endring i lovverk tilsier at slik sanering blir nødvendig. Det må være en utilsiktet tolkning av veilederens anbefalinger, dersom generelle kriterier skal forhindre konstruktiv og miljømessig forsvarlig gjenbruk av forurensete masser i dypere liggende lag på parkarealer, hvor det dokumenteres at disse kan bli liggende. Det legges derfor til grunn at tilstandsklasse 5 kan bli liggende i dypere liggende lag.

## 10.2 Planlagte arbeider og konsekvenser

Det skal etableres parkarealer, med gressplener, benker, grusbaner for ballspill, skulpturer etc. Se ideskisse i Figur 12. I tillegg skal det etableres en større stålskulptur i form av et tre i park 1 (ca. 10 m høy). Ringledningen skal etableres i grensen mellom de sentrale parkarealene og nordenforliggende byggeområder. Nivåene er planlagt fra eksisterende kainivå på kote +19,5 opp mot kote +21,5 i de nord østre delene (park 2 og park 3). På odden er hele arealet planlagt på kote + 19.5 (park 1). Fundamenteringen for stålskulpturen på odden må detaljprosjekteres, men det forventes at denne kan medføre en del gravearbeider i området. Treet skal stå på en liten haug på odden i park 1.

Terrengjusteringen innebærer at de øvre 1,5 m masse må fjernes i park 1, litt avhengig av hvordan fundamentet og haugen til treet i park 1 utformes. I de søndre delene av park 2 og 3 må det også fjernes ca. 1,5 m masse, minkende opp mot nærmest ingenting i de nordre delene. Her vil det kun bli gravd ned til ca. 1 m dybde i ringledning-traséen. I den nordøstre delen av park 3, ligger terrenget lavere igjen, og det må her heves nesten 2 m.

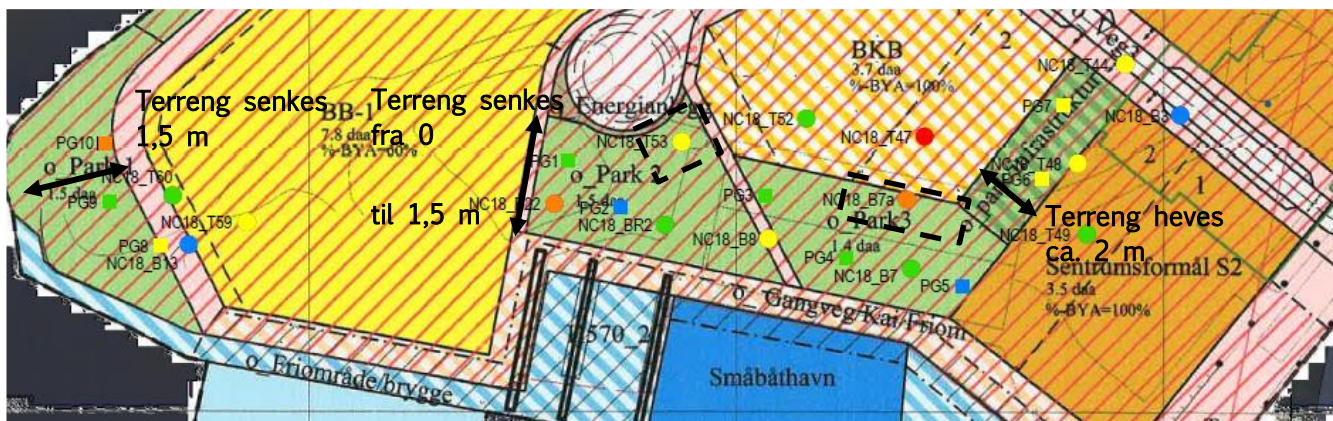




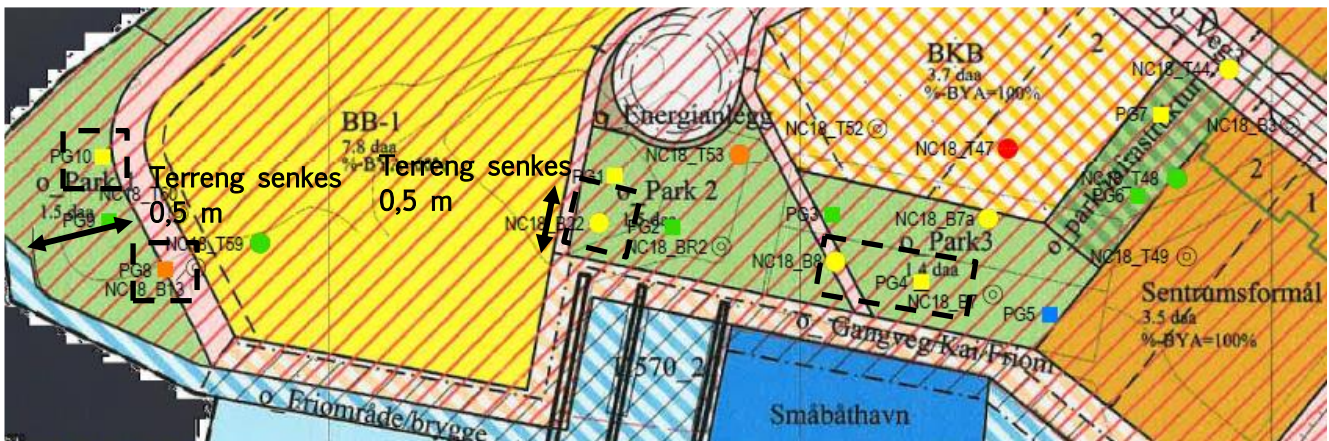
Figur 12: Ideskisse for industriparken, samt illustrasjon for kunstverket TRE. Fra Søndergaard og Rickfelt AS/Notodden kommune

Ved fjerning av ca. 1,5 m med masser på park 1 og søndre del av park 2 og 3 vil dette blottlegge masser som i dag er kartlagt som 1-2 m under terreng. Deler av det som er kartlagt som 2-3 m under terreng vil også ende opp i nedre del av øvre m på ny terrengoverflate. På ny overflate vil da registrert overflateforurensning overstige gjeldende akseptkriterier i pkt. NC18-T53, NC18-B7a (dagens 0-1 m), PG 8, PG 10, NC18-B22, NC18-B8 og PG 4 (dagens 1-2 m). I nivået 1-2 m må gjeldende masser fjernes utover planlagt gravedybde pga. overskridelse av akseptkriterier. Dette gjelder også for ytterligere 0,5 m i punkt PG9 og PG10 (dagens 2-3 m). Se figur 13-15. Ved PG2-5 foreligger et betongdekke på ca. 1,5-2 m dybde. Dette vil effektivt sperre for eksponering, og underliggende masser fjernes ikke her.

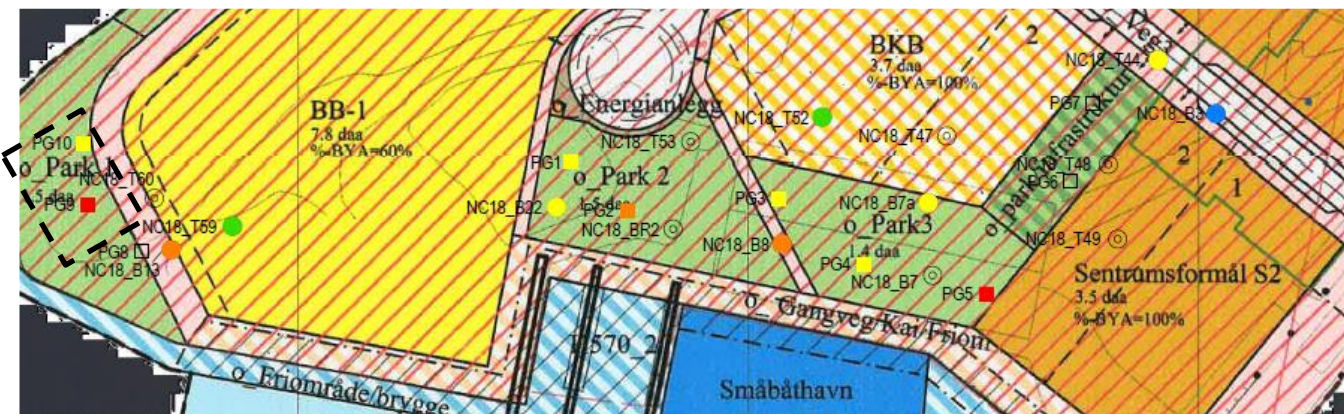
Oppgravde masser sorteres etter forurensningsgrad. Disse massene må fjernes fra eiendommen, eller gjenbrukes på eiendommen iht. føringene i kap. 9.1. Det betyr at masser med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 3 kan benyttes til oppfylling i dypere liggende lag på nordøstre del av park 3. Oppgravde masser tilsvarende tilstandsklasse 1-2 kan benyttes til oppfylling i øvre lag. Oppgravde masser med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 4-5 leveres godkjent mottak. Se masse-disponeringsplaner i tegning 8-10.



Figur 13: Forurensningskart fra 0-1 m, der arealer hvor forurensningen kan forventes å overstige akseptkriteriene på ny terrengoverflate er avmerket. Pilene viser utstrekning av terrengsenking/heving.

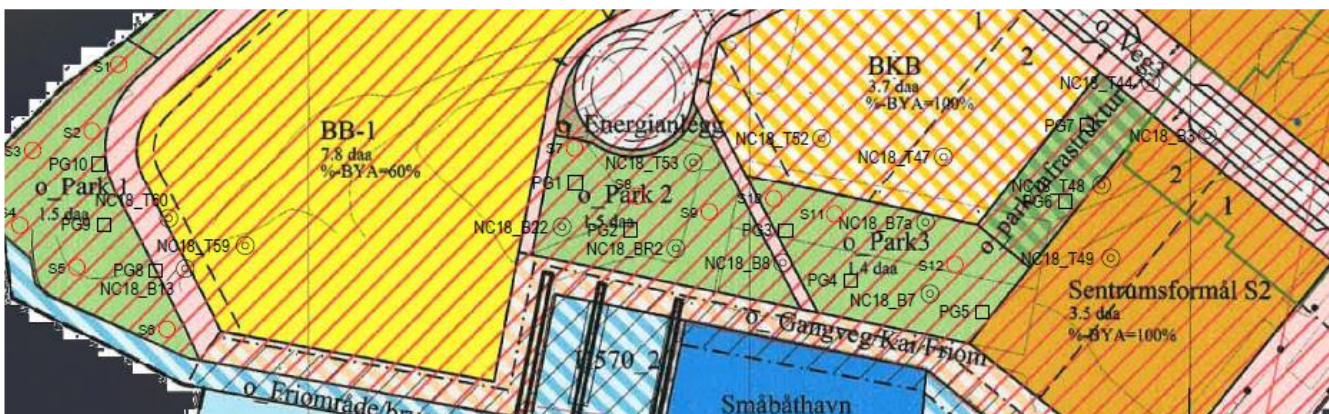


Figur 14: Forurensningskart fra 1-2 m, der arealer hvor forurensningen kan forventes å overstige akseptkriteriene på ny terrengoverflate er avmerket. Pilene viser utstrekning av terrengsenking. Disse massene må fjernes utover planlagt gravedybde pga. overskridelse av akseptkriterier.



Figur 15: Forurensningskart fra 2-3 m, der arealer hvor det må fjernes ytterligere 0,5 m pga. overskridelse av akseptkriterier er omtrentlig markert. Ved PG 2-5 foreligger et betongdekke på ca. 1,5-2 m dybde. Dette vil effektivt sperre for eksponering, og underliggende masser fjernes ikke her.

Fylkesmannen har bedt om at analysegrunnlaget suppleres, slik at prøvetakingstettheten i større grad samsvarer med anbefalingene knyttet til prøvetetthet for inhomogene masser i veileder TA-2553. Suppleringene må utføres i forkant av aktuelt terrenginngrep, og massedisponeringsplanene (tegning 8-10) må oppdateres med aktuelle analyseresultater. Forslag til plassering av nye punkter er gitt i tegning 11, og figur 16.



Figur 16: Plan for supplerende prøvetaking. Supplerende prøvepunkter er avmerket med røde sirkler

## 11 Kostnadsanslag

Det er satt opp kostnadsanslag for håndtering av forurenset masse for tre forskjellige alternativer. Det er i utgangspunktet planlagt/søkt om å kun utføre masseutskifting på de deler av arealene der det skal utføres terrengutforming. I tillegg vil det utføres masseutskifting på arealer der øvre lag kommer i konflikt med Miljødirektoratets akseptkriterier for forurensning i toppjord (0-1 m), slik terrenget ligger i dag, eller som en konsekvens av planlagt framtidig terrengjustering. Det er ikke planlagt fjerning av forurensning i dypereliggende lag.

Det er allikevel etter ønske fra Fylkesmannen, beregnet kostnader for fjerning av masser tilsvarende tilstandsklasse 5, ned til 1-2 m under grunnvannsstand.

I tillegg er det, etter ønske fra Fylkesmannen, beregnet kostnader for et alternativ der det også fjernes masser tilsvarende tilstandsklasse 4 i dypereliggende lag. Det bemerkes at det er i tråd med gjeldende veiledere å la slike masser bli liggende, så lenge en risikovurdering dokumenterer at dette er forsvarlig.

Det er store usikkerheter knyttet til hvor stor mengde masse som må fjernes i dypereliggende lag. Det er også svært usikkert om, i hvilken grad spunten må utbedres for å tåle belastningen med dyp utgraving rett på innsiden av denne.

### 11.1 Planlagt tiltak

Kostnader for håndtering av forurensning for planlagt tiltak, med delvis masseutskifting på de deler av arealene der det skal utføres terrenginngrep, er grovt beregnet til 2,2 MNOK. Se Tabell 14.

### 11.2 Fjerning av masse tilsvarende tilstandsklasse 5

Kostnader for masseutskifting av masser med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 5 i dypereliggende lag, er grovt beregnet til 4,1 MNOK. Se Tabell 14. Kostnadene kommer i tillegg til kostnadene for planlagt masseutskifting, slik at totalkostnaden blir 6,3 MNOK.

### 11.3 Fjerning av masse tilsvarende tilstandsklasse 5 under grunnvannsnivå

Kostnader for masseutskifting av masser med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 5 under grunnvannsnivå, er grovt anslått til 2,4 MNOK. Se Tabell 14. Kostnadene kommer i tillegg til kostnadene for planlagt masseutskifting og fjerning av øvrige masser tilsvarende tilstandsklasse 5, slik at totalkostnaden blir 8,7 MNOK. Det er ikke medberegnet spunt eller siltgardin i disse kostnadene. Kostnadene for etablering av ny spunt rundt forurensede arealer er grovt anslått til 8-10 MNOK, mens kostnader for etablering av siltgardin er anslått til 0,5 NOK

### 11.4 Fjerning av tilsvarende tilstandsklasse 4

Kostnader for masseutskifting av masser med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 4 i dypereliggende lag, er grovt beregnet til 3,3 MNOK. Se Tabell 14. Kostnadene kommer i tillegg til kostnadene for planlagt masseutskifting og utskifting av masser med tilstandsklasse 5 over og i grunnvannssonen, slik at totalkostnaden blir 12 MNOK.

Tabell 14: Kostnadsanslag for de forskjellige tiltaksalternativene.

Alternativer	Antall	Kostnader	Sum	Merknad
<b>Planlagt tiltak; Terrengforming, fjerning av TK 4 og 5 (0-1 m på ferdig terreng, i praksis 0-2,5 m)</b>				
Fjernes ifm terrengforming	6 500			6500 tonn iht Notodden kommune
Fjernes pga over AK (tillegg)	2 700			Estimert basert på prøveresultater
Total mengde, +20 % usikkert	11 040			20 %
Masser til deponi TK 4 øvre 1-3 m	4 860	200	972 000	Estimert basert på prøveresultater
Gjenbruk i park 3	1 500	0	0	
Øvrig gjenbruk	4 680	0	0	
Graving/transport internt	6 180	50	309 000	Erstatter annen masse
Graving/transport til deponi	4 860	110	534 600	
Uforutsett, 20%			360 000	
<b>SUM</b>			<b>2 175 600</b>	
<b>Fjerning av TK 4, (3-6 m)</b>				
Masser til deponi TK 4 (3-6 m)	7 650	200	1 530 000	Estimert basert på prøveresultater, + 20%
Graving/transport**	7 650	165	1 262 250	Økt gravekostnad pga større gravedyp
Uforutsett, 20%			560 000	
<b>SUM</b>			<b>3 352 250</b>	større usikkerhet pga færre prøver enn over
<b>Fjerning av TK 5, (3-6 m)</b>				
Masser til deponi TK 5 (3-6 m)	9 450	200	1 890 000	Estimert basert på prøveresultater, + 20%
Graving/transport	9 450	165	1 559 250	Økt gravekostnad pga større gravedyp
Uforutsett, 20%			690 000	
<b>SUM</b>			<b>4 139 250</b>	større usikkerhet pga færre prøver enn over
<b>Fjerning av TK 5, (7-8 m)</b>				
Masser til deponi TK 5 (7-8 m)	3 600	200	720 000	Stor usikkerhet, ingen analyseresultater
Graving/transport**	3 600	220	792 000	Økt gravekostnad pga større gravedyp
Spuntforsterk/vannhåndtering		RS	500 000	
Uforutsett, 20%			400 000	
<b>SUM</b>			<b>2 412 000</b>	
<b>Sum omsøkt tiltak</b>			<b>2 175 600</b>	
<b>Sum ømsøkt + fjerning TK 5</b>			<b>6 314 850</b>	
<b>Sum omsøkt + fjerning TK 4 + 5</b>			<b>9 667 100</b>	
<b>Sum alle + i grunnvann</b>			<b>12 079 100</b>	

Kost/nytteeffekten av en omfattende utskifting av masser i dypereliggende lag anses å være liten, da den sannsynligvis ikke vil gi noen målbar forbedring av miljøkvaliteten i nærliggende resipient.

## 12 Tiltak for å hindre spredning og eksponering av forurensning som følge av terrenginngrepet

### 12.1 Risiko for forurensningsspredning og eksponering

I forbindelse med terrenginngrep kan spredning og eksponering av forurensning foregå via uforsvarlig håndtering av masser i forbindelse med utgraving, mellomlagring, transport og disponering, via ukontrollerte utslipp av vann fra byggegrop, og via luft (gass og støv). Dette kapittel beskriver generelle føringer for å unngå slik spredning/eksponering. Føringene er basert på krav som er nedfelt i forurensningsforskriftens kap. 2 (ref. kap 1), og vurderinger fra kap. 8 og 10.

### 12.2 Tiltak for å redusere spredning og eksponering

Det skal etableres parkarealer, med gressplener, benker, grusbaner for ballspill, skulpturer etc., samt ringledning for drikkevann. Tiltakene vil medføre gravearbeider og terrengbearbeiding i de to øvre meterne.

Før arbeidene starter opp skal det avholdes et oppstartmøte mellom GrunnTeknikk og utførende entreprenør, der tiltaksplanen gjennomgås. Alle som skal jobbe med massehåndtering skal som minimum være kjent med kap. 12 og 14 i denne rapporten.

#### 12.2.1 Utgraving

Alle masser graves opp systematisk og lagvis. Antatt forurenset masse og ren masse må ikke blandes. Tildekningslag/bærelag, øvrig fyllmasse, ev. avfallsfraksjoner og naturlig grunn holdes separat. Masser som skiller seg vesentlig fra omliggende masser mht. lukt, farge etc. holdes også separat. I tillegg til å redusere fare for spredning og eksponering vil dette som oftest være kostnadsbesparende i forhold til senere disponering.

Avfallsfraksjoner og forurensete masser som helt opplagt ikke kan omdisponeres på eiendommen kan lastes direkte på bil og kjøres til godkjent mottak hvis praktisk mulig.

#### 12.2.2 Mellomlagring og transport

Fyllmasser som må mellomlagres i påvente av prøvetaking for å avklare forurensningsgrad må mellomlagres systematisk i ranker/ hauger på ca. 200 m<sup>3</sup>.

Mellomlagring av ev. avfallsfraksjoner og forurenset masse skal foregå slik at det ikke foregår spredning av forurensning til omgivelser eller underliggende grunn. Masser som overskrider tilstandsklasse 3 skal mellomlagres på arealer med tett dekke. Ved langvarig lagring og risiko for store nedbørsmengder skal massene dekket til. Ved mellomlagring av våte masser skal det etableres en sand/barkvoll rundt massene for å fange opp ev. avrenning.

Ved ekstern transport på vei skal det brukes biler med tette kasser. Det er ikke nødvendig med presenning/tildekking under transport, men bilene må ikke fylles helt slik at det er risiko for at masser faller av under transport. Tilgriset utstyr skal rengjøres før det fjernes fra området og benyttes andre steder.

### 12.2.3 Vannhåndtering

Graving skal i utgangspunktet foregå tørt, i de øvre meterne i terrenget. Arbeidene vil ikke komme i konflikt med grunnvannet, som ligger ca. 4-6 m under terreng. Det vurderes ikke å være behov for vannhåndtering.

### 12.2.4 Gass og støv

I dette tilfelle er gass og støv hovedsakelig et HMS-problem, og omtales i neste kapittel.

### 12.2.5 HMS

For å unngå eksponering, anbefales det bruk av normalt verneutstyr, heldekkende klær og hansker for å unngå hudeksponering. Ved hudkontakt med massene bør huden vaskes. Ellers anbefales normal personlig hygiene, med vask av hender og andre utsatte områder før spising/røyking, og etter arbeidsdagens slutt.

Sannsynligvis er massene noe fuktige i det de graves opp, og det er dermed ikke noen fare for spredning av /eksponering for støv. Ev. støvflukt kan dempes med lett vanning av massene. Ved behov benyttes filtermaske. Dersom det i forbindelse med graving oppstår sjenerende lukt bør bruk av maske med gassfilter vurderes.

Alt personell som involveres med håndtering av forurenset masse skal være kjent med dette kapittel i tiltaksplanen, helsefarene til de aktuelle stoffene og retningslinjer for HMS.

### 12.2.6 Beredskap

Dersom det i forbindelse med gravearbeidene påtreffes ukjent forurensning eller masser som i betydelig grad skiller seg fra øvrige masser (mht. lukt, farge, etc.) skal miljøteknisk sakkyndig kontaktes.

Utførende entreprenør skal ha utstyr til å begrense spredning av akutt forurensning (f. eks absorbenter, tette containere til ukjent/flytende forurensning).

## 12.3 Disponering av forurenset masse

Masser som tilfredsstillers prosjektets akseptkriterier (ref. kap. 9) kan bli liggende, eller omdisponeres på eiendommen under gitte betingelser. Oppgravd masse med forurensningsgrad tilsvarende tilstandsklasse 4-5 leveres godkjent mottak.

Alle forurensede overskuddsmasser som graves ut og fjernes fra eiendommen må leveres godkjent mottak. Dette gjelder også avfallsfraksjoner og masser som inneholder overveiende andel avfall.

Masser med diameter >20 mm, som ikke lukter eller er synlig tilgriset kan betraktes som rene.

## 12.4 Kontroll og overvåking

Det vil være behov for sortering etter forurensningsgrad, og kontroll av masser som graves opp. Det skal utføres både visuell kontroll og prøvetaking av graveskråninger for å sikre at masser tilsvarende tilstandsklasse 4-5 fjernes fra overflatearealene, og ikke blandes med andre masser under graveprosessen. Det samme gjelder for tilstandsklasse 3-masser, som har restriksjoner på gjenbruk.

Gjenstående masser skal prøvetas for å sikre at de overholder akseptkriteriene. Massene skal analyseres for innhold av tungmetaller, PAH og olje.

## 13 Utførende foretak og tidsplan for gjennomføring

Arbeidene er planlagt utført av Tveito Maskin AS, som har utført arbeidene knyttet til infrastruktur på den østredelen av Jernverkstomta.

Miljøkontroll utføres av GrunnTeknikk AS som har utarbeidet supplerende undersøkelser og tiltaksplan, samt utført overvåking og kontroll knyttet til infrastrukturarbeidene på den østre delen av Jernverkstomta.

Arbeidene planlegges utført våren 2021.

## 14 Dokumentasjon

Alle arbeider knyttet til forurenset grunn skal rapporteres i en sluttrapport etter at arbeidene er avsluttet. Rapporten skal redegjøre for gjennomføring, eventuelle analyseresultater, massedisponering, samt eventuelle avvik fra tiltaksplan/godkjenning.

Utførende entreprenør har ansvaret for å dokumentere massehåndteringen på byggeplass, levering til godkjent deponi samt å holde oversikt over masseregnskapet. All dokumentasjon av leverte masser til mottak skal være sporbar, ved bruk av veielapper, vektutskrift eller tilsvarende dokumentasjon.



## Kontrollside

Dokument	
Dokumenttittel: Notodden. Jernverkstomta, Tiltaksplan Industripromenaden	Dokument nr: 113948r1-rev001
Oppdragsgiver: Notodden kommune/Eramet Norway AS	Dato: 05.01.21
Emne/Tema: Miljøgeologi/Forurenset grunn	

Sted		
Land og fylke: Norge/Vestfold og Telemark	Kommune: Notodden	
Sted: Jernverkstomta		
UTM sone:	Nord:	Øst:

Kvalitetssikring/dokumentkontroll					
Rev	Kontroll	Egenkontroll av		Sidemannskontrav	
		dato	sign	dato	sign
001	Oppsett av dokument/maler	17.12.20	ko	21.12.20	ar
001	Korrekt oppdragsnavn og emne	17.12.20	ko	21.12.20	ar
001	Korrekt oppdragsinformasjon	17.12.20	ko	21.12.20	ar
001	Distribusjon av dokument	17.12.20	ko	21.12.20	ar
001	Laget av, kontrollert av og dato	17.12.20	ko	21.12.20	ar
001	Faglig innhold	17.12.20	ko	21.12.20	ar

Godkjenning for utsendelse	
Dato: 05.01.21	Sign.: 