

Oppdragsgiver: **Hafslund Eco Vannkraft AS**

Oppdragsnr.: **52208313** Dokumentnr.: **RIGHyg-001**

► Sarp2 Kraftverk - BegrensSkade vurdering av setninger

Sammendrag

Ved hjelp av BegrensSkade program for sårbarhetsvurdering i ArcGis Pro, har det blitt sett på hvilke områder som er mest utsatt for setninger grunnet poretrykksreduksjon og spuntdeformasjon [1]. Det er kjørt en modul for tunnel og en for byggegrop. For tunnel er det kjørt beregninger for setninger på grunn av innlekkasje til tunnel på 5-30 l/min/100m, mens det er estimert setninger for byggegrop ved 3 ulike scenarier. Ett scenario med moderat innlekkasje langsmed forankringsstag, noe deformasjon på spunt og moderate tetttiltak i byggegropen, ett scenario med ingen innlekkasje langsmed stag, liten spuntdeformasjon og moderate tetttiltak, og ett scenario med ingen lekkasje langsmed stag, liten spuntdeformasjon og strenge tetttiltak.

BegrensSkade programmet har resultert i setningsberegninger på hjørnepunkter til bygg og toglinje for et stort område, og gitt et vurderingsgrunnlag på hvilke områder som kan være utsatt for poretrykksreduksjon grunnet tunnel og byggegrop.

Beregningene viser at det kan forekomme moderate setninger på toglinjen som krysser rett sør for byggegropen for inntakskanalen og over starten på tunnelen, og bygninger med infrastruktur i nærheten av byggegropen. Om byggegropen ikke utformes på en måte slik at den minimerer setninger grunnet spuntdeformasjon, og det ikke settes i gang strenge tetttiltak og tiltak for å holde poretrykket oppe under bygging, vil det være vanskelig å ikke påføre moderate setninger på toglinje og nærliggende bygg. Det vil også kunne forekomme noen setninger på bygninger lenger unna tunneltraseen og byggegropen, som blant annet Hafslund Hovedgård, men disse er betraktelig mindre enn ved byggegropen.

Det kan ikke konkluderes basert på resultatene fra den utførte analysen, så det bør ved de nevnte områdene gjøres flere og mer detaljerte vurderinger i senere stadier. Det bør utføres flere grunnundersøkelser, hvor man blant annet tar flere uforstyrrede prøver til ødometer for å bekrefte OCR, samt å installere flere poretrykksmålere. Dekningen av poretrykksmålere er ikke tilstrekkelig, sammenlignet med hvor stort område som kan bli påvirket av tunnelen.

J02	2023-11-15	For bruk	EirOls	KJT, ToHSo	BeNesj
B01	2023-09-29	For kommentarer hos oppdragsgiver	EirOls	KJT	BenEsj
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.

1 Introduksjon

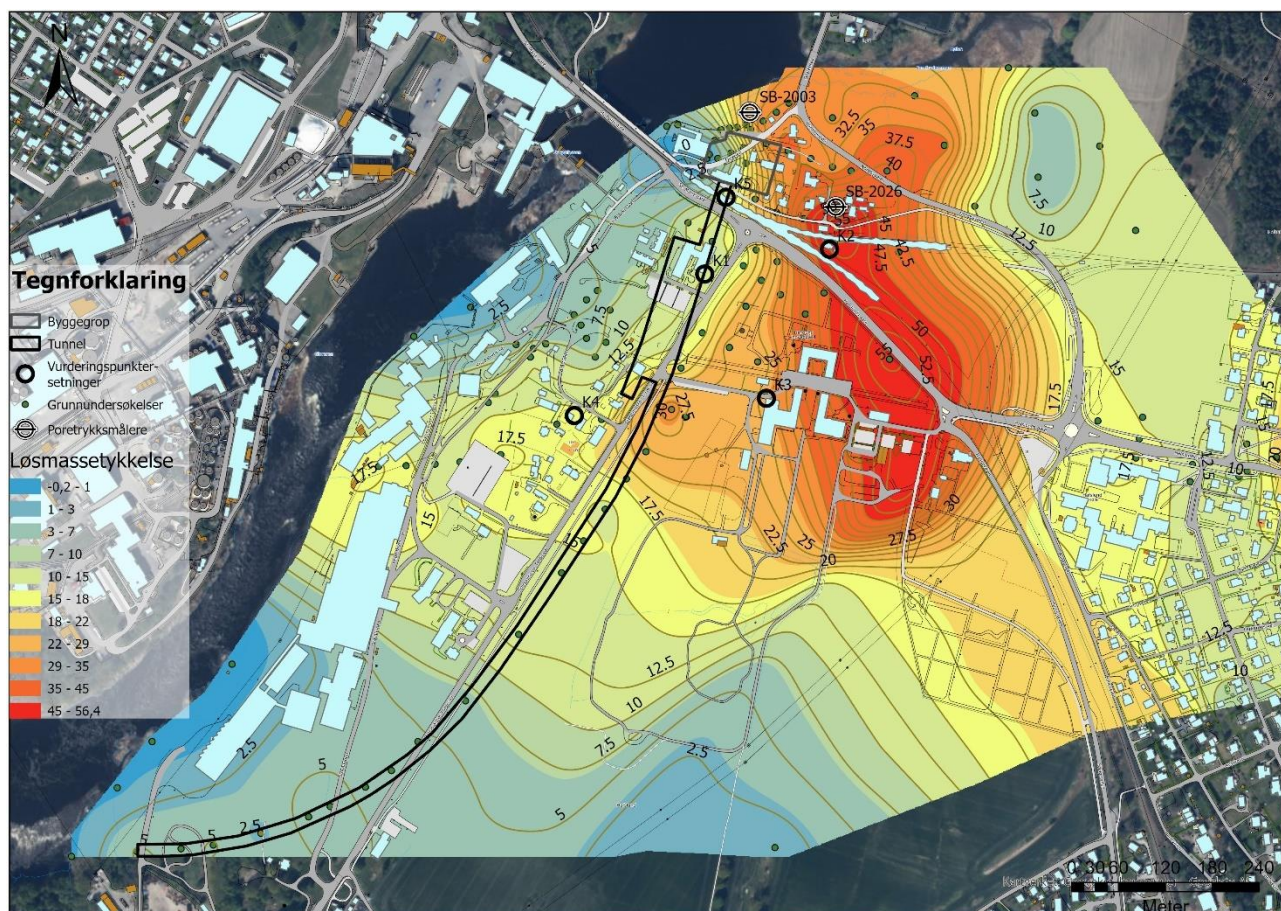
Hafslund Eco Vannkraft AS har planer om å utvide sin kraftproduksjon i Sarpefossen, og skal derfor bygge en ny tunnel med tilhørende produksjonshall, svingekammer, innløp, utløp og tilkomsttunneler. Dette vil medføre konvensjonell driving av tunnel og fjellhall, samt dyp byggegrop før tunnelen (innløpskanalen), og en grunnere etter tunnelen (utløpskanalen). For å se hvilken påvirkning dette vil ha på grunnvannet, naturmiljø, vannressurs og setninger for bygg og infrastruktur, og hvilke vurderinger man må gjøre, har det blitt utført en enkel 2D-modellering ved hjelp av BegrensSkade program i ArcGis Pro [2]. Programmet utfører en enkel setningsanalyse basert på grunnvannssenkning fra byggegrop og/eller tunnel og enkelte geotekniske parametere for løsmassene. Programmet gir en innledende vurdering på områder som kan være utsatt for setninger grunnet poretrykkssenkning og deformasjon av spunt med innlekkasje fra stag og peler. Det kan deretter gjøres vurderinger på hvilke områder som må undersøkes nøyere i videre utredninger.

1.1 Grunnforhold

Berggrunnen i området består av granitt med pegmatittlinser [3]. Sprekkeretningen er hovedsakelig horisontal og vertikal. Under befaring av det eksisterende berganlegget for Sarp1 kraftverk ble det observert stedvis noe vanninnsig i form av drypp [4].

Løsmassene består hovedsakelig av tykke forekomster av faste morenemasser og leire. Det er utført flere grunnundersøkelser, som har resultert i en modellert løsmassemektighet (Figur 1-1). Det er blant annet utført CPTU, totalsonderinger og tatt ut prøver til labanalyser.

Det er installert poretrykksmålere i 2 dybder ved to punkter (Figur 1-1). Målingene fra disse poretrykksmålerne viser et poretrykk omtrent 3 m under terreng. Det er ingen andre målepunkter tilgjengelig for resten av området.



Figur 1-1: Modellert løsmassetykkelse basert på grunnundersøkelser. Det vises også omriss av hovedtunnel og byggegrøp for kraftstasjonen. Vurderingspunkter for setnings-/grunnvannsanalyse, punkter for grunnundersøkelser og poretrykksmålere er også inkludert i kartet.

2 BegrensSkade program

Som et resultat av arbeidet med å utvikle og forbedre nye samhandlingsmetoder for grunnarbeider, forbedre fundamenteringsløsninger, og jobbe med utfordringer i bygg- og anleggsbransjen knyttet til grunnforhold, har det blitt utarbeidet en GIS-løsning basert på Piciullo et al. 2021 sin artikkel. Forskningsprosjektet BegrensSkade har hatt et mål om å begrense uønskede skader på nærliggende bygg og infrastruktur som følge av grunnarbeider tilknyttet byggegrøper. GIS-løsningen har senere også blitt utviklet til å fungere for påvirkninger av grunnvannssenkning tilknyttet tunneldriving [5]. For en mer detaljert beskrivelse om metoden, se Piciullo et al. 2021. Modulen for tunnel estimerer setninger forårsaket av poretrykkssenkning/innlekkasje til tunnel, basert på erfaringsdata/empiriske forhold fra tidligere prosjekter i Norge, og modulen for byggegrøp estimerer både korttidssetninger og langtidssetninger, også basert på erfaringsdata fra tidligere prosjekter i Norge. Korttidssetninger er hovedsakelig grunnet deformasjon av spunt eller innlekkasje langsmed stag og peler, mens langtidssetninger er grunnet en generell poretrykksreduksjon i løsmassene. Om man har informasjon om fundamenteringen til bygningene i nærheten, kan dette legges til og resultere i en sårbarhetsanalyse for hvert bygg. Det er ikke mulig å utføre beregninger for både tunnelmodulen og byggegrøp-modulen samtidig.

BegrensSkade programmet bruker flere geotekniske parametere, noen er mer standardverdier mens andre må undersøkes for hvert enkelt tilfelle. Av de ulike parameterne er det noen som har større effekt på resultatet enn andre. Disse parameterne er blant annet OCR, grunnvannsdybde, innlekkasje/reduksjon i poretrykk. Enkelte av parameterne er ulike mellom byggegrep-modulen og tunnel-modulen. Parameterne som er brukt er listet opp i Tabell 2-1 for tunnel, og Tabell 2-2 for byggegrep.

Tabell 2-1: Input-parametere for tunnel-modulen til BegrensSkade programmet i Arcgis Pro.

Tunnel		
Geotekniske Input-parametere	Verdier	Beskrivelse av parameteren
Poretrykksreduksjonsgraf	Øvre	Beregning av poretrykksreduksjon ved overflaten ved tunnelens senterlinje. Erfaringsforhold som benyttes er tatt fra Statens vegvesenets publikasjon Samfunnstjenlige tunneler [5]
Innlekking til tunnel [l/min pr. 100m]	5, 10, 20, 30	Ulike innlekkasjekrav
Bergmodell/løsmassetykkelse [m]	Raster	Modellert løsmassetykkelse for området som programmet skal analysere
Dybde upåvirket poretrykk [m]	5	Der tilførselen av nedbørsvann er tilstrekkelig for å opprettholde poretrykket. Blir ikke estimert setninger over denne dybden
Dybde grunnvannstand [m]	3	Målt opprinnelig grunnvannstand
Romvekt på løsmasser [kN/m ³]	20	Gjennomsnittlig tyngdetetthet for løsmassene (fra labundersøkelser)
OCR	2	Opprinnelig overkonsolideringsgrad (fra ødometertest, er dårlig materiale så knyttet usikkerhet til denne, men er trolig høyere)
Janbu referansetrykk, p' _r [kPa]	0	Brukes når OCR=1
Forhold M ₀ /(m*p' _c)	4	Brukes når OCR>1
Janbu m (konsolideringsmodul)	15	Modultall
Konsolideringstid [år]	1000	Tidsperiode som setningene estimeres for. For tunnel velges full konsolideringstid (lang tid)

Tabell 2-2: Input-parametere for byggegrop-modulen til BegrensSkade programmet i Arcgis Pro

Byggegrøp		
Geotekniske Input-parametere	Verdier	Beskrivelse av parameteren
Korttids setningsberegninger		
Byggegrøpsdybde [m]	27	Dybde for utgravd byggegrop
Setningskurve	0,5 og 2	Forbundet med deformasjonssetninger, 2 % kan tilsvare utvendig forankring og innlekkasje fra stag, mens 0,5 tilsvare innvendig avstivning. Kan velge mellom 0.5, 1, 2, 3 %.
Langtids setningsberegninger		
Reduksjonskurve for poretrykk	Middels og Lav	Representerer ulike scenarier for poretrykkssenkning [6]. Kan velge mellom Lav, Middels og Høy.
Reduksjon i poretrykk [m]	27	Poretrykksreduksjon ved berg nærmest byggegrop/spuntvegg
Bergmodell/løsmassetykkelse [m]	Raster	Modellert løsmassetykkelse for området som programmet skal analysere
Dybde upåvirket poretrykk [m]	5	Der tilførselen av nedbørsvann er tilstrekkelig for å opprettholde poretrykket. Blir ikke estimert setninger over denne dybden
Dybde grunnvannstand [m]	3	Målt opprinnelig grunnvannstand
Romvekt på løsmasser [kN/m ³]	20	Gjennomsnittlig tyngdetetthet for løsmassene
OCR	2	Opprinnelig overkonsolideringsgrad
Janbu referansetrykk, p _r [kPa]	0	Brukes når OCR=1
Forhold M ₀ /(m·p _r ^c)	4	Brukes når OCR>1
Janbu m (konsolideringsmodul)	15	Modultall
Konsolideringstid [år]	2	Tidsperiode som setningene estimeres for. For byggegrop velges byggetiden om det skal bygges tett.

3 Resultater

Resultatene for byggegrop fra BegrensSkade programmet kan deles inn i 2 hovedkategorier; kortsiktige virkninger, og langsiktige virkninger. Som nevnt over er de kortsiktige virkningene grunnet spuntdeformasjon og innlekkasje langsmed stag og peler. De kortsiktige virkningene vil føre til setninger relativt nært byggegrop. De langsiktige virkningene, som vil være setninger grunnet grunnvannssenkning, vil ha en større utbredelse. For tunnel vil det kun være langtidsvirkninger på grunn av poretrykksreduksjon/innlekkasje til tunnel som resulterer i setninger. Det er hovedsakelig fokusert på setninger grunnet langtidspåvirkning av poretrykksreduksjon, men det er også sett på hvordan utformingen av byggegropa og tett tiltak kan påvirke setningsomfanget.

3.1 Tunnel

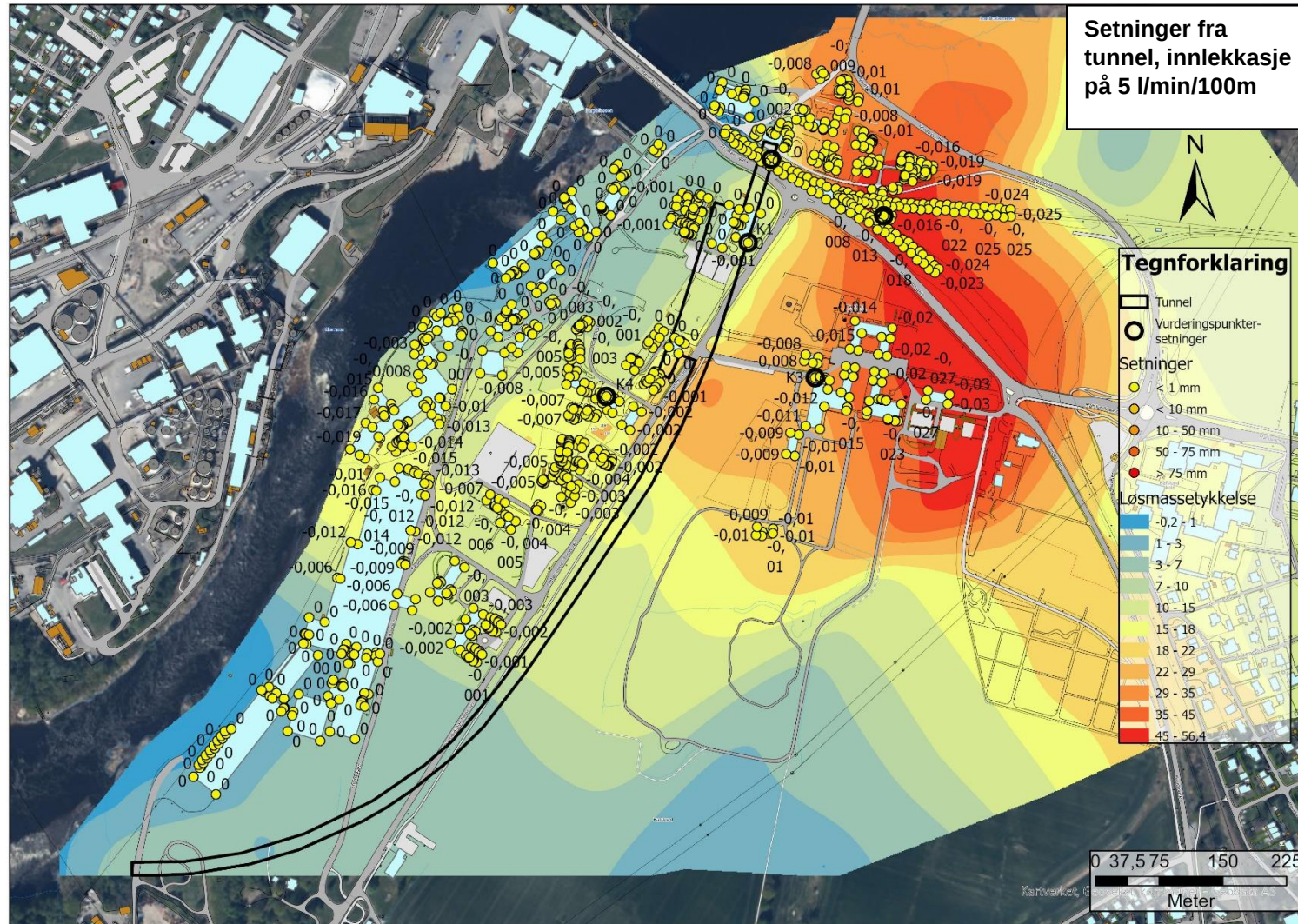
Det er kjørt 4 beregningsmodeller, hvor det er sett på innlekkasjekrav fra 5-30 l/min/100m for tunnel (Figur 3-1, Figur 3-2 og Figur 3-3). Det er valgt ut 5 vurderingspunkter for å se næyere på enkelte områder. Setningsverdiene i disse punktene er vist i Tabell 3-1. Det er kun kjørt beregninger på hovedtunnelen, og den har en fast diameter på 15 m med en dybde på 50 m (Tabell 2-1). Dette er forenklinger av den faktiske geometrien til tunnelen, som egentlig har en større diameter der svingekammeret er plassert og varierende dybde fra terreng.

Det påpekes også at beregningene er basert på definerte innlekkasjekrav for tunnelen, som forutsetter en homogen innlekkasje i tunnelen langs traseen. Modellen tar ikke inn bergparametere og geometri på oppsprekning og svakhetssoner som vil ha betydning for omfang og variasjon på innlekkasjer langs tunnelen.

Notat

Oppdragsgiver: Hafslund Eco Vannkraft AS

Oppdragsnr.: 52208313 Dokumentnr.: RIGHyg-001

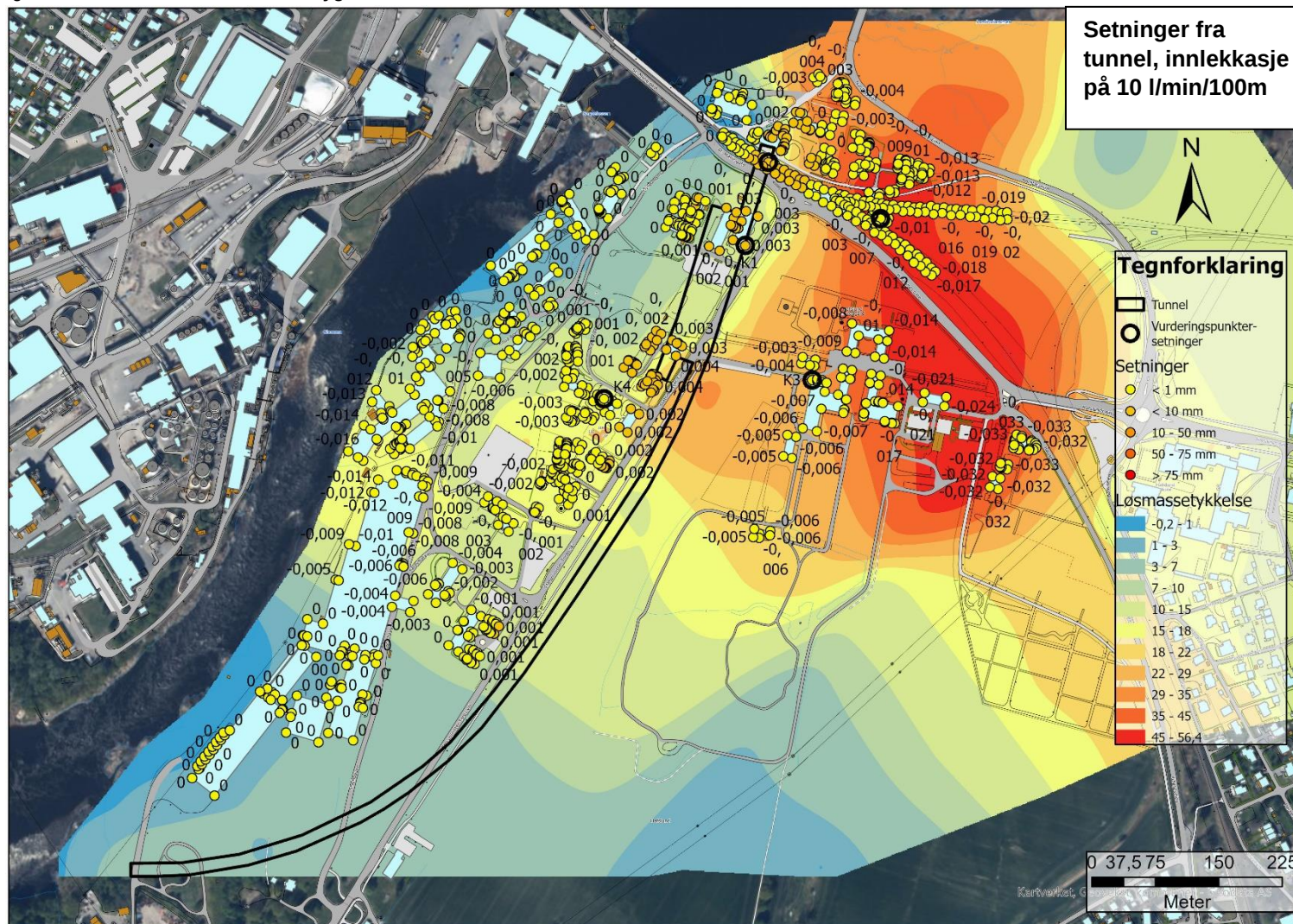


Figur 3-1: Setninger grunnet innlekkasje på 5 l/min/100m til tunnel. Kartet viser også modellert løsmassetykkelse og vurderingspunktene.

Notat

Oppdragsgiver: Hafslund Eco Vannkraft AS

Oppdragsnr.: 52208313 Dokumentnr.: RIGHyg-001

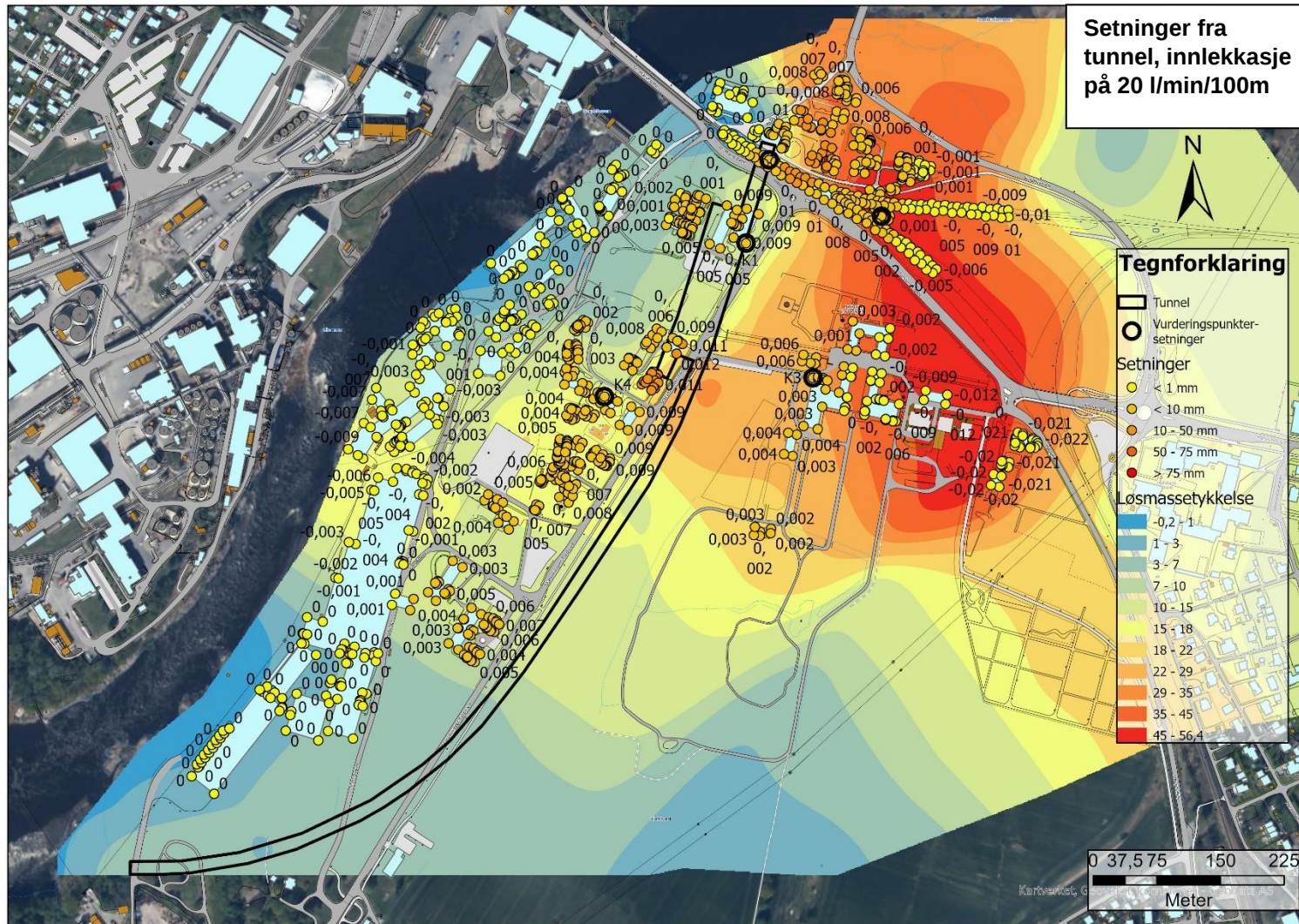


Figur 3-2: Setninger grunnet innlekkasje på 10 l/min/100m til tunnel. Kartet viser også modellert løsmassetykkelse og vurderingspunktene.

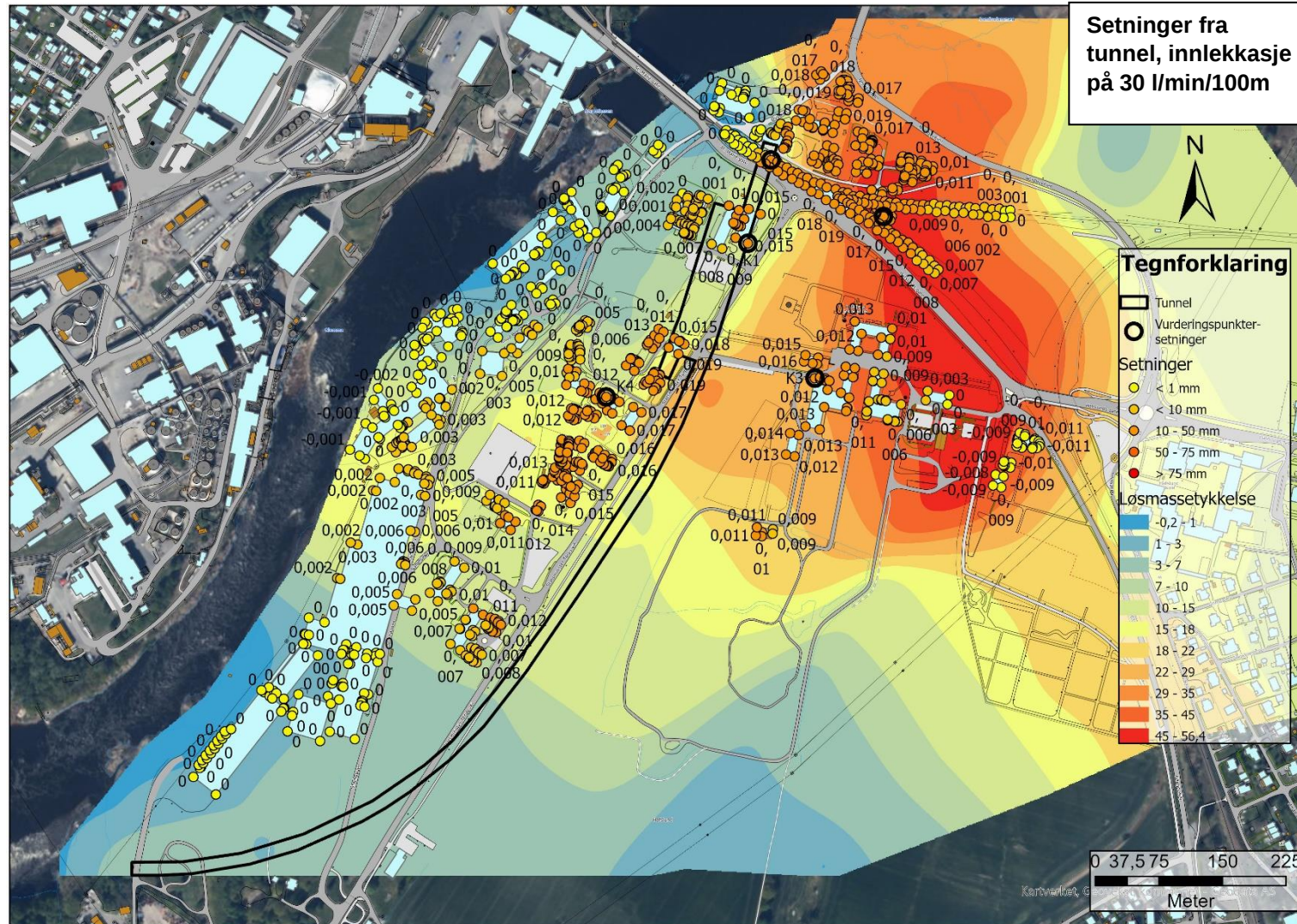
Notat

Oppdragsgiver: Hafslund Eco Vannkraft AS

Oppdragsnr.: 52208313 Dokumentnr.: RIGHyg-001



Figur 3-3: Setninger grunnet innlekkasje på 20 l/min/100m til tunnel. Kartet viser også modellert løsmassetykkelse og vurderingspunktene.



Figur 3-4: Setninger grunnet innlekkasje på 30 l/min/100m til tunnel. Kartet viser også modellert løsmassykkelse og vurderingspunktene.

Oppdragsgiver: **Hafslund Eco Vannkraft AS**

Oppdragsnr.: **52208313** Dokumentnr.: **RIGHyg-001**

3.2 Byggegropp

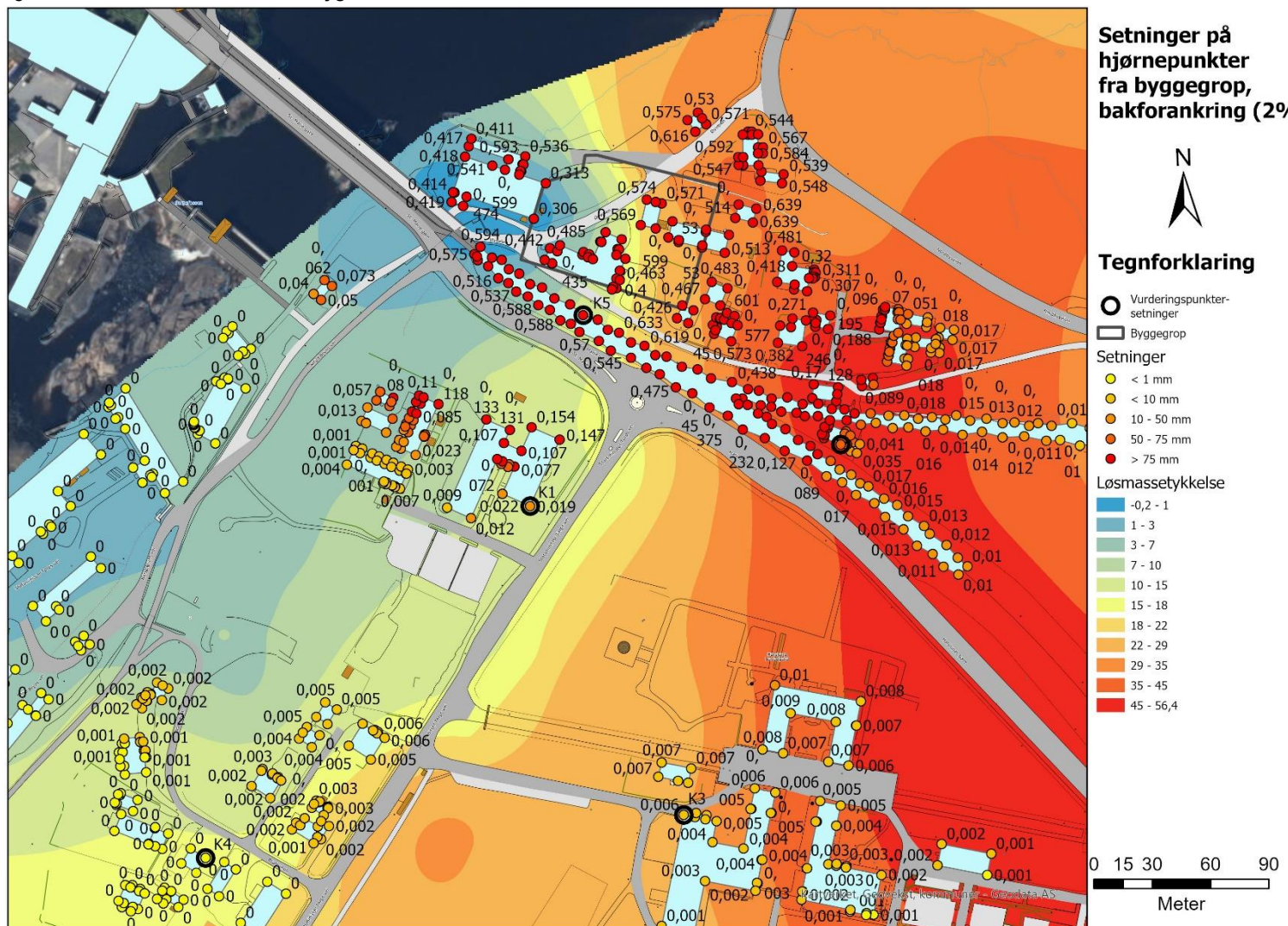
Det er kjørt 4 beregningsmodeller for byggegropen, en for kortsiktig- og langsiktig påvirkning med setningskurve på 2 %, en for kortsiktig- og langsiktig påvirkning med setningskurve på 0,5 %, en for kun langsiktig påvirkning, og en for kortsiktig- og langsiktig påvirkning med setningskurve på 0,5 % og strenge tiltak som blant annet injeksjonsbrønn. Setningskurven reflekterer hvordan byggegropen er utformet, der 2 % tilsier utvendig forankring med stag og lekkasje langsmed stagene, mens 0,5 % er med innvendig avstivning/stiv spunt og ingen «punktering» av løsmassene rundt. De samme kontrollpunktene som for tunnel er vist i Tabell 3-1. 2 % setningskurve er en konservativ tilnærming, siden spunten vil ha en varierende dybde til berg og vil utformes på en måte slik at 0,5 % setningskurve kan være mer korrekt.

Det er valgt å vise kortsiktige og langsiktige setninger i kartene (Figur 3-5 og Figur 3-6). Setningsverdier for de samme kontrollpunktene som for tunnelmodulen er vist i Tabell 3-1. Nær byggegrop vil setninger være styrt av både innlekkasje og spuntdeformasjon, mens lenger unna vil det være poretrykksreduksjon som er styrende. Man vil se at kjøringen med strenge tetteltak også vil kunne gi store setninger nært byggegropen.

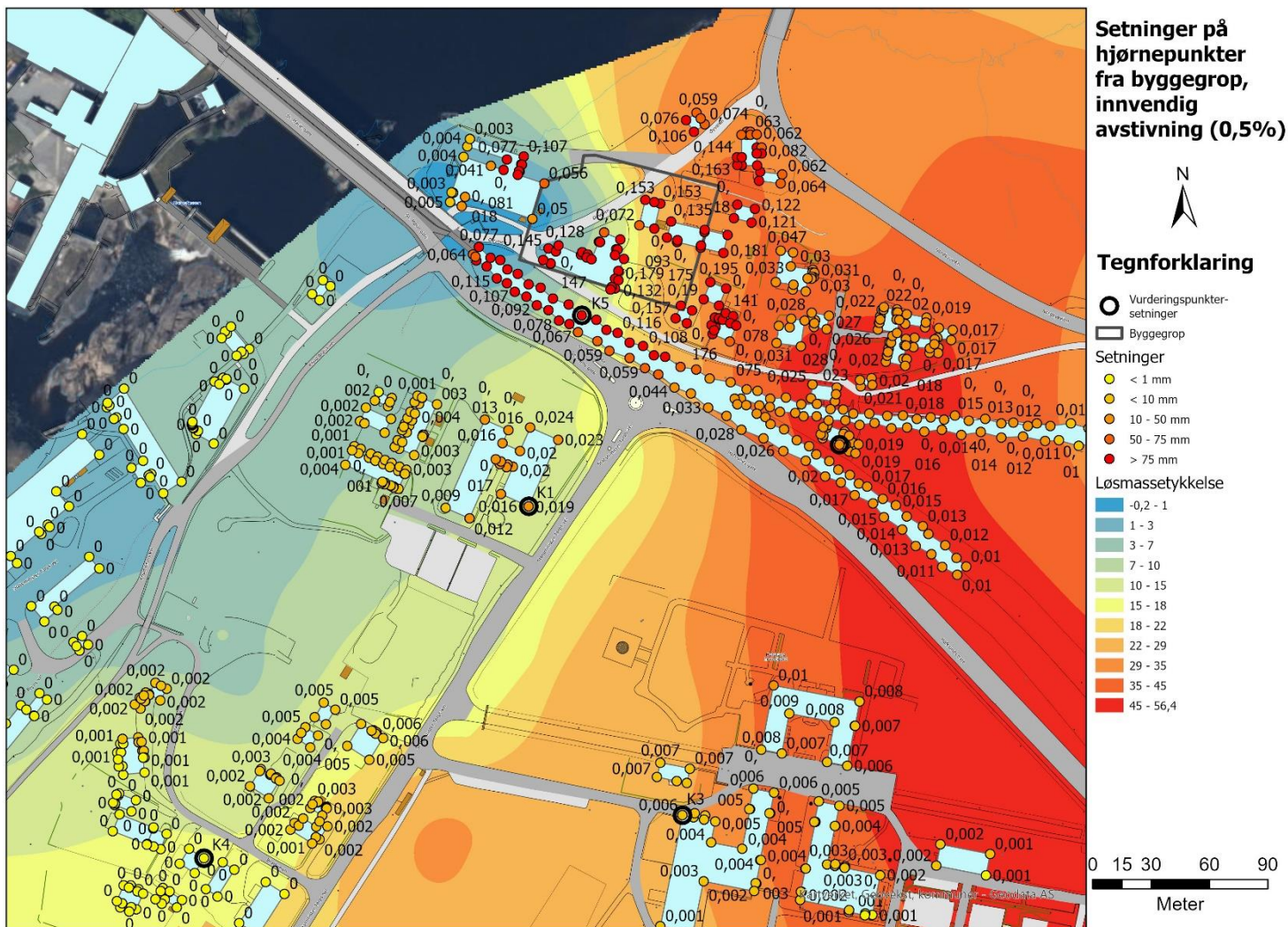
Notat

Oppdragsgiver: **Hafslund Eco Vannkraft AS**

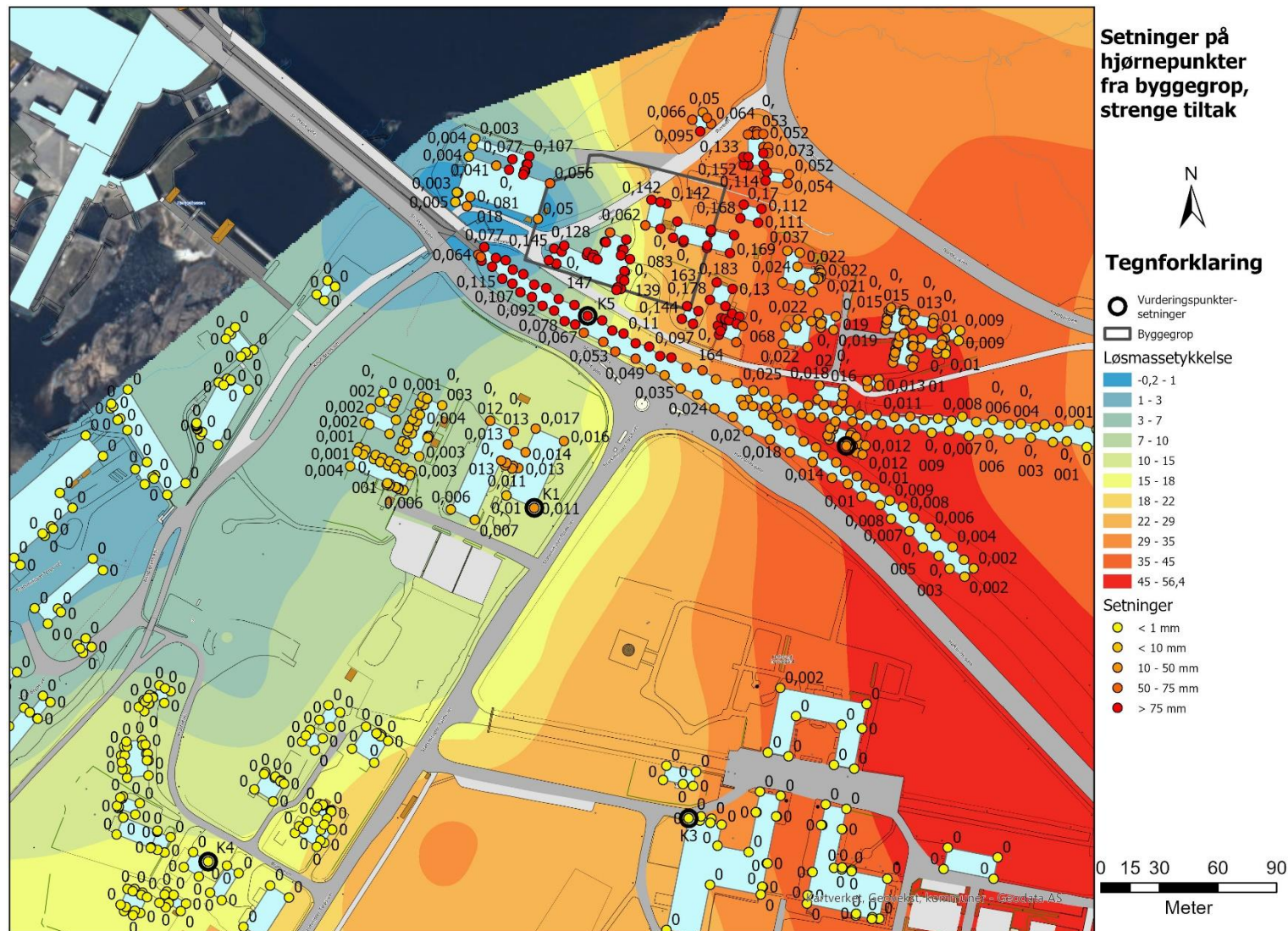
Oppdragsnr.: **52208313** Dokumentnr.: **RIGHyg-001**



Figur 3-5: Kort- og langtidssetninger grunnet deformasjon av spunt og poretryksreduksjon, med en setningskurve på 2 %. Kartet viser også modellert løsmassetykkelse og vurderingspunkter.



Figur 3-6: Kort- og langtidsetninger grunnet deformasjon av spunt og poretryksreduksjon, med en setningskurve på 2 %. Kartet viser også modellert løsmassetykkelse og vurderingspunkter.



Figur 3-7: Kort- og langtidsetninger grunnet deformasjon av spunt og poretryksreduksjon, med en setningskurve på 0,5 % og strenge tetttiltak med blant annet infiltrasjonsbrønn. Kartet viser også modellert løsmasseykkelse og vurderingspunkter.

3.3 Vurdering av resultatene

Verdiene fra kontrollpunktene som vist i Figur 1-1, med setningsverdiene fra de ulike kjøringene er oppsummert i Tabell 3-1. Kontrollpunktene er valgt med tanke på spesielt utsatte områder eller områder med spesiell verdi. K1 er et større bygg rett over tunnelen og kan være spesielt utsatt, K2 ligger i et område med store løsmassetykkelser, K3 er ved Hafslund Hovedgård som består av flere direktefundamenterte gamle bygg, K4 er i et område med flere bygninger rett ved tunnelen, og K5 er spesielt utsatt punkt på toglinjen som går rett sør for byggegrop og rett over begynnelsen av tunnelen.

Tabell 3-1: Setninger basert på kortsiktige og langsiktige virkninger av utbygging og poretryksreduksjon. Setningene er vist i mm for 5 vurderingspunkter (Figur 1-1), og er delt opp mellom tunnel og byggegrop.

		K1	K2	K3	K4	K5
Tunnel	5 l/s/100m Lang tids setninger [mm]	0,5	0,0	0,0	0,0	0,4
	10 l/s/100m Lang tids setninger [mm]	3,0	0,0	0,0	0,0	3,0
	20 l/s/100m Lang tids setninger [mm]	10,0	3,0	5,0	7,0	10,0
	30 l/s/100m Lang tids setninger [mm]	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Byggegrøp	Lang tids setninger [mm]	20,0	20,0	6,0	0,0	20,0
	Kort og langtids setninger (Bakforankring m. innlekkasje fra stag) [mm]	20,0	70,0	6,0	0,0	580,0
	Kort og langtids setninger (Innvendig stag) [mm]	20,0	20,0	6,0	0,0	120,0
	Kort og langtids setninger (Innvendig stag og strenge tiltak) [mm]	10,0	13,0	0,0	0,0	120,0

3.3.1 Påvirkning fra tunnel

Resultatene fra kjøringen av tunnel-modulen, antyder at man kan forvente de største setningene rett over tunnel (ved K1 og K5), men også der det er størst løsmassetykkelse (ved K2). Det ser ikke ut til å være nevneverdige setninger før det er en innlekkasjeverdi på 20 l/min/100m (Figur 3-3). Da er det opptil 9 mm setninger på de to vurderingspunktene som er rett over tunnel (K1 og K5) (Tabell 2-1). Ved 30 l/s/100m begynner det å bli setninger på et stort område (Figur 3-4), og med estimerte verdier som ofte er uakseptable pga. mye skade/ uønskede konsekvenser på bygg og infrastruktur.

3.3.2 Påvirkning fra byggegrop

Det er planlagt en veldig stor og dyp byggegrop, noe som gjør at nærliggende bygninger vil kunne bli påført setningsskader. Det er valgt input-verdier mot den konservative enden av skalaen, som er estimert ved bruk av 2% setningsgraf (Figur 3-5) og gjenspeiler bakforankring av spunt med lekkasje langsmed stag og noen tetttiltak. Det er valgt mindre konservative input-verdier med setningsgraf på 0,5 % i Figur 3-6 som er en mer tett byggegrop med innvendig avstivning og noen tetttiltak, mens det er valgt setningsgraf på 0,5 % og strenge tetttiltak i Figur 3-7.

For estimering med 2 % setningsgraf viser modellen setninger på rundt 60 cm for K5, som er toglinjen. Det er også store setninger i samme størrelsesorden som toglinjen på nærliggende bygninger. Disse estimatene er trolig noe overdrevet, men antyder likevel et problemområde. Denne påvirkningen er en kombinasjon av kortsiktige og langsiktige virkninger. Setninger som forårsakes av langsiktig poretrykkssenkning kommer opp i noen cm for K1, K2 og K5. Setninger knyttet til andre ting enn poretrykkssenkning, som selve konstruksjonen av byggegropen, er ut fra programmet estimert til å ha størst innvirkning på nærliggende bygg og infrastruktur. Det er tydelig at utformingen av byggegrop og tettetak vil kunne ha en stor innvirkning på setningsutviklingen.

Det er lagt opp til en sekantpelespunt i byggegropen, noe som er ulikt det som programmet beregner med, som benytter spuntnåler. Sekantpeler er både stivere og tettere enn spuntnåler, og kan ha en bedre tetting mellom løsmasser og berg. Det er derfor mer sannsynlig at 0,5% setningsgraf vil gi et mer riktig bilde.

Resultatene fra estimatene med 0,5 % setningsgraf antyder en noe mindre påvirkning på nærliggende områder. Langsiktige virkninger er på samme nivå som tidligere, men de kortsiktige er sterkt redusert. For K5 går setningene anslagsvis fra 58 cm til 12 cm, og K2 blir kun påvirket av langsiktige virkninger.

Når det settes inn strenge tett tiltak og eksempelvis infiltrasjon av vann under byggeperioden, får man redusert setningene i enda større grad (Figur 3-7). Da fjerner man også noen av setningene fra langsiktige virkninger. Siden toglinjen ligger så nært byggegropen vil det fortsatt være anslagsvis 12 cm setninger (Tabell 2-1). Dette antyder at det er spuntdeformasjon som styrer setningene ved K5 når det er satt inn strenge tiltak for å forhindre poretrykkssenkning. Det kommer til å bli viktig å hindre innlekkasje av grunnvann til byggegropen og dermed også setninger grunnet poretrykksreduksjon, når det nesten vil være uunngåelige setninger grunnet spuntdeformasjon.

3.3.3 Samlet påvirkning fra tunnel og byggegrop

Samlet innlekkasje til tunnel og byggegrop kan føre til setninger på nærliggende bygg og infrastruktur. Om man legger sammen setningene fra byggegrop med 2 % setningsgraf og tunnelen med 20 l/min/100m, ser man av estimatene i Tabell 3-1 at K1 har setninger på til sammen ca. 3 cm, K2 har setninger på ca. 2 cm og K3 har setninger på ca. 1 cm. Den største påvirkningen vil komme på toglinjen (K5) med totalt ca. 60 cm. Med en mer realistisk tilnærming med en tettere og stivere byggegrop uten lekkasje langsmed stag, vil man drastisk redusere setninger på toglinjen, fra anslagsvis 60 cm til 13 cm. Ved strenge tett tiltak i byggegropen med blant annet infiltrasjonsbrønn vil man redusere setninger ytterligere på de fleste områder (resulterer i 5-10 mm). Selv med strenge tett tiltak kan det bli moderate setninger rett ved spunt hvor toglinjen går. Der ser det ut til at spuntdeformasjon kan være styrende når poretrykksreduksjonen er minimal. Om bygningene i nærheten av byggegropen nord for Hafslunds gate ikke skal rives, vil det kunne bli store setninger selv med strenge tiltak. Dette gjelder ikke bygg som er fundamentert på fjell, så lenge ikke pelene får påhengslaster.

En faktor som gjør at det ikke er større setninger ut over det området som blir påvirket av byggingen, er den høye OCR verdien. Det har spesielt noe å si for områder med stor løsmassetykkelse, som ved deler av toglinjen og Hafslund Hovedgård. OCR verdien er hentet fra ødometerforsøk på løsmasser fra det gjeldende området, men det vil forekomme naturlige variasjoner som vil kunne avvike fra verdien som er benyttet. Om den hadde blitt målt til 1,5 istedenfor 2, ville det kunne blitt enda flere og større setninger. Det er derfor viktig å ha kontroll på spesielt denne parameteren i videre vurderinger. Prøvematerialet som ødometerrestene ble utført på var av dårlig kvalitet, og det er derfor knyttet større usikkerhet til OCR verdien som er tolket og brukt i modellen. Mest sannsynlig vil OCR verdien være noe høyere enn brukt i modellen, som er positivt med tanke på setninger.

Det er liten dekning av poretrykksmålere i både horisontal og vertikal retning. Det er installert poretrykksmålere ved to punkter i nord, noe som er gunstig mtp. overvåking ved byggegropen. Det er lite

informasjon om hvordan poretrykket er langsmed og i nærheten av tunneltraseen, og hvordan poretrykket varierer med dybde og spesielt ved berg. Det er sannsynlig allerede påvirkning av dagens tunneler fra Sarp1, noe man ikke har kontroll over på dette stadiet.

Noe som kan påvirke hvor stor grad en innlekkasje vil føre til setninger, er nærliggende elv. Det er ikke mulig å legge til randbetingelser for beregningene, noe som gjør at en mulig tilførsel av grunnvann i nord fra nærliggende elv ikke er med i estimatene.

Det må påpekes at estimatene som er gjort kun vil gi et bilde på hvor det kan oppstå problemer ved poretrykkssenkning, og i hvilken grad man må utføre tiltak for å hindre poretrykkssenkning. Det bør ved videre arbeid utføres et mer omfattende arbeid med blant annet setningsberegninger på spesielt utsatte bygninger og infrastruktur, og mer grunnundersøkelser med blant annet installering av flere poretrykksmålere og uttak av bedre prøvemateriell til ødometerforsøk. Man trenger også en god oversikt over fuktkrevende natur og eventuelle grunnvannsressurser før man kan konkludere ytterligere hvordan den totale påvirkningen vil være.

4 Referanser

- [1] NGI, «Remedy GIS risk toolbox,» NGI, [Internett]. Available: https://github.com/norwegian-geotechnical-institute/REMEDY_GIS_RiskTool. [Funnet Juni 2023].
- [2] L. Piciullo, S. Ritter, A. K. Lysdal, J. Langford og F. Nadim, «Assessment of building damage due to excavation-induced displacements: The GIBV method,» *Tunneling and Underground Space Technology*, p. 15, 2021.
- [3] Norconsult Norge AS, «52208313-RIG-R01 Sarp 2 – Innledende geotekniske vurderinger av byggegrop for inntakskanal og kraftstasjon,» 2023.
- [4] Norconsult Norge AS, «52208313-RIGeo-002 Ingeniørgeologisk befaringsnotat,» 2023.
- [5] SVV, «Miljø- og samfunnstjenlige tunneler. Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø,» Teknologivdelingen. Publikasjon 103, 2003.
- [6] NGF- Norges Geotekniske Forening, «Byggegroppveilederen,» NGF, 2018.