
RAPPORT

Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk

OPPDRAAGSGIVER

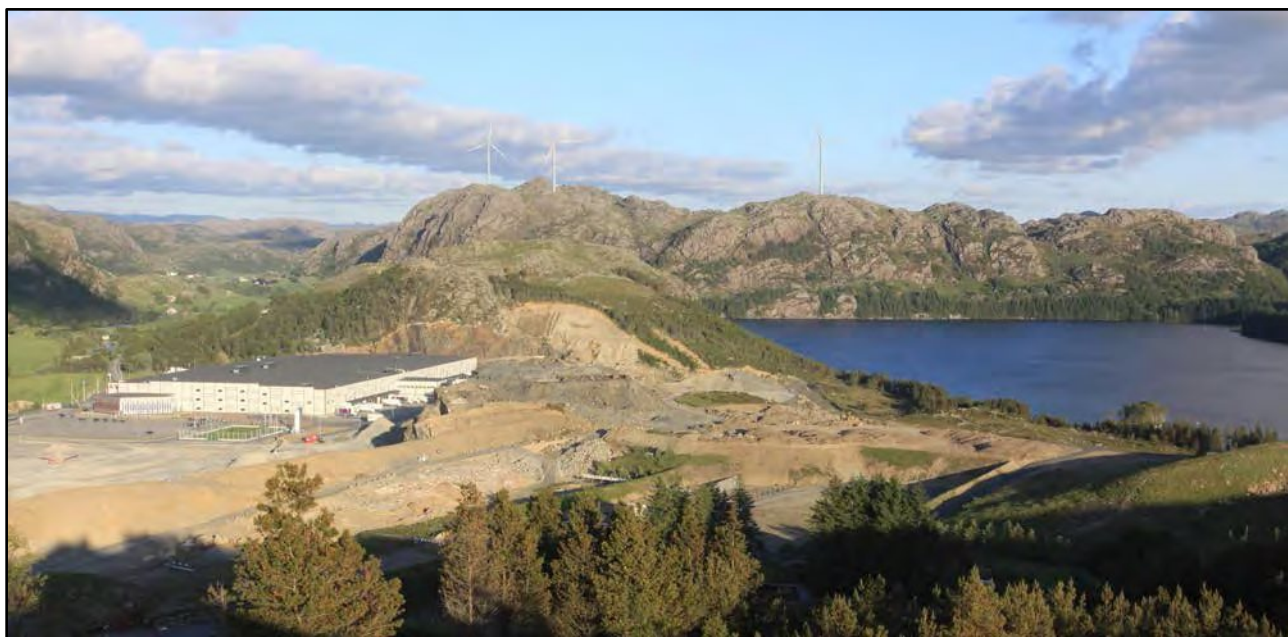
ASKO FORNYBAR AS

EMNE

Vurdering av konsekvenser av revidert
utbyggingsløsning

DATO / REVISJON: 9. november 2016 / 00

DOKUMENTKODE: 416872-RIM-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk	DOKUMENTKODE	416872-RIEM-RAP-001
EMNE	Vurdering av konsekvenser av revidert utbyggingsløsning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	ASKO FORNYBAR AS	OPPDRAGSLEDER	Linn Silje Undem
KONTAKTPERSON	Ronny Johnsrød	UTARBEIDET AV	Kjetil Mork, Linn Silje Undem og Nils Ramstad
KOPI	Nils Giskeødegaard	ANSVARLIG ENHET	3082 Midt Vindkraft

SAMMENDRAG

I denne rapporten er det gjort en vurdering av endrede virkninger for miljø og samfunn som følge av revidert utbyggingsløsning for turbin og veg for Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk. Oppdaterte konsekvensvurderinger er kun gjort for de temaene som i vesentlig grad påvirkes av revidert utbyggingsløsning eller hvor det foreligger ny kunnskap som påvirker vurderingene som ble gjort i forbindelse med opprinnelig konsekvensutredningen i 2013.

Både turbinplasseringer, turbintype og trase for adkomst- og internveger er endret sammenliknet med det som lå til grunn for konsesjonssøknaden. Den endelige utbyggingsløsningen er et resultat av detaljplanleggingen av prosjektene hvor både det regulerte industriområdet Skurve Nord, fremtidig avsatt industriområde, nedslagsfelt for Langavatnet, eksisterende 300 kV ledning, avstand til boliger og fritidsboliger samt teknisk underlag fra turbinleverandør er lagt til grunn.

Den endelige utbyggingsløsningen innebærer bruk av en mer støysvak turbin, noe som har redusert støyulempene for den nærmeste bebyggelsen. Samtidig vil de endrede turbinplasseringene medføre at deler av bebyggelsen vil bli eksponert for noe høyere skyggekastverdier. Dette gjelder spesielt bebyggelsen nord for Skurvenuten (Skurvegardene). Det er foreslått avbøtende tiltak for å redusere disse ulempene.

Videre er det gjort en vurdering av ny kunnskap om hubro i nærområdet til vindkraftverkene, forholdet til reservedrikkevannskilden Langavatnet samt eventuelle sprengningsbegrensninger knyttet til opparbeidelsen av det fremtidige industriområdet Skurve Nord.

00	9.11.2016		Kjetil Mork, Linn S. Undem og Nils Ramstad	Linn S. Undem	Linn S. Undem
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Beskrivelse av tiltaket	5
2.1	Utbyggingsløsning	5
2.2	Vindturbiner.....	6
2.3	Oppstillingsplasser og fundamenter	7
2.4	Adkomst- og internveger	7
2.5	Massetak og deponi	8
3	Metode.....	13
4	Naturmiljø	13
5	Støy	13
5.1	Forutsetninger	13
5.2	Resultater	14
5.3	Avbøtende tiltak	15
6	Skyggekast.....	19
6.1	Forutsetninger	19
6.2	Resultater	19
6.3	Avbøtende tiltak	22
7	Nedslagsfelt for reservedrikkevannskilden Langavatnet	27
8	Rystelser og eventuelle sprengningsbegrensninger.....	30
9	Andre virkninger	30

1 Bakgrunn

Anleggskonsesjonene for Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk inneholder vilkår om utarbeidelse av både miljø-, transport- og anleggsplan (MTA-plan) og detaljplan. MTA-planen skal inneholde en beskrivelse av hvordan landskaps- og miljøforhold skal ivaretas i anleggs- og driftsperioden, mens detaljplanen skal vise anleggets endelige utforming. Detaljplanen skal godkjennes av NVE og legges til grunn for MTA-planen. Dersom endringer av tiltaket medfører vesentlig endrede virkninger enn det som fremgår av konsekvensutredningen, skal dette også vurderes i detaljplanen.

Denne rapporten vurderer endrede virkninger for miljø og samfunn som følge av revidert utbyggingsløsning for turbin og veg. Oppdaterte konsekvensvurderinger er kun gjort for de temaene som i vesentlig grad påvirkes av revidert utbyggingsløsning eller hvor det foreligger ny kunnskap som påvirker vurderingene som ble gjort i forbindelse med konsekvensutredningen i 2013. Det vises ellers til Miljørapporten som fulgte konsesjonssøknaden, og som er tilgjengelig på www.nve.no.

Når det gjelder endelig utbyggingsløsning for nettilknytningen for prosjektene, så gjenstår det noen avklaringer mot blant annet netteier. Disse vil derfor håndteres som en egen sak.

2 Beskrivelse av tiltaket

2.1 Utbyggingsløsning

Følgende turbin- og veganlegg planlegges etablert i forbindelse med bygging av Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk:

Skurvenuten:

- 2 vindturbiner type Vestas V117 á 3,45 MW (samlet installert effekt på 6,9 MW)
- En transformator i tilknytning til hver enkelt vindturbin.
- Adkomstveg og internveger i planområdet. Deler av traseen for adkomstvegen vil være midlertidig frem til det fremtidige industriområdet Skurve Nord blir opparbeidet i henhold til vedtatt reguleringsplan.
- Kranoppstillingsplasser ved hver enkelt turbin.
- Midlertidige kranoppstillingsplasser for hjelpekraner samt plass for bomutlegg ved hver turbin.

Tindafjellet:

- 3 vindturbiner type Vestas V117 á 3,45 MW (samlet installert effekt på 10,35 MW)
- En transformator i tilknytning til hver enkelt vindturbin.
- Adkomstveg og internveger i planområdet
- Kranoppstillingsplasser ved hver enkelt turbin.
- Midlertidige kranoppstillingsplasser for hjelpekraner samt plass for bomutlegg ved hver turbin.

Grunnlagsdata for de to vindkraftverkene er presentert i Tabell 1.

Tabell 1. Grunnlagsdata for vindkraftverkene.

Komponent	Endelig utbyggingsløsning	Konsesjonsgitt utbyggingsløsning
Samlet installert effekt	6,9 MW (Skurvenuten) 10,35 MW (Tindafjellet)	10 MW (Skurvenuten) 10 MW (Tindafjellet)
Antall turbiner	2 (Skurvenuten) 3 (Tindafjellet)	2 (Skurvenuten) 3 (Tindafjellet)
Installert effekt per turbin	3,45 MW (begge prosjektene)	3,2 MW (Skurvenuten) 3,4 MW (Tindafjellet)
Turbintype	Vestas V117 (begge prosjektene)	REpower RE114 (Skurvenuten) REpower RE104 (Tindafjellet)
Kildestøynivå	L _{WA} = 102,8 dBA (begge prosjektene)	L _{WA} = 105,1 dBA (RE114) L _{WA} = 105,5 dBA (RE104)
Rotordiameter	117 m (begge prosjektene)	114 m (Skurvenuten) 104 m (Tindafjellet)
Lengde ny veg	1,2 km (Skurvenuten) 2,5 km (Tindafjellet)	1,4 km (Skurvenuten) 3,3 km (Tindafjellet)
Lengde oppgradering eksisterende veg	Ca. 0,8 km (Tindafjellet)	
Bredde veg	4,5 m (ekskl. 0,5 m skulder på hver side)	5 m

Reviderte turbinplasseringer, adkomst- og internveger samt oppstillingsplasser er vist i hhv. Figur 1 og Figur 2, og de midlertidige tiltakene i hhv. Figur 3 og Figur 4. Denne layouten er et resultat av detaljplanleggingen av prosjektene hvor både det regulerte industriområdet Skurve Nord, fremtidig avsatt industriområde, nedslagsfelt for Langvatnet, eksisterende 300 kV ledning, avstand til boliger og fritidsboliger samt teknisk underlag fra turbinleverandør er lagt til grunn.

2.2 Vindturbiner

Vindturbinen som er planlagt brukt i utbyggingen av Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk (Vestas V117 3,45 MW) vil ha en høyde opp til navet på 91,5 meter. I tillegg vil rotoren, som har en diameter på 117 meter føre til at vindturbinene rager 150 meter over bakken.

I hver vindturbin vil det bli installert en transformator, med en ytelse som tilpasses vindturbinene. Transformatorene hever spenningen fra maskinspenning (normalt 690 volt) til 15/22 kV. Transformatorene vil bli være tørrisolert, og er plassert oppe i maskinhuset i den enkelte vindturbin. I hver vindturbin vil det også være installert nødvendig bryterutrustning.

Vindturbinene vil bli levert med blader med serrations¹ som bidrar til å redusere støyemisjonen fra denne turbintypen.

¹ Serrations: innretning på turbin som endrer luftstrømmen over vingene og dermed reduserer støynivået. Vil benyttes for både Skurvenuten og Tindafjellet.

2.3 Oppstillingsplasser og fundamenter

Vindturbinene blir satt sammen ved hvert montasjested ved bruk av mobilkraner. Ved hver vindturbin blir det derfor opparbeidet oppstillingsplasser for kraner til bruk under montasjearbeidet. Det settes av plass på ca. 2000 m² med moderate stigningsforhold på 1 % ved hver vindturbin.

Fundamentene til vindturbinene vil bli utført som fjellfundamenter med forankring i fjellet ved hjelp av forspente strekkstag. Det er gjort en bergteknisk vurdering av fjellkvaliteten i området og den vurderes å være egnet for å benytte stagfundamentering. Det er foreløpig ikke utført geotekniske grunnundersøkelser på de aktuelle turbinlokalitetene. Endelige fundamentløsninger vil bli bestemt etter valg av entreprenør samt grunnundersøkelser på hver enkelt turbinposisjon. Fundamentene vil bli konstruert/dimensjonert i samarbeid med vindturbinleverandør.

Det vil også bli etablert midlertidige kranoppstillingsplasser for hjelpekranner samt plass for bomutlegg ved hver turbin.

2.4 Adkomst- og internveger

Vegnettet i vindkraftverkene, inklusive stikkveger til hver enkelt turbin, vil få en samlet lengde på ca. 1,2 km og 2,5 km for hhv. Skurvenuten og Tindafjellet. Vegenes bredde blir ca. 4,5 meter med noe breddeutvidelse i krappe svinger og kryss. I tillegg kommer ca. 0,5 meter vegskulder på hver side av kjørebane. Total trasébredde inkludert grøfter vil normalt være ca. 10 meter. Dette inkluderer ikke eventuelle skjæringer og fyllinger. Ferdige veger vil gruses og ikke asfalteres.

Vegene er dimensjonert for aktuell last i anleggsfasen, og vil etableres med et 50 cm forsterkningslag i bunn, et bærelag på 25 cm og et topplag/slitelag på 10 cm. Vegene vil bygges opp av sprengt eller stedefegen stein og avrettes med 15 cm knust masse. Skjæringer vil i størst mulig grad bli flatet ut, og fyllinger vil i den grad dette er naturlig bli dekket med stedlige løsmasser (jord og torv) og revegetert.

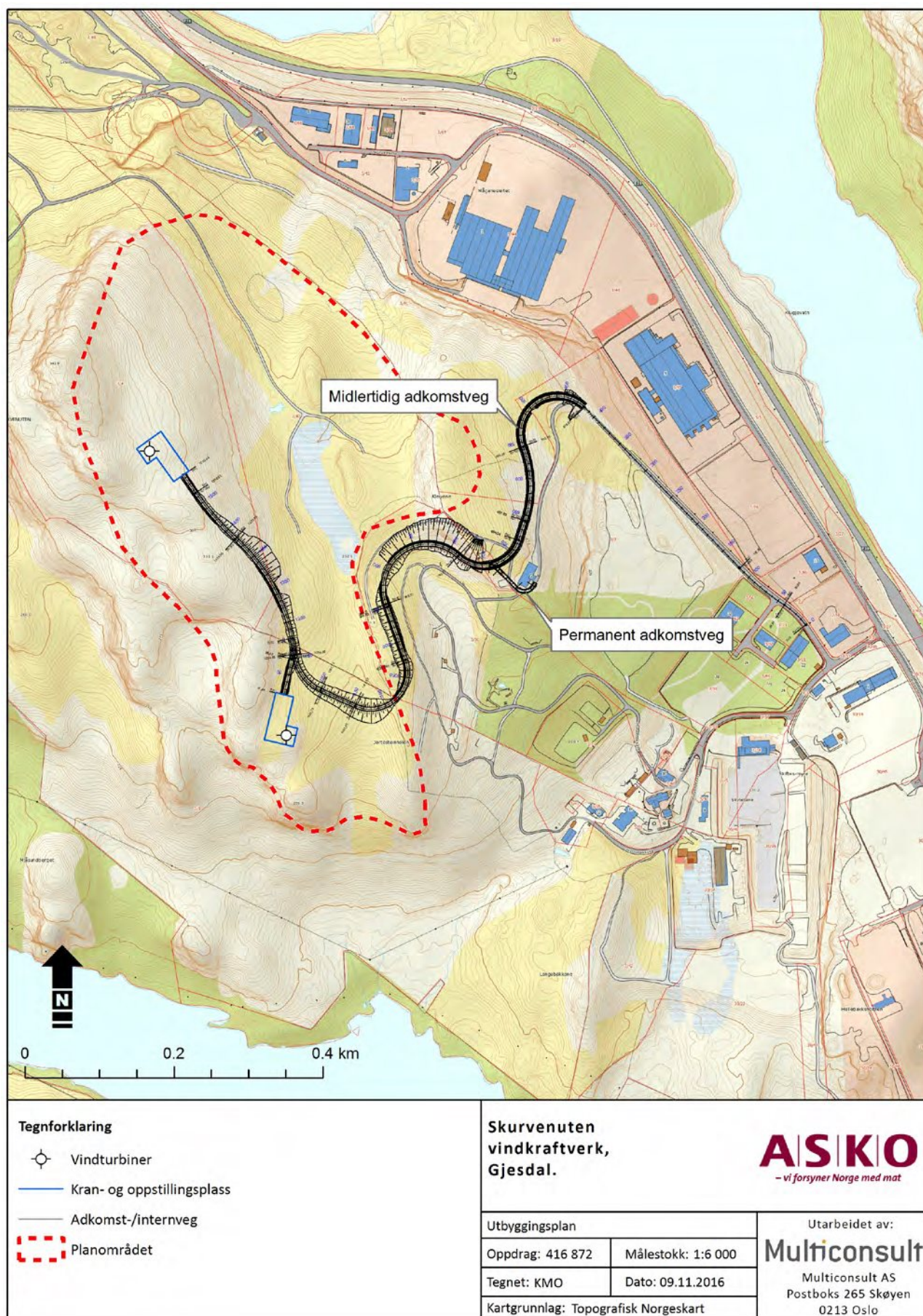
Adkomstvegen til Skurvenuten vil benytte eksisterende veg frem til like før svingen (se Figur 1) hvor den nye vegen vil starte. Den delen av adkomstvegen som er i strid med den regulerte vegtraseen frem til eksisterende vanntårn være midlertidig frem til det planlagte industriområdet opparbeides i henhold til vedtatte reguleringsplan. Etter området er opparbeidet i tråd med vedtatte reguleringsplan vil den regulerte vegtraseen benyttes frem til eksisterende vanntårn. Videre fra vanntårnet vil måtte etableres ca. 100 meter ny veg frem til den allerede opparbeidede adkomstvegen. Vegen mellom de to vindturbinene vil berøre en liten del av det sørvestligste området av Skurve Nord. Det er vurdert andre alternativer for vegtrase mellom de to turbinene som ikke vil berøre det regulerte området, men behov for omfattende sprengning vil medføre relativt store negative konsekvenser for nedslagsfeltet for Langavatnet, og det er derfor ikke gått videre med disse alternativene.

For adkomst til Tindafjellet vil eksisterende kommunale veg benyttes frem til avkjørsel opp til selve planområdet. Den kommunale vegen må breddeutvides med ca. 1 meter. I tillegg må noen svinger rettes ut. Dette for å tilfredsstille kravene til transport fra turbinleverandør. Deler av breddeutvidelsen av den kommunale vegen vil skje innenfor 10 meters beltet til Kjedlandsåna som er en del av det vernede Figgjovassdraget. Samtidig har det vært et ønske fra grunneierne i området å bevare en kjerreveg på nordsiden av den kommunale vegen ved Kjedlandsåna. I den forbindelse er det utarbeidet en løsning med en skjæring med støttemur inn mot skråningen på det smaleste partiet forbi Kjedlandsåna. Løsningen er forelagt Fylkesmannen i Rogaland som ikke hadde noen innvendinger. Snitt og tverrprofiler av denne delstrekningen er vist i vedlegg 1.

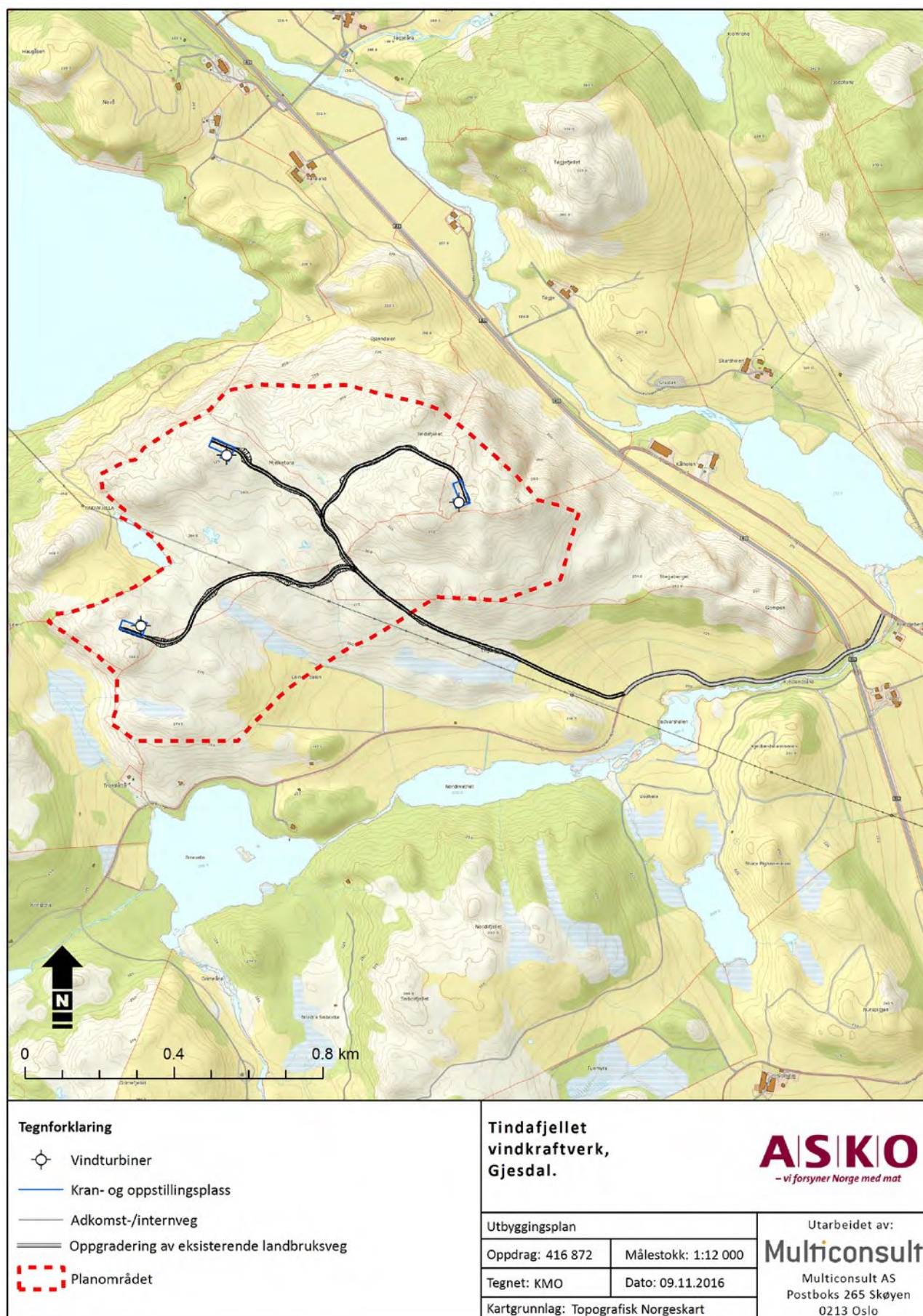
I forbindelse med transport av vindturbinene fra kai (Egersund eller Risavika) til site, er det også behov for mindre tiltak langs eksisterende veg og avkjøringer/kryss i form av breddeutvidelse, fjerning av lysstolper, skilt etc. Dette vil beskrives nærmere i miljø-, transport- og anleggsplanen.

2.5 Massetak og deponi

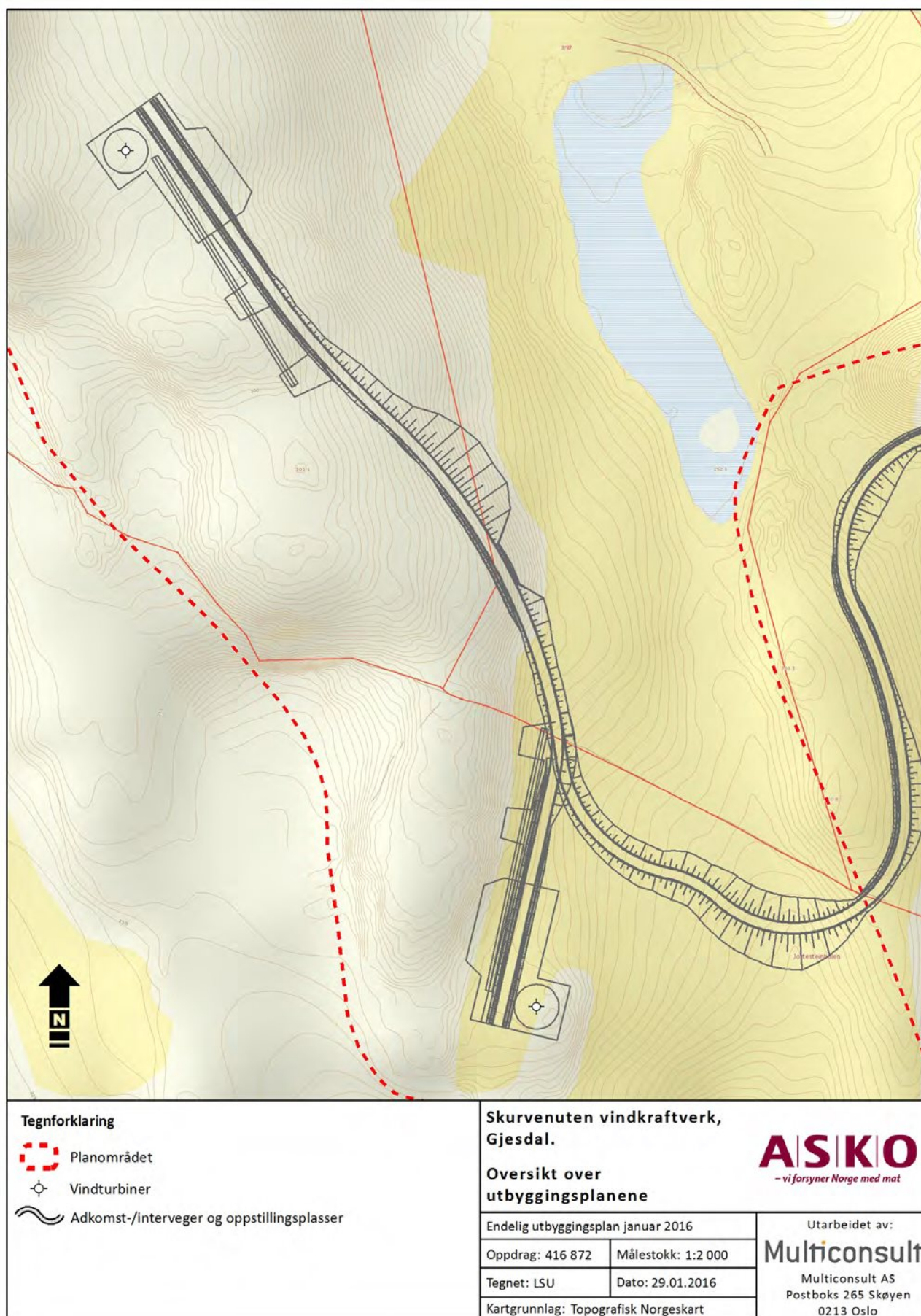
Masser som blir tatt ut ved bygging av veger, oppstillingsplasser og turbinfundamenter i vindkraftverkene vil så langt det er mulig bli benyttet som fyllingsmasse. For å unngå tilkjøring eller bortkjøring av masse, vil en søke å oppnå massebalanse ved byggingen. Det vil ikke bli etablert massetak eller massedeponi inne i planområdet, så et eventuelt under- eller overskudd av masser hentes/leveres eksternt.



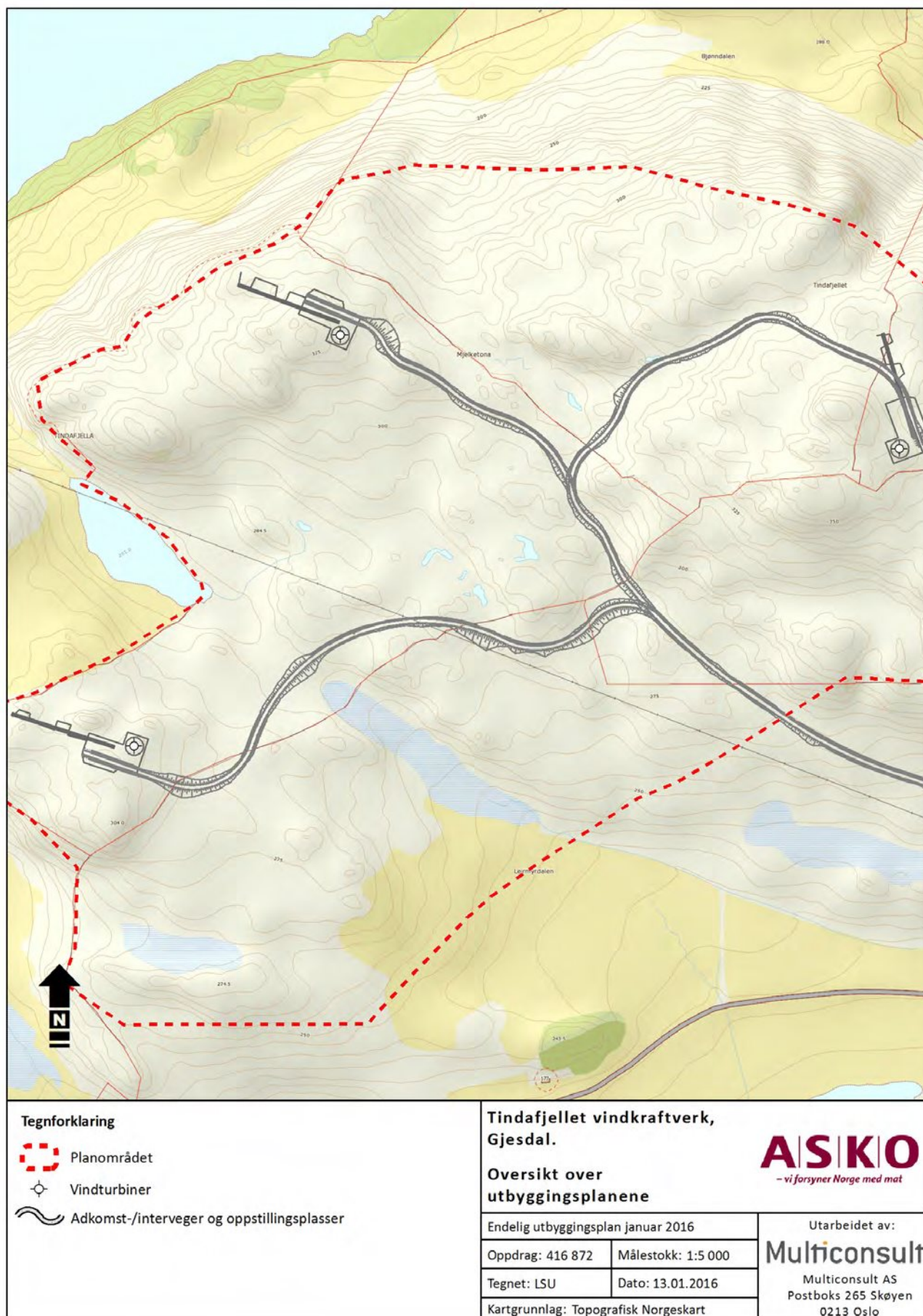
Figur 1. Utbyggingsplan for Skurvenuten vindkraftverk.



Figur 2. Utbyggingsplan for Tindafjellet vindkraftverk.



Figur 3. Veg og oppstillingsplasser samt midlertidig areal hjelpekraner samt areal for bomutlegg for Skurvenuten.



Figur 4. Veg og oppstillingsplasser samt midlertidig areal hjelpekraner samt areal for bomutlegg for Tindafjellet.

3 Metode

Vurderingene som er gjort i denne rapporten bygger i all hovedsak på metodikken som ble benyttet i selve konsekvensutredningen fra 2013.

I tråd med NVE veileder 1/2016 er det kun gjort en vurdering for de fagtemaene hvor den endelige utbyggingsløsningen medfører endrede virkninger sammenlignet med det som har vært utredet tidligere eller der det foreligger ny kunnskap. I tillegg er det inkludert en vurdering av nye fagtema som har dukket opp underveis i planleggingsprosessen.

4 Naturmiljø

Etter at konsekvensutredningen for tiltaket var oversendt til NVE har det fremkommet opplysninger om at hubro ble registrert i nærområdet til vindkraftverkene på sen vinteren 2013. Det ble påvist en ropende hann i en avstand av ca. 1 km fra nærmeste planlagte vindturbin, men det ble ikke søkt etter reirhyller og hekking ble følgelig ikke bekreftet det aktuelle året. Lokaliteten har heller ikke blitt undersøkt etter 2013 (Bjarne Oddane, pers. medd.), så dagens status for arten i dette området er med andre ord usikker.

Rapporten *Hubro Bubo bubo på Høg-Jæren / Dalane: Bestand, arealbruk og habitatvalg* (Oddane m.fl. 2012) gir mye viktig informasjon om størrelsen på hubroens hjemmeområde (dvs. områdene hvor hubroen normalt oppholder seg) og habitatvalg i denne regionen. Undersøkelsen viser at medianverdien for størrelsen på hjemmeområdet i hekkesesongen (vår/sommer) var på 25,7 km² når hjemmeområdet ble estimert som 100% MCP (variasjon 6,0 – 137,4 km²), mens tilsvarende tall for perioden høst/vinter (utenfor hekkesesongen) var på 51,0 km² (variasjon 17,0 – 137,1 km²). Dette tilsier at begge vindkraftverkene teoretisk sett kan ligge innenfor den registrerte hubroens hjemmeområde, forutsatt at den fortsatt har tilhold i området og at den bruker alle deler av nærområdet likt. I hvilken grad hubroen faktisk bruker planområdene på Tindafjellet og Skurvenuten til næringssøk er ikke mulig å vurdere uten bruk av GPS-sender på fuglene. Det kan tenkes at E39 utgjør en barriere, slik at den i stor grad benytter områdene på nordøstsiden av E39 til næringssøk. I så tilfellet vil vindkraftverkene i liten grad medføre noen vesentlig kollisjonsrisiko. Dersom E39 ikke fungerer som en barriere, og den benytter områdene på sørvestsiden av E39 til næringssøk, vil kollisjonsrisikoen kunne øke noe. Det er kjent at det har forekommet at hubro har blitt drept som følge av kollisjoner med vindturbiner i utenlandske vindkraftverk, men det foreligger lite forskningsmateriale som sier noe om hvor stor kollisjonsrisikoen for hubroen er (det er store variasjoner mellom de ulike arter når det gjelder kollisjonsrisiko, dvs. at risikoen er artsspesifikk). Dette, i kombinasjon med manglende informasjon om hubroens tilstedeværelse (per 2016) og eventuelle arealbruk i området, gjør det svært vanskelig å vurdere eksakt hvor stor trussel de to vindkraftverkene utgjør i driftsfasen.

Når det gjelder forstyrrelser i anleggsfasen, så vurderes avstanden mellom vindkraftverkene og den potensielle hekkelokaliteten som såpass stor at det er lite trolig at arten blir vesentlig berørt av normal anleggsaktivitet. Det er kjent at rovfugl, ugler m.m. kan reagere på sprengningsarbeid, spesielt i områder med åpent terreng og liten støydemping, så det anbefales derfor at eventuelt sprengningsarbeid i størst mulig grad skjer utenfor hekkesesongen (dvs. i perioden juli – februar).

5 Støy

5.1 Forutsetninger

Beregningene av støy fra vindkraftverkene er en oppdatering av beregningene fra konsekvensutredningen. Disse ble utført i henhold til den nordiske beregningsmetoden for industristøy

som beskrevet i T-1442. Metoden regner med 3 m/s medvindsforhold til alle mottakerpunkter, og tar hensyn til forhold knyttet til absorpsjonseffekter fra mark, skjerming og refleksjoner fra terreng og bygninger, luftabsorpsjon m.m. Det er samtidig gjort noen justeringer for å tilpasse beregningene til endret regelverk².

Følgende forutsetninger ligger til grunn for beregningene og vurderingene:

- For Vestas V117 3,45 MW med serrations er det benyttet et lydeffektnivå ved 8 m/s $L_{wa} = 102,8$ dB.
- Det er beregnet med en mottakerhøyde på 4 meter.
- Navhøyden er 91,5 meter.
- Vindhastighet er på 8 m/s.
- Det er antatt at vindturbinene er i drift i 365 dager i året (iht. M-128, Vegleder til Miljøverndepartementets retningslinje T-1442).
- Det er ikke foretatt noen korreksjoner av hensyn til støyens rentonekarakter. Det er ikke forventet at støyen vil ha en karakter som tilsier at en korreksjon for rentoner skal foretas.

Beregningene er foretatt ved hjelp av beregningsprogrammet WindPRO versjon 3.0.654.

5.2 Resultater

5.2.1 Skurvenuten

Resultatene viser at ingen boliger eller fritidsboliger vil eksponeres for støynivåer over grenseverdien på $L_{den} = 45$ dBA. Støynivået ved den nærmeste mottakeren, klubbhuset til Jægerklubben, er beregnet til $L_{den} = 44,8$ dBA. Denne er imidlertid ikke i jevnlig aktiv bruk som fritidsbolig. Støynivået ved nærmeste bebyggelse (Skurvegarden) er beregnet til mellom 42,6 og 43,7 dBA.

Når det gjelder det eksisterende industriområdet på Skurve samt planlagte fremtidige utvidelser av dette, inkludert Skurve Nord, så vurderes ikke disse å omfattes av anbefalte krav til støyutslipp fra vindturbiner som angitt i "Retningslinje for støy i arealplanlegging" (T-1442). Denne retningslinjen angir kun anbefalte utendørs støygrenser ved etablering av bebyggelse med støyfølsomt bruksformål som boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager.

Støykart for Skurvenuten er vist i Figur 1.

5.2.2 Tindafjellet

Beregningene viser at én fritidsbolig sør for Tindafjellet blir eksponert for støynivåer over grenseverdien på $L_{den} = 45$ dBA. I tillegg er det en fritidsbolig som har et beregnet støynivå på 45 $L_{den} = 45$ dBA, men denne er rast sammen og benyttes for tiden ikke som fritidsbolig. Det er også noen fritidsboliger som har støynivåer nært opp til grenseverdien i retningslinjene. Støynivået ved de ovennevnte fritidsboligene er vist i tabellen under, og markert med blått der grenseverdien overskrides.

Støynivået ved nærmeste bebyggelse er beregnet til 41,5 til 42,9 dB.

Punkt	Mottaker	Lden
1	Fritidsbolig	43,7 dB(A)

² Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (M-128)

Punkt	Mottaker	Lden
2	Fritidsbolig	44,5 dB(A)
3*	Fritidsbolig	45 dB(A)
4	Fritidsbolig	46 dB(A)

*Rast sammen og benyttes for tiden ikke som fritidsbolig.

Støykart for Tindafjellet er vist i Figur 2.

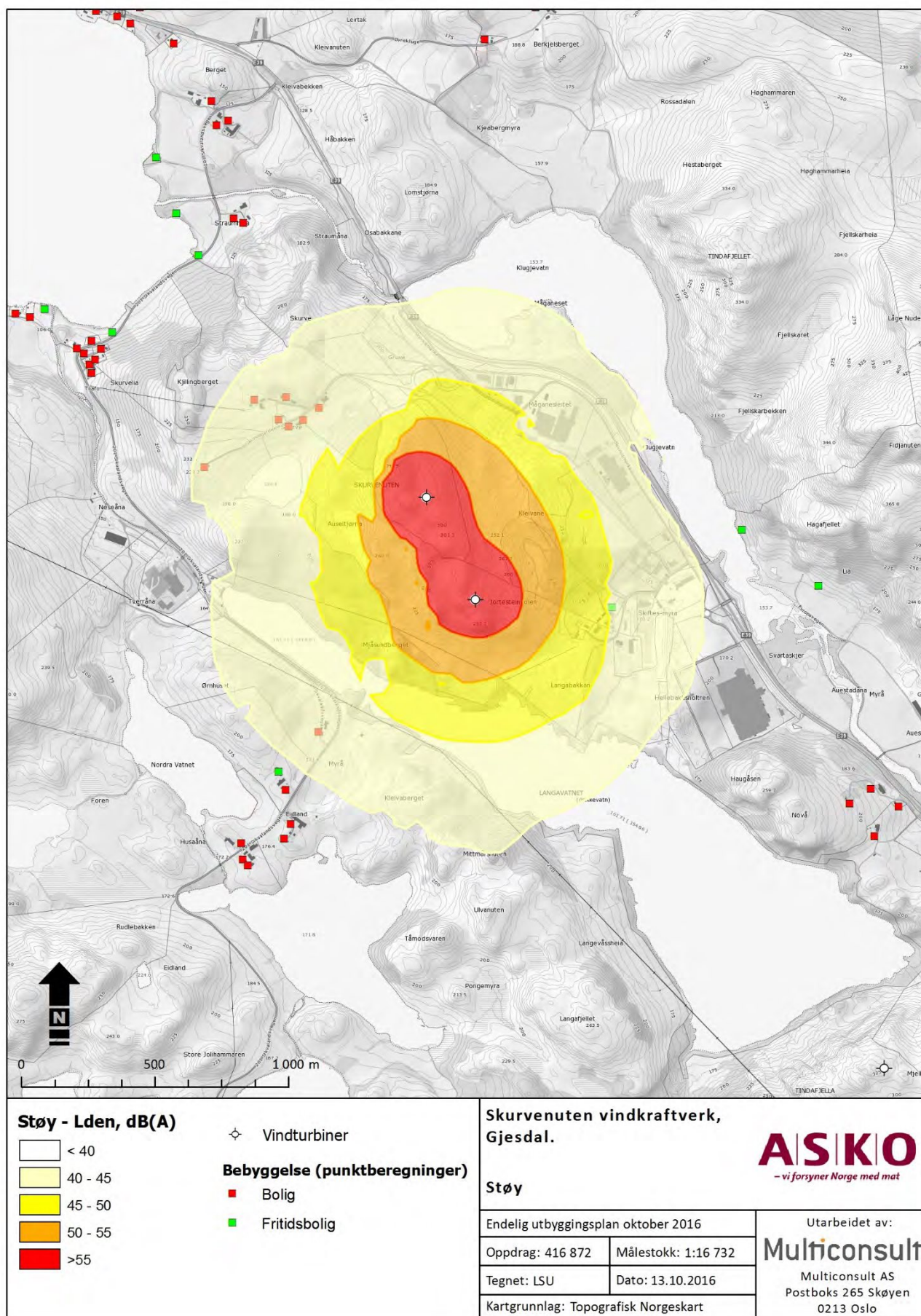
5.2.3 Samlede virkninger

Det er også gjennomført støyberegninger som angir den samlede støybelastningen dersom begge vindkraftverkene etableres. Resultatene fra disse beregningene viser ingen signifikant endring i støynivåene hos mottakerne. Støykart fra begge prosjektene er vist i Figur 3.

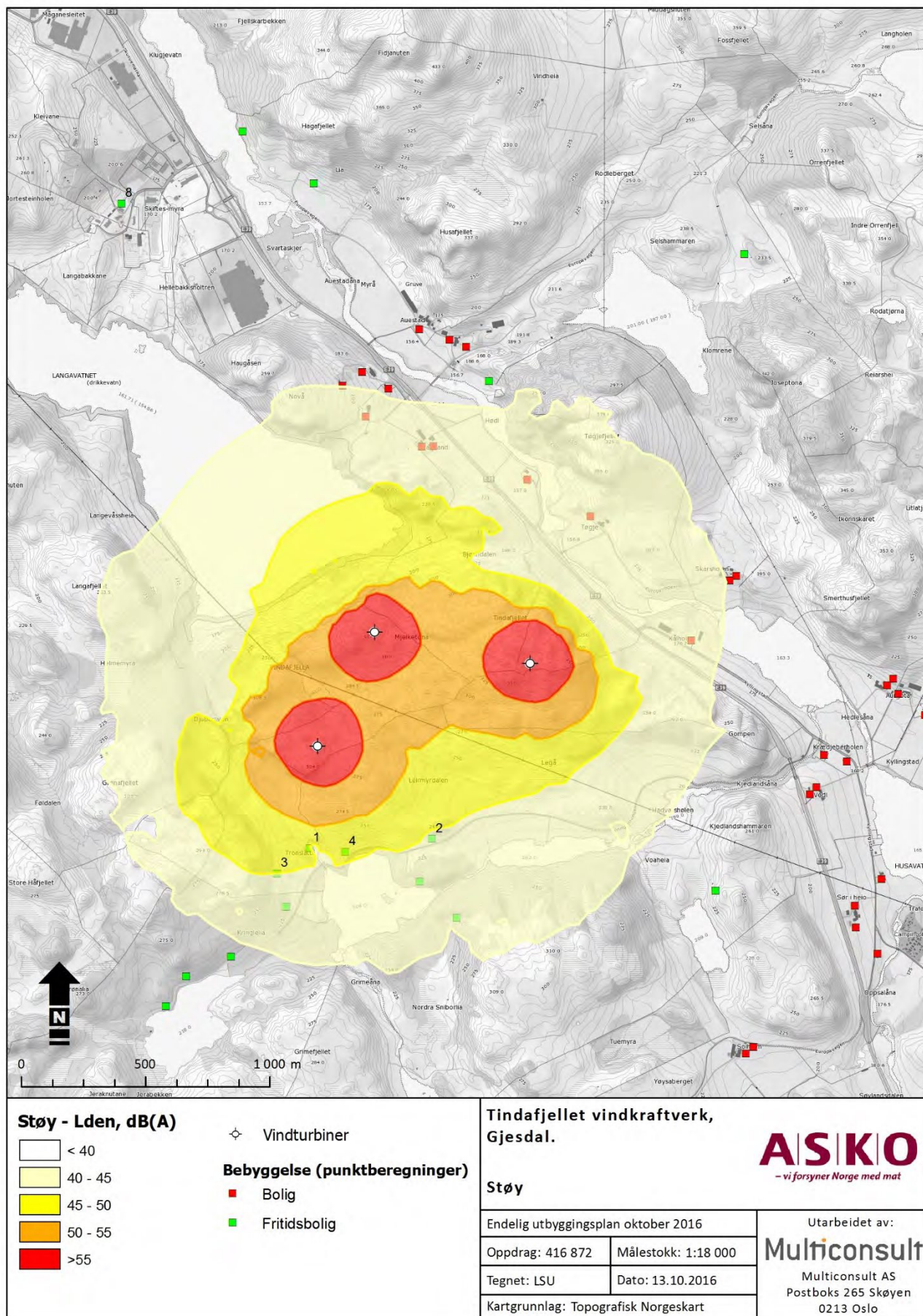
5.3 Avbøtende tiltak

Det vurderes ikke å være behov for avbøtende tiltak for å redusere støynivået fra Skurvenuten vindkraftverk.

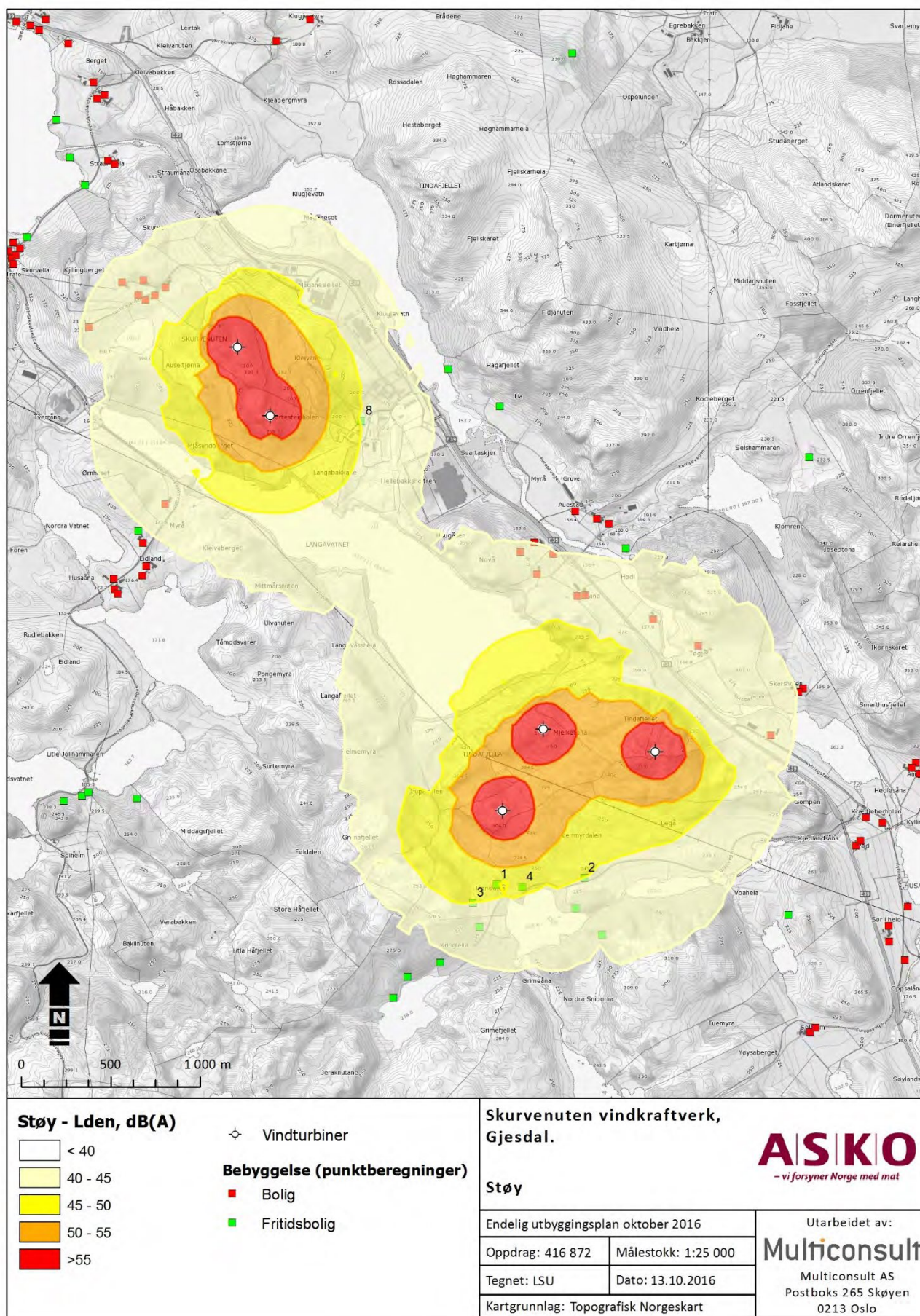
Når det gjelder hytteeierne sør for Tindafjellet er ASKO i dialog med disse med formål om å inngå en minnelig avtale om kompensasjon for støyulempene som følge av etablering av Tindafjellet vindkraftverk.



Figur 5. Støy fra revidert utbyggingsløsning for Skurvenuten vindkraftverk.



Figur 6. Støy fra revidert utbyggingsløsning for Tindafjellet vindkraftverk.



Figur 7. Samlet støybelastning fra revidert utbyggingsløsning for Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk.

6 Skyggekast

6.1 Forutsetninger

Skyggekastberegningene er en oppdatering av de som ble gjennomført i forbindelse med konsekvensutredningen. Da konsekvensutredningen ble utarbeidet i 2013 forelå den ingen norske retningslinjer for skyggekast, og den svenske retningslinjen på 8 timer faktisk skyggekast per år ble derfor benyttet. Siden den gang har NVE gitt ut «*Vegleder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis (2014)*», som angir følgende anbefalte grenseverdier for skyggekast hos støyfølsom bebyggelse:

- Faktisk forventet skyggetid < 8 timer per år
- Teoretisk skyggetid < 30 timer per år eller 30 minutter per dag

Videre fremgår det av veglederen at grenseverdien for teoretisk skyggekast kan fravikes dersom faktisk skyggekast begrenses til under 8 timer per år og 30 minutter per dag. Disse anbefalte grenseverdiene er også angitt som vilkår i konsesjonene for vindkraftverkene.

Følgende forutsetninger ligger til grunn for beregningene og vurderingene:

- Turbintype: Vestas V117 3,45 MW med tårnhøyde 91,5 meter og rotordiameter 117 meter.
- Årlig driftstid er 8206 timer og fordelt på 12 sektorer.
- Sannsynligheten for sol er beregnet basert på observerte soltimer ved værstasjon 44560 Sola flyplass i perioden fra 1961 til 2010.
- I beregningene er det antatt at bygningene har vinduer på alle sider, og dermed alltid vil ha vinduer rettet mot vindkraftverket. Det er videre antatt at vinduene har et areal på 2 meter x 2 meter og er plassert vertikalt i veggen 1 meter over bakkenivå.
- Det er benyttet høydedata med en ekvidistanse på 5 meter.
- Det er forutsatt at skyggekast ikke oppstår når solen står lavere enn 3 grader over horisonten.

6.2 Resultater

6.2.1 Skurvenuten

Resultatene fra den oppdaterte beregningen er angitt i Figur 4, og viser at boligene nord for Skurvenuten (Skurvegarden) vil eksponeres for skyggekast over retningslinjene. Det samme gjelder for klubbhuset til skytterlaget. Resultatene for disse mottakerne er angitt i Tabell 2 og Tabell 3. Det er ikke gjennomført punktregninger for eksisterende og fremtidig industriområder på Skurve, men det fremgår av Figur 4 at store deler av området vil eksponeres for faktisk skyggekast over 8 timer per år. I henhold til NVEs retningslinjer ansees kontor- og næringslokaler med regelmessige dagaktiviteter og med eksponerte vindusflater som en skyggekastfølsom mottaker. Eksisterende næringsområde på Skurve innehar flere industribedrifter, blant annet ASKO ROGALAND, Ådne Espeland, Rogaland Kranskole, AS Betong og Masiv. Dette er lagerbygninger uten eksponerte vinduer mot Skurvenuten. Eksisterende industrilokaler på Skurve vurderes derfor ikke å falle innenfor kriteriene for bygninger som er følsomme for skyggekast. Når det gjelder det fremtidige industriområdet Skurve Nord er endelig plassering og utforming av industribyggene foreløpig ikke fastsatt. Det er heller ikke klart når disse vil etableres.

Tabell 2. Beregnet antall timer skyggecast for mottakere som blir eksponert for verdier over retningslinjene.

Punkt	Mottaker	Teoretisk skyggecast [t:min/dag]	Teoretisk skyggecast [t:min/år]	Faktisk skyggecast [t:min/år]
1	Bolig Skurve	00:42	43:23	08:59
2	Bolig Skurve	00:48	53:56	11:17
3	Bolig Skurve	00:50	39:03	08:27
4	Bolig Skurve*	00:37	33:32	06:39
5	Bolig Skurve	00:42	43:19	08:24
6	Bolig Skurve*	00:33	27:56	06:05
7	Bolig Skurve	00:45	48:47	10:21
8	Klubbhus skytterlag	00:53	64:39	15:44

* Kun over retningslinjene for teoretisk skyggecast

Tabell 3. Tidspunkt for når skyggecast forventes å inntreffe og hvilke turbiner som forårsaker skyggecast.

Punkt	Ca. tidspunkt på året	Ca. tidspunkt på døgnet	Turbiner som forårsaker skyggecast
1	Mars og september	08:00-10:00	S1
	Februar og slutt oktober - start november	09:00-10:00	S2
2	Mars og september	08:30-10:30	S1
	Februar og slutt oktober - start november	09:00-10:30	S2
3	Mars og medio september-medio oktober	09:00-10:30	S1
4	Mars og medio september-medio oktober	08:30-10:00	S1
	Februar og slutt oktober - start november	09:00-10:00	S2
5	Mars og medio september-medio oktober	09:00-10:00	S1
	Februar og slutt oktober - start november	09:00-10:00	S2
6	April og slutt august-medio september	08:00-09:00	S1
	Mars og oktober	08:00-09:30	S2
7	Medio mars-medio april og september	08:00-10:00	S1
	Februar og medio oktober-start november	09:00-10:00	S2
8	Siste halvdel juni	20:30-21:00	S1
	Medio april-mai og medio juli-august	18:30-19:30	S2

6.2.2 Tindafjellet

Resultatene fra beregningen er angitt i Figur 5, og viser at ingen boliger eller fritidsboliger eksponeres for skyggecast over retningslinjene på 8 timer faktisk skyggecast per år. 14 boliger og 1 fritidsbolig vil imidlertid eksponeres for skyggecast over 30 minutt teoretisk skyggecast per dag og/eller 30 timer per år. Resultatene for disse mottakerne er angitt i Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 4. Beregnet antall timer skyggecast for mottakere som blir eksponert for verdier over retningslinjene*.

Punkt	Mottaker	Teoretisk skyggecast [t:min/dag]	Teoretisk skyggecast [t:min/år]	Faktisk skyggecast [t:min/år]
1	Bolig Hareland	01:02	34:58	05:27
2	Bolig Hareland	01:02	35:52	05:40

Punkt	Mottaker	Teoretisk skyggecast [t:min/dag]	Teoretisk skyggecast [t:min/år]	Faktisk skyggecast [t:min/år]
3	Bolig østside E39	01:01	35:56	05:30
4	Bolig Tøggje	01:00	36:04	05:25
5	Fritidsbolig	00:49	37:16	04:18
6	Bolig Skarsholen	00:49	20:25	03:31
7	Bolig Skarsholen	00:48	19:10	03:15
8	Bolig Hareland	00:47	50:43	06:31
9	Bolig Hareland	00:46	44:59	05:31
10	Bolig Auestad	00:45	24:43	02:51
11	Bolig Auestad	00:44	24:50	02:53
12	Bolig Auestad	00:40	23:45	02:50
13	Bolig Kålholen	00:39	29:33	06:29
14	Bolig Hareland	00:39	40:15	04:53
15	Bolig Hareland	00:36	40:59	05:04

* Kun over retningslinjene for teoretisk skyggecast

Tabell 5. Tidspunkt for når skyggecast forventes å inntreffe og hvilke turbiner som forårsaker skyggecastet

Punkt	Ca. tidspunkt på året	Ca. tidspunkt på døgnet	Turbiner som forårsaker skyggecast
1	Februar og oktober	10:00-12:00	T2
	Februar og medio oktober – medio november	13:00-14:30	T3
2	Februar og oktober	10:00-12:00	T2
	Februar og medio oktober – medio november	13:00-14:30	T3
3	Februar og oktober	12:00-13:30	T2
	Medio februar – medio mars og oktober	15:00-16:30	T3
4	Medio februar - mars og oktober	13:30-15:00	T2
	Mars og medio september – medio mars	16:00-17:30	T3
5	November - start februar	12:00	T2
	Jan- start februar og november	14:-14:30	T1 og T3
6	Medio mars – slutt mars og oktober	16:30-19:00	T2 og T3
7	Mars og september	16:30-19:00	T2 og T3
8	November – medio februar	12:00-14:30	T1 og T3
	Februar og medio oktober – start november	09:30-11:30	T2
9	November – medio februar	12:00-14:30	T1 og T3
	Start februar – medio februar og slutt oktober-medio november	10:00-11:00	T2
10	Januar og November	11:00-12:00	T2
	Januar og November	13:00-14:00	T3
11	Januar og November	11:00-12:00	T2
	Januar og November	13:00-14:00	T3
12	Januar og November	10:30-11:30	T2
	Januar og November	12:30-13:30	T3
13	Medio april – medio mai	18:00-19:00	T2
14	November – start februar	12:00-14:30	T1 og T3
	Februar og November	10:00-11:00	T2

Punkt	Ca. tidspunkt på året	Ca. tidspunkt på døgnet	Turbiner som forårsaker skyggecast
15	Desember - medio januar	12:30-13:30	T1
	Start februar – medio februar og slutt oktober-medio november	09:30-10:30	T2
	Januar og November	11:30-12:30	T3

6.2.3 Samlede virkninger

Det er også gjennomført støyberegninger som angir den samlede skyggecastbelastningen dersom begge vindkraftverkene etableres. Resultatene fra disse beregningene viser ingen signifikant endring i skyggecastnivåene hos mottakerne. Kart over skyggecast fra begge prosjektene er vist i Figur 6.

6.3 Avbøtende tiltak

6.3.1 Generelt

I henhold til konsesjonsvilkårene for både Skurvenuten og Tindafjellet skal detaljplanen omfatte aktuelle tiltak for å avbøte virkninger ved bygninger som eksponeres for skyggecast over retningslinjene dersom det vurderes som nødvendig for vindkraftverkets realiserbarhet å overstige disse.

Mulig avbøtende tiltak for å redusere omfanget av skyggecast vil normalt være flytting av vindturbiner, stopp av vindturbiner i kritiske perioder og skjerming av vinduer hos skyggemottaker. Da turbinplasseringene er resultat av en lang prosess hvor flere forhold er hensyntatt, vurderes ytterligere flytting av turbinene ikke å være aktuelt her.

6.3.2 Skurvenuten

For å redusere skyggecastomfanget ved bebyggelsen nord for Skurvenuten vil ASKO installere et system (software) som automatisk stenger ned vindturbinene i de mest kritiske periodene. Det legges til grunn at en slik programvare vil benyttes i den nordligste av de to vindturbinene. Behovet for å installere dette utstyret også i den sørligste av turbinene vil avklares nærmere med turbinleverandør.

Når det gjelder det regulerte industriområdet Skurve Nord så har ASKO FORNYBAR forespurt NVE om vilkåret knyttet til skyggecast i anleggskonsesjon av 19.5.2014 også vil gjelde for fremtidig næringsbebyggelse. NVE har i brev av 11.04.2016 presisert følgende:

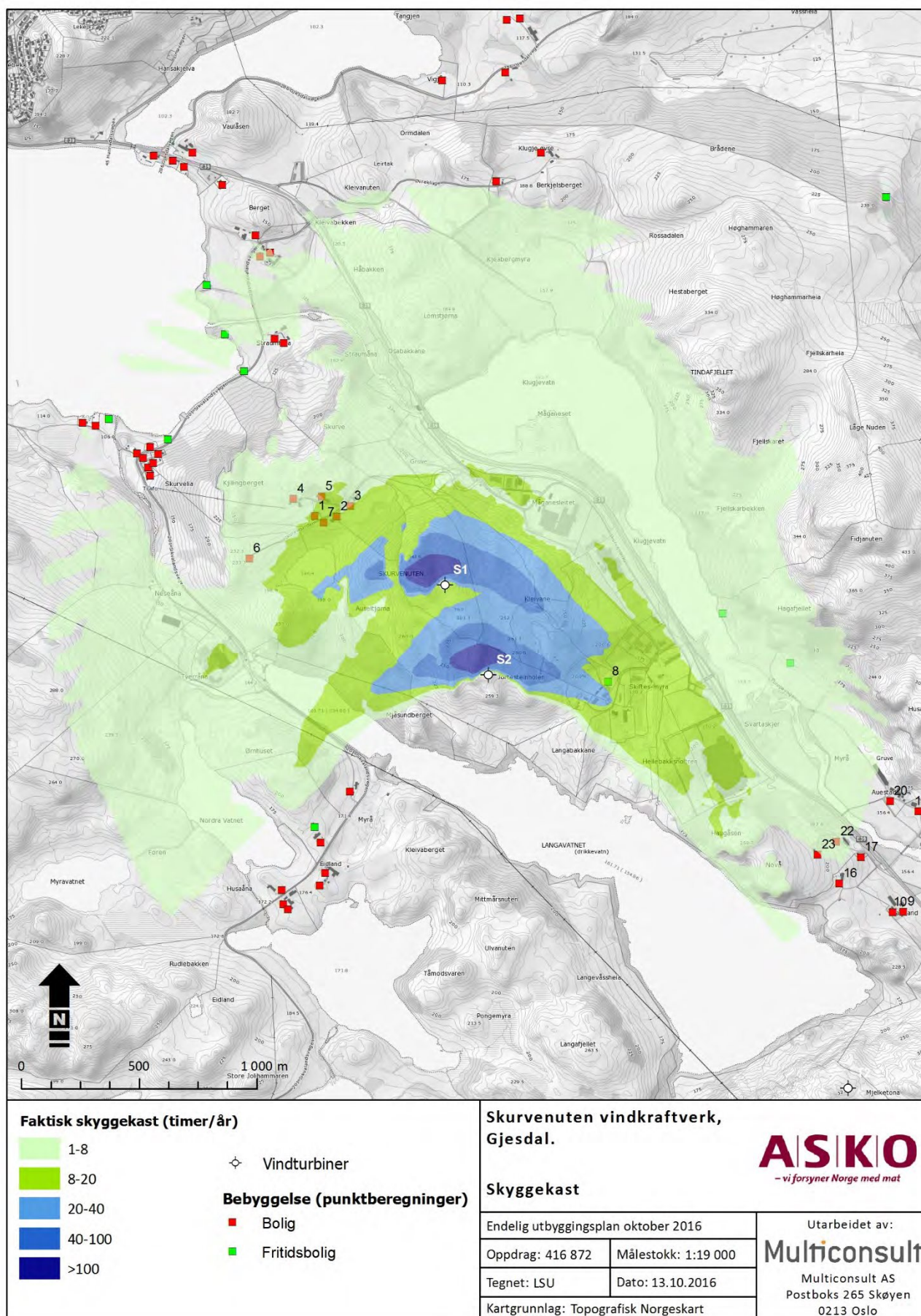
«NVEs praksis er at vilkår om maksimalt skyggecastomfang gjelder eksisterende bebyggelse, med mindre noe annet er presisert i vilkåret eller i bakgrunnsdokumentet for vedtaket. Vi vil i den sammenheng påpeke at det i bakgrunnsdokumentet i denne saken bare er helårs- og fritidsboliger som er tema. Skyggecast for den planlagte utvidelsen av industriområde ble ikke spilt inn som et problem av utbyggeren av industriområdet, og vedtaket ble heller ikke påklaget. Etter NVEs vurdering kan det ikke kreves avbøtende tiltak knyttet til bygninger på Skurve Nord. Vi anbefaler imidlertid at konsesjonær utarbeider nye beregninger når industriområdet detaljprosjekteres, slik at eventuelle kontorlokaler kan planlegges med vindusflater som ikke eksponeres for skyggecast. NVE forutsetter at det tas hensyn til skyggecast i den eventuelle byggesaksbehandlingen.

Med bakgrunn i ovennevnte er det ikke foreslått avbøtende tiltak for det fremtidige industriområdet Skurve Nord.

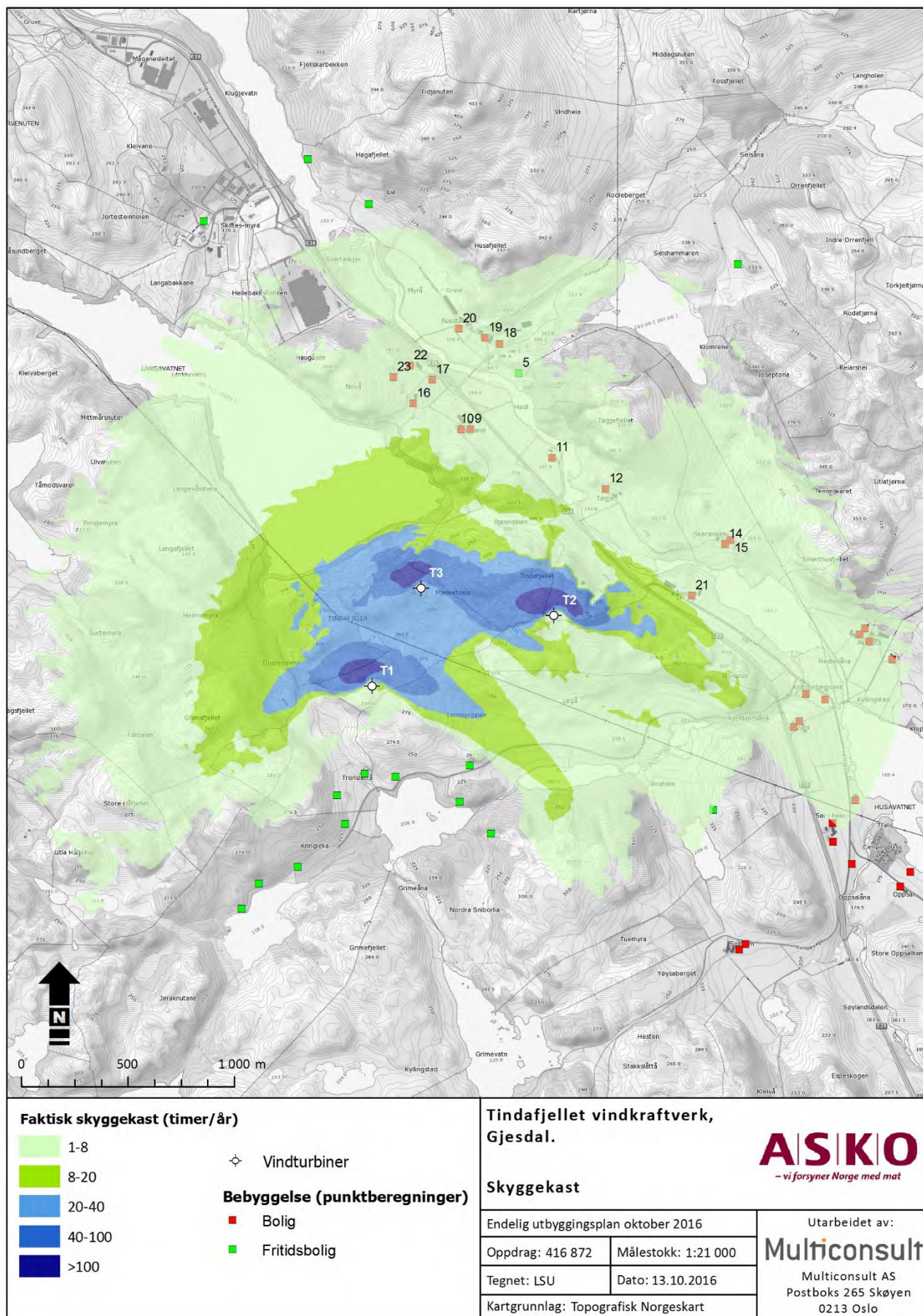
6.3.3 Tindafjellet

De nærmeste naboene til Tindafjellet vil eksponeres for teoretisk skyggecast over anbefalt grenseverdi, mens faktisk skyggecast er under grenseverdien. Aktuelle tiltak for å redusere skyggecastomfanget kan være nedstengning i de mest kritiske periodene eller skjerming hos mottaker.

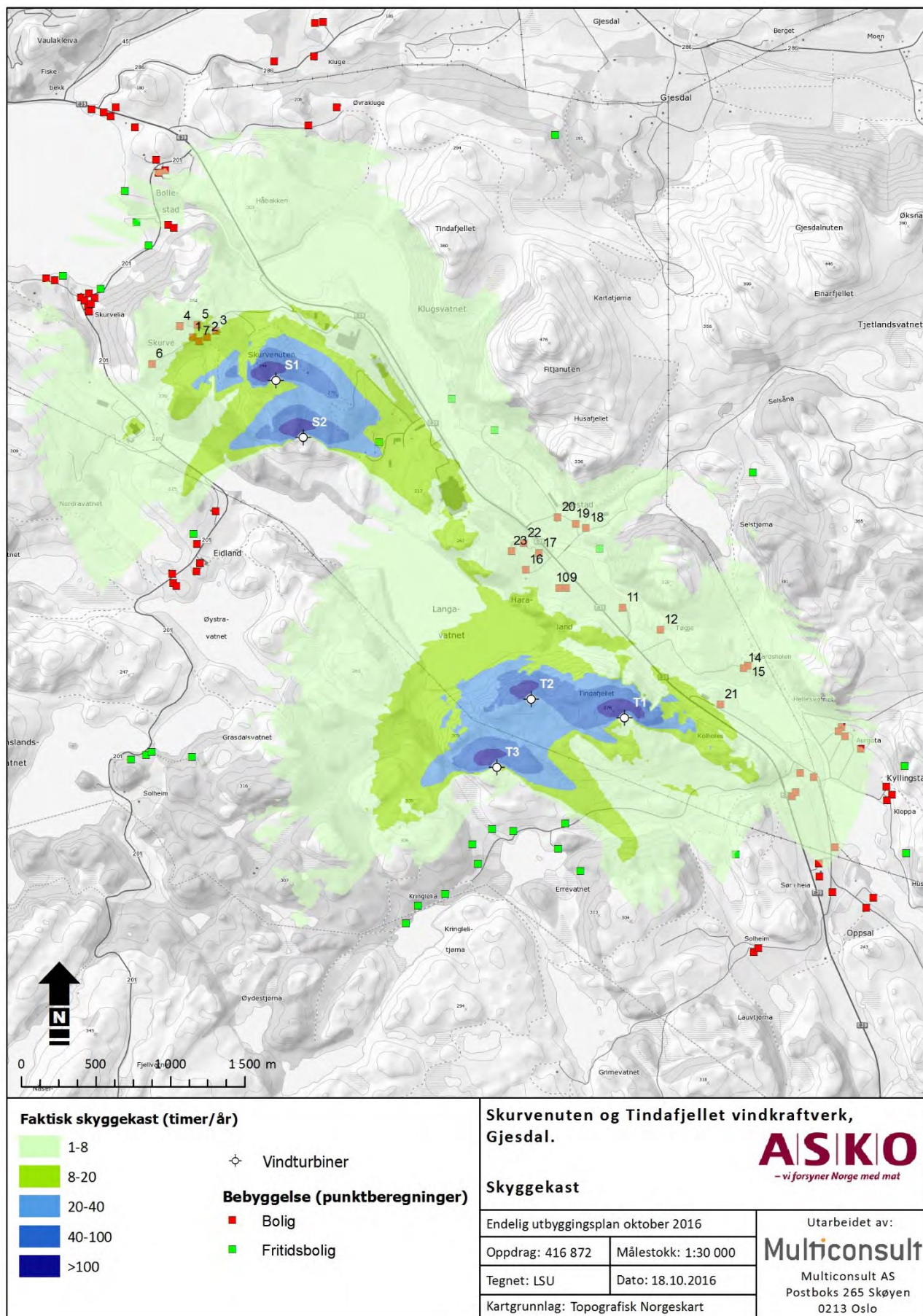
Gitt tidspunktet på året og døgnet når skyggecastet forventes å inntreffe samt usikkerheten i hva faktisk skyggecast vil være hos mottaker per dag, er det foreløpig ikke foreslått noen konkrete avbøtende tiltak for å redusere skyggecastomfanget fra Tindafjellet vindkraftverk. Hvis avbøtende tiltak er aktuelt her, bør det gjøres en nærmere vurdering av hvilken type tiltak som er mest hensiktsmessig samt i hvilken grad vinduer og uteområder hos mottakerne har retning mot vindkraftverket.



Figur 8. Skyggecast fra Skurvenuten vindkraftverk.



Figur 9. Skyggecast fra Tindafjellet vindkraftverk.



Figur 10. Skyggekast fra Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk.

7 Nedslagsfelt for reservedrikkevannskilden Langavatnet

De endelige utbyggingsløsningene berører nedslagsfeltet for reservedrikkevannskilden Langavatnet i større grad enn det som ble lagt til grunn da konsekvensutredningen ble gjennomført. Nå er to av vindturbinene med tilhørende oppstillingsplass (én for Skurvenuten og én for Tindafjellet), deler av en oppstillingsplass (Tindafjellet) samt deler av den interne vegnettet er lokalisert innenfor nedbørsfeltet. I den forbindelse har det vært en dialog mellom ASKO og IVAR for å komme frem til tiltak for håndtering av eventuelle utslipp fra anlegget. Det er også gjennomført en felles befaringsplan i planområdene.

For å redusere virkningene av en eventuell forurensing i forbindelse med etablering og drift av vindkraftverkene, vil blant annet følgende tiltak gjennomføres:

Utforming av veger og oppstillingsplasser:

- De delene av vegen samt oppstillingsplassene som kommer i berøring med nedslagsfeltet for Langavatnet utføres med drenasjegrøft. Dette slik at eventuelt spill (eks. oljesøl) kan ledes ut av området og i tillegg samles opp og fjernes ved behov. Utforming og plassering av disse er avklart med IVAR. Se Figur 7 og Figur 8 som ved hjelp av røde og blå piler viser hhv. fall på drenasjegrøft og tverrfall veg for de to prosjektene.

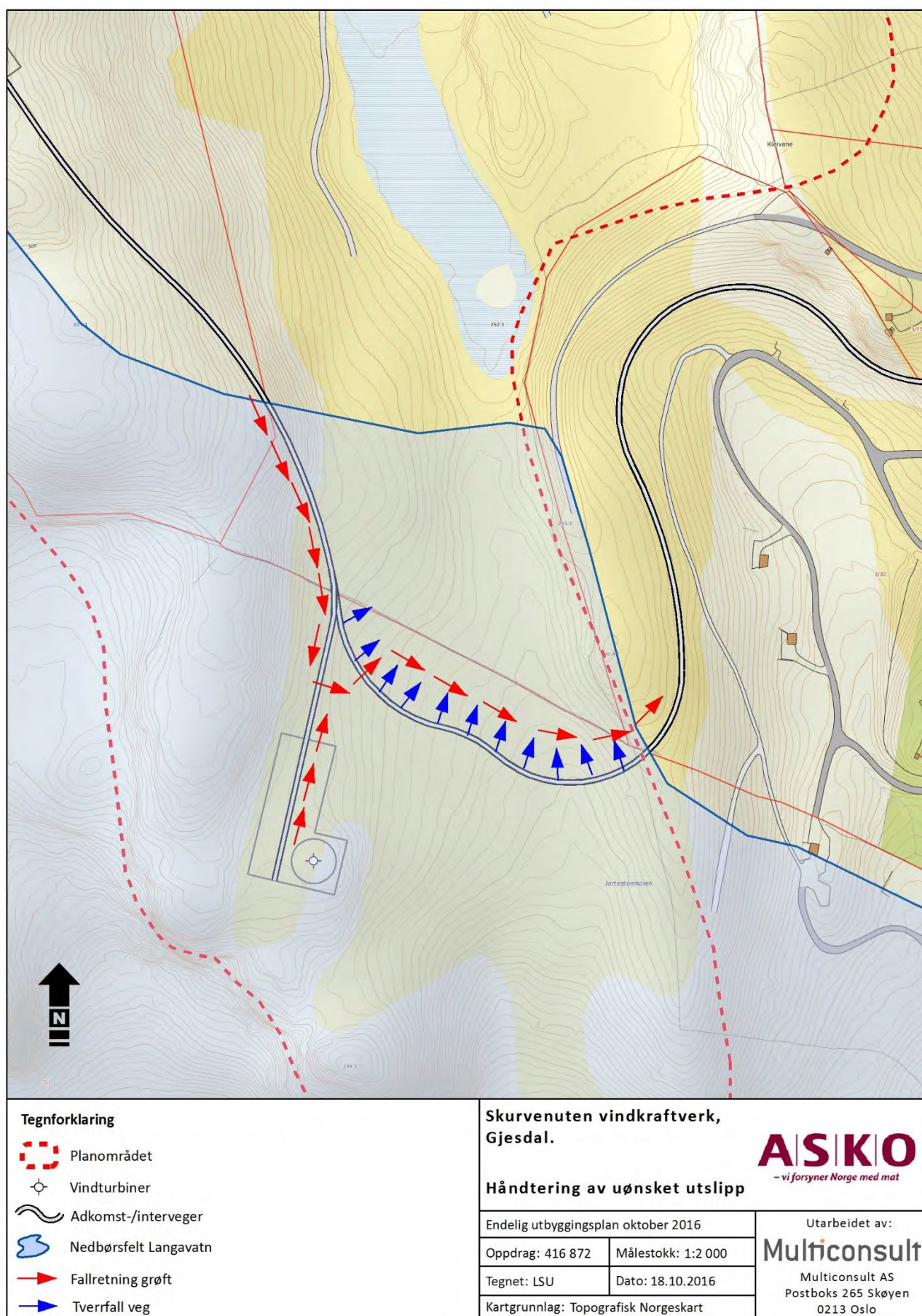
Tiltak under byggefase og drift:

- Olje eller annet drivstoff skal ikke lagres innenfor nedslagsfeltet.
- Det etableres beredskap og prosedyrer for varsling og oppsamling av eventuelt søl eller spill dersom dette skulle forekomme.
- Dersom fullstendig oppsamling ikke er mulig, skal det foretas umiddelbar masseutskifting av forurensede områder.

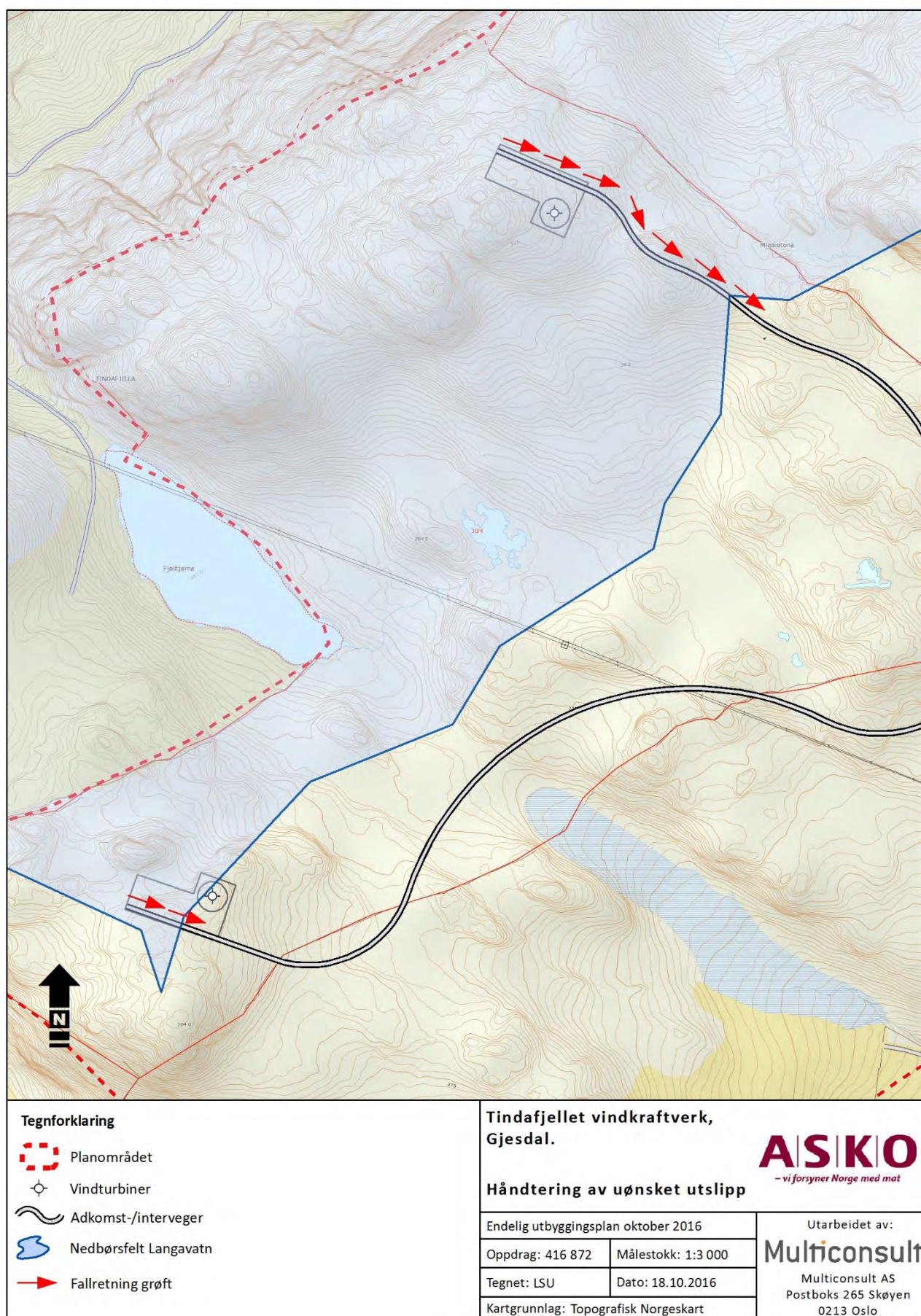
Fare for utlekking av olje fra vindturbin i driftsfasen:

- Selve vindturbinene vil etableres med en tett oppsamlingskum med tilstrekkelig volum for en eventuell oljelekkasje.

En mer omfattende vurdering av konsekvenser for Langavatnet inkludert identifisering av uønskede hendelser og foreslåtte risikoreduserende tiltak vil fremgå av miljø-, transport og anleggsplanen.



Figur 11. Prinsipp for håndtering av uønskede utslipp fra Skurvenuten vindkraftverk.



Figur 12. Prinsipp for håndtering av uønskede utslipp fra Tindafjellet vindkraftverk.

8 Rystelser og eventuelle sprengningsbegrensninger

Planområdet for Skurvenuten vindkraftverk overlapper med et område som er regulert til fremtidig næringsbebyggelse. I forbindelse med opparbeidelse av næringsområdet vil det pågå sprengningsarbeider over en periode på anslagsvis 10-20 år. Det er derfor gjort en vurdering av hvilke begrensninger etablering av Skurvenuten vindkraftverk eventuelt vil medføre for opparbeidelsen av industriområdet.

Basert på sprengningsdata fra tidligere sprengninger innenfor industriområdet er det gjort en teoretisk beregning av sikkerhetsavstand mellom sprengningssted og byggverk, herunder vindturbinene. Beregningen er gjort for to ulike bergkonstanter (K) og hull per sprengningsintervall.

Vertikal svingehastighet v	Hull pr. intervall	Nødvendig avstand mellom sprengningssted og byggverk ved K = 350	Nødvendig avstand mellom sprengningssted og byggverk ved K = 300
10 mm/s	2	512 m	439 m
10 mm/s	1	362 m	310 m
20 mm/s	2	256 m	219 m
20 mm/s	1	180 m	154 m
50 mm/s	2	102 m	87 m
50 mm/s	1	72 m	62 m
60 mm/s	2	85 m	73 m
60 mm/s	1	60 m	51 m
84 mm/s	2	61 m	52 m
84 mm/s	1	43 m	37 m

Avstanden mellom de to turbinene og ytterkanten av industriområdet er hhv. ca. 112 og 115 meter noe som er utenfor den beregnede sikkerhetsavstanden gitt en grenseverdi på $v=50$ mm/s.

Utfyllende informasjon om metodikk, antagelser og resultat kan finnes i det fullstendige notatet som omhandler sprengning (se vedlegg 2).

9 Andre virkninger

Resultatene fra konsekvensutredningen som ble utført i 2013, viser at en utbygging av Skurvenuten og Tindafjellet generelt sett vil ha relativt små miljøkonsekvenser. De største negative virkningene er knyttet til vindkraftverkenes synlighet blant annet fra noen viktige friluftsområder.

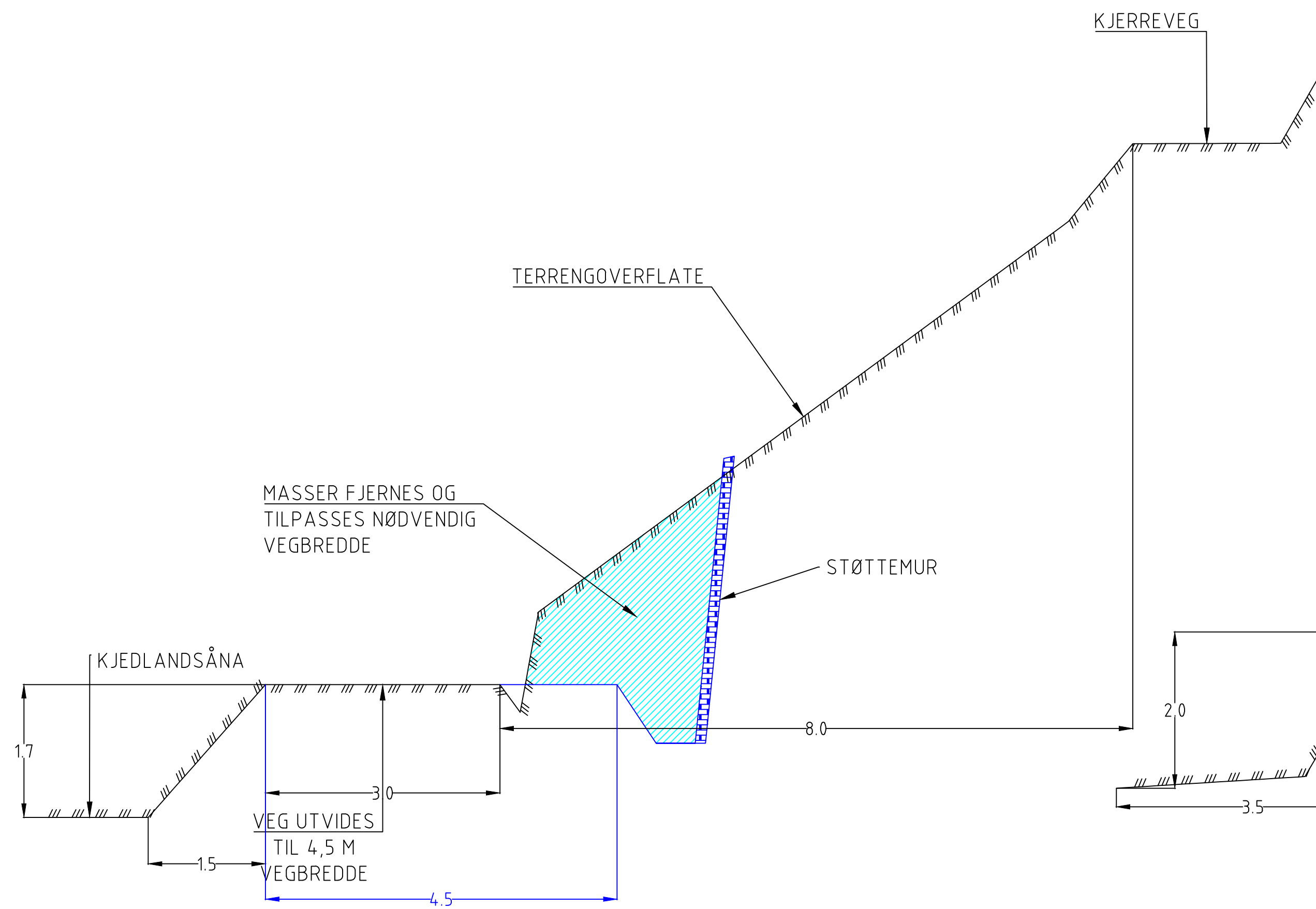
Videre fremgår det av konsekvensutredningen at ingen automatisk fredete eller nyere tids kulturminner berøres direkte av utbyggingen. Det er heller ingen områder vernet i medhold av naturvernloven eller naturmangfoldloven eller viktige naturtyper eller viltområder som berøres rent fysisk eller i form av støy/forstyrrelser i anleggs- eller driftsfasen. Planområdene er heller ikke viktige friluftsområder, og det er svært lite ferdsel innenfor områdene i dag.

De reviderte utbyggingsløsningene for Skurvenuten og Tindafjellet (inkl. endringer i turbinplasseringer, adkomst-/internveger etc.) vurderes ikke å være av en slik karakter at de endrer på hovedkonklusjonene i konsekvensvurderingen. Dette gjelder for temaene Landskap, Kulturminner og kulturmiljø, Forurensning, Landbruk, Friluftsliv, Reiseliv, Verdiskapning og kommuneøkonomi.

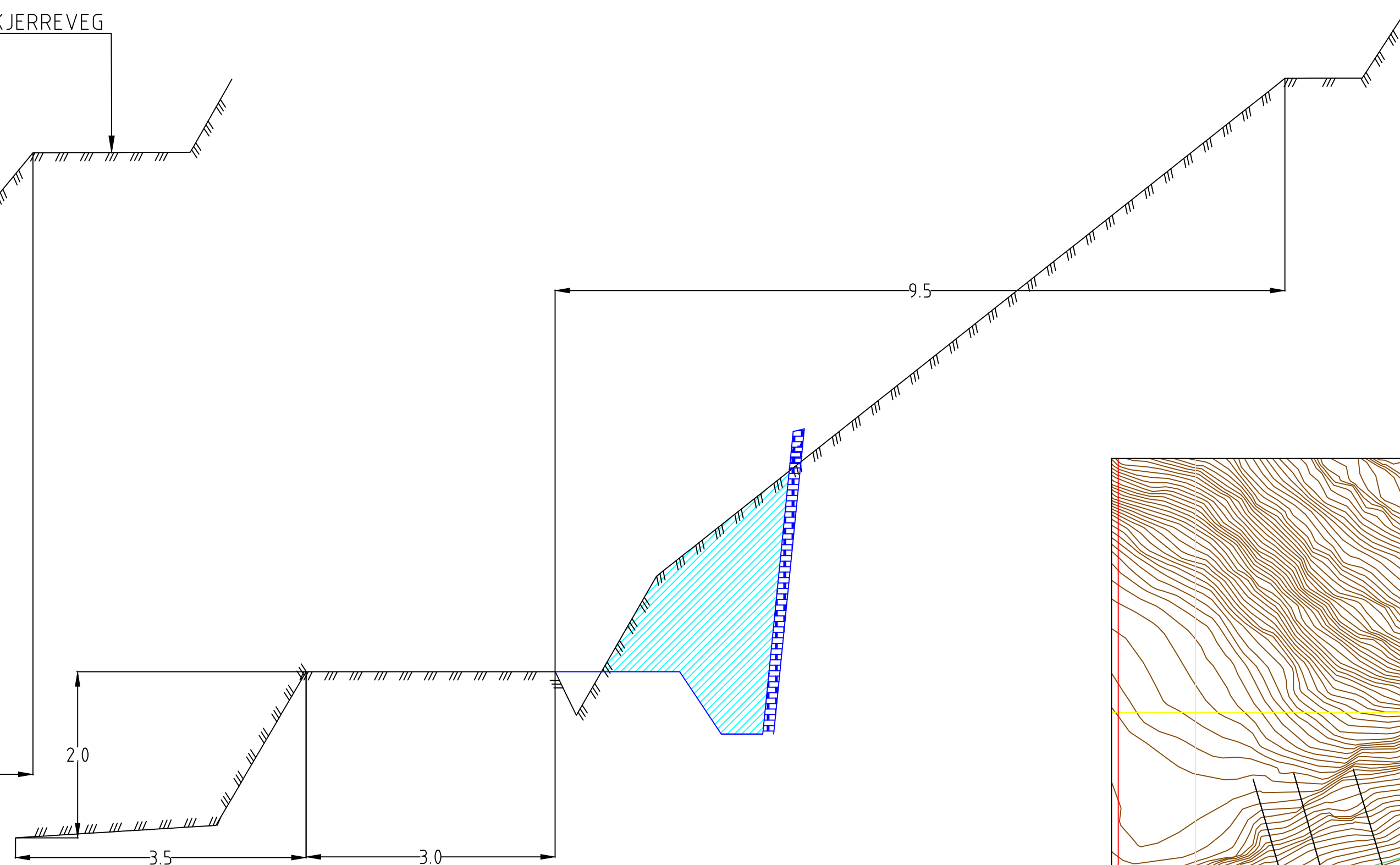
Vedlegg

Vedlegg 1 – Snitt og tverrprofiler for delstrekning forbi Kjedlandsåna

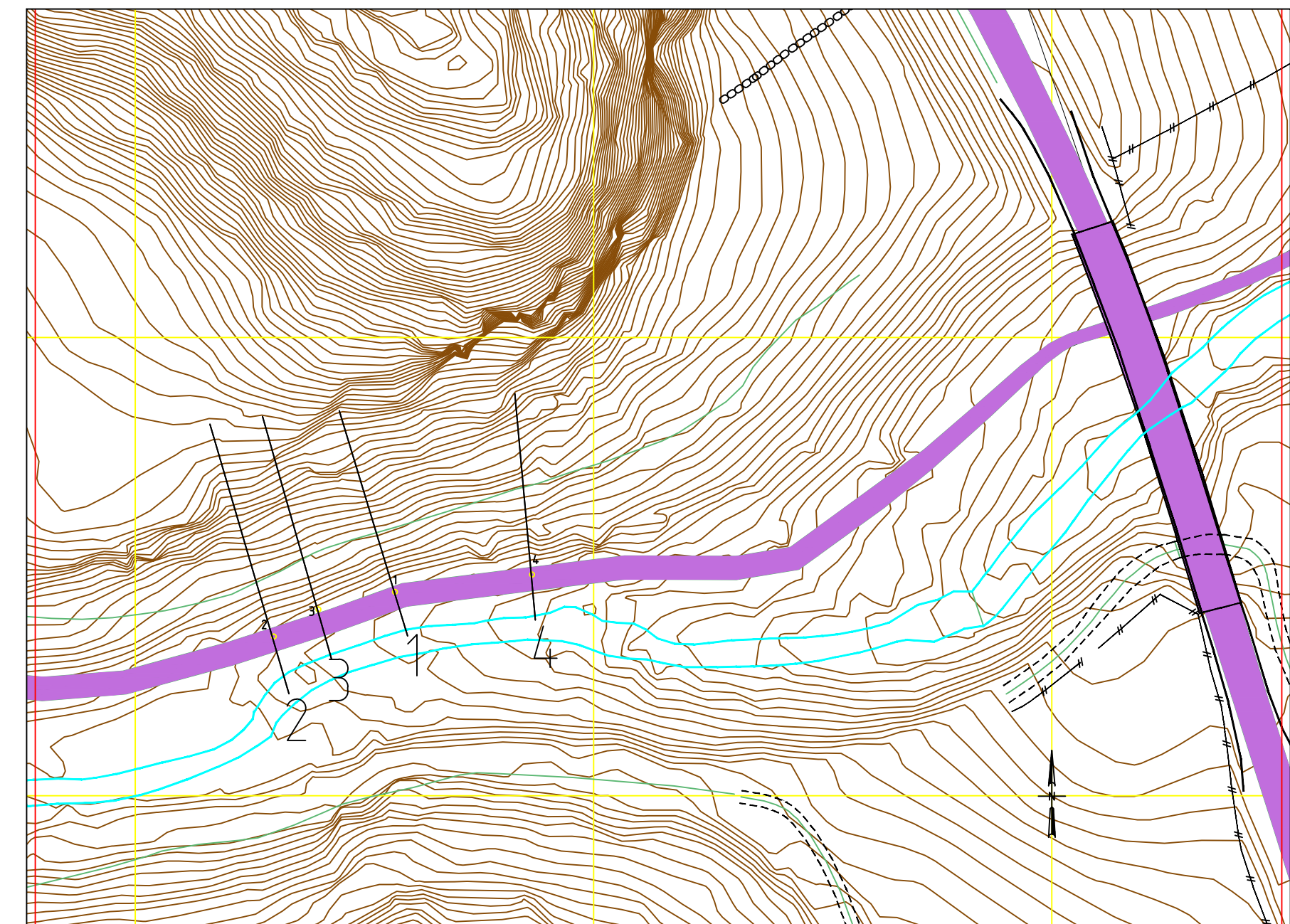
Vedlegg 2 – Notat sprengningsvibrasjoner fra opparbeidelse av industriområde



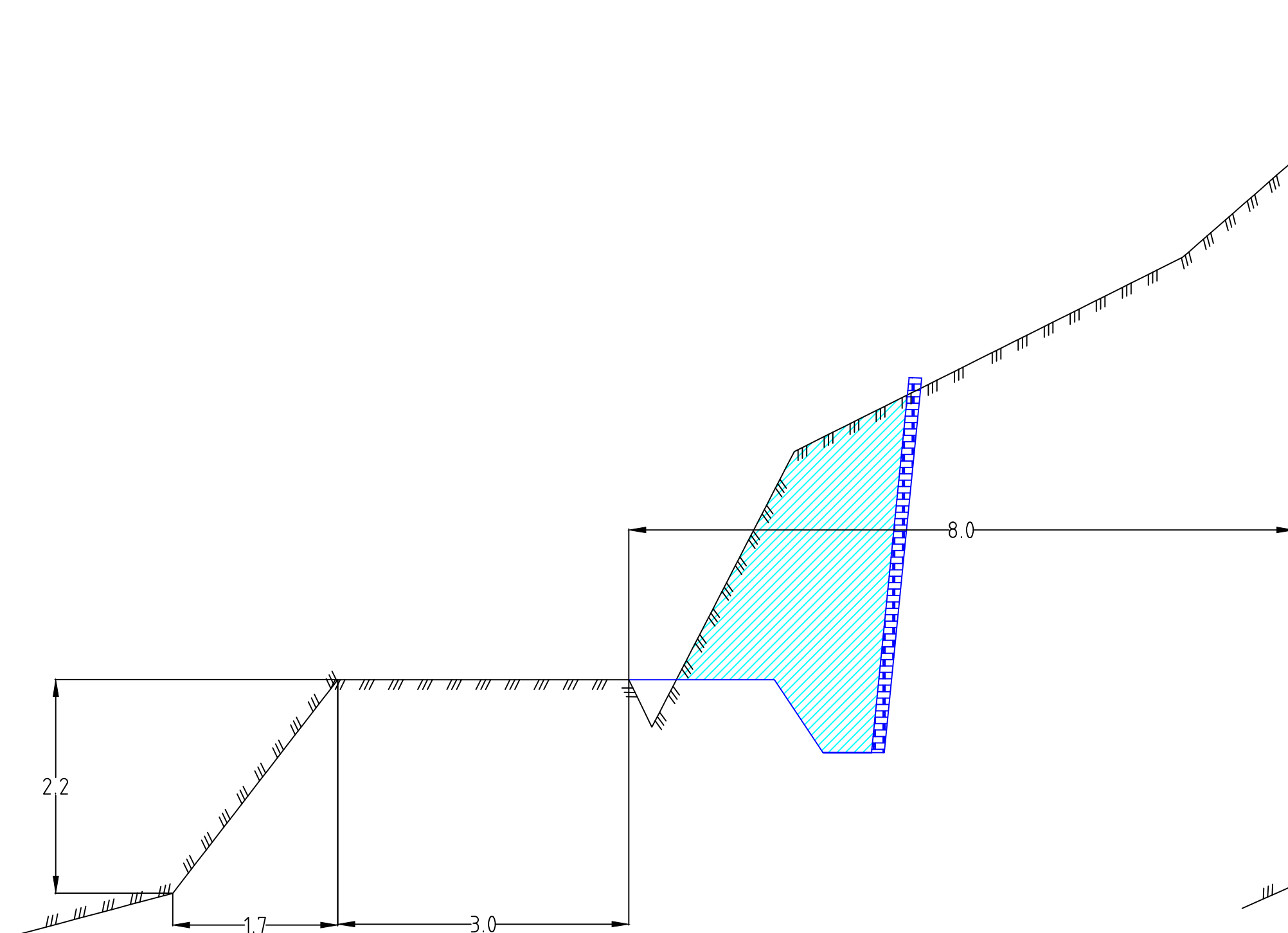
PROFIL 1



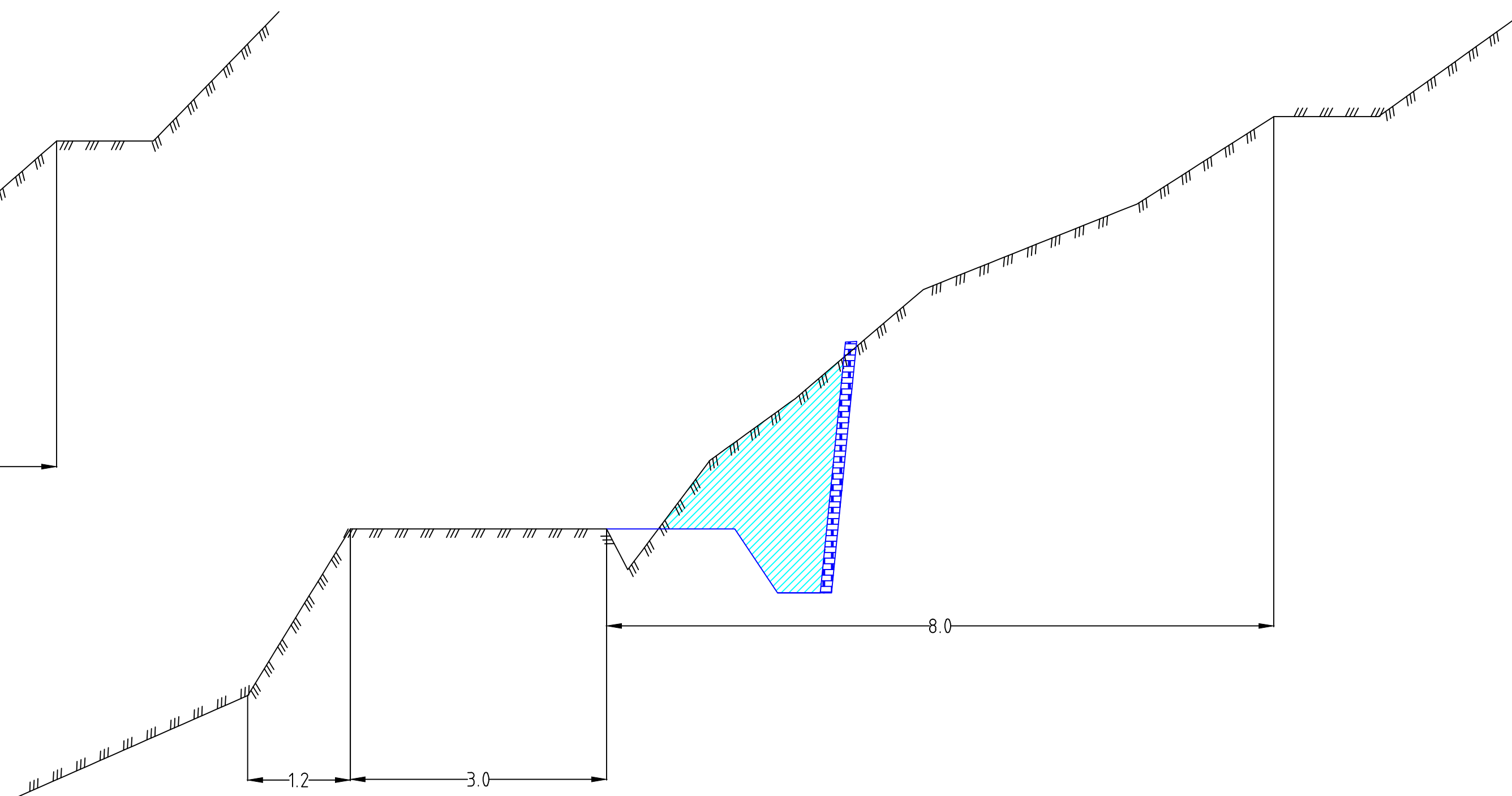
PROFIL 2



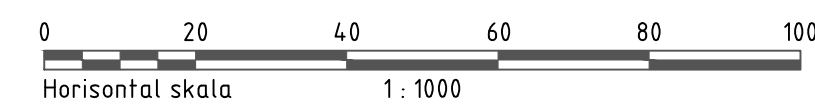
KARTSKISSE SOM VISER LOKALISERING AV SNITT



PROFIL 3



PROFIL 4



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Original format	Fag	RIVeg		
	Tegningens filnavn	416872-RIVeg-TEG-001.dwg			
	Underlagets filnavn				
	Målestokk	1:200			
		1:1000			
	Konstr./Tegnet	HAVE	Kontrollert	PERG	Godkjent
	Oppdragsnr.	416872	Tegningsnr.	B008	Rev.
					00

NOTAT

OPPDRAAG	Skurvenuten og Tindafjellet vindkraftverk	DOKUMENTKODE	416872-RIGberg-NOT-002
EMNE	Sprengningsvibrasjoner fra opparbeidelse av industriområde	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	ASKO FORNYBAR AS	OPPDRAAGSLEDER	Linn Silje Undem
KONTAKTPERSON	Ronny Johnsrød	SAKSBEHANDLER	Nils Ramstad
KOPI	Nils Giskeødegaard	ANSVARLIG ENHET	1014 Oslo Bergteknikk

SAMMENDRAG

I dette notatet er det gjort en vurdering av hvilke restriksjoner etablering av Skurvenuten vindkraftverk eventuelt vil medføre for opparbeidelsen av industriområdet Skurve Nord.

Basert på sprengningsdata fra tidligere sprengninger på tomten til næringsområdet, er det gjort en beregning av sikkerhetsavstander for å ikke overskride anbefalte grenseverdier for rystelser. Gitt at det sprenges ett hull pr intervall med hullengde 20 m, må avstanden fra salve til vindturbin (tårn) være minimum 72 m. Dette er teoretiske beregninger, og i praksis vil det alltid være noe variasjon.

Sikringstiltak for sprengningsarbeidene er også angitt.

1 Innledning

ASKO FORNYBAR AS planlegger å etablere Skurvenuten vindkraftverk, Skurve. Parken består av to vindturbiner. Vindkraftverket ligger i vestre del av samme området som det er planlagt å opparbeide Skurve industriområde som er en stor næringspark. Området består i stor grad av berggrunn og opparbeidelsen innebærer omfattende sprengningsarbeider. Det blir skjæringer med en total høyde på inntil ca. 40 m. Opparbeidelsen vil skje trinnvis ved at utsprengt berg bearbeides og selges. Etter hvert som et område er ferdig utsprengt til planlagt nivå, vil det bli lagt ut for salg til næringsformål. Det vil derfor i stor grad være etterspørselen etter stein som bestemmer hvor lang tid det tar å opparbeide hele området som er regulert til næringspark, men det er snakk om mange år. Utvinningsretten løper frem til 2030 i henhold til avtalen som er inngått med grunneierne.

Samtidig med denne opparbeidelsen ønsker ASKO FORNYBAR AS å oppføre sine to vindturbiner. Eieren av tomten for næringsparken mener at vindturbinene vil medføre omfattende begrensninger på hvordan berget sprenges ut, noe som også får innvirkning på lønnsomheten.

Multiconsult er bedt om å vurdere de praktiske ulempene ved å ha vindturbinene i nærheten av der det skal sprenges.

2 Grenseverdier for sprengningsvibrasjoner

Grenseverdier for sprengningsvibrasjoner i bygninger fastsettes ved hjelp av *Norsk Standard 8141 Vibrasjoner og støt*. For tiden er det utgave 2 fra 2001 som gjelder. En periode var det utgave 2012+A1:2013 som gjaldt, men denne ble trukket tilbake med virkning fra 1. oktober 2016.

00	30.10.2016	Steinbruddsdrift-vurdering av konsekvenser for omgivelsene	Nils Ramstad	Olav Hval	Linn Silje Undem
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

NS 8141, utgave 2001 fastsetter følgende grenseverdier som er aktuelle her:

- Næringsbygg fundamentert direkte på fast berg: vertikal svingehastighet $v = 84 \text{ mm/s}$.
- Næringsbygg fundamentert på avrettet og komprimert sprengstein/pukk: vertikal svingehastighet $v = 60 \text{ mm/s}$.

Asko har for sine vindturbiner oppgitt følgende grenseverdi: vertikal svingehastighet $v = 50 \text{ mm/s}$. Det er litt usikkert om den oppgitte grenseverdien refererer seg til uveide måledata (NS 8141 utgave 2001) eller frekvensveide måledata (NS 8141, utgave 2012+A1 2013). Inntil dette blir avklart, har vi valgt å forutsette at det er uveide måledata som er den mest konservative verdien. Vibrasjonene skal måles på grunnmur/fundament der avstanden mellom sprengningssted og bygning er kortest.

Det finnes allerede næringsbygg nord og øst for sprengningsområdet og etter hvert vil det komme nye næringsbygg i næringsparken. Grenseverdiene som fremkommer i NS 8141 gjelder kun selve bygningen. I et moderne næringsbygg med varelager eller produksjon, er det vanligvis en utstrakt bruk av datastyring som er mer følsom for sprengningsvibrasjoner enn selve bygningen. For en del produksjonsutstyr stilles det også strenge krav til vibrasjoner. Det er ikke mulig for oss å forutsi hvilke krav som vil bli gjeldende her, men som en basis har vi valgt å ta utgangspunkt i noen generelle retningslinjer som Norges Geotekniske Institutt har utarbeidet. Det vises her til rapport 881015-2 EDB/elektronisk utstyr og grunnvibrasjoner, datert 25. august 1988. I denne rapporten anbefales følgende grenseverdier:

- Avstand fra sprengningssted til bygning 0 – 10 m: vertikal svingehastighet $v = 10 \text{ mm/s}$
- Avstand fra sprengningssted til bygning 10 – 100 m: vertikal svingehastighet $v = 20 \text{ mm/s}$
- Avstand fra sprengningssted til bygning over 100 m: vertikal svingehastighet $v = 50 \text{ mm/s}$

Vibrasjonene måles der det vibrasjonsfølsomme utstyret befinner seg.

3 Sprengningsarbeider

Det er allerede utført sprengning på tomten til næringsparken og vi har mottatt sprengningsdata fra Velde Fjellboring som omfatter to salver. Den ene ble sprengt 19.02.2015 og den andre 28.05.2015

Det er opplyst følgende om salvene:

3.1 Salve 1 sprengt 19.02.2015

Bormønster: $V \times E = 2,6 \times 3,25 \text{ m}$

Hulldiameter: $d = 89 \text{ mm}$

Gjennomsnittlig hullengde: $L = 16,5 \text{ m}$

Antall hull pr. intervall: 2 stk.

Totalt antall hull i salva: 130 stk.

Total sprengstoffmengde i salva: 11 483 kg

Gjennomsnittlig lademengde pr hull: $Q = 88,3 \text{ kg}$

Maks. ladning pr. intervall: 183,3 kg

Utsprengt volum: $18\,083 \text{ fm}^3$. Dette tilsvarer 47 015 tonn

Det var montert en vibrasjonsmåler på grunnmuren i Skurvemarka 8. Oppgitt avstand til sprengningsstedet var 200 m. Måleren viste vertikal svingehastighet $v = 19 \text{ mm/s}$.

3.2 Salve 2 sprengt 28.05.2015

Bormønster: V x E = 2,6 x 3,3 m

Hulldiameter: d = 89 mm

Gjennomsnittlig hullengde: L = 19,5 m

Antall hull pr. intervall: 2 stk.

Totalt antall hull i salva: 121 stk.

Total sprengstoffmengde i salva: 12 984 kg

Gjennomsnittlig lademengde pr hull: Q = 107,3 kg

Maks. ladning pr. intervall: 220,3 kg

Utsprengt volum: 18 150 fm³. Dette tilsvarer 47 192 tonn

Det var montert en vibrasjonsmåler på berget bak salva. Oppgitt avstand til sprengningsstedet var 35 m. Måleren viste vertikal svingehastighet v = 93 mm/s.

3.3 Generelt om produksjonssprengning

Ved uttak av berg der hovedformålet er videreforedling, er optimal pallhøyde 15-20 m avhengig av borutstyr og bergets sprengbarhet. Det er vanlig å sprengre store salver for å redusere ladekostnadene og dødtid på annet utstyr som må flyttes vekk når det sprenges. Vanlig hulldiameter er 89 mm og 102 mm. Det sprengningsopplegget som er benyttet på salve 1 og salve 2 er derfor et standard sprengningsopplegg for produksjonssprengning. Redusert pallhøyde eller mindre hulldiameter vil medføre økte kostnader.

3.4 Driftsplan for Skurve nord

Av driftsplan for Skurve nord fremgår det at planlagt årlig uttak i startfasen er 150 000 – 200 000 fm³. Dette tilsvarer 390 000 – 520 000 tonn. Med full drift vil årlig produksjon bli økt til 250 000 – 300 000 fm³. Dette tilsvarer 650 000 – 780 000 tonn.

Maksimal pallhøyde er oppgitt til 15 m som er litt mindre enn gjennomsnittlig pallhøyde på de to salvene som vi har fått data fra.

Med et driftsopplegg som gjengitt her, vil det i innkjøringsfasen bli sprengt ca. 11 salver i året. Med full drift vil antall salver øke til ca. 17 stk. pr. år.

3.5 Utbredelse av sprengningsvibrasjoner

Litt forenklet kan det sies at sprengningsvibrasjoner forplanter seg som bølger i grunnen ut fra sprengningsstedet på samme måte som bølgebevegelsen fra en stein som kastes i vannet. Vibrasjonene er kraftige nær sprengningsstedet, men dempes relativt raskt. Hvor raskt de dempes, avhenger av grunnforhold, oppsprekingsgrad i berget og sprekkeretning. I homogent berg er dempingen vesentlig mindre enn i sterkt oppsprukket berg. Evnen berget har til å overføre vibrasjoner, kalles bergkonstanten. Dette er i virkeligheten ikke en konstant, men en faktor som avtar med økende avstand fra sprengningsstedet.

Det har også betydning hvordan bygningen er plassert i forhold til der det sprenges. Vibrasjonene vil alltid være størst bak der det sprenges fordi det der oppstår en rekyleffekt fra sprengstoffet. For å redusere vibrasjonene som en bygning utsettes for, er det derfor av stor betydning hvordan salvene orienteres.

Det finnes mange formler som viser sammenhengen mellom ladningsstørrelse, bergkonstant og vibrasjonsnivå. Følgende formel er mye brukt i Norge:

$$v = K \cdot \frac{\sqrt{Q}}{d}$$

- v er vertikal svingehastighet
- K er bergkonstanten
- Q er maks ladning pr. tennerintervall
- D er avstanden mellom sprengningssted og bygning

Vibrasjonsnivået er uavhengig av total sprengstoffmengde som detonerer i en salve fordi bølgehastigheten på vibrasjonene er større enn forsinkelsen mellom hvert intervall i en salve.

I godt berg er det vanlig å regne med at bergkonstanten er 400 på kort avstand. Med økende avstand avtar den raskt til 200. I de to salvene som vi har fått data fra, har vi beregnet følgende bergkonstanter:

- Salve 1: K = 280, oppgitt avstand d = 200 m.
- Salve 2: K = 219, oppgitt avstand d = 35 m.

Disse to beregningene viser avvikende sammenheng mellom bergkonstant og avstand. Vi kjenner ikke detaljene med hvordan salvene har vært orientert i forhold til målepunkt, men det er ikke uvanlig å registrere en viss variasjon i de beregnede verdiene.

3.6 Vurdering av begrensninger og tiltakt for å hensynta vindturbinene og andre byggverk med installasjoner

I de to salvene ovenfor er det lagt opp til sprengning med hulldiameter 89 mm. I våre beregninger har vi tatt utgangspunkt i denne diameteren og en maksimal pallhøyde på 20 m. Det er videre regnet med en ladning pr. borhull på 107,3 kg som tilsvarer det Vælde har oppgitt som lademengde ved gjennomsnittlig hullengde på 19,5 m. Vælde har på de to salvene som vi har fått rapport fra, valgt å sprengte to og to hull på samme intervall. Det er fullt mulig å redusere dette til ett hull pr. intervall uten at det får nevneverdige økonomiske konsekvenser. Vi har derfor beregnet nødvendig avstand for å overholde grenseverdiene ved begge disse alternativene. Bergkonstanten endrer seg som nevnt med både geologi og avstand. For å være på den sikre siden, har vi benyttet en bergkonstant på 350. Det vil alltid være noe usikkerhet knyttet til valg av bergkonstant. Vi har derfor også gjort tilsvarende beregning med bergkonstant 300 for å synliggjøre usikkerheten i beregningene.

Med utgangspunkt i disse forutsetningene og formelen i pkt. 3.4, får vi følgende sikkerhetsavstander for ikke å overskride anbefalte grenseverdier:

Vertikal svingehastighet v	Hull pr. intervall	Nødvendig avstand mellom sprengningssted og byggverk. K = 350	Nødvendig avstand mellom sprengningssted og byggverk. K = 300
10 mm/s	2	512 m	439 m
10 mm/s	1	362 m	310 m
20 mm/s	2	256 m	219 m
20 mm/s	1	180 m	154 m
50 mm/s	2	102 m	87 m
50 mm/s	1	72 m	62 m
60 mm/s	2	85 m	73 m

Sprengningsvibrasjoner fra opparbeidelse av industriområde

60 mm/s	1	60 m	51 m
84 mm/s	2	61 m	52 m
84 mm/s	1	43 m	37 m

Dette betyr at for vindturbinene må avstanden fra salva til tårn være minimum 72 m dersom det sprenges ett hull pr intervall med hullengde 20 m. Det presiseres at dette er teoretiske beregninger og i praksis vil det alltid være noe variasjon.

3.7 Sikringstiltak

Ved sprengning i steinbrudd med store pallhøyder er det viktig å ta hensyn til sprut, både fra toppen av salva og fronten. Det er vanlig å dekke salvene på toppen, evt. la det være igjen så mye uladet hull på toppen at berget fungerer som en fullgod dekking. For å ha kontroll med frontspruten, må fronten på salvene måles inn og alle hullene i første rad må logges med borhullslogger for å kontrollere at det er tilstrekkelig avstand til fronten av salva. Avvik må følges opp med justering av lademengden. Manglende kontroll med fronten på salva kan få alvorlige konsekvenser. Ukontrollert frontsprut fra et borehull med 89 mm diameter har en teoretisk kastelengde på 600 m. I tillegg til de tiltakene som er nevnt ovenfor, bør salvene derfor i størst mulig grad orienteres slik at kastretningen ikke blir mot den nærmeste bebyggelsen eller vindturbinene.