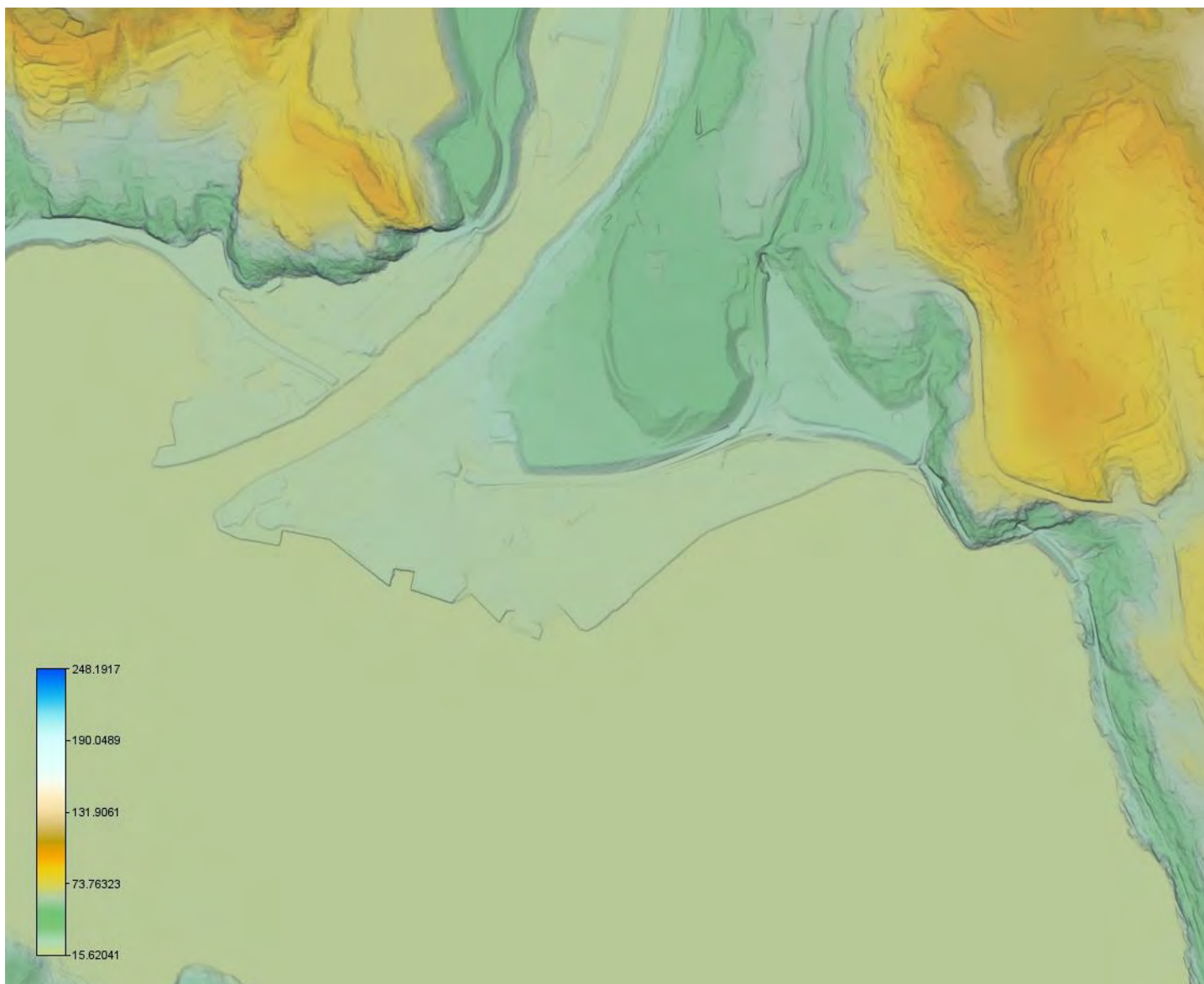


Notodden kommune

► Jernverkstomta, Notodden

Spredningsvurderinger og videre overvåkning av spredning fra Jernverkstomta

Oppdragsnr.: 5191913 Dokumentnr.: RIM03 Versjon: E03 Dato: 2019-05-14



Oppdragsgiver: Notodden kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Olav Berget
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Lena Evensen
Fagansvarlig: Ida Nilsson
Andre nøkkelpersoner: Silje Nag Ulla og Vegard Kvisle

E03	2019-05-14	For godkjenning hos myndigheter	Lena Evensen	Silje Nag Ulla	Lena Evensen
B01	2019-04-29	For kommentar hos eksterne parter	Lena Evensen	Silje Nag Ulla	Lena Evensen
A01	2019-04-23	Til intern kvalitetssikring	Lena Evensen	Silje Nag Ulla	Lena Evensen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

Notodden kommune planlegger utbygging av boliger, kontorer, handel og infrastruktur på Jernverkstomta i Notodden. Jernverkstomta ligger ut mot Heddalsvatnet, ved elven Tinnåa, som har utløp til Heddalsvatnet nord for tomten. Det var jernverk og annen industrivirksomhet på tomten frem til jernverket ble nedlagt i 1986.

Noteby/Multiconsult har gjennomført miljøtekniske undersøkelser på Jernverkstomta i 1996 og 2002 i totalt 14 punkt. I 2018 gjennomførte Norconsult en miljøteknisk grunnundersøkelse på Jernverkstomta med prøvetaking i 65 punkter til et dyp på 6 meter under terreng. I forbindelse med grunnundersøkelsene ble det også installert 5 grunnvannsbrønner som er prøvetatt i 2 omganger, og utført undersøkelser av forureningsforbindelser og sedimenter i Heddalsvatnet.

Følgende rapport viser spredningsvurderinger fra Jernverkstomta til Heddalsvatnet som er nærmeste resipient. Det er også gitt et forslag til videre overvåkningsprogram for å bedre kartlegge en eventuell spredning.

Flere av jord- og grunnvannsprøvene på Jernverkstomta viser høye konsentrasjoner av PAH og tungmetaller. Høyest risiko er knyttet til spredning av PAH-forurensning. Det er påvist høyest konsentrasjoner av tyngre PAH forbindelser, disse har høy affinitet til partikler og brytes i liten grad ned ved biologiske prosesser.

Det er påvist masser med sterk PAH-forurensning under grunnvannssonen og det påvist grunnvann som er sterkt forurenset av PAH i flere brønner ved begge prøvetakingsrunder. Massene på eiendommen består av fyllmasser, samt sand og grusige elveavsetninger. Massene under grunnvannstand består i stor grad av elveavsetninger med høy hydraulisk ledningsevne og potensiale for transport av PAH-forurenset grunnvann.

Grunnvannsbrønn Br1, Br3 og Br5 ligger alle i randsonen ut mot Heddalsvatnet (Br1 og Br3) og Tinnåa (Br5) som er resipientene til Jernverkstomta. Ved grunnvannsprøvetakingen i november 2018 hadde brønnene PAH konsentrasjoner i tilstandsklasse V (Br1) og IV (Br3 og B5) iht. tilstandsklasser for ferskvann (Veileder 02:2018) etter en fortykning på 10.

Det er tatt vann- og sedimentprøver i Heddalsvatnet, samt en vannprøve fra en referansestasjon i Tinnåa. Det er ikke påvist PAH i vannprøvene. Deteksjonsgrensen for analysene av PAH vannfasen har høyere deteksjonsgrense enn PNEC for alle PAH-komponentene. Det er derfor ikke avklart om det er uakseptable konsentrasjoner i vannfasen i Heddalsvatnet, men ettersom PAH i stor grad bindes til partikler er det lite sannsynlig. Sedimentprøvene viser høye konsentrasjoner av PAH i alle punkter. En vurdering av prosentvis sammensetning av PAH-komponenter viser at sammensetningen av PAH-komponenter i sedimentene sammenfaller godt med sammensetningen i jordprøver og grunnvannet fra brønn Br1 på Jernverkstomta. Basert på kart over forurensete lokaliteter fra grunnforureningsdatabasen er det flere lokaliteter som stammer fra Tinfos Jernverk som kan ha bidratt til samme sammensetning av PAH-komponenter i sedimentene. Det kan heller ikke utelukkes at påvist forurensning i sedimentene kan stamme fra tiden da Tinfos Jernverk var i drift, og ikke skyldes spredning fra eiendommen i dag.

Det er knyttet flere usikkerheter til resultatene av de gjennomførte undersøkelsene, se kapittel 2.7. Uavhengig av usikkerhetene er konklusjonen basert på de resultatene som foreligger pr. i dag, at det er risiko for uakseptabel spredning fra eiendommen. Denne konklusjonen baserer seg på:

- ❖ Det er påvist høye konsentrasjoner av en rekke PAH forbindelser i jordprøver tatt under grunnvannsspeilet.

- ❖ Grunnvannsprøvene fra brønnene Br1, Br3 og Br5, ved begge prøvetakningsrunder, viser uakseptable konsentrasjoner av en rekke PAH-forbindelser.
- ❖ Massene under grunnvannsspeilet har høy permeabilitet og dermed høyt potensiale for transport av forurensning.
- ❖ Strømningsretningen, basert på grunnvannspeilinger i november 2018 og januar 2019, viser en kompleks grunnvannsstrømning som både er påvirket av Tinnåa og en regional grunnvannsstrøm fra høyereliggende områder i nordøst. Det er potensielt store vannmengder som strømmer gjennom de forurensede massene på området. Det er dermed potensiale for transportert av PAH-forurenset grunnvann fra området og ut i Heddalsvatnet.
- ❖ En rekke av komponentene som er påvist i uakseptable konsentrasjoner i grunnvannsbrønnene står på listen over prioriterte stoffer i vedlegg VIII i Vannforskriften. Iht. til vanddirektivet skal en vannforekomst som Heddalsvatnet ha minst god kjemisk og økologisk tilstand og det er ikke tillatt å forverre tilstanden ved spredning av prioriterte stoffer.

Det er flere usikkerheter ved resultatene fra undersøkelsene. For å redusere usikkerhetene og bedre kartlegge spredningen fra området er det laget et forslag til overvåkningsprogram for videre undersøkelser. Overvåkningsprogrammet inkluderer følgende undersøkelser:

- ❖ Boring av 4 nye grunnvannsbrønner
- ❖ Prøvetaking av gamle og nye brønner over en periode på et år. Hvor prøvene tas under forskjellige avrenning og infiltrasjonsforhold
- ❖ Automatisk logging av trykk og temperatur i alle brønner, Tinåa og Heddalsvatnet
- ❖ Overvåkning av forurensningsparametere i Heddalsvatnet og grunnvannsbrønner ved bruk av passive prøvetakere

Resultatene fra overvåkningsprogrammet vil gi sikrere svar på om det foreligger uakseptabel spredning fra Jernverkstomta ut til Heddalsvatnet.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Miljømål - Vanndirektivet	6
2	Spredningsvurderinger	8
2.1	Grunnforhold, terrengnivåer og massesammensetning	8
2.2	Grunnvannsnivå og strømningsretning	9
2.3	Forurensede masser med spredningspotensiale	11
2.4	Forurensning i grunnvannet	12
2.5	Undersøkelser av sedimenter og vannkjemien i Heddalsvatnet	14
2.6	Andre kilder	18
2.7	Usikkerheter	20
2.8	Oppsummering av spredningsvurderinger	20
3	Forslag til supplerende prøvetaking og videre overvåking	23
3.1.1	<i>Vurdering av biotaundersøkelser,</i>	24
3.2	Boring av nye grunnvannsbrønner	25
3.3	Prøvetaking av grunnvannsbrønner	25
3.4	Automatisk overvåking av temperatur og grunnvannsnivå	26
3.5	Passive prøvetakere	26
4	Bibliography	28

1 Innledning

Notodden kommune planlegger utbygging av boliger, kontorer og infrastruktur på Jernverkstomta i Notodden. Jernverkstomta ligger ut mot Heddalsvatnet, ved elven Tinnåa, som har utløp til Heddalsvatnet nord for tomten. Jernverkstomta har tidligere vært et industriområde for Tinfos jernverk. Tinfos Jernverk AS på Notodden ble stiftet i 1910. Det var jernverk og annen industrivirksomhet på tomten frem til jernverket ble nedlagt i 1986. Etter nedleggelsen ble bygningsmassen revet ned til bakkenivå på kote 19 – 22 og noe ble ombygd til annen aktivitet. For ytterligere beskrivelse av området henvises det til tiltaksplan for *Jernverkstomta, Notodden. Tiltaksplan for graving i forurenset grunn – Infrastruktur, felt S1 og felt BK* (Norconsult, 2019).

Noteby/Multiconsult har gjennomført miljøtekniske undersøkelser på Jernverkstomta i 1996 og 2002 i totalt 14 punkt. I 2018 gjennomførte Norconsult en miljøteknisk grunnundersøkelse på Jernverkstomta med prøvetaking i 65 punkter til et dyp på 6 meter under terreng. I forbindelse med grunnundersøkelsene ble det også installert 5 grunnvannsbrønner som er prøvetatt i 2 omganger, og utført undersøkelser av forureningsforbindelser og sedimenter i Heddalsvatnet.

For prøvetakningsmetoder, vurderingsgrunnlag og komplette resultater av de miljøtekniske grunnundersøkelsene henvises det til Norconsult sin rapport: *Jernverkstomta. Datarapport miljøtekniske grunn, -vann og sedimentundersøkelser, versjon J03, 2019*.

Følgende rapport beskriver spredningsvurderinger fra området basert på resultater fra tidligere undersøkelser, sammen med et overvåkningsprogram for å bedre kartlegge spredningen av forurensning fra Jernverkstomta til Heddalsvatnet.

1.1 Miljømål - Vanddirektivet

EU's vanddirektiv ble vedtatt i Norge i 2006. Vanddirektivets hovedmål er å sikre god tilstand i overflatevann og grunnvann innen 2021. Vannforskriften er det norske lovverket som styrer implementeringen og gjennomføringen av vanddirektivet i Norge.

Iht. § 4. i Vannforskriften er miljømål for overflatevann satt til følgende:

Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenoprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene i vedlegg VIII.

For klassifisering av økologisk tilstand skal kvalitetselementer fra Vedlegg V i vannforskriften benyttes. Fastsettelse av kjemisk tilstand gjøres på bakgrunn av miljøgifter som omfattes av listen over miljøkvalitetsstandarder for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer i vedlegg VIII i Vannforskriften. Basert på resultater fra grunnvannsprøvene fra 2018 og 2019 er de mest relevante stoffene for spredning fra Jernverkstomta fra lista over miljøkvalitetsstandarder tungmetallene; kadmium og nikkel og PAH forbindelsene; naftalen, antracen, fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)pyren og PCB.

I vedlegg V i vannforskriften står det at forurensning fra alle prioriterte stoffer som er påvist tilført vannforekomsten skal inngå i klassifiseringen av kjemisk tilstand i en vannforekomst. Andre regionspesifikke miljøgifter skal inngå i klassifiseringen av økologisk tilstand. Vedlegg VIII setter grenseverdiene for de prioriterte stoffene.

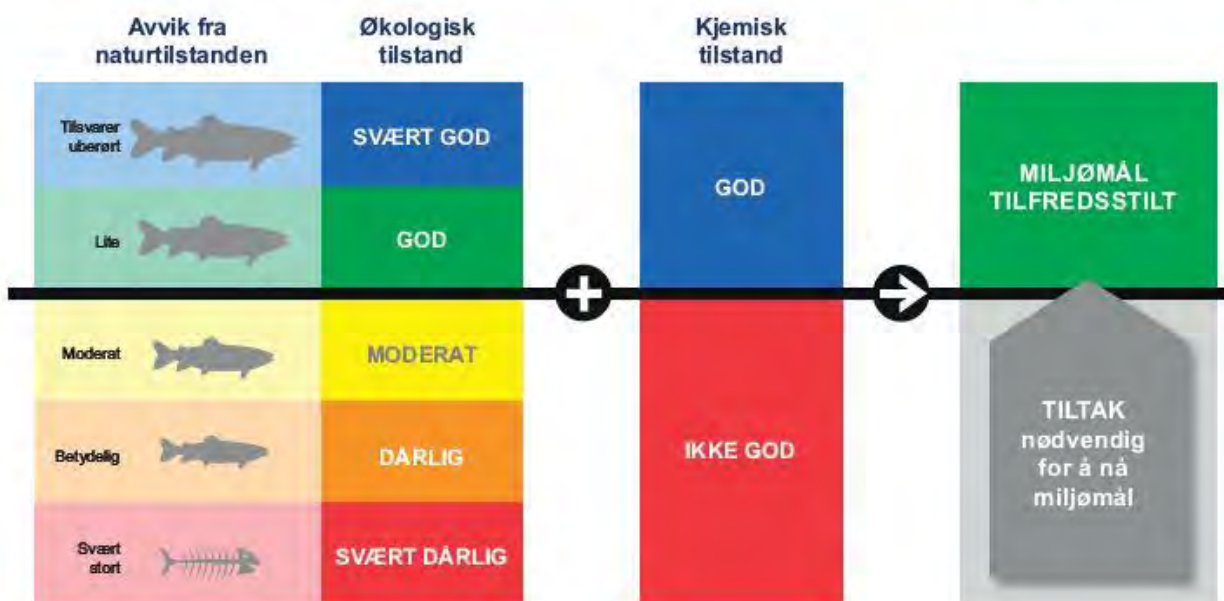
Ifølge Vann-nett har Heddalsvatnet ukjent kjemisk tilstand. Den økologiske tilstanden er satt til god, men datagrunnlaget for fastsettelse av økologisk tilstand er, iht. vann-nett for gammelt og har lav presisjon.

I henhold til vannforskriften skal økologisk og kjemisk tilstandsklasse i en ferskvannsförekomst være god eller bedre og det er ikke tillatt å gjøre den dårligere. Utslipp av prioriterte stoffer som tungmetaller og PAH forbindelser er derfor ikke tillatt iht. vanddirektivet.

PAH forurensning kan være skadelig for fiskens helse og påvirke annen type biota. Det vil dermed kunne påvirke den økologiske tilstanden i Heddalsvannet og kunne medføre at man ikke oppnår god økologisk tilstand. En rekke av de påviste PAH forbindelsene og tungmetallene står på Vannforskriftens liste over prioriterte miljøgifter. Utslipp av disse kan dermed også påvirke den kjemiske tilstanden til Heddalsvatnet. En spredning av PAH og tungmetall forurensning fra Jernverkstomta ut til Heddalsvatnet vil dermed kunne være et hinder for at vannforekomsten Heddalsvatnet ikke oppnår god kjemisk og/eller økologisk tilstand.

Beskrivelse av systemet for kjemisk og økologisk klassifisering iht. Miljødirektoratets veileder 02:2018 er vis i Figur 1.

Miljøtilstand- og miljømål-klassifisering



Figur 1: Vanddirektivet og den norske vannforskriften forutsetter at tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand. Dette betyr at i vannforekomster der miljømålene ikke er tilfredsstillende, må miljøforbedrende og/ eller gjenoppbyggende tiltak iverksettes. Forebyggende tiltak for å hindre forringelse i de vannforekomstene som i dag tilfredsstillende miljømålene (god eller svært god tilstand) må også vurderes. (Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften, 2018).

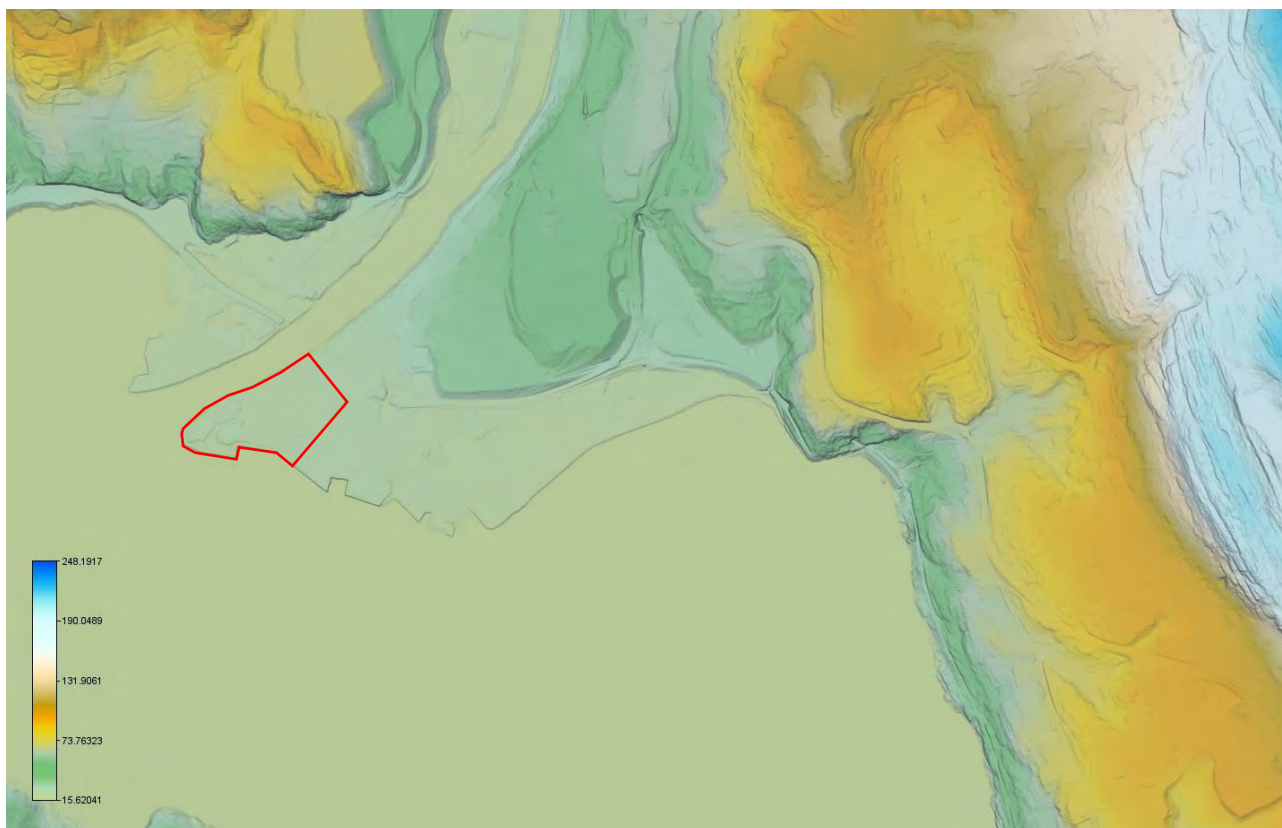
2 Spredningsvurderinger

2.1 Grunnforhold, terrengnivåer og massesammensetning

Basert på tidligere undersøkelser av Norconsult og Noteby/Multiconsult kan grunnforholdene på området oppsummeres slik:

- Dagens terreng ligger på mellom ca. kote +19,5 og +22, altså ca. 3-6 m over Heddalsvatnet.
- Det ligger igjen store plater med armert betong på området etter tidligere aktivitet fra Tinfos jernverk.
- Det går en spuntvegg langs den søndre delen av tomte ut mot Heddalsvatnet. Alder, dyp og tilstanden på spunten er ikke kjent, men basert på visuelle observasjoner fra land ser spunten ut til å være i god tilstand.
- Massene består av fyllmasser og fluviale avsetninger (elve- og bekkeavsetninger) (www.ngu.no).
- Fyllmassene kan inneholde slagg med ferrosilisium og silikomangan. Det kan også være deponert kalsiumkarbid på området. Fyllmassene har en mektighet som varierer fra 0,1 m til over 4 m. Stedvis inneholder de også svart slaggstøv (silika) og rester av koks og kull uten luktbar forurensning. Stedvis inneholder de granulert, grønt slagg (trolig mangan og kalkholdig slagg). I det sør-østlige hjørnet av tiltaksområdet ble det av Noteby/Multiconsult registrert glinsende slaggstøv som luktet karbidaktig.
- Mektigheten av fyllmassene på Jernverkstomta øker ut mot elva/ Heddalsvatnet, hvor hele profilet over sjøbunn/elvobunn er fylt ut.
- Fluviale avsetninger består hovedsakelig av godt sortert sand og grus. De fluviale avsetningene vil ha en relativ høy hydraulisk konduktivitet og man må forvente en grunnvannsstrømning med potensiale for transport av forurensning gjennom massene.
- Forurensningen er ikke avgrenset i dybdent og det er funnet PAH i tilstandsklasse V inntil 5-6 meter under terreng.
- Resultater fra geotekniske undersøkelser viser permeable masser ned til morene på ca. 30 meter dyp. Det ble boret til 46 m uten å påtreffte berg.
- Det er stedvis høye konsentrasjoner av forurensning i umettet sone. Denne forurensningen kan transporteres til grunnvannssonen via overvann som infiltrerer overflaten. Reduksjoner i andel tette flater eller graving i umettet sone kan øke transporten av forurensning fra umettet sone og medføre økt spredning av forurensning via grunnvannet.

Terrengnivået på Jernverkstomta og omkringliggende områder er visualisert i 3D i programvaren Voxler (Golden Software) basert på en digital terrengmodell (DTM). Figur 2 viser visualiseringen av den digitale terrengmodellen. Plassering av Jernverkstomta er vist med rød strek. Figuren viser et høydedrag nordøst for Jernverkstomta. Grunnvann herfra vil kunne strømme ut gjennom forurensede masser på Jernverkstomta og ut i Heddalsvatnet.



Figur 2: 3D modell over området, basert på en digital terreng modell (DEM). Jernverkstomta er vist med rød strek.

2.2 Grunnvannsnivå og strømningsretning

Grunnvannsnivået i brønnene på området ble peilet i november 2018 og januar 2019. Basert på resultater fra grunnvannstandspeilingene er det laget kotekart med strømningsretning, se Figur 3 for grunnvannskotekart fra november 2018 og Figur 4 for grunnvannskotekart fra januar 2019.

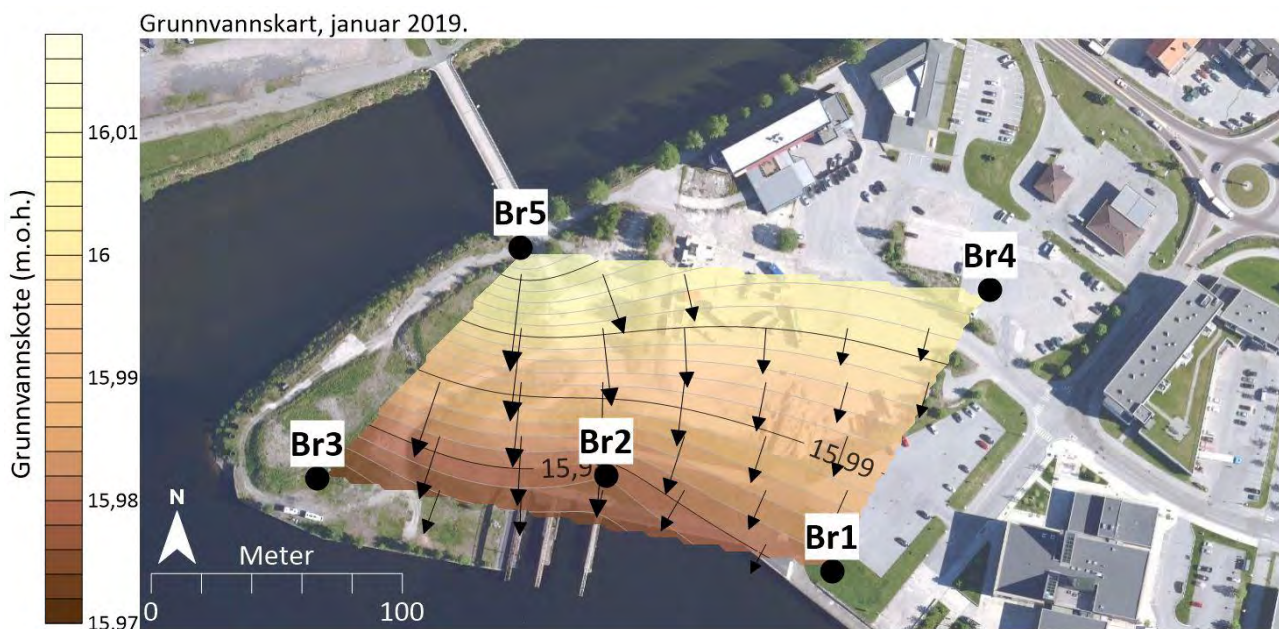
Kartet fra november 2018 viser et grunnvannsnivå på ca. kote +16,5. Strømningsretninger er fra nordøst og ut mot Heddalsvatnet. Kartet fra januar 2019 viser et lavere grunnvannsnivå på ca. kote +16. Strømningsretningen i januar 2019 viser en strømning fra elva Tinnåa, gjennom Jernverkstomta og ut i Heddalsvatnet.

Strømningen av grunnvann gjennom området er sannsynligvis en kombinasjon av strømning fra høyere liggende terreng nordøst for området og elvevann fra Tinnåa som strømmer gjennom massene.

Med et grunnvannsnivå på mellom kote +16 til +16,5, og et terrengnivå på kote +19,5 til +22 ligger grunnvannet fra 3 til 5 meter under terrengnivået.



Figur 3: Grunnvannskotekart med piler som indikerer strømningsretning. Kotekartet er basert på grunnvannstandspeilinger fra november 2018.



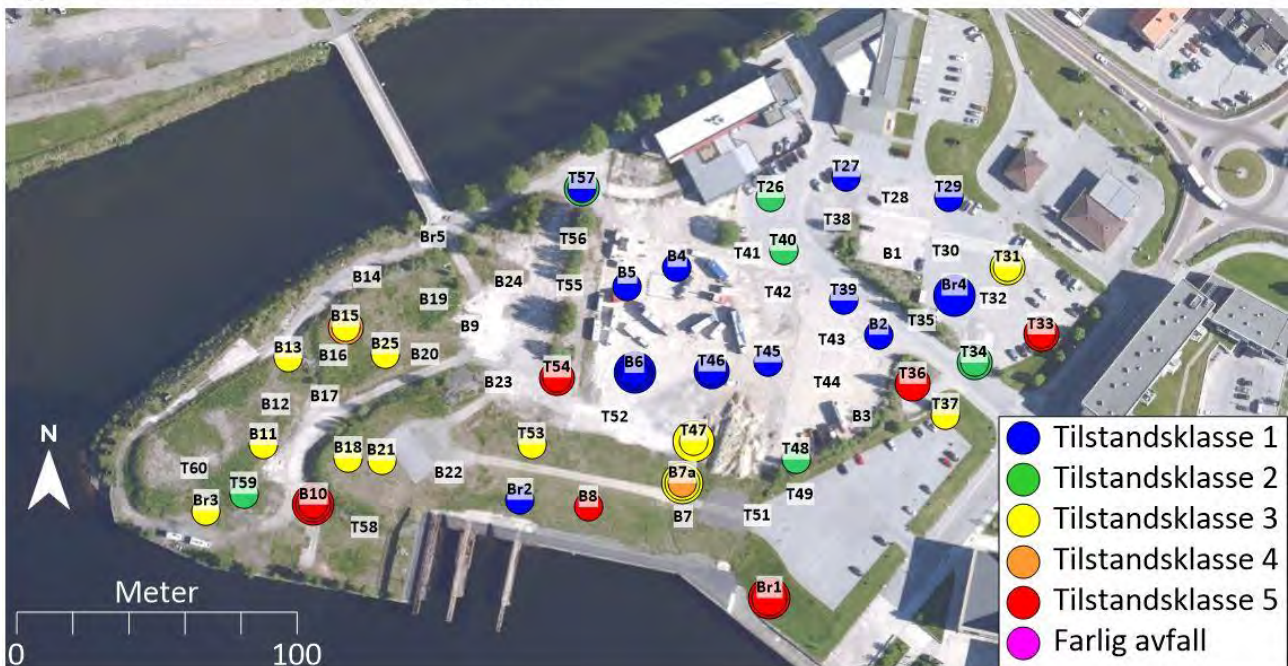
Figur 4: Grunnvannskotekart med piler som indikerer strømningsretning. Kotekartet er basert på grunnvannstandspeilinger fra januar 2019.

2.3 Forurensede masser med spredningspotensiale

Resultater fra analyser av jordprøver tatt av Norconsult i 2018 er vist i sin helhet i rapporten for de miljøtekniske grunnundersøkelsene. Grunnvannsnivået på området ligger 3 til 5 meter under terreng. Det er forurensede masser under grunnvannsnivå som har høyest potensiale for spredning til Heddalsvatnet. Figur 5 og Figur 6 viser tilstandsklasse for PAH (Figur 5) og tungmetaller (Figur 6) iht. veileder for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553/2009) (SFT, 2009) fra 3-6 meter under terreng, altså under grunnvannsnivå.

Kartene viser at massene sentralt på området hovedsakelig er klassifisert i tilstandsklasse I (*Meget god*) og klasse II (*God*). Den sørlige og østre delen av eiendommen har flere punkter med jordprøver i tilstandsklasse III (*Moderat*), klasse IV (*Dårlig*) og klasse V (*Svært dårlig*). Det er flere jordprøvepunkter under grunnvannsnivå med PAH i tilstandsklasse V. Dette medfører at det er spredning av PAH forurensningen fra området som utgjør høyest risiko, men det er også risiko for uakseptabel spredning av tungmetaller. Det er påvist forurensning i tilstandsklasse V i prøver tatt fra 5-6 meter under terreng. Dette medfører at forurensningen ikke er avgrenset i dypet. Både dybden på forurensningen og omfanget på dypere forurensning er uavklart.

Forurensningssituasjonen på Jernverkstomta, Notodden. **Høyeste tilstandsklasse for PAH.**
Dyp: 3-6 meter under terreng/betongdekke.



Figur 5: Viser tilstandsklasse for PAH iht. veileder for forurenset grunn (TA 2553/2009). Fra 3-6 meter under terreng. Små sirkler viser prøver fra 3-4 meter under terreng og største sirkler viser prøver fra 5-6 meter under terreng/betongdekke.

Forurensningssituasjonen på Jernverkstomta, Notodden. **Høyeste tilstandsklasse for tungmetaller.**
Dyp: 3-6 meter under terreng/betongdekke.



Figur 6: Viser tilstandsklasse for tungmetaller iht. veileder for forurenset grunn (TA 2553/2009). Fra 3-6 meter under terreng. Små sirkler viser prøver fra 3-4 meter under terreng og største sirkler viser prøver fra 5-6 meter under terreng/betongdekke.

2.4 Forurensning i grunnvannet

Grunnvannsbrønnene er prøvetatt i november 2018 og januar 2019. Se datarapport fra miljøtekniske grunnundersøkelser utført av Norconsult i 2018 for detaljer rundt prøvetakingen og brønnene. Resultatene fra analyser av grunnvannet er vist i Tabell 1 (januar 2019) og Tabell 2 (november 2018). Resultatene er klassifisert iht. klassegrenser for ferskvann fra Miljødirektoratet sin veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann, etter en fortykning på 10. Grå ruter viser analyser som ikke er påvist over analysenesrapporteringsgrense, hvor rapporteringsgrensen overskrider normverdi etter en fortykning på 10. En fortykning på 10 er ansett som en konservativ fortykning fra grunnvann til elv/sjø. Plassering av brønnene er vist i Figur 3.

Tabell 1: Analyseresultater fra grunnvannsprøvetaking i januar 2019. Resultatene er klassifisert iht. klassegrenser for ferskvann fra veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann, etter en fortykning på 10. Grå ruter viser analyser under deteksjonsgrensen, hvor deteksjonsgrensen overskrider tilstandsklasse 2 etter en fortykning på 10. n.d. = parameteren er ikke påvist over analysens rapporteringsgrense

Parameter	Enhet	Br 1	Br 2	Br 3	Br 4	Br 5
Arsen	µg/l	0,741	0,186	1,41	0,059	0,406
Kadmium ¹	µg/l	0,118	<0.002	<0.002	<0.002	0,00521
Krom	µg/l	0,0454	2,81	0,673	8,45	7,41
Kobber	µg/l	0,409	0,354	2,29	0,247	1,29
Kvikksølv	µg/l	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0,00237
Nikkel	µg/l	40,6	<0.05	0,283	0,0655	0,792
Bly	µg/l	0,134	<0.01	0,225	0,155	0,506
Sink	µg/l	17,7	1,6	1,05	3,36	1,46
naftalen	µg/l	0,035	<0.030	0,065	<0.030	0,058
Acenaftylen	µg/l	<0.010	<0.010	0,042	<0.010	<0.010
Acenaften	µg/l	0,225	<0.010	0,064	<0.010	0,174
Fluoren	µg/l	0,19	<0.010	0,046	<0.010	0,11
Fenantren	µg/l	0,478	<0.020	0,092	<0.020	1,4
Antracen	µg/l	0,108	<0.010	0,012	<0.010	0,382
Fluoranten	µg/l	0,697	<0.010	0,055	<0.010	2,57
Pyren	µg/l	0,537	<0.010	0,052	<0.010	2,08
Benzo(a)antracen	µg/l	0,306	<0.010	0,023	<0.010	1,11
Krysen	µg/l	0,264	<0.010	0,024	<0.010	0,909
Benzo(b)Fluoranten	µg/l	0,319	<0.010	0,024	<0.010	1,1
Benzo(k)Fluoranten	µg/l	0,117	<0.010	0,012	<0.010	0,426
Benzo(a)pyren	µg/l	0,228	<0.010	0,025	<0.010	<5.50
Dibenso(ah)antracen	µg/l	0,056	<0.010	<0.010	<0.010	0,1
Benzo(ghi)perylene	µg/l	0,168	<0.010	0,024	<0.010	0,474
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,07	<0.010	0,018	<0.010	0,484
ΣPCB7	µg/l	0,0208	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

¹ Basert på at resipienten er kalkfattig (< 40 mg/l CaCO₃/l)

Tabell 2: Analyseresultater fra grunnvannsprøvetaking i november 2018. Resultatene er klassifisert iht. klassegrenser for ferskvann fra veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann, etter en fortykning på 10. Grå ruter viser analyser

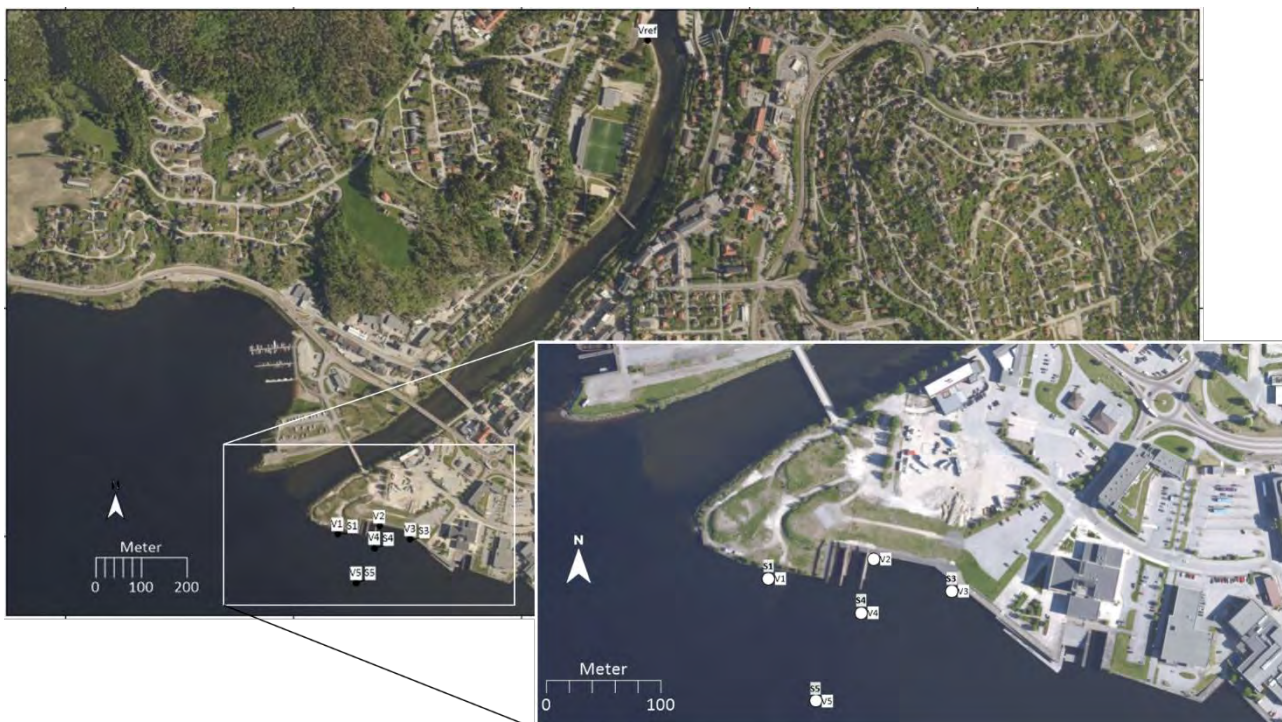
under deteksjonsgrensen, hvor deteksjonsgrensen overskrider tilstandsklasse 2 etter en fortykning på 10. n.d. = parameteren er ikke påvist over analysens rapporteringsgrense

Parameter	Enhet	Br 1	Br 2	Br 3	Br 4	Br 5
Arsen	µg/l	0,729	0,846	2,36	0,0798	0,225
Kadmium ¹	µg/l	0,836	<0.002	0,00372	0,00306	<0.002
Krom	µg/l	0,0161	2,14	0,125	5,9	0,886
Kobber	µg/l	0,994	0,891	3,54	0,193	1,21
Kvikksølv	µg/l	<0.002	<0.002	0,0126	<0.002	<0.002
Nikkel	µg/l	33,9	0,13	0,979	0,301	0,206
Bly	µg/l	0,0731	0,0554	0,73	0,0153	0,0354
Sink	µg/l	32,6	1,04	1,54	2,06	1,67
naftalen	µg/l	0,289	<0.030	2,66	<0.030	<0.030
Acenaftilen	µg/l	0,013	<0.010	0,156	<0.010	<0.010
Acenaften	µg/l	1,46	<0.010	0,181	<0.010	0,028
Fluoren	µg/l	1,58	<0.010	0,165	<0.010	0,018
Fenantren	µg/l	6,96	0,022	0,452	<0.020	0,232
Antracen	µg/l	1,91	<0.010	0,133	<0.010	0,066
Fluoranten	µg/l	13,8	0,047	0,567	<0.010	0,422
Pyren	µg/l	10,6	0,042	0,5	<0.010	0,347
Benzo(a)antracen	µg/l	8,51	0,031	0,306	<0.010	0,21
Krysen	µg/l	9,03	0,028	0,294	<0.010	0,198
Benzo(b)Fluoranten	µg/l	11,1	0,043	0,404	<0.010	0,26
Benzo(k)Fluoranten	µg/l	3,93	0,014	0,184	<0.010	0,101
Benzo(a)pyren	µg/l	7,84	0,034	0,466	<0.010	0,589
Dibenso(ah)antracen	µg/l	1,63	<0.010	0,056	<0.010	0,03
Benzo(ghi)perylene	µg/l	4,92	0,026	0,254	<0.010	0,124
Indeno(123cd)pyren	µg/l	4,79	0,026	0,242	<0.010	0,114
ΣPCB7	µg/l	0,112	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

¹ Basert på at resipienten er kalkfattig (< 40 mg/l CaCO₃/l)

2.5 Undersøkelser av sedimenter og vannkjemien i Heddalsvatnet

Resultater fra analyser av sediment- og vannprøver fra Heddalsvatnet tatt av Norconsult i 2018 er vist i sin helhet i rapporten for de miljøtekniske grunnundersøkelsene. Plassering av vannprøvene fra Heddalsvatnet, samt en referansestasjon i Tinnåa er vist i Figur 7, resultater fra vannanalysene er vist i Tabell 3 og resultater fra sedimentundersøkelsene er vist i Tabell 4. Vann- og sedimentprøver er klassifisert iht. veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann. Ruter markert med grå viser analyser under deteksjonsgrensen, der deteksjonsgrensen overskrider normverdi.



Figur 7: Kartet viser plassering av punkter for vannprøvetaking i Heddalsvatnet og en referansestasjon i Tinnåa (V1 – V5 og referansestasjon).

Tabell 3: Analyseresultater fra vannsprøvetaking i Heddalsvatnet i januar 2019. Resultatene er klassifisert iht. klassegrenser for ferskvann fra veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann. Grå ruter viser analyser under deteksjonsgrensen, hvor deteksjonsgrensen overskrider tilstandsklasse 2 etter en fortykning på 10.

Parameter	Enhet	V1	V2	V3	V4	V5	Ref.
As (Arsen)	µg/l	0,0843	0,0648	0,0752	0,0662	0,0715	0,0627
Cd (Kadmium) ¹	µg/l	0,0125	0,00714	0,0079	0,00783	0,00577	0,00589
Cr (Krom)	µg/l	0,126	0,1	0,053	0,0746	7,67	7,85
Cu (Kopper)	µg/l	0,723	0,364	2,52	0,34	1,05	1,08
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Ni (Nikkel)	µg/l	0,811	0,396	0,288	0,222	0,226	0,481
Pb (Bly)	µg/l	0,12	0,153	0,0676	0,0392	0,0453	0,0912
Zn (Sink)	µg/l	3,53	2,05	1,85	1,5	1,4	1,56
Sum PCB-7	µg/l	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.
Naftalen	µg/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Acenaftalen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

Parameter	Enhet	V1	V2	V3	V4	V5	Ref.
Pyren	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(a)antracen [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Krysen [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(b)fluoranten [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(k)fluoranten [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(a)pyren [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Dibenso(ah)antracen [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benso(ghi)perylene	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Indeno(123cd)pyren [^]	µg/l	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
Benzen	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Toluen	µg/l	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
Etylbensen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
o-Xylen	µg/l	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
m/p-Xylener	µg/l	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Fraksjon >C5-C6	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C6-C8	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C8-C10	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C10-C12	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C12-C16	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C16-C35	µg/l	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0	<30.0
Suspendert stoff	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2

¹ Basert på at resipienten er kalkfattig (< 40 mg/l CaCO₃/l)

Tabell 4: Analyseresultater sedimentprøver. Resultatene er klassifisert iht. klassegrensene for ferskvann fra veileder 02:2018, klassifisering av miljøtilstand i vann. Konsentrasjoner under rapporteringsgrensen og der rapporteringsgrensen er over tilstandsklasse 2 er gråmarkerte.

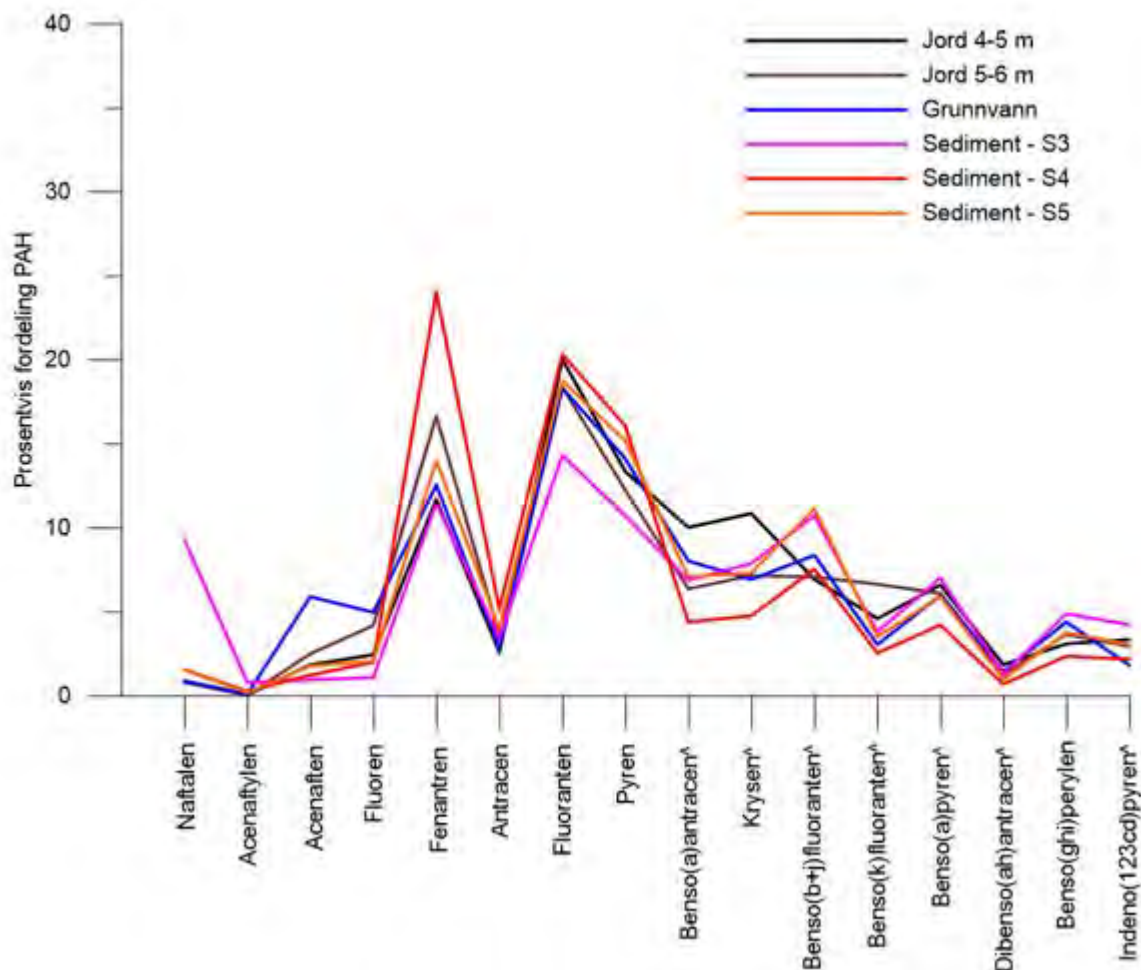
Parameter	Enhet	S1	S3	S4	S5
Tørstoff (DK)	%	29	66,6	27,4	28,2
Vanninnhold	%	71	33,4	72,6	71,8
Kornstørrelse >63 µm	%	94,4	93,4	61,1	69,7
Kornstørrelse <2 µm	%	0,1	0,1	0,9	0,6
TOC	% TS	4,5	1,2	8	6,5
Naftalen	µg/kg TS	39	130	870	670
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	11	170	100
Acenaften	µg/kg TS	26	13	690	770
Fluoren	µg/kg TS	20	15	1100	890
Fenantren	µg/kg TS	180	160	13000	5900
Antracen	µg/kg TS	50	48	2800	1700
Fluoranten	µg/kg TS	310	200	11000	7900
Pyren	µg/kg TS	240	150	8700	6400
Benso(a)antracen [^]	µg/kg TS	130	96	2400	3000
Krysen [^]	µg/kg TS	150	110	2600	3100
Benso(b+)fluoranten [^]	µg/kg TS	270	150	4100	4700

Parameter	Enhet	S1	S3	S4	S5
Benso(k)fluoranten [^]	µg/kg TS	84	53	1400	1500
Benso(a)pyren [^]	µg/kg TS	160	98	2300	2500
Dibenso(ah)antracen [^]	µg/kg TS	38	18	400	440
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	180	68	1300	1600
Indeno(123cd)pyren [^]	µg/kg TS	120	59	1200	1300
Sum PAH-16	µg/kg TS	2000	1400	54000	42000
Sum PCB-7	µg/kg TS	<4	<4	<4	<4
As (Arsen)	mg/kg TS	5,1	6,8	9,5	6,4
Pb (Bly)	mg/kg TS	70	21	140	100
Cu (Kopper)	mg/kg TS	22	17	110	84
Cr (Krom)	mg/kg TS	11	8,2	25	27
Cd (Kadmium) ¹	mg/kg TS	0,31	0,27	1,7	2
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,14	0,03	0,92	0,93
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	13	8	62	41
Zn (Sink)	mg/kg TS	91	88	300	190
Tørrestoff (L)	%	38,9	69,6	30,7	32,9
Tributyltinnkation (forvaltningsmessig)	µg/kg TS	3,4	4,72	4,39	2,94

¹ Basert på at resipienten er kalkfattig (< 40 mg/l CaCO₃/l)

Resultatene viser at det ikke er påvist PAH over analysens rapporteringsgrenser i Heddalsvatnet. Rapporteringsgrensen er over tilstandsklasse 2 for alle PAH-forbindelsene. Det er påvist tilstandsklasse V for krom ved referansestasjonen i Tinnåa og i punkt V5, utover dette er det ikke påvist konsentrasjoner over tilstandsklasse II (tilsvarer over PNEC (predicted no effect concentration)) i vannprøvene fra Heddalsvatnet. Resultater fra sediment prøvetakingen viser at sedimentene i Heddalsvatnet er sterkt forurenset med PAH-forbindelser. Det var vanskelig å få opp sedimenter rett utenfor Jernverkstomta, punkt S1 og S3. Sedimentene her besto i stor grad av grove sedimenter som i liten grad binder PAH-forbindelser. I prøvepunktene S4 og S5 var det mer finkornete sedimenter med over 30 % silt og leire, med større potensial for adsorpsjon av PAHforbindelser.

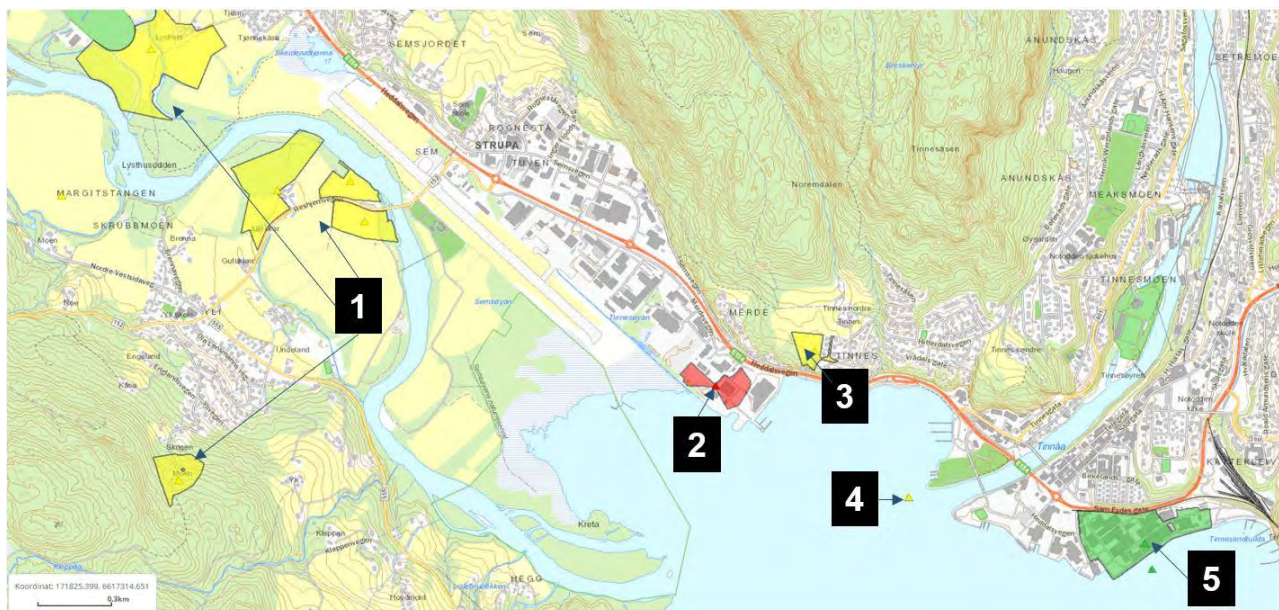
For å kunne si noe om kilden til den påviste PAH-forurensningen i sedimentprøvene er den prosentvise fordelingen av de 16 analyserte PAH-forbindelsene fra jord, grunnvann og sedimentene vist i Figur 8. Grafen viser at sedimentene, grunnvannet og jordprøvene under grunnvannsnivå har relativt sammenfallende prosentvis fordeling av de 16 analyserte PAH-forbindelsene. Dette betyr ikke nødvendigvis at påvist PAH-forurensning i sedimentene stammer fra dagens spredning fra Jernverkstomta. Det viser imidlertid at man ikke kan utelukke at kilden til PAH-forurensning i sedimentene i Heddalsvatnet kommer fra Jernverkstomta.



Figur 8: Grafen viser prosentvis fordeling av de 16 analyserte PAH forbindelsene i jordprøver fra Br1 (under grunnvannsnivå), grunnvannet fra brønn Br1 og i sedimentene i punkt S3, S4 og S5.

2.6 Andre kilder

Figur 9 viser et utklipp av forurensede lokaliteter fra grunnforurensningsdatabasen til Miljødirektoratet. Tabell 5 viser informasjon av de forskjellige lokalitetene vist i Figur 9. Tabellen er fargelagt iht. påvirkningsgraden gitt i forurensningsdatabasen. Lokalitet 2 og 4 stammer fra tidligere Tinfos Jernverk og det er sannsynlig at en eventuell utlekking fra disse lokalitetene kan ha lik sammensetning av forurensning som påvist forurensning på Jernverkstomta. Lokalitet 2 består av utfylte masser fra Tinfos Jernverk. Lokaliteten er klassifisert som påvirkningsgrad 3 – ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak. Lokalitet 4 er et undervannsdeponi fra Tinfos Jernverk. Lokaliteten er klassifisert som påvirkningsgrad 2 – akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk. Undervannsdeponiet er plassert i utløpet til Tinnåa. Tinnåa har relativt høy vannføring og sterk strøm, noe som kan ha medført at masser som ble tilført deponiet kan ha blitt spredt utover i Heddalsvatnet under eller etter deponering. For videre vurderinger av forurensningen i Heddalsvatnet må man ta hensyn til at det er forurensede deponier som potensielt kan ha utlekking til Heddalsvatnet av samme type forurensning som er påvist på Jernverkstomta.



Figur 9: Viser forurensede lokaliteter ved Jernverkstomta i grunnforurensningsdatabasen.

Tabell 5: Beskrivelse av lokalitetene vist i Figur 9, fargelagt iht. påvirkningsgrad gitt i grunnforurensningsdatabasen.

Lokalitet	Lokalitet	Lokalitetstype	Myndighet	Påvirkningsgrad	Prosessstatus
1	JUTESGARD I (3 032) og JUTESGARD II (3 034)	Deponi	Fylkesmannen	2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk	Avsluttet
2	Utfyllingsmasser Tinfos Jernverk (3 041)	Forurenset grunn	Kommune	3 - Ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak	Uavklart
3	TINNES (3 029)	Deponi	Miljødirektoratet	2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk	Uavklart
4	UNDERVANNSE PONI - TINFOS (3 036)	Sediment ferskvann	Miljødirektoratet	2 - Akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk	Avsluttet
5	TØNNER UNDER VANN - HYDRO (3 037)	Deponi	Fylkesmannen	1 - Lite/ikke forurenset	Avsluttet

2.7 Usikkerheter

Det er usikkerheter rundt resultatene av de gjennomførte undersøkelsene og spredningsvurderingene.

Den største usikkerheten ved undersøkelsene er knyttet til påviste konsentrasjoner av organiske forurensningsparametere i grunnvannsbrønnene. Grunnvannsprøvene hadde høyt innhold av partikler. Det er ikke avkrefte at det foreligger transport av partikler fra området, men man vil generelt forvente lav transport av partikler i en sandig grunnvannsakvifer. Det er derfor usikkerhet om partikkelmengden i grunnvannsprøvene er reell eller om den er påvirket av hvordan brønnene er installert eller prøvetatt. I tillegg er det en spuntvegg som i utstrømningsområdet ut mot Heddalsvatnet. Tilstanden og dypet til spunten er ikke undersøkt, men det forventes at spuntveggen reduserer en eventuell partikkeltransport. Partikler i vannprøvene vil kunne påvirke analyseresultatet mht. de organiske forbindelsene. Vann som skulle analyseres for tungmetaller ble filtrert før analyse og vil ikke være påvirket av partikkelinnhold i vannprøvene. PAH-forbindelser er sterkt partikkelbundet og grunnvannsprøver med høyt innhold av partikler kan dermed gi forhøyede konsentrasjoner i forhold til mengde PAH i vannfasen.

I tillegg til usikkerhetene beskrevet over er det følgende ytterligere usikkerheter knyttet til spredningsvurderingene:

- Det er kun utført to prøvetakningsrunder av vann fra grunnvannsbrønnene
- Kun 5 grunnvannsbrønner, representerer grunnvannskjemien i en liten del av området, spesielt med tanke på at forurensningen er heterogen
- Grunnvannsnivået varierte med ca. 0,5 meter fra november 2018 til januar 2019. Maks- og minimumsgrunnvannsnivå er ikke avklart
- Det er usikkerheter rundt hvor mye av PAH-forurensningen som er vannløst/partikkelbundet
- Det er usikkerheter rundt om det er partikkeltransport via grunnvannet
- Det ble ikke gjort en optimal jobb av boreentreprenør – brønnene ble dårlig tettet mot overflatevann og de ble satt med en diameter på 1,5-tommer. Entreprenør tettet brønnene i overflaten i etterkant av prøvetakingene og pumpet de rene (utført 18. mars 2019)
- Det er ikke utført kornfordelingsanalyser av massene, dermed er ikke den hydrauliske ledningsevnen og grunnvannshastigheten beregnet
- Det er benyttet en fortynningsfaktor på 10 for vurdering av resultatene fra grunnvannsprøvene. En fortynning på 10 er ansett som konservativt
- Det kan være andre kilder til den påviste forurensningen i sedimentene i Heddalsvatnet
- Vannprøvene har høyere rapporteringsgrense for PAH enn tilstandsklasse 2, det er dermed usikkert om det er PAH-konsentrasjoner over akseptable nivåer i Heddalsvatnet

2.8 Oppsummering av spredningsvurderinger

Flere av jord- og grunnvannsprøvene på Jernverkstomta viser høye konsentrasjoner av PAH og tungmetaller. Det er vesentlig høyere grad av PAH-forurensning i både jord og grunnvann, enn hva som er påvist av tungmetaller. Høyest risiko er dermed knyttet til spredning av PAH-forurensning. Det er påvist høyest konsentrasjoner av tyngre PAH-forbindelser, disse har høy affinitet til partikler og brytes i liten grad ned som følge av naturlige biologiske prosesser.

For å få en spredning av PAH-forurensning ut fra området må forurensningen ligge under grunnvannsnivå og det må være en sammensetning av løsmassene i mettet sone og gradient på grunnvannet som muliggjør en spredning via grunnvannet. Hvorvidt en spredning av PAH-forurensning er akseptabel er avhengig av konsentrasjoner og mengde forurenset grunnvann ut fra området, sammenlignet med sårbarheten til resipienten.

Det er påvist masser med sterk PAH-forurensning i grunnvannssonen (Figur 5) og det påvist grunnvann som er sterkt forurenset av PAH i flere brønner ved begge prøvetakningsrunder. Massen på eiendommen består av fyllmasser, samt sand og grusige elveavsetninger. Massene under grunnvannstand består i stor grad av elveavsetninger med høy hydraulisk ledningsevne og potensiale for transport av PAH-forurenset grunnvann.

Grunnvannsbrønn Br1, Br3 og Br5 ligger alle i randsonen ut mot Heddalsvatnet (Br1 og Br3) og Tinnåa (Br5) som er resipientene til Jernverkstomta. Ved grunnvannsprøvetakingen i november 2018 hadde brønnene PAH-konsentrasjoner i tilstandsklasse V (Br1) og IV (Br3 og B5) iht. tilstandsklasser for ferskvann (Veileder 02:2018) etter en fortykning på 10. Den faktiske fortykningsgraden ut i Heddalsvatnet er usikker, men basert på vannmengdene som kommer ut fra Tinnåa er den trolig høyere enn 10. Det er gjennomført en beregning på hvor stor fortykningen må være for å oppnå akseptable konsentrasjoner i vannet. For å tilfredsstillе PNEC/AA-EQS i ferskvann for PAH-komponenten benzo(a)pyren, som er ansett som en av de mest kreftfremkallende PAH forbindelsene, må grunnvannet fortyknes 46 000 ganger i forhold til første runde med grunnvannsprøver og med 1 300 ganger i forhold til andre runde av grunnvannsprøvetakingen. Det er lite sannsynlig at den reelle fortykningen er i nærheten av å være så stor.

Det er tatt vann- og sedimentprøver i Heddalsvatnet, samt en vannprøve fra en referansestasjon i Tinnåa. Det er ikke påvist PAH i vannprøvene. Rapporteringsgrensen for analysene av PAH i vann er høyere enn tilstandsklasse 2 for alle PAH-komponentene. Det er derfor ikke avklart om det er uakseptable konsentrasjoner i vannfasen i Heddalsvatnet. Da PAH i stor grad bindes til partikler er det imidlertid lite sannsynlig at det er uakseptable konsentrasjoner i vannfasen i Heddalsvatnet. Sedimentprøvene viser høye konsentrasjoner av PAH i alle prøvetatte punkter. I punkt S1 og S3 som ligger nærmest Jernverkstomta er det påvist PAH i tilstandsklasse IV. Prøvetakingen av sedimentene her viste grove sedimenter (sand) med lite finstoff (silt og leire). I punkt S4 og S5 var det høyere innhold av leire og silt. Samtidig ble det påvist vesentlig høyere innhold av PAH i sedimentene (tilstandsklasse V). Dette kan forklares med andel finstoff i prøvene. En vurdering av prosentvis sammensetning av PAH-komponenter (Figur 8) i jord og grunnvann på Jernverkstomta og sedimenter utenfor Jernverkstomta viser at sammensetningen (profilen) av PAH-komponenter i sedimentene sammenfaller godt med sammensetningen i jordprøver og grunnvannet fra brønn Br1 på Jernverkstomta. Dette betyr at en spredning fra Jernverkstomta til sedimentene i Heddalsvatnet utenfor ikke kan utelukkes. Basert på kart over forurensete lokaliteter fra grunnforurensningsdatabasen (Figur 9 og Tabell 5) er det imidlertid flere lokaliteter som stammer fra Tinfos Jernverk som kan ha bidratt til samme sammensetning av PAH-komponenter i sedimentene. Inkludert et bedriftsinternt undervannsdeponi fra Tinfos i Heddalsvatnet ikke langt unna Jernverkstomten. Det kan heller ikke utelukkes at påvist forurensning i sedimentene kan stamme fra tiden da Tinfos Jernverk var i drift.

Det er knyttet flere usikkerheter til resultatene av de gjennomførte undersøkelsene, se kapittel 2.7. Uavhengig av usikkerhetene er konklusjonen basert på de resultatene som foreligger pr. i dag, at det er risiko for uakseptabel spredning fra eiendommen. Denne konklusjonen baserer seg på:

- ❖ Det er påvist høye konsentrasjoner av en rekke PAH-forbindelser i jordprøver tatt under grunnvannsspeilet.
- ❖ Grunnvannsprøvene fra brønnene Br1, Br3 og Br5, ved begge prøvetakningsrunder, viser uakseptable konsentrasjoner av en rekke PAH-forbindelser og det kreves en svært stor fortykning i Heddalsvatnet for at konsentrasjonene skal være akseptable, betydelig høyere enn hva som er realistisk.

- ❖ Massene under grunnvannsspeilet har høy permeabilitet og dermed høyt potensiale for transport av forurensning.
- ❖ Strømningsretningen, basert på grunnvannspeilinger i november 2018 og januar 2019, viser en kompleks grunnvannsstrømning som både er påvirket av Tinnåa og en regional grunnvannsstrøm fra høyereliggende områder i nordøst. Det er potensielt store vannmengder som strømmer gjennom de forurensede massene på området. Det er dermed potensiale for transportert av forurenset grunnvann fra området og ut i Heddalsvatnet.
- ❖ En rekke av komponentene som er påvist i uakseptable konsentrasjoner i grunnvannsbrønnene står på listen over prioriterte stoffer i vedlegg VIII i Vannforskriften. Iht. til vanddirektivet skal en vannforekomst som Heddalsvatnet ha minst god kjemisk og økologisk tilstand og det er ikke tillatt å forverre tilstanden ved spredning av prioriterte stoffer.
- ❖ Det er påvist høye konsentrasjoner av PAH i sedimentene i Heddalsvatnet utenfor Jernverkstomta og profilen av PAH-forbindelsene er lik de som er funnet i jord og i grunnvann på Jernverkstomta.

3 Forslag til supplerende prøvetaking og videre overvåking

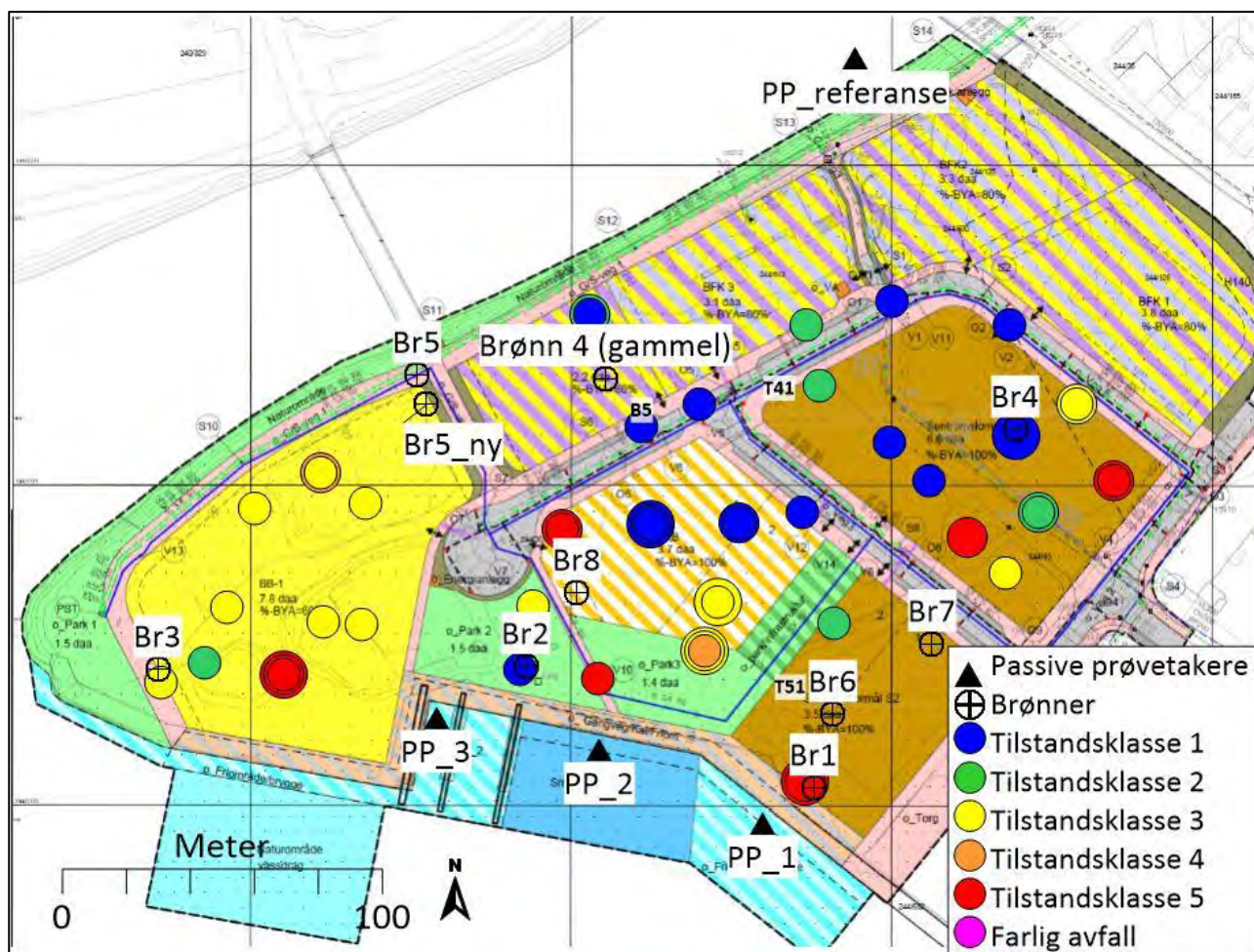
Basert på resultatene fra de utførte undersøkelsene er det konkludert med at det er risiko for uakseptabel spredning fra Jernverkstomta og ut i Heddalsvatnet. Det er flere usikkerheter ved resultatene fra undersøkelsene. For å redusere usikkerhetene og bedre kartlegge spredningen fra området er det laget et forslag til overvåkningsprogram for videre undersøkelser.

Tabell 6 viser en oppsummering av forslagene til videre overvåkning av spredning fra Jernverkstomta til Heddalsvatnet. Figur 10 viser plassering av eksisterende og foreslåtte nye grunnvannsbrønner, samt forslag til plassering av passive prøvetakere i Heddalsvatnet og Tinnåa (referanseprøve).

Ytterligere beskrivelse av aktiviteter i overvåkningsprogrammet er gitt i kapittel 3.2 til 3.5.

Tabell 6: Oppsummerende tabell over forslag til videre overvåkning av spredning fra Jernverkstomta.

Aktivitet	Hensikt
Boring av 4 nye grunnvannsbrønner	Flere brønner sikrer en bedre og mer helhetlig overvåkning av spredningen fra området, også under anleggsfasen. Plassering av nye brønner er vist i Figur 10 (Brønn Br5_ny, Br6, Br7 og Br8).
Vannprøvetaking av brønner - fire prøvetakingsrunder over et år	Det anbefales å ta nye prøver av både gamle brønner og nye brønner. Prøvetakingen skal utføres med forsiktig pumping med peristaltisk pumpe for å unngå forstyrrelse av finstoff rundt brønnrøret og dermed redusere partikkelinnholdet. Prøvetaking bør gjennomføres over et år, med minimum fire prøvetakingsrunder som representerer forskjellige avrenning/infiltrasjonsforhold.
Automatisk overvåkning av trykk og temperatur i grunnvannsbrønner	Overvåkning av trykk og temperatur i grunnvannsbrønner vil gi informasjon om endringer i grunnvannstand (maks- og minimum grunnvannstand), påvirkning fra elva og hva som er hovedstrømningsretning på grunnvannet.
Passive prøvetakere - grunnvannsbrønner og Heddalsvatnet	Passive prøvetakere måler konsentrasjoner i vannfasen og har vesentlig lavere deteksjonsgrenser enn analyser av vanlige vannprøver. Passive prøvetakere gir en snittkonsentrasjon i vannfasen over de siste 4 ukene de har vært utplassert.



Figur 10: Bildet viser resultater av analyser av jordprøver under grunnvannsnivå (3-6 meter under terreng) og plassering av eksisterende og nye brønner, sammen med plassering av passive prøvetakere. Bakgrunns kartet i figuren viser reguleringsplanen for området.

3.1.1 Vurdering av biotaundersøkelser,

Det er vurdert om det er hensiktsmessig å gjennomføre biotaundersøkelser i Heddalsvatnet for å se om biota er påvirket av spredning fra Jernverkstomta. Da PAH i stor grad bindes til partikler er det hovedsakelig filtrerende muslinger og snegler som kan ta opp og påvirkes av partikkelbundet PAH-forurensning. Eventuell transport av PAH-forurensede partikler eller vann fra Jernverkstomta kan sedimentere eller bindes til sedimentene utenfor Jernverkstomta og dermed bli tilgjengelig for biota i Heddalsvatnet.

PAH-forbindelser er lipofile (løses lett i fett) og kan bioakkumuleres i noen marine organismer som f.eks. muslinger. I fisk metaboliseres imidlertid disse stoffene effektivt (brytes ned), og vil kun vise høye nivåer i leveren direkte etter eksponering. Eksponering for PAH kan føre til forskjellige skader, siden mange PAH er giftige og kreftfremkallende (Havforskningsinstituttet, 2016). Det er observert en rekke effekter av PAH-eksponering i dyreforsøk, blant annet virkninger på bloddannelse, lever, reproduksjon og immuntoksitet (Fokehelseinstituttet, 2016).

Iht. Miljødirektoratet sitt regneverktøy for vurdering av helse- og miljørisiko fra forurenset jord (99:01) benyttes målinger i biota kun for vurdering av helsesisiko. I faglitteraturen er det ansett å være liten risiko for human helse i forhold til PAH i muslinger og skjell da dette tradisjonelt ikke inntas av mennesker fra en ferskvannsresipient som Heddalsvatnet. I regneverktøyet 99:01 baseres spredningsvurderinger på beregnede konsentrasjoner i vann i forhold til PNEC. For Jernverkstomta foreligger det målte konsentrasjoner i grunnvannet som er vurdert opp mot PNEC (øvre grense tilstandsklasse II) etter en fortykning ut i Heddalsvatnet.

Det er anbefalt å vurdere videre spredning fra Jernverkstomta basert på ytterlig vannprøvetaking i brønner sammen med passive prøvetakere i brønner og Heddalsvatnet som måler konsentrasjoner av PAH i vannfasen.

3.2 Boring av nye grunnvannsbrønner

For å bedre kartlegge spredningen fra området er det viktig med et godt grunnlag på grunnvannskjemien på området. Det ble i september 2018 boret 5 brønner. Brønn Br5, som var en av de mest forurensede brønnene ble brøytet bort i løp av vintersesongen 2018/2019. Det anbefales å erstatte Br5 og samtidig etablere ytterligere 3 nye brønner. Flere brønner sikrer en bedre og mere helhetlig overvåkning av spredningen fra området, også under anleggsfasen.

Plassering av eksisterende og forslag til plassering av nye brønner er vist i Figur 10, sammen med resultater av analyser av jordprøver under grunnvannsnivå (3-6 under terreng). Punktene under beskriver plassering og begrunnelse for etablering av nye brønner:

- **Br5_ny:** Erstatte Br5. Brønnen ligger nedstrøms utbyggingen av BK området med tilhørende infrastruktur og bør benyttes som overvåkningsbrønn før, under og etter anleggsfasen av utbyggingene.
- **Br6:** Brønnen er plassert oppstrøms for Br1 for å kartlegge omfanget av PAH-forurenset grunnvann oppstrøms brønn Br1.
- **Br7:** Brønnen er plassert nedstrøms den mest forurensede delen av S1 området. Brønnen benyttes til overvåkingen før, under og etter anleggsfasen av S1 utbyggingen, med tilhørende infrastruktur.
- **Br8:** Brønnen er plassert nedstrøms for jordprøvepunkt T54, som har høyest påvist PAH konsentrasjon av alle jordprøvepunktene for å se på spredningen fra området rundt T54.

3.3 Prøvetaking av grunnvannsbrønner

Da brønnene ble prøvetatt i november og januar var det høyt innhold av partikler i grunnvannsprøvene. Brønnene ble pumpet rene og tett mot overflatevann i etterkant av prøvetakingen. Det anbefales å ta nye prøver av både gamle brønner (inkludert Brønn 4, om denne fortsatt er tilgjengelig) og nye brønner. Prøvetakingen bør utføres ved forsiktig pumping med en peristaltisk pumpe, da dette kan redusere partikkelinnholdet i vannprøvene. Brønnene tømmes for 2-3 ganger brønnvolum før prøvetaking. Eventuelt skal det være kontinuerlig måling av pH, temperatur og ledningsevne under pumping, der prøveuttaket skjer når disse parameterne har stabilisert seg.

Prøvetaking bør gjennomføres over et år, med minimum fire prøvetakningsrunder som representerer forskjellige avrenning/infiltrasjonsforhold:

Vår: snøsmelting, Sommer: varme og tørke, høst: mye nedbør og vinter: nedbør lagres som snø.

I tillegg bør brønnene overvåkes i anleggsfasen for å dokumentere en eventuell spredning under utbyggingene. Det bør også overvåkes etter avsluttet anleggsarbeid for å sikre at man har dokumentert en eventuell spredning under en normalsituasjon uten graving på området.

Plassering av overvåkningsbrønnene er vist i Figur 10. Analyseparametere for prøvetakingen er vist i Figur 8. Samtlige analyser utføres av laboratorium som er akkreditert mht. de aktuelle parametrene. Dette gjelder også for analyser av passive prøvetakere.

Tabell 7: Tabellen viser analyseparametere for grunnvannsprøvene.

Brønn	Analyseparametere	Ekstra analyser 1. prøvetakingsrunde	Kommentar
Alle brønner	Tungmetaller, PAH, PCB, THC, BTEX, pH, suspendert stoff, ledningsevne	Tungmetaller analyseres filtrert og ikke filtrert, cyanid	Dekanteres før analyse av organiske komponenter. Det benyttes analysepakke med lav LOQ for PAH analyser

3.4 Automatisk overvåking av temperatur og grunnvannsnivå

Det anbefales å overvåke trykk (grunnvannsnivå) og temperatur i brønnene, Tinåa og Heddalsvatnet med automatiske sensorer (Divere) over en periode på minimum 3 måneder. Dette vil gi informasjon om endringer i grunnvannstand (maks- og minimum grunnvannstand), påvirkning fra elva og hva som er hovedstrømningsretning på grunnvannet.

3.5 Passive prøvetakere

Passive prøvetakere måler fritt-løste konsentrasjoner i vannfasen og har vesentlig lavere deteksjonsgrenser enn analyser av vanlige vannprøver. Vannprøvene som er tatt i brønner og Heddalsvatnet i dag, har høyere deteksjonsgrense enn tilstandsklasse 2/PNEC for PAH-forbindelser. Det anbefales å benytte passive prøvetakere av type POM (laget av polyoxymethylene). Disse er enkle og relativt billige å benytte, og man trenger ingen informasjon om strømningshastighet, temperatur eller salinitet for å tolke resultatene.

Passive prøvetakere av typen POM må henge ute i minimum 4 uker. Man måler da en snittkonsentrasjon i vannfasen over de siste 4 ukene.

Det anbefales også å overvåke vannkjemien i alle brønnene med passive prøvetakere (POM), sammen med 3 lokasjoner i Heddalsvatnet og én oppstrøms i Tinnåa, ovenfor Jernverkstomta. Det anbefales å plassere de passive prøvetakerne i Heddalsvatnet rett utenfor spunten, i et område lite påvirket av vann fra Tinnåa for å få prøver som representerer en eventuell utlekking fra Jernverkstomta. I Heddalsvatnet anbefales det å plassere de passive prøvetakerne i 2 nivåer; midt i vannsøylen og like over sedimentene på bunnen. Dette gir informasjon om det forekommer utlekking fra sedimentene, samt informasjon om konsentrasjoner i vannfasen rett utenfor spuntveggen.

De passive prøvetakerne skal analyseres ved akkreditert laboratorium mht. PAH-16 og tungmetaller.

Forslaget til plassering av passive prøvetakere er vist med sort trekant i Figur 10. Eksakt plassering bestemmes i felt. Om det observeres noen Sprekker/skjøter i spunten bør passive prøvetakere plasseres på utsiden av sprekk/skjøt i spunt.

4 Bibliography

Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann.*

Fokehelseinstituttet. (2016, 03 14). <https://www.fhi.no/historisk-arkiv/nettpublikasjoner/kunnskapsbasen-miljo-og-helse/mat/09.-polysykliske-aromatiske-hydroka/>. Hentet fra www.fhi.no:
<https://www.fhi.no/historisk-arkiv/nettpublikasjoner/kunnskapsbasen-miljo-og-helse/mat/09.-polysykliske-aromatiske-hydroka/>

Havforskningsinstituttet . (2016). *Undersøkelser av organiske miljøgifter i fisk, skalldyr og sedimenter fra norske havområder de siste 20 årene.*

SFT. (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA 2553/2009.*