

Analyse af pejledata

Lille Hjøllund 2022 - delrapport



Ændringsliste

Ver:	Dato:	Beskrivelse af ændringen	Revideret	Godkendt af
01_draft	17-5-2022			DKPETA
02_final	31-08-2022	Regionens kommentarer indarbejdet		DKPETA

Projekt: Pejledata Hjøllund
Projektnummer: 41002318
Kunde: Region Midtjylland
Ver: 02_final
Dato: 31-08-2022
Udfærdiget af: Peter Alfred, Mark Bøgelund, Kristoffer Schneidelback
Dokument reference: \\dkcphfs006\project\tm\30.6515.26_rm_hjøllund_vådgravning\04_output\rapport\kommentarer region 07_2022\sweco hjøllund report150522_v02_fin.docx

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	4
2	Datagrundlag	4
2.1	Dokumentation	6
3	Faktorer med betydning for grundvandsspejlet.....	6
4	Metode.....	7
5	Statistisk Analyse	8
5.1	Moniteringsdata	8
5.1.1	Eksisterende monitoringsboringer.....	8
5.1.2	Mængde af råstofindvinding.....	9
5.2	Korrelation mellem grundvandsspejl og råstofindvinding.....	11
5.2.1	Korrelation over afstand	11
5.2.2	Daglige udsving sammenlignet med gennemsnitlig middelværdi	12
6	Analyse af pejledata	13
7	Sammenfatning	14
	Referencer	16

1 Indledning

I forbindelse med råstofindvindingen ved Lille Hjælland, har Region Midtjylland gennem en årrække indsamlet pejledata fra en række pejleboringer i området. Boringerne er etableret, for at give mulighed for at overvåge udviklingen i grundvandsspejlet, såvel tæt ved gravområder og værdikortlagt natur, som i lidt længere afstand fra graveområderne.

Disse pejledata opsamles via dataloggere, og Region Midtjylland har stillet data til rådighed i forbindelse med miljøkonsekvensanalyse og rapportering, når der ansøges om gravetilladelse, som stiller krav om dette.

Pejledata fra dataloggerne er af god kvalitet, og Region Midtjylland har ønsket en analyse af, om det er muligt at spore effekten af gravning under grundvandsspejlet og i givet fald, hvor stor denne måtte være i en given afstand fra graveområdet.

Effekten af gravning under grundvandsspejlet er beskrevet i en lang række publiceret materiale og rapporter, se venligst referencelisten til denne rapport for nærmere angivelser.

Indvinding af råstoffer under grundvandsspejlet foregår typisk ved anvendelse af to metoder, wiregravemaskine og pumpning. Af de to metoder vil gravning med wiremaskine være den mest skånsomme, fordi den er langsommere, og det påvirkede vandspejl derfor kan indstille sig hurtigere. Pumpning (med sandsuger) involverer ofte ganske betydelige ydelser på pumpen (ofte over 1.000 m³/timen), og påvirkningen på vandspejlet er derfor større. Samtidigt kan 'trykstød' ved opstart af pumpen brede sig ud i grundvandsmagasinet.

Denne rapport er en opsummering (delrapport) på det udførte arbejde, og behandler data, der er indsamlet i perioden fra 2015 til februar måned 2022.

I området er der to primære råstofindvindere, Asklev Sten og Grus Aps samt Kroghs A/S. Begge har en tilladelse, der i perioden har været på 300.000 m³ for Asklev Sten og Grus Aps og 200.000 m³ for Kroghs A/S.

Råstofindvindingen har foregået på flere arealer samtidigt, som beskrevet i nærværende rapport.

2 Datagrundlag

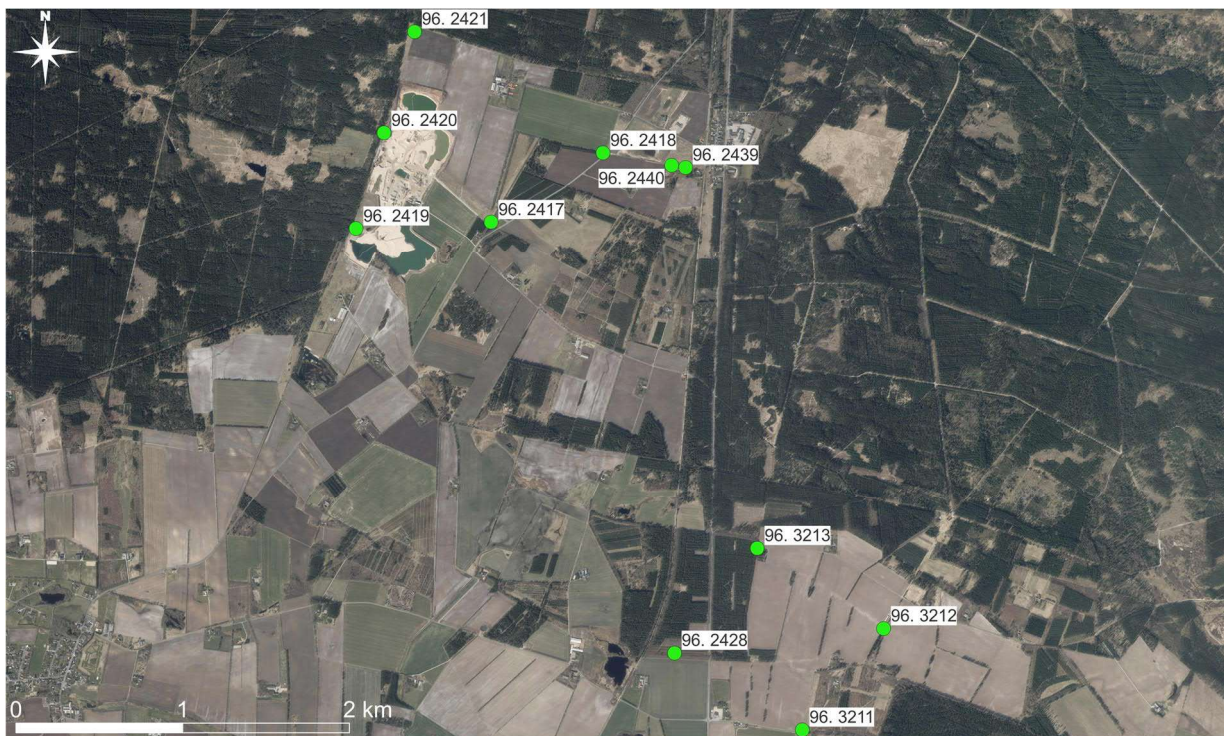
Datalogger-data er opsummeret i nedenstående tabel 1.

DGU nr.	Dybde (m.u.t)	Periode	
96.2417	18	2015-2022	
96.2418	12	2015-2022	
96.2419	12	2015-2022	
96.2420	12	2015-2022	
96.2421	14	2015-2022	
96.2439	12	2015-2022	
96.2440	13	2015-2022	

96.2428	10	2015-2022	
96.3211	-	2021-2022	
96.3212	-	2021-2022	
96.3213	-	2021-2022	
96.1976			

Tabel 1: Oversigt, boringer med dataloggerdata fra Region Midtjylland. '-' betyder, at oplysninger mangler i Jupiter databasen.

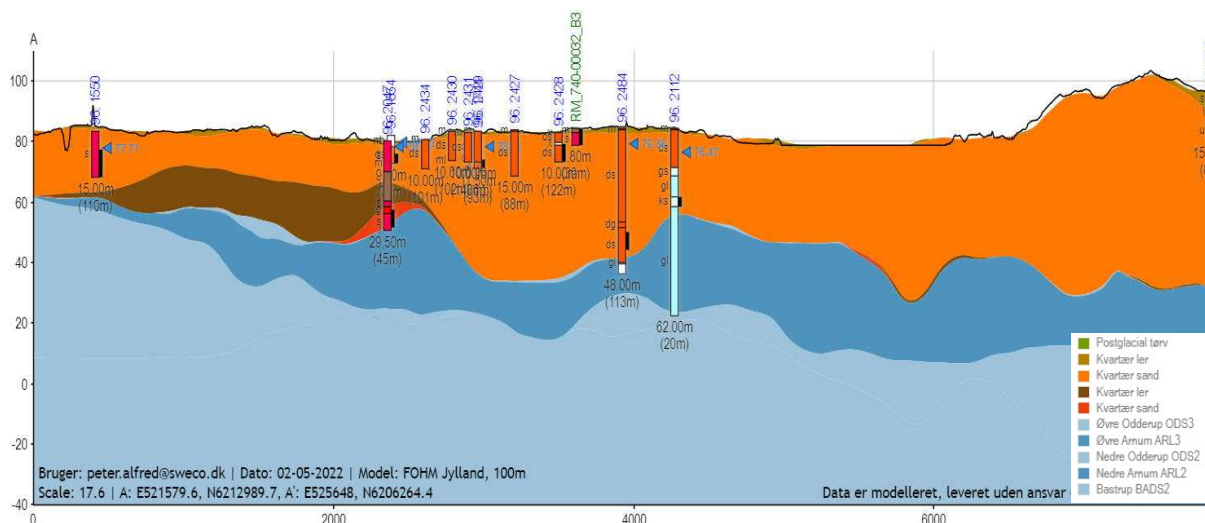
Placeringen af anvendte pejleboringer fremgår af Figur 2-1.



Figur 2-1: Placering af pejleboringer med dataloggerdata.

Alle boringerne er udført som råstofboringer og er filtersatte i det øvre magasin bestående af kvartært sand, ifølge figur 2-2 nedenfor.

NV-SØ gående profil gennem området, fra råstofgravningen ved Hjøllund (Asklev Sten & Grus) i retningen mod Hampen Sø, er vist på Figur 2-2.



Figur 2-2: Typeprofil fra graveområdet ved Hjøllund, mod Hampen Sø. Som baggrund ses FOHM modellen (de hydrostratigrafiske lag).

Det øverste grundvandsmagasin er frit og har stor udbredelse i området.

2.1 Dokumentation

Beskrivelse af påvirkning fra råstofgravning under grundvandsspejlet har været et opmærksomhedspunkt i mange år. Miljøstyrelsen og Fredningsstyrelsen (1) udgav i 1980 et serieskrift, som omhandler risici ved råstofgravning, herunder gravning under grundvandsspejlet i forhold til vandindvindingsinteresser.

Miljøstyrelsen udgav i 2000 et skrift (2), med en teoretisk analytisk beregningsmodel, der kan anvendes ved beregning af påvirkningen fra gravning under grundvandsspejlet. Denne er anvendt ved en lang række miljøkonsekvensvurderinger.

Regionerne har ligeledes gennemført en række arbejder, hvor der gennem observationer af grundvandsspejl er draget konklusioner om sammenhængen mellem gravning af råstoffer under grundvandsspejlet og påvirkning af grundvandsmagasinerne (3), (4), (5). I det aktuelle område, er problematikken også beskrevet og vurderet i den udførte miljøkonsekvensanalyse af råstofgravningen ved Lille Hjøllund (6). Resultater og konklusioner fra ovenstående arbejde er anvendt i nærværende rapport.

3 Faktorer med betydning for grundvandsspejlet

I et delopland styres grundvandsspejlet i et øvre, frit grundvandsmagasin i det væsentligste af de elementer, som indgår i vandbalanceligningen:

$$N = E_a + A_o + A_u + Q + dV$$

Hvor:

N= Nedbør, E_a =Aktuel fordampning, A_o =Overjordisk afstrømning, A_u =grundvandsstrømning ud af området, Q=Fjerntransport til eller fra opland og dV =magasinændring

I det aktuelle tilfælde ved Lille Hjøllund, indgår i ovenstående ligning Q oppumpning ved sandsuger, gravning med wiremaskine, pumpning af vand til støvbekæmpelse, samt oppumpning af vand generelt i området, f.eks. til drikkevand og markvanding.

I nærområdet ved Lille Hjøllund indvinder Asklev Sten og Grus Aps samt Kroghs A/S. Begge virksomheder anvender sandsuger til indvindingen af råstoffer under grundvandsspejlet og har derfor aktive gravesøer. Selve graveprocessen er udførligt beskrevet i (6).

Asklev Sten & Grus oplyser (6) følgende om gravning under grundvandsspejlet:

Der er anvendt såvel wire-gravemaskine, som suger ved indvinding under grundvandsspejlet. Gravning under grundvandsspejlet har tidsmæssigt fulgt nedenstående:

- Den 31. december 2015 indkøbes en wire-gravemaskine, som anvendes til gravning af råstoffer under grundvandsspejlet.
- Den 30. november 2017 ophører brug af wire-gravemaskinen. Sandsynligvis er der ikke gravet under grundvandsspejlet i november 2017, hverken med wire-gravemaskine eller andet materiel.
- Den 1. december 2017 anskaffes en sandsuger, der sandsynligvis tages i brug den 1. januar 2018. Den har kørt kontinuert alle hverdage (i arbejdstiden) i perioden, undtaget få dage, hvor der har været udført service på materiellet.
- Den 27. juli 2020 stoppede Asklev Sten og Grus pumpningen om eftermiddagen.

Da en stor del af det indvundne materiale ikke kan sælges (grundet kornstørrelsen), returneres disse materialer til søen igen, via vådsortereren m.v. Sandsugeren har en kapacitet svarende til 1.600 – 1.800 m³/t (oplyst af Asklev Sten og Grus).

Oppumpet vand til sortering m.v. recirkuleres.

Indvindingen af råstoffer på Kroghs arealer, har jf. tilladelsen (7) foregået med gummiged over vandspejlet, og pumpning (ydelse ikke kendt) under grundvandsspejlet (til ca. 9 m meter under GVS), og behandlingen involverer både våd- og tørsortering.

Vandet der anvendes i forbindelse med vådsorteringen, recirkuleres til gravesøen.

4 Metode

- Optegning data fra monitoringsboringerne, sammen med nedbør.
- Analyse af data med forskellige statistiske metoder, som anvendes til at belyse om der er væsentlige forskelle i data, der objektivt kan tilskrives indvinding under grundvandsspejlet.
- Ud fra ovenstående vurderes pejledata, for at udskille påvirkningen fra gravning under grundvandsspejlet.

5 Statistisk Analyse

5.1 Monitoringsdata

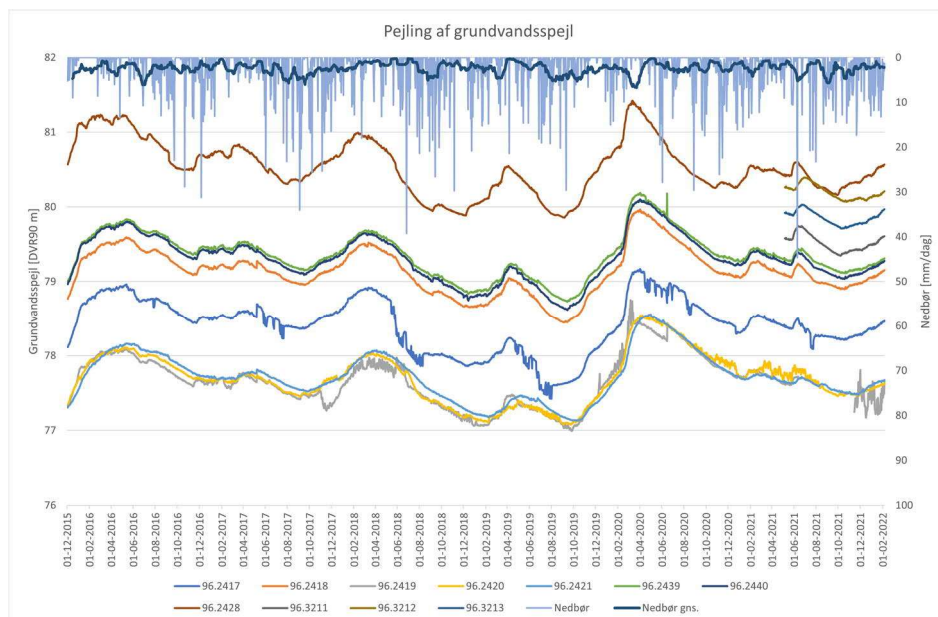
5.1.1 Eksisterende monitoringsboringer

Siden december 2015 har Region Midtjylland overvåget grundvandsstanden ved en råstofgrav i otte nærliggende pejleboringer dagligt. DGU nr. 96.3211, 96.3212 og 96.3213 er tilføjet senere til monitoringsprogrammet i 2021. Indvindingsområdet samt placering af monitoringsboringerne kan ses på figur 5-1.



Figur 5-1: Oversigtskort over eksisterende monitoringsboringer, som har målt grundvandsstanden dagligt siden 2015, med undtagelse af DGU nr. 96.3211, 96.3212 og 96.3213, som er blevet tilføjet til overvågningsprogrammet i 2021.

Pejledata for de 11 forskellige monitoringsboringer samt nedbør kan ses på Figur 5-2.



Figur 5-2: Grundvandsspejl i de overvågede pejleboringer sammenlignet med nedbør.

Pejledata følger overordnet årstidsvariationen med et højere grundvandsspejl i vinter- og forårsmånederne, og et mindre grundvandsniveau i sommerperioden.

Da der er tale om pejlinger fra et øvre grundvandsmagasin (frit), vil data også afspejle grundvandsdannelsen, der i det aktuelle tilfælde sker ganske hurtigt. Det ses f.eks. i 2020, hvor grundvandsspejlet stiger i alle monitoringsboringerne.

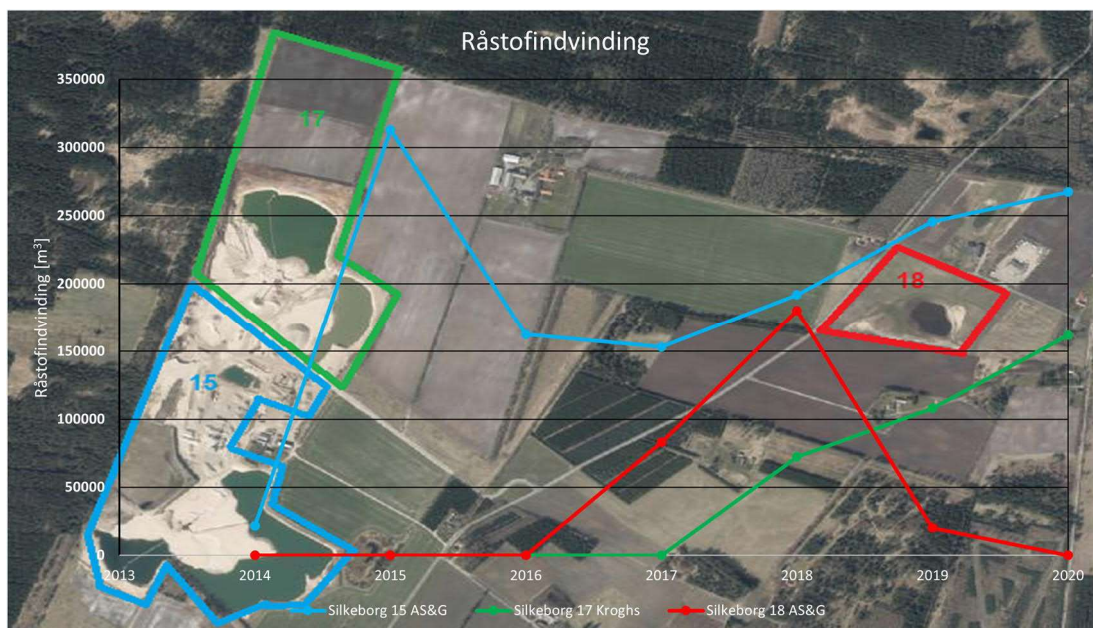
Som det kan ses på figur 5-2, er der nogle af boringerne, der har større daglige udsving. Her i blandt DGU nr. 96.2419 og 96.2420, som ligger i udgravningszonen. DGU nr. 96.2417 har også større udsving i grundvandsspejlet, dette skyldes formentlig markindvinding i området, da det er i sommerperioden udsvingene hænder (der findes flere aktive markvandingsboringer i Jupiter).

DGU nr. 96.2418, 96.2439 og 96.2440 udviser mindre daglige variationer, men ikke i samme grad som DGU nr. 96.2419 og 96.2420. De mindre daglige variationer kan skyldes indvinding fra Silkeborg 18 AS&G, som kan ses på figur 5-3.

DGU nr. 96.2428, som er den pejleboring, der ligger længst væk fra indvindingsområderne (96.3211, 96.3212 og 96.3213 ikke medtaget), viser ingen tegn på større variationer over korte perioder.

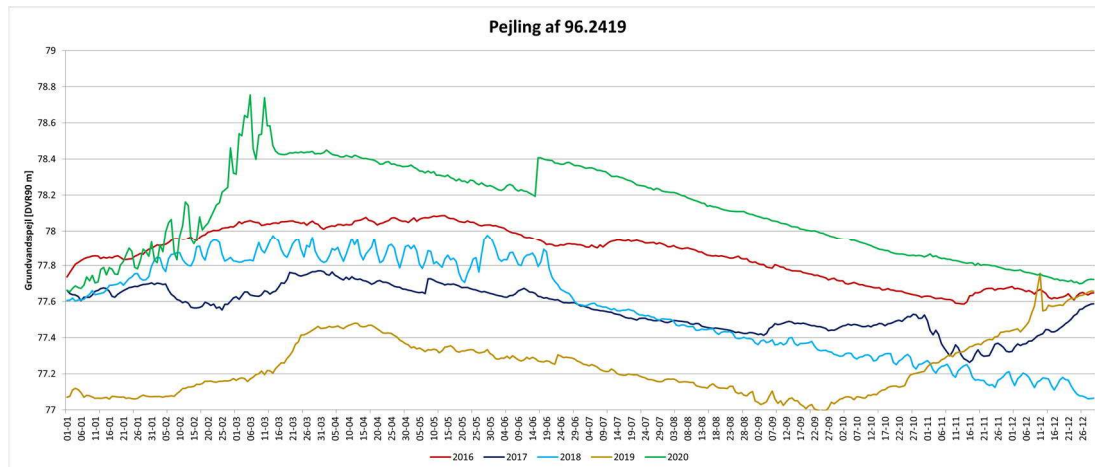
5.1.2 Mængde af råstofindvinding

Asklev Sten og Grus (AS&G) samt Kroghs har tilladelse til at indvinde sand, grus og sten i området. Kroghs, som indvinder i område 17 (det grønne areal på figur 5-3), indvandt i 2018 ca. 72.000 m³, i 2019 ca. 108.000 m³ og i 2020 var tallet steget til 161.000 m³. AS&G har siden 2014 indvundet i området. Den største samlede indvinding fra de tre områder var i 2018, med en samlet indvinding på over 444.000 m³.



Figur 5-3: Mængde af udvundet råstofindvinding fra tre områder.

Den største indvinding er i område 15, hvor pejleboringen 96.2419 også er placeret. Figur 5-4 viser udsvingene for pejleboringen, hvor det kan ses, at i første halvdel af 2018 er der større udsving på ugentlig basis. Det samme gør sig gældende i første kvartal af 2020.



Figur 5-4: Pejling af DGU nr. 96.2419 i perioden 2016-2020.

Udsvingene i starten af 2018 kan skyldes at AS&G gik fra at anvende en wiregravemaskine for området til at anvende en sandsuger. Wiremaskinen har mindre påvirkning end en sandsuger, som tidligere beskrevet.

Der ses såvel stigning som sænkning i middelvandsspejlet. Stigning kan måske skyldes udlægningen/returnering af dele af det oppumpede materiale i nærheden af pejleboringen.

5.2 Korrelation mellem grundvandsspejl og råstofindvinding

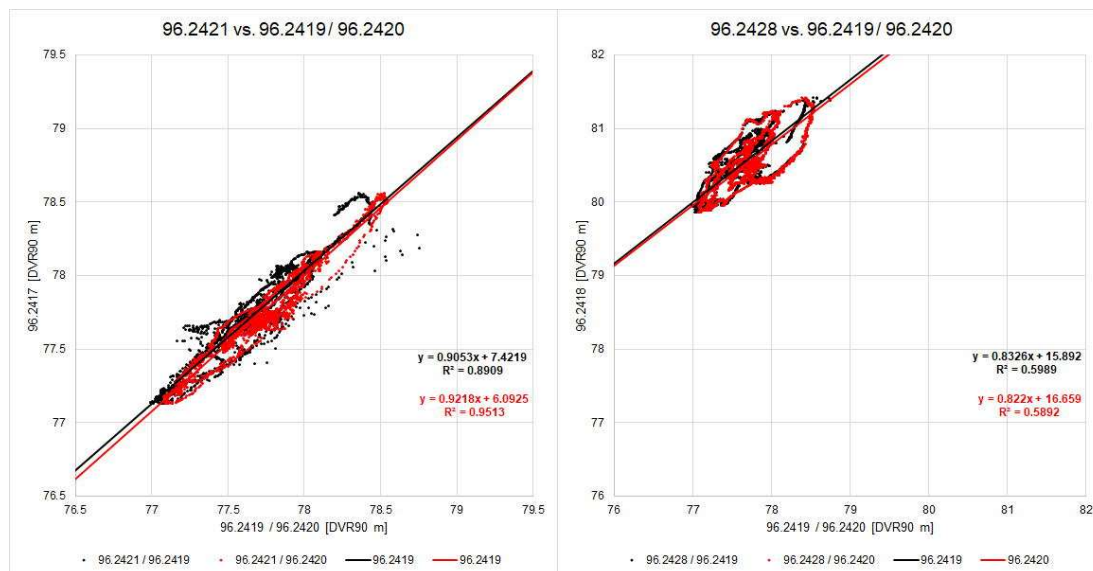
For at fastslå om råstofindvindingen har en indflydelse på det omkringliggende grundvandsspejl, foretages der to undersøgelser. Den første undersøgelse sammenligner korrelationen mellem DGU nr. 96.2419 og 96.2420 til de resterende pejleboringer. Her er der en formodning om, at korrelationen falder desto længere væk fra råstofindvindingen man kommer. De to pejleboringer er udvalgt på baggrund af, at det er der størstedelen af indvindingen foregår.

Derudover er der en antagelse om, at råstofindvindingen skaber en vis forstyrrelse i grundvandsspejlet, i hvert fald lokalt. For at kvantificere denne forstyrrelse, sammenlignes den målte daglige værdi med en gennemsnitlig middelværdi. Den gennemsnitlige middelværdi er over en periode på 15 dage, 7 dage før og efter den associerede dagsværdi.

5.2.1 Korrelation over afstand

Figur 5-5 viser et uddrag af analysen, hvor DGU nr. 96.2421 og 96.2428 sammenlignes med 96.2419 / 96.2420. DGU nr. 96.2421 er placeret lidt nord for indvindingen, ca. 1.200 m og 650 m væk fra henholdsvis 96.2419 og 96.2420.

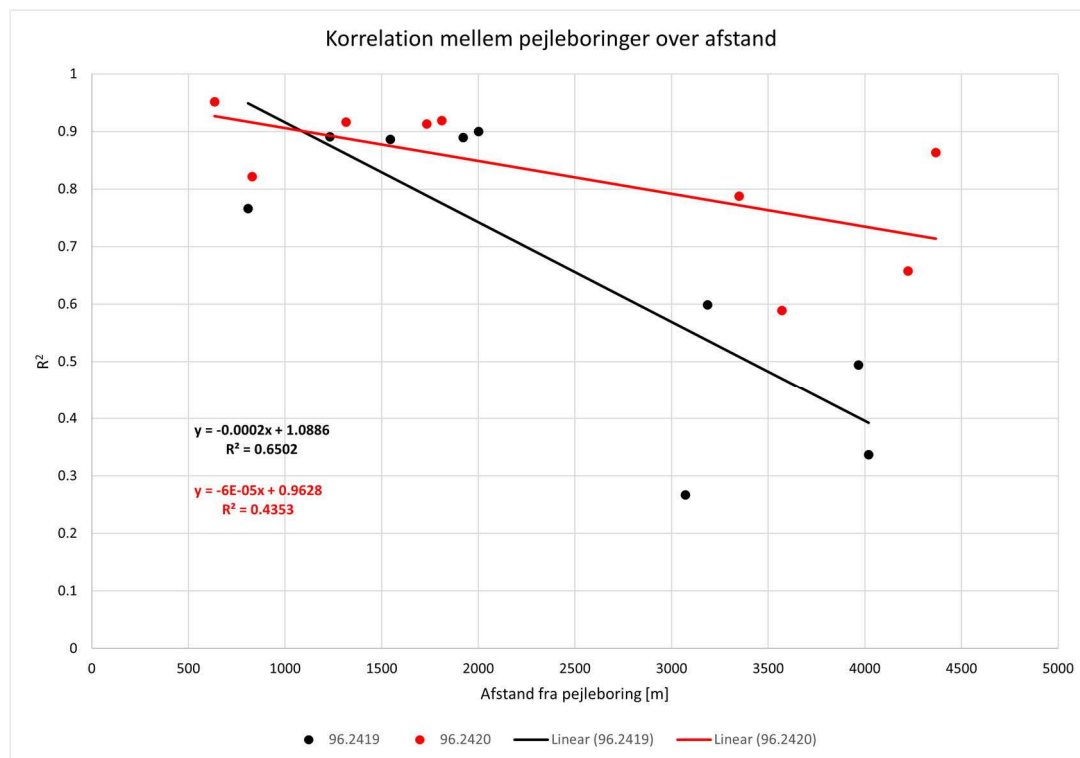
Antydning af den beregnede R^2 -værdier (korrelationskoefficienten) for 96.2421 og 96.2428 på hhv. 0,95 og 0,58, er der en højere overensstemmelse mellem data fra 96.2421, som er nærliggende råstofindvindingen, kontra 96.2428 som ligger længere væk.



Figur 5-5: DGU nr. 96.2421 og 96.2428 korreleret med 96.2419 og 96.2420.

Laves analysen for samtlige monitoringsboringer (figur 5-6), ses der ikke en tydelig faldende tendens over afstanden. Der er dog en vis forventning om, at monitoringsboringerne tæt på hinanden mere eller mindre vil vise de samme værdier grundet de lokale geologiske- og nedbørsforhold.

Ved pejleboringer længst væk fra råstofindvindingen (96.2428, 96.3211, 96.3212 og 96.3213) er der observeret en højere korrelation for boring 96.2420 end 96.2419.



Figur 5-6: Korrelation mellem samtlige pejleboringer med udgangspunkt i DGU nr. 96.2419 / 96.2420.

Dette kunne indikere, at der er en anden faktor for 96.2419, som påvirker grundvandsspejlet. Det skal dog noteres at 96.3211, 96.3212 og 96.3213, kun har data tilgængeligt for en periode på et år, og derfor er sammenligningsgrundlaget mindre stærkt.

5.2.2 Daglige udsving sammenlignet med gennemsnitlig middelværdi

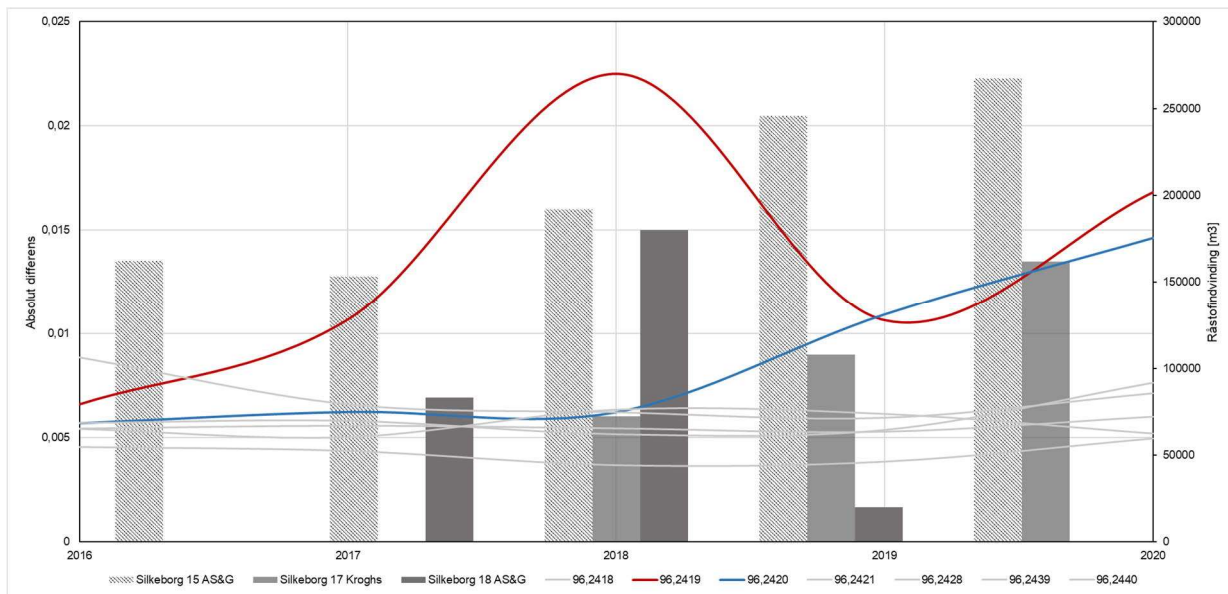
Ved at sammenligne de daglige udsving med en gennemsnitlig middelværdi, fås et udtryk for forstyrrelserne i grundvandsspejlet. Det forventes at alle monitoringsboringer har en vis form for udsving, da der er en variation i grundvandsniveauet over tid. Er der større udsving for nogle af monitoringsboringerne, kunne forklaringen skyldes råstofindvindingen i de pågældende indvindingsområder.

Figur 5-7 viser den absolutte differens pr. årsbasis i perioden mellem 2016 og 2020. Derudover er råstofindvindingen plottet for at se, om der er en sammenhæng mellem differensen og indvindingen.

For monitoringsboring 96.2419 ses de største udsving i differensen. De største udsving er observeret i 2018, hvor område 15 gik over til at anvende en sandsuger i stedet for en wiregravemaskine. Dette kunne give en indikation om, at anvendelsen af en sandsuger under grundvandsspejlet skaber en større forstyrrelse kontra en wire-gravemaskine.

For monitoringsboring 96.2420 er der i perioden 2015-2018 ikke nogen større udsving andet end den formodede baselineværdi (absolut differens ca. 0.005). I 2018 er indvindingen for området 72.000 m³, men der er ikke nogen divergens fra baseline. I 2019 stiger den absolutte differens og råstofindvindingen for området rammer 108.000 m³.

Der er heller ikke nogen indikation på, at monitoringsboringen er påvirket af sandsugeren for område 15 i 2018. Differensen stiger mod 2020 i takt med stigende indvinding.



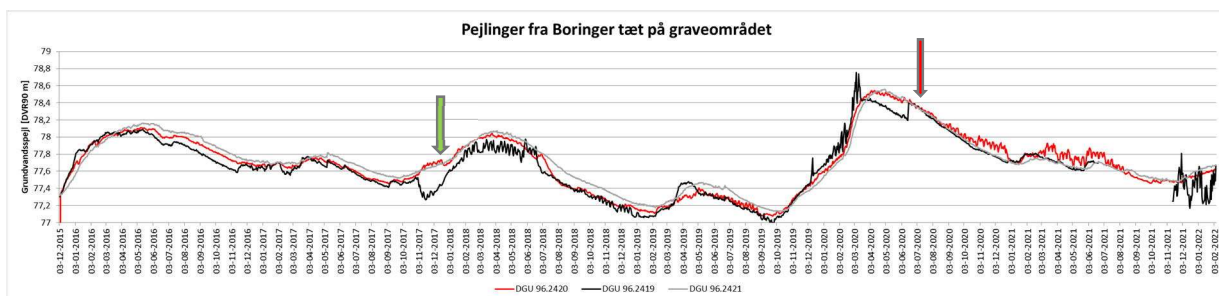
Figur 5-7: Absolut differens mellem faktisk værdi og gennemsnitligt middelværdi.

Råstofindvindingen for område 18 har umiddelbart ingen større indflydelse på grundvandsniveauet for de omkring liggende pejlinger.

6 Analyse af pejledata

Ved den forudgående analyse er det vurderet, at DGU 96.2419 og 96.2420 er de to pejle-boringer, som har størst sandsynlighed for at være påvirkede af gravning under grundvandsspejlet.

På nedenstående figur 6-1 er pejleserierne fra boringerne i graveområdet vist.



Figur 6-1: Pejleserie fra DGU 96.2419 og 96.2420 samt 96.242. Spring i data for DGU 96.2419 i juni 2020 er datafejl. Grøn pil markerer opstart af sandpumpning, rød pil markerer stop af sandpumpning (22. juli 2020 om eftermiddagen, ved Asklev Sten og Grus - område 15).

Det fremgår, at kurverne følger hinanden, med god overensstemmelse. Der er dog få markante afvigelser. Omkring november 2017 ses en sænkning i DGU 96.2419, som ikke kan erkendes i 96.2420. Lige omkring dette tidspunkt, har man været i gang med at erstatte den eksisterende wiregravemaskine (hos Asklev Sten og Grus) med den nye sandsuger, og denne er blevet prøvekørt i perioden (6).

En nærmere analyse af pejledata fra DGU 96.2419 viser, at i perioden 1-11-2017 til 18-11-2017, faldt vandspejlet fra kote 77,53 til 77,28 altså 0,25 meter, der ifølge miljøkonsekvensrapporten kan skyldes opstarten/indkøring af sandsugeren. Den samtidige stigning i vandspejlet i DGU 96.2420 kan skyldes udledning af retur vand tæt ved denne boring.

På baggrund af de eksisterende data, er det ikke muligt at beskrive en sammenhæng mellem afstand til sandsugeren (pumpen), der opererer med en ydelse på 1.600 – 1.800 m³/timen, og pejleboring DGU 2419.

Et groft estimat, baseret på Theis løsning til strømningsligningen ($T = 0,005$ m²/dagen, $S=0,8$ og $Q = 1.700$ m³/timen og en halv dags pumpning), indikerer en radius på ca. 50 meter for ca. 25 cm sænkning. Ved samme løsning, er sænkningen faldet til 0 ved 100 meters afstand mellem pumpe og observationspunkt.

Estimatet er i overensstemmelse med de observationer, som tidligere er gjort ved flere undersøgelser, se f.eks. (2,3,4 og 5). At påvirkningen ikke kan spores længere væk end få hundrede meter fra gravesøen, skyldes en lang række faktorer. Det opståede gravesø virker som en buffer for udbredelsen af påvirkningen. Ved opstarten af pumpningen er påvirkningen momentan, men set på længere sigt, indstiller de normale hydrologiske strømningsmønstre omkring søen sig, og sænkningen er minimal, hvilket også fremgår af observationerne fra DGU 96.2419. Ved normal drift af råstofindvindingen er det ikke muligt at se nogen påvirkning af vandspejlet i grundvandsmagasinet. Det skyldes ligeledes, at sandpumpningen kun er aktiv i maksimum 12 timer pr. døgn, dvs. pumpningen stoppes hver dag ved arbejdstids ophør, hvorefter grundvandsspejlet retableres relativt hurtigt.

7 Sammenfatning

- En objektiv analyse af pejledata viser, at råstofindvindingen påvirker grundvandsspejlet, i hvert fald lokalt omkring gravesøen.
- Overordnet har råstofindvindingen under grundvandsspejlet ikke indflydelse på variationerne i det øvre grundvandsmagasin, når der ses på de mere længerevarende variationer, der skyldes årstiderne og variationerne i grundvandsdannelse.
- Råstofindvindingen vurderes derfor heller ikke at have væsentlig indflydelse på den overordnede vandbalance i området, og vil derfor heller ikke påvirke områder som f.eks. Natura 2000-området ved Hampen Sø, som ligger 4 km fra råstofindvindingsområdet.
- De tilgængelige data viser, at påvirkningen fra sandsuger er relativt større end fra wire-gravemaskine.
- Råstofindvinding under grundvandsspejlet påvirker grundvandsspejlet, men vurderet ud fra de eksisterende data, er det kun lokalt omkring gravesøen, formentligt som følge af trykstød ved stop/start af pumpe, udledning af returskyllevand, samt måske udlægning af allerede oppumpet materiale, der ikke kan afsættes. Ved den nuværende drift af

råstofindvindingen, vurderes det ud fra et groft estimat af oppumpningen, at påvirkningen ikke er sporbar i en afstand af 100 meters fra pumpen. For at give en sænkning på 25 cm (ca.), vurderes det ud fra samme grove estimat, at afstand mellem pumpe og observationspunkt er ca. 50 meter.

- En nærmere undersøgelse af sammenhængen mellem råstofindvinding under grundvandsspejlet og påvirkning af grundvandsspejlet i det magasin, der indvindes fra, kan foretages ved, at der observeres vandstandspeglinger tæt på gravefront/sandsuger, med registreringer på daglig basis af afstand, pumpeydelse samt mængder.

Referencer

- ¹ Råstofindvinding og vandindvinding. Råstofkontorets Arealserie nr. 1, 1980
- ² Miljøprojekt nr. 526, Miljøstyrelsen 2000
- ³ Råstofindvindingens kvantitative påvirkning af grundvand, Region Syddjylland, Grøntmij, 2011
- ⁴ Monitoring af vandstand ved Store Rosenbusk Grusgrav. Region Hovedstaden, 2015
- ⁵ Monitoring af grundvandsstand ved lille Hjælland. Region Midtjylland, notat 2019
- ⁶ Miljøkonsekvensrapport for Lille Hjælland, Kroghs & Asklev Sten og Grus, Niras 2020
- ⁷ Tilladelse til indvinding af sand, sten og grus på ejendommen matr.nr 1n, Godrum, Vråds. RM, 13-3-2015