
RAPPORT

Geotekniske og vassdragstekniske vurderinger – Frekhaug nord

OPPDRAAGSGIVER

Meland kommune

DATO / REVISJON: 05. juli 2018 / 0



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult Norge AS på oppdrag fra Meland kommune. Meland kommunes rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis Meland kommune i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det vedkommende kan utlede fra Meland kommune. Multiconsult Norge AS har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult Norge AS 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 Norge AS eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Geotekniske og vassdragstekniske vurderinger – Frekhaug nord	DOKUMENTKODE	10200755-02-TVF-RAP-01
EMNE	Langelandskogen og Frekhaug nord Områdereguleringsplan	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Meland kommune	OPPDRAAGSLEDER	Héctor Piña
KONTAKTPERSON	Kristin Nåmdal	UTARBEIDET AV	Michael F. Myhrvold (RIG) Erlend Gjestemoen (RIVA)
		ANSVARLIG ENHET	10233034 Arealplan og utredning Vest

SAMMENDRAG

På forespørsel fra Meland kommune har Multiconsult Norge AS blitt engasjert til å foreta en vurdering av grunn- og vannforholdene ved Langelandstjørna og et område nordvest for Fv. 564 (Frekhaug nord), og gi anbefalinger rundt geotekniske og vassdragstekniske forhold knyttet til fremtidig bruk av disse arealene. Vurderingene gjøres i forbindelse med utarbeidelse av områdereguleringsplan for Langelandskogen og Frekhaug nord.

Foruten områder hvor det registreres berg i dagen, vurderes grunnen ved Langelandstjørna myrområde som ikke byggbar slik den ligger i dagens tilstand. Selv mindre omfattende tiltak som etablering av parkområde vurderes å være ugunstig med tanke på setninger og deformasjoner. For å gjøre grunnen i aktuelt område byggbar, anbefales det å masseutskifte torvmassene med steinmasser i kombinasjon med dypkomprimering.

Innledende grove masseberegninger viser følgende mengder:

- Område 1 (Langelandstjørna): Totalt ca. 80.000 m³ løsmasser
- Område 2 (Nordvest for Fv. 564): Totalt ca. 24.000 m³ løsmasser

Bekkeløpet som renner gjennom myren bør holdes åpent, og ikke lukket. Åpne vannveier er mer robuste i ekstremhendelser, forårsaker mindre flomskader og i tillegg er det et positivt bidrag til landskapsbildet og det biologiske mangfoldet.

For å sikre god flomavledning gjennom området må bekkeløpet legges lavere enn omkringliggende terreng og bebyggelse. Vi anbefaler at bekkeløpet legges omtrent på høyde med eksisterende vannvei, og at eventuell bebyggelse bygges på ca. kote 35 for å sikres mot flomvannstand. Det bør reguleres et «blågrønt belte» med minimumsbredde 10 meter for å sikre en god vannvei gjennom området.

0	04.07.2018	Geotekniske og vassdragstekniske vurderinger	Michael Fuglestrand Myhrvold (RIG) Erlend Gjestemoen (RIVA)	Svein Arne Haugen (RIG) Lars Kristian Sandven (RIVA)	Héctor Piña
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Geotekniske vurderinger	6
2.1	Resultat fra georadarundersøkelser, COWI AS	6
2.1.1	Vurdering av georadarundersøkelsene	7
2.2	Grunnlag	7
2.2.1	Langelandstjørna	8
2.2.2	Fv. 564 Frekhaugkrysset og videre nordøst	10
2.3	Masseberegninger	11
2.3.1	Utførelse	11
2.3.2	Resultater	11
2.3.3	Vurdering av masseberegninger	12
2.4	Vurdering av geotekniske forhold	12
2.4.1	Grunnvann	12
2.4.2	Forurenset grunn	13
2.4.3	Telefarlighet	13
2.4.4	Setninger	13
2.4.5	Bæreevne og komprimering	14
2.4.6	Stabilitet	14
3	Vassdragstekniske vurderinger	14
3.1	Beskrivelse av området	14
3.1.1	Tidligere forhold	14
3.1.2	Nåværende forhold	15
3.2	Flomberegninger	16
3.2.1	Nedbørsfelt	16
3.2.2	Flomberegninger	17
3.2.3	Kapasitetsvurderinger av eksisterende stikkrenner	18
4	Anbefaling	18
4.1	Geotekniske vurderinger	18
4.2	Vassdragstekniske vurderinger	20
4.2.1	Eventuell senkning av grunnvannsnivået	20
4.2.2	Forskjellige eksempler på utforming av vannveien	20
5	Referanser	21

TABELLISTE

Tabell 2-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter og notater	8
--	---

TEGNINGER

10200755-02	RIG-TEG-001	Soneinndeling tiltak
10200755-02	RIVA-GH-301	Foreløpig forslag til utforming av bekkeløp

BEREGNINGER

10200755-02	RIVA-BER-02	Kapasitetsvurdering stikkrenner
10200755-02	RIVA-BER-03	Dimensjonering av bekkeløp

1 Innledning

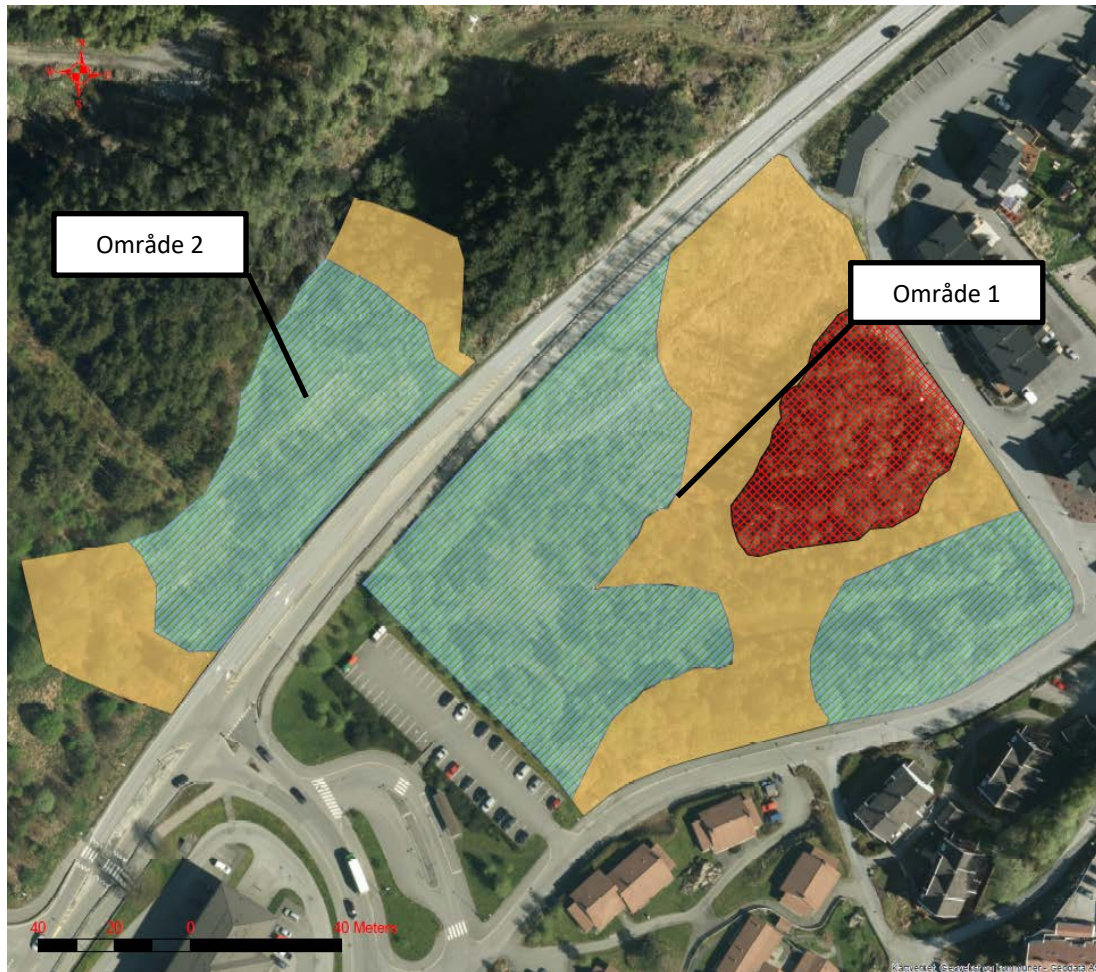
Det skal utarbeides en områdereguleringsplan i tråd med pbl. §§ 12-1 og 12-2 for området Langelandsskogen og deler av Frekhaug Nord i Meland kommune. Mesteparten av Langelandsskogen er satt av som utbyggingsområde i den gjeldende kommuneplanen sin arealdel (KPA). Planområdet er 322 dekar stort. Planarbeidet utløser krav om konsekvensutredning jf. Forskrift om konsekvensutredning. Landbruksarealet i sør og skogområdet i nord er satt av til LNFR i kommuneplanen. Vurdering av bruken av disse områdene er sentral i konsekvensutredningen.

Planområdet omfatter areal som overlapper gjeldende områdeplan for Frekhaug senter (Lonena). Et sentralt tema i planen er området sin kopling til Frekhaug (sentrum), skole- og idrettsområdet på Sagstad og bostedsområdene på Fosse og videre mot Flatøy og Knarvik. Lokalisering av funksjoner og området sin friluftsliv-verdi vil være viktige drøftinger i planarbeidet, sammen med drøftinger om folkehelse, barn og unge og mobilitet.

På forespørsel fra Meland kommune har Multiconsult Norge AS blitt engasjert til å foreta en vurdering av grunn- og vannforholdene ved Langelandstjørna og et område nordvest for Fv. 564. (se figur 1:1). Formålet med oppdraget er å danne et kunnskapsgrunnlag om de geo- og vassdragstekniske forholdene i disse områdene. Kunnskaper om disse forholdene samt kjennskap til omfang av tiltak som er nødvendige å gjennomføre (før områdene eventuelt kan tas i bruk) er viktig å ha som grunnlag i vurderinger knyttet til arealbruken under planleggingsprosessen.

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i tiltaksområdet og i tilgrensende områder, se Tabell 2-1. I sammenheng med dette oppdraget er det blitt utført georadarundersøkelser (utført av COWI) for å kartlegge berggrunnen ved Langelandstjørna. Resultatene er gjengitt i rapport A111430 Georadarundersøkelse Frekhaug, datert april 2018.

Foreliggende rapport tar for seg geotekniske vurderinger på bakgrunn av tidligere og nye grunnundersøkelser, samt innledende masseberegninger og anbefalte tiltak for å gjøre grunnen byggbar. I tillegg gir rapporten innledende anbefalinger til utforming av vannveien gjennom området. Anbefalingene baserer seg på hydrologiske beregninger, flyfoto, kartgrunnlag og innmålinger som er gjort rede for i rapporten.



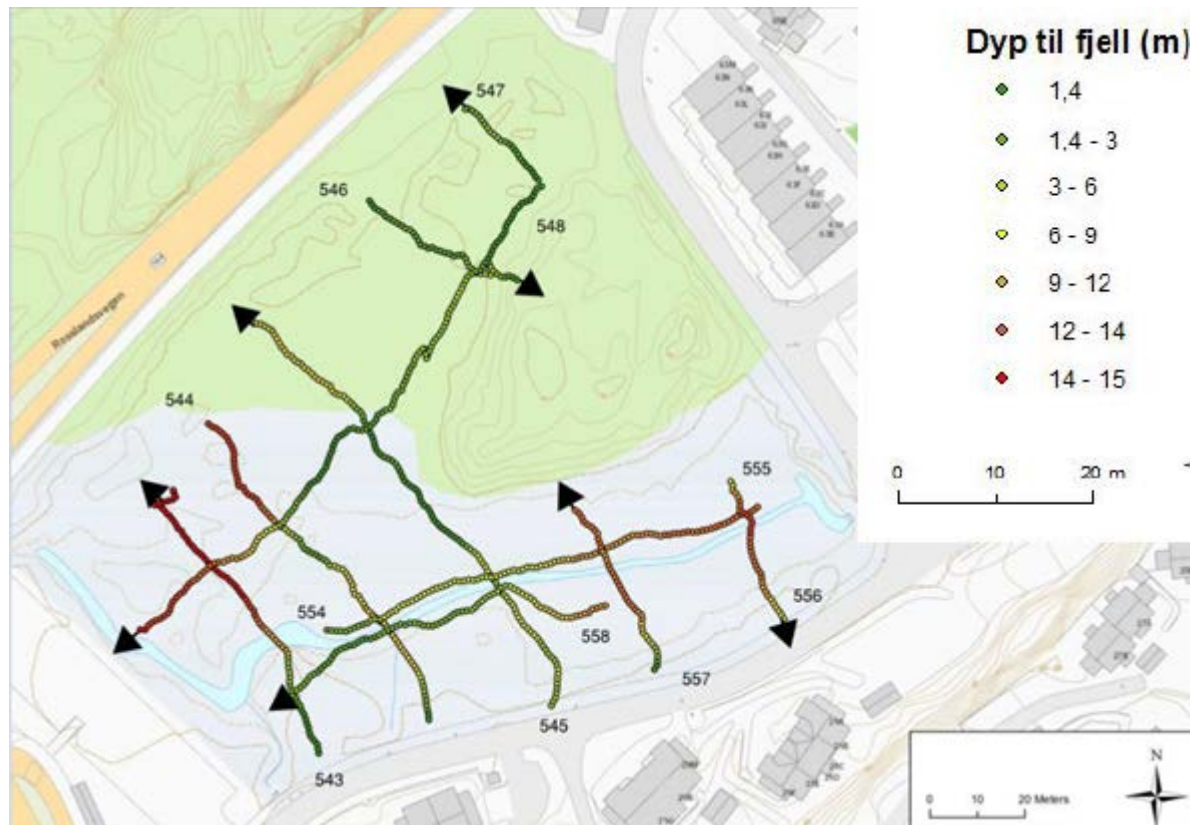
Figur 1-1: Bildet gir en oversikt for aktuelle tiltaksområder hvor Multiconsult har utarbeidet en geoteknisk vurdering av grunnforhold og angir anbefalte tiltak for å gjøre grunnen byggbar. Det er delt opp i to områder som begge er dekket og dokumentert av eldre og nye grunnundersøkelser. Soneinndelingen er også vist i vedlegg på tegning RIG-TEG-001.

2 Geotekniske vurderinger

2.1 Resultat fra georadarundersøkelser, COWI AS

Undersøkelsen ble utført 13. april 2018 av personell fra COWI AS, hvor utstyret som ble benyttet var av typen 50 MHz RTA MALÅ GPR (Ground Penetrating Radar). Figur 2-1 viser et oversiktsbilde over de utførte georadarundersøkelsene og de tolkede dybdene til berg.

Beskrivelse av metode og teori bak georadarundersøkelsene, samt vurderinger og tolkninger av resultatene, er gjengitt i sin helhet i rapport A111430 Georadarundersøkelse Frekhaug, datert 25.05.2018.



Figur 2-1: Oversiktsbilde over utførte georadarundersøkelser [A]. Bildet viser hvor det er gått med georadar og angir plassering og profilnavn. Rapport fra georadarundersøkelsene beskriver tolkningen av resultatene i detalj.

2.1.1 Vurdering av georadarundersøkelsene

Georadarresultatene gir en god indikasjon på bergoverflatens kurvatur og form i profilene. Undersøkelsene dekker et mye større område enn myrsonderingene, og punktene gir sammenhengende endringer i bergstruktur, noe som ikke kommer frem i enkeltpunkter som ved myrsonderingene. Enkelte områder hvor profilene krysser hverandre er det noe avvik i kryssende punkter. Det er også registrert noe mindre løsmassemekthet i enkelte deler av profilene, enn det som fremgår av myrsonderingene.

For videre bruk av georadarundersøkelsene, vil registrerte punkter som antyder mindre løsmassemekthet enn myrsonderingene justeres. Dette for å sammenfalle med minimumsdybden til berg som antydes av myrsonderingene. For kryssende profiler med avvikende dybde, vil disse justeres til å sammenfalle med dypeste måling og minimumsdybden fra nærmeste myrsondering.

2.2 Grunnlag

Grunnlaget som benyttes til utarbeidelse av masseberegningene er gitt av tidligere utførte grunnundersøkelser og nylig utførte undersøkelser med georadar:

Tabell 2-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter og notater

Ref.	Rapport nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/rapportnavn
[A]	A111430	COWI AS	2018	Meland kommune	Georadarundersøkelse Frekhaug
[B]	617038-RIG-NOT-003	Multiconsult Norge AS	2018	Statens vegvesen Region vest	Tolkning av grunnforhold
[C]	617038-RIG-NOT-004	Multiconsult Norge AS	2018	Statens vegvesen Region vest	Tilstandsvurdering av tørrmurer, vurdering av masser og geoteknisk rådgivning
[D]	30210-GEOT-1	Statens vegvesen	2017	Statens vegvesen Region vest	Fv. 564 Frekhaugkrysset inkl. utbetring av fv. 244. Datarapport.
[E]	52210-1	Multiconsult Norge AS (Noteby)	1998	Rema 1000. Region vest	Frekhaug Senter. Langelandstjørna
[F]	513	Statens vegvesen	1983	Statens vegvesen	Grunnundersøkelser Frekhaug

2.2.1 Langelandstjørna

Fra Multiconsult sine undersøkelser utført i 1998 [E] kan resultatene kort oppsummeres på følgende måte: «Undersøkelsene bestod av enkle sonderinger (myrsonderinger) avsluttet i antatt faste masser. Undersøkelsene ble utført før utlegging av fylling for parkeringsplass i vestlig del av Langelandstjørna.

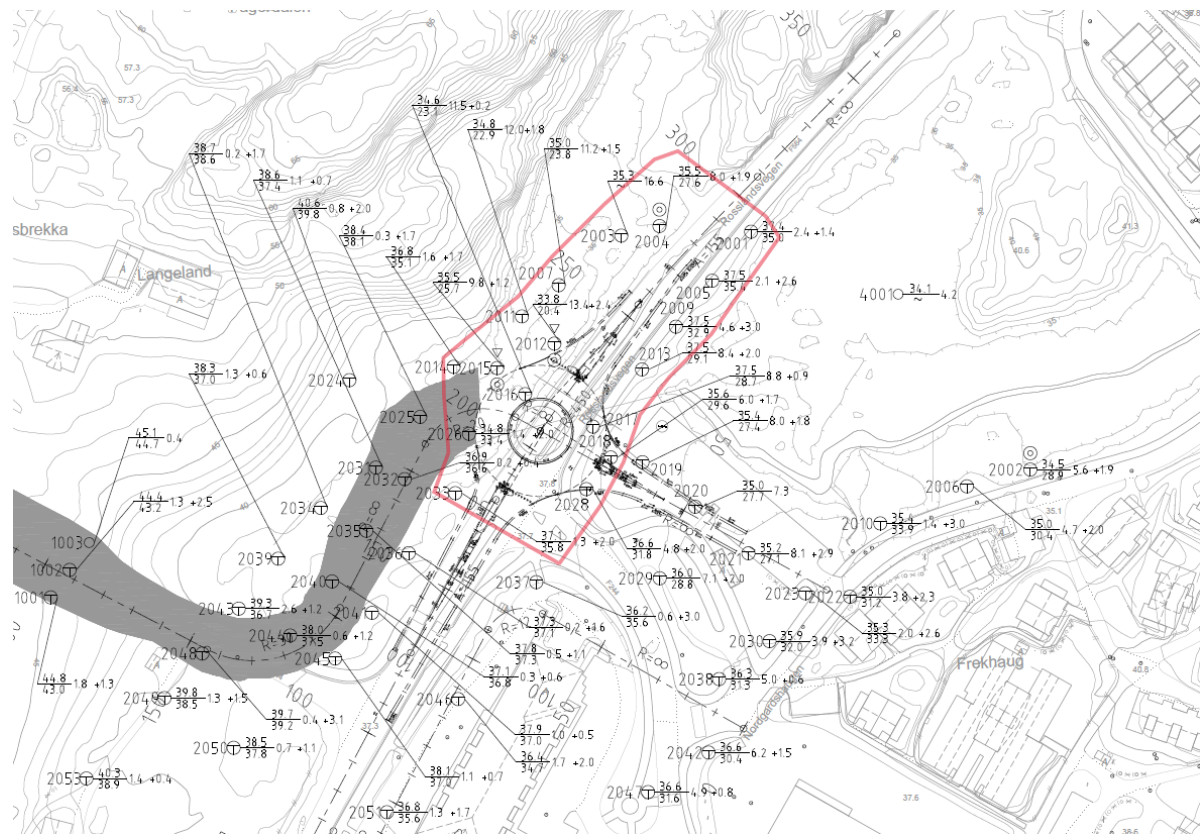


Figur 2-2: Langlandstjørna. Kartutsnitt viser aktuelt område hvor Multiconsult (da Noteby) har utført enkle sonderinger [E].

Langlandstjørna ligger like nord for Frekhaug sentrum, mellom fv. 564 og vegen Nordgårdshaugen. Undersøkt område består i hovedsak av et krattbevokst myrområde med et gjengrodd tjørn på kote 32 til kote 36. Fra nordøst kommer det en bergrygg på kote 38-40 inn i myrområdet. Grunnvannstanden står stort sett i terrengnivå.

Myrsonderingene ble ført ned gjennom torv og eventuell underliggende bløt silt til stopp mot antatt stein/blokk/berg eller i annen fastere grunn av sand, grus eller morene. Da sonderingsmetoden har begrenset nedtrengingsevne, er antakelsene om forholdene i stoppnivå usikre. To av sonderingene ble avsluttet i dybde 13 m i antatt torv da det ikke var medbrakt mer stenger. Dybdene til stoppnivå øker ellers sterkt fra 2-3 m ute langs myrkantene, til 8 mot 13 m i dypeste partiene mer sentralt i myrområdet. Det er betydelige myrtykkelser (7-11 m) også i dragene mot nordøst på sidene av bergryggen.»

2.2.2 Fv. 564 Frekhaugkrysset og videre nordøst



Figur 2-3: Fv. 564, viser innledende skisse for planlagt rundkjøring. Kartutsnitt som viser aktuelt tolkningsområde og tilhørende grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene som vises er hentet fra geoteknisk datarapport 30210-GEOT-1 [D] og tolkning av grunnforhold er som beskrevet i geoteknisk notat 617038-RIG-NOT-003 [B]

I den sørvestlige delen av skissert rundkjøring, ved veipel 180, består grunnen tilsynelatende av et tynt dekke torv eller humusholdig sand og grus over berg. Mektigheten varierer her mellom ca. 1,4 og 0,6 m. Videre nordøst mot veipel 200 øker løsmassemektigheten og dybden til antatt berg varierer her mellom 1,4 og 4,8 m. Mektigheten er minst nordvest for fv. 564 hvor massene består av torv i hele dybden til antatt berg, og økende i sørøstlig retning hvor topplaget tolkes som 1,4 m torv over 3,4 m fyllmasser av sand, grus og stein, i resterende dybde til berg.

Mellom veipel 200 og 220 antyder boringene så en markant økning i løsmassetykkelse direkte under skissert rundkjøring, hvor mektigheten på det meste er målt til 11,5 m. Boringene tett opptil fv. 564 viser i hovedsak et topplag med fyllmasser av sand, grus og stein hvor tykkelsen varierer mellom 3,4 og 5,6 m. Det kan ikke utelukkes at fyllmassene også inneholder organisk materiale. Under fyllmassene følger et sjikt tolket som torv med en mektighet på 2,6 m til 3,5 m. Sjiktet med torv under fyllmassene er funnet på begge sider av fv. 564 og det kan ikke utelukkes at det er gjennomgående under veikroppen. Boremotstanden indikerer at torvmassene kan være sandholdige. Videre viser enkeltboringer et sjikt med antatt sand, grus og noe stein med tykkelse opp mot 3,3 m i overgangen mot berg. Løsmassetykkelsen avtar så mot 1,6 m i nordvestlig retning mot Langland/Fagerdalen hvor grunnen består av et tynt dekke torvmasser over sand og grus med noe stein.

Langs resterende veistrekk mellom pel 220 og 300 viser boringene på sørøstlig side av fv. 564 avtakende løsmassetykkelse i retning stigende veipenummer. Massene består generelt av fyllmasser av sand, grus og stein i hele dybden til berg, med tykkelse mellom 2,1 m og 4,5 m. Det kan ikke utelukkes at fyllmassene inneholder humus eller at torv har trengt inn i hulrom/sprekker. Nær pel 220

viser sondering øst for veien et topplag med fyllmasser på 3,9 m tykkelse før det påtreffes stor stein/blokk med tykkelse ca. 0,9 m. Under stor stein/blokk følger så 1,2 m med fyllmasser før det påtreffes masser tolket som sand og grus med noe stein, med mektighet 2,4 m ned til antatt berg påtreffes. På nordvestlig side av fv. 564 viser resterende boreringer mellom pel 220 og 300 varierte løsmasseforhold. Enkelte boreringer viser et topplag av torv med mektighet mellom 6,4 m og 10,1 m før masser tolket som silt, sand og noe grus påtreffes i overgangen mot berg. Overgangssjiktet har en tykkelse på 1,5 m til 3,2 m. Andre boreringer viser forhold typisk bestående av et topplag med fyllmasser av sand, grus og stein hvor tykkelsen varierer mellom 2,5 m og 8,4 m. Registrert motstand antyder at det kan finnes seg betydelige mengder humus/torv i fyllmassene. Under topplaget påtreffes et sjikt tolket som sandholdig torv med tykkelse 2,1 m til 7,2 m. Videre følger masser av silt, sand og grus med tykkelse 0,3 til 1,5 m før antatt berg påtreffes. I en av boringene (nr. 2003) ble det registrert stangbrudd uten å påtreffe antatt berg. Det er valgt å se bort fra deler av denne boringen da registrert motstand i overgangslaget til berg avviker betydelig fra øvrige boreringer i området, og tykkelsen på sjiktet antydes å være over 9 m

Øvrige notater og rapporter omtaler i stor grad boreresultater og vurderinger knyttet mot områder noe lenger unna Langelandstjørna. For detaljerte beskrivelser henvises det til rapporter og notater gitt i Tabell 2-1.

2.3 Masseberegninger

2.3.1 Utførelse

Det er utarbeidet en digital 3D modell med grunnlag i resultater fra tidligere utførte grunnundersøkelser og nylig utførte georadarundersøkelser. Programvaren som ble benyttet er Novapoint Basis, versjon 19.35.

Antatt berggrunnsnivå er funnet ved å justere tolket berggrunnsprofil fra georadarundersøkelsene [A] i forhold til tidligere utførte myrsonderinger [E] og totalsonderinger [D]. Volumene som beregnes utgjør differansen mellom antatt modellert bergnivå og terrengoverflate.

På bakgrunn av løsmassemekthetene er aktuelt tiltaksområde delt inn i ulike soner, se tegning 10200755-RIG-TEG-001. Det er vurdert at masseutskifting av torv/myrmasse med steinmasse til berg kan foretas med gravemaskin til berg i soner hvor mektigheten er mindre enn 5 m. I soner hvor mektigheten overstiger 5 m, må det utføres dypkomprimering etter at de øverste 5 m med torv/myr er masseutskiftet.

2.3.2 Resultater

Område 1: Beregnet mengde løsmasser:

Det er beregnet en total mengde løsmasser tilsvarende ca. 80.000 m³

Totalt areal merket som «Sone for enkel masseutskifting» er ca. 5.600 m²

Totalt areal merket som «Sone for antatt berg i dagen» er ca. 2.500 m²

Totalt areal merket som «Sone for masseutskifting og dypkomprimering» er ca. 8700 m²

I områder hvor dybden til antatt berg overstiger 5 m, vil det sannsynligvis ligge igjen større mektigheter med torv/myr etter gjennomført masseutskifting. Et grovt estimat på mengde torv/myr som vil måtte masseutskiftes fra «Sone for masseutskifting og dypkomprimering» blir da ca. 5 m (dybde) · 8700 m² (areal sone) = 43400 m³.

I områdene hvor dybden til antatt berg er under 5 m, vil en sannsynligvis kunne masseutskifte relativt enkelt i hele dybden. Ved å anta en snittdybde på 3,0 m, vil et grovt estimat på mengde torv/myr

som vil måtte masseutskiftes fra «Sone for enkel masseutskiftning» bli ca. $3 \text{ m (dybde)} \cdot 5600 \text{ m}^2(\text{areal sone}) = 16800 \text{ m}^3$.

Område 2: Beregnet mengde løsmasser:

Det er beregnet en total mengde løsmasser tilsvarende ca. 24.000 m^3

Totalt areal merket som «Sone for masseutskiftning og dypkomprimering» er ca. 3.700 m^2

Totalt areal merket som «Sone for enkel masseutskiftning» er ca. 2.200 m^2

Et grovt estimat på mengde torv/myr som vil måtte masseutskiftes fra «Sone for masseutskiftning og dypkomprimering» blir da ca. $5 \text{ m (dybde)} \cdot 3700 \text{ m}^2(\text{areal sone}) = 18500 \text{ m}^3$.

Et grovt estimat på mengde torv/myr som vil måtte masseutskiftes fra «Sone for enkel masseutskiftning» blir ca. $3 \text{ m (dybde)} \cdot 2200 \text{ m}^2(\text{areal sone}) = 6600 \text{ m}^3$.

2.3.3 Vurdering av masseberegninger

Innledende grove masseberegninger er utført med utgangspunkt i full bruk av arealer vist i tegning RIG-TEG-001. Nedenfor er det listet opp en rekke begrensninger knyttet til masseberegningene.

Begrensninger for masseberegning:

- «Sone for antatt berg i dagen» er i første omgang avgrenset med utgangspunkt i tilgjengelige kartgrunnlag funnet på www.norgeskart.no og www.finn.no. For en sikrere avgrensning må det utføres myrsonderinger og innmåling av berg i dagen, eventuelt rensk av antatt tynt løsmassedekke.
- Ettersom tidligere utførte myrsonderinger og nylig utførte georadarundersøkelser ikke angir hvilke løsmassetyper som befinner seg i grunnen, er det ikke mulig å antyde hvor store totale mengder av de ulike typene løsmasser som befinner seg i tiltaksområdet.
- Mengde steinmasser som må tilføres ved masseutskiftning og dypkomprimering vil ikke tilsvare samme mengde torv-/myrmasse som blir gravd bort, men sannsynligvis være høyere og nærmere total mengde løsmasse som er angitt i kapittel 4.2. Steintype (blokk, finsprengt stein etc.) vil også ha betydning for transportert mengde stein til masseutskiftning. Mengde steinmasser er også avhengig av hvilket kotenivå ferdig grunn skal legges på. Alt dette må tas hensyn til ved prosjektering og mengdebeskrivelse i senere faser.
- Dersom det ikke planlegges full bruk av markert areal vil de innledende masseberegningene kunne justeres noe ned. Det må likevel tas med i vurderingen at dypkomprimering sannsynligvis må utføres også 5-10 m utenfor avgrensende linje for ønsket byggbar grunn.
- Ansvarlig prosjekterende må foreta en detaljert masseberegning i senere fase når plassering av bygg og krav til setninger og deformasjoner er bestemt.

2.4 Vurdering av geotekniske forhold

Det er gjort en generell vurdering av geotekniske forhold i tiltaksområdet basert på tilgjengelig informasjon, hvor fokus er faktorer som grunnvann, telefarlighet, setninger, bæreevne og stabilitet.

2.4.1 Grunnvann

Det er ikke utført hydraulisk vannstandsmåling i aktuelt område.

Dersom planlagte tiltak kan medføre endring av grunnvannsnivå, enten i anleggsfasen i eller permanent, kan dette medføre setninger også i omkringliggende terreng. Det anbefales at

rådgivende ingeniør innen vassdragsteknikk utfører vurderinger knyttet til grunnvannsforhold, gjennomstrømning og flom forut for endelig prosjektering og anleggsfase.

Om det blir aktuelt å etablere konstruksjoner eller utføre arbeid hvor kunnskap om grunnvannsnivået er av viktighet, anbefales det å installere grunnvannsmålere på et tidlig tidspunkt, ettersom grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Av den grunn bør det vurderes månedlig avlesning eller utstyr med automatisk logging fram til byggestart.

2.4.2 Forurenset grunn

Vi har ikke informasjon om at det er utført undersøkelser for å kartlegge eventuell forurenset grunn i området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser.

2.4.3 Telefarlighet

De utførte grunnundersøkelsene viser at det befinner seg masser med varierende grad av telefarlighet i aktuelt område. I henhold til telefarlighetsklassifiseringen i NGF sin Melding nr. 2 (Norsk Geoteknisk Forening (NGF), 2011), er det funnet masser definert som Meget telefarlig (T4). Massene er funnet i prøveserier i 7 til 8 m dybde, og tatt opp i området nordvest for fv. 564 nær skissert rundkjøring, se Figur 3 2. Massene er funnet på relativt store dybder i område hvor grunnvannet sannsynligvis ligger nær nivå med dagens terreng. Det vurderes av den grunn at massene ikke vil medføre problemer knyttet til telefare i dette området.

Dimensjonerende verdi for frostdybde er på Meland H0 = 0,6 m i henhold til «Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring» utgitt av SINTEF Byggforsk mai 2012 (SINTEF Byggforsk, Mai 2012). I åpne steinmaterialer som sprengsteinsfylling kan frosten i henhold til Statens vegvesens Håndbok V220 (Statens vegvesen, Jun. 2014) gå inntil ca. 40 % dypere enn dimensjonerende verdi.

2.4.4 Setninger

Torv er svært setningsømfintlig og ved belastning kan torvlag få setninger på om lag halvparten av den opprinnelige tykkelsen. Setningsprosessene er hovedsakelig konsolidering (primærsetninger) ved utpressing av porevann samtidig som effektivspenningene øker. Dette tar tid og tidsutviklingen er styrt av konsolideringskoeffisienten til torvmaterialet. Godt omdannet torv kan være like tett som leire med tilsvarende konsolideringskoeffisient. I tillegg vil det kunne bli sekundærsetninger som er krypdeformasjoner under konstante effektivspenninger.

Sonderingsresultatene viser at det kan befinne seg sjikt eller lokale lommer med torv under de tilførte fyllmassene ved parkeringsplass mot Langelandstjørna. Ettersom det ikke foreligger noen prøvetaking av materialet er det vanskelig å vurdere konsolideringsegenskapene til torven og følgelig setningsforløpet. Fyllingen i dette området har sannsynligvis gjennomgått store deler av setningsprosessen frem til nå. Det er trolig at belastning utover det fyllingen påføres per i dag, vil kunne medføre ytterligere setninger.

Senkning av grunnvannstanden vil kunne resultere i setninger i områder hvor torvmasser befinner seg under topplag av fyllmasser. Fra grunnundersøkelsene ser vi at parkeringsplass ved Langelandstjørna kan være utsatt for setninger ved grunnvannsenkning. Det er også funnet mulige sjikt med torv som kan være gjennomgående under fv. 564 i området ved Langelandstjørna. I prosjekteringsfasen må det tas hensyn til potensiell setningsproblematikk ved senkning av grunnvannstanden, og i hvilken grad omkringliggende bygninger og infrastruktur kan påvirkes.

2.4.5 Bæreevne og komprimering

Dersom konstruksjoner planlegges etablert på grunnen i området, anbefales det å gjøre en vurdering av grunnens bæreevne med tanke på fundamentering. Humusinnhold og manglende komprimering av massene reduserer den beregningsmessige styrken på grunnen og dermed også tillatt bæreevne.

Fundamentering nær skråningstopp gir normalt en redusert beregningsmessig bæreevne. Generelt er det også viktig at underlag legges ut og komprimeres i henhold til kravene til normal komprimering i NS 3458 (Standard Norge, Nov. 2004).

2.4.6 Stabilitet

Det er ikke registrert områder hvor stabiliteten av løsmassene regnes som lav. Faren for utglidninger eller løsmasseskred nær planlagte tiltak vurderes derfor som lav i dagens tilstand.

Dersom planlagte tiltak medfører løsmasseskjæringer eller grøfter med høyde/dybde mer enn 2 m, anbefales det at geoteknikk prosjekterende vurderer stabilitet og løsninger med tilstrekkelig sikkerhet. Dersom det blir aktuelt med masseutskiftning nær fot av eksisterende fyllinger, eller endring på eksisterende fyllingsgeometri, anbefales stabiliteten vurdert av geotekniker. Stabiliteten må også vurderes dersom det blir behov for fyllinger eller mellomlagring av masser.

3 Vassdragstekniske vurderinger

3.1 Beskrivelse av området

3.1.1 Tidligere forhold

Fra historiske flyfoto ser man at det i myren lå et lite tjørn tidligere, se Figur 3-1. Det er ingen veldig tydelige inn- eller utløp i tjørnet med tegn til mye vannstrømning. Utløpet går mot øst, i noe som ser mest ut som myr, bort til dagens plassering av Lonerena. I tillegg har vi tre delvis markerte innløp mot tjørnet. To fra vest/sørvest og ett fra nord. De to fra vest ser ut til å komme fra lukkede vannveier, men som åpnes i kanten av det som ligner jordbruksareal. Herfra renner de i markerte løp et stykke før det når det som ser ut som den våteste delen av myren. Fra nord ser det ut som det er opparbeidet et dreneringssystem som drenerer vann mot tjørnet.

De historiske bildene viser oss hvordan vannsituasjonen var i myren for 50 år siden, da nedbørsfeltet var mer naturlig enn i dag. Likevel er det sterkt påvirket av menneskelig aktivitet. Vi ser ingen tydelige bekker inn i tjørnet, og heller ikke et tydelig utløp i form av en åpen bekk.



Figur 3-1: Historisk flyfoto over myrområdet med dagens samfærdselsstruktur for referanse. Flyfoto er fra 1966. (kart.finn.no)

3.1.2 Nåværende forhold



Figur 3-2: Flyfoto over myrområdet fra 2015 med plassering for omtalte, eksisterende stikkrenner.

I dag er myren omringet av veier og en parkeringsplass. Tjørnet har ikke lenger åpent vannspeil, men det er nå et tydeligere bekkeløp gjennom myren. Vannet kommer inn til myren i hovedsak fra en stikkrenne under fylkesvei 564. Kun utløpet til stikkrennen er synlig, og er målt til 800 mm i diameter. På motsatt side av fylkesveien fant vi en kuppelrist og et svært dårlig innløp. I tillegg er det noen mindre rør fra tilgrensende areal som er lagt inn til myren langs Nordgardshaugen og fra parkeringsplassen. Bekkeløpet går til et bekkeinntak med vingemurer og en stikkrenne som er 1000 mm innvendig og som fortsetter under Lonerenen.

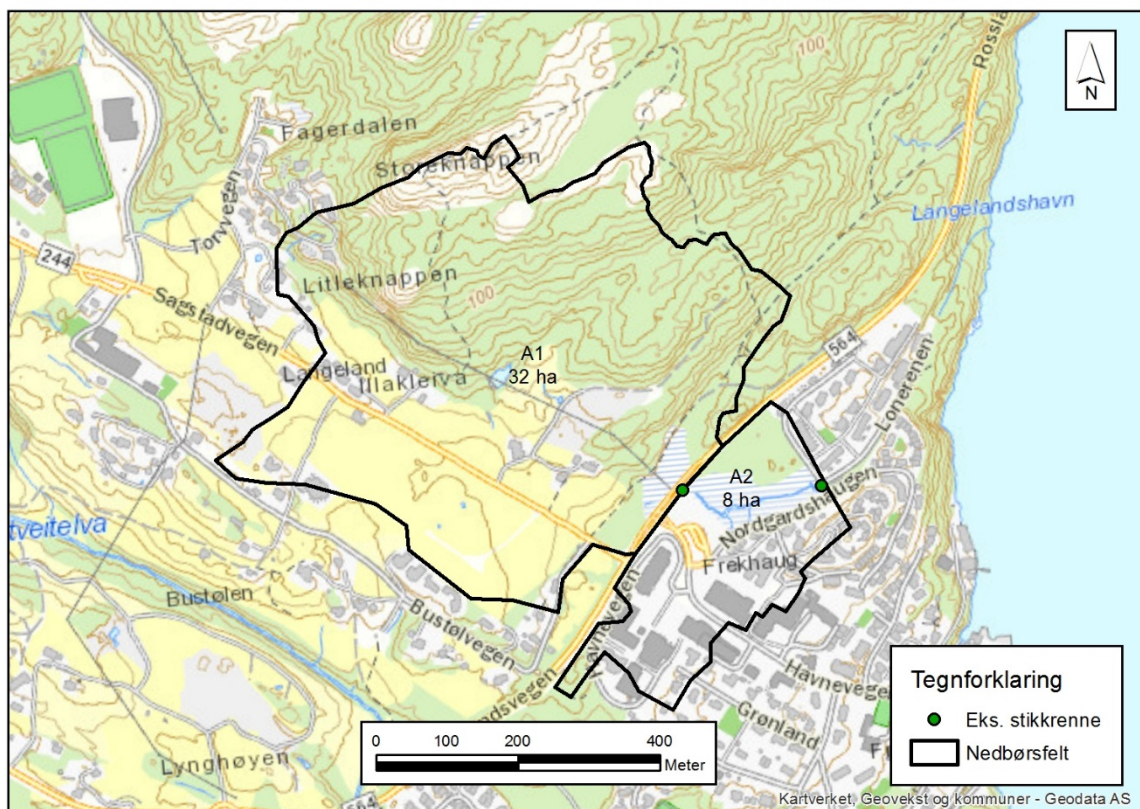
Vi har målt inn begge stikkrennene. Utløpet fra den øverste stikkrennen er 33,5 moh. (NN2000). Og bekkeinntaket er på 32,9 moh. Høydeforskjellen er altså 0,6 meter. Det gjør at bekken løper rolig gjennom myren med lite fall, fart og energi.

Myren bidrar med flomdempende effekt for vannveien videre nedstrøms. En myr har stor kapasitet til å lagre vann, den fungerer som en svamp. Den holder på vann i våte perioder, og blir sakte tørrere i tørre perioder. I tillegg ligger denne myren i en forsenkning i terrenget, som gjør at man har tilgjengelig et stort volum for oppstuvning av vann, dersom utløpet fra myren skulle ha for liten kapasitet. I tillegg har myrer andre gode egenskaper som rensing av vann, karbonlagring og et rikt økologisk mangfold, men det blir ikke vurdert i denne rapporten.

Vannveien nedstrøms myren består av et 300 meter langt betongrør under Lonerenen, 1000 mm i diameter, før den renner ut i det naturlige bekkeløpet igjen ved kote 23. Dette bekkeløpet renner naturlig, uforhindret og uten potensial for å gjøre materiell skade, helt ned til sjøen.

3.2 Flomberegninger

3.2.1 Nedbørsfelt



Figur 3-3: Nedbørsfeltene til stikkrennene.

Nedbørsfeltet til stikkrennen under Fv. 564 er ca. 32 hektar og består hovedsakelig av en skogkledd ås og dyrket mark. Nedbørsfeltet er vist i Figur 3-3. Det er et mindre oppdemt vannmagasin, en gammel stemme, sentralt i feltet. Ellers er det ikke mange registrerte vannveier i feltet. Det kommer blant annet av at jordbruksarealet er drenert med lukket drenering, såkalte kisteveiter. På befaringsfant vi et utløp fra en slik kisteveite som ledet vann ned mot myren foran stikkrennen.

I situasjoner med mye nedbør og avrenning på overflaten er det observert at vann som renner i fylkesvei 244/Sagstadvegen, eller i grøften langs veien, renner til krysset med Fv. 564 og deretter langs Fv. 564 i sørgående retning. Dette har også blitt bekreftet av terrengeanalyser i ArcGIS gjort av Multiconsult. Det gjør at fylkesveien avskjærer flomveien fra nedbørsfeltet og fører den ut av den naturlige vannveien. Det foreligger planer for utbedring av kryssområdet og Sagstadvegen som vil endre flomveien tilbake til myren.

Kulverten som danner utløpet fra myren og som går i Lonerena får tilrenning fra et større område. Frekhaug sentrum har overvannsanlegg som fører overvann ut av feltet og mot sør, men overflateavrenningen vil være mot myren om systemet er tett, eller tilsvarende. Arealet er preget av ganske mye tette flater, i tillegg til myren i seg selv. Totalt er nedbørsfeltet til denne kulverten 40 hektar.

3.2.2 Flomberegninger

Beregninger av dimensjonerende vannføringer er gjort med den rasjonelle formel og er lagt ved rapporten, RIVA-BER-02. I tillegg er størrelsene kontrollert med nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt. For bestemmelse av avrenningsfaktor har vi brukt de kommunale retningslinjene. Konsentrasjonstiden til nedbørsfeltet er beregnet i henhold til Statens vegvesen sin håndbok N200 (Statens Vegvesen, 2014). Oppdaterte nedbørsdata er hentet fra Meteorologisk Institutt sin stasjon på Sandsli i Bergen, som er den nærmeste med lang dataserie.

For å ta hensyn til mer intens nedbør i fremtiden som følge av klimaendring har vi brukt klimafaktor 1,4. Det tilsvarer 40 % økning i de mest intense nedbørstilfellene fram mot år 2100.

Vi har brukt dimensjonerende returperiode 100 år, i henhold til Statens Vegvesens håndbok N200.

For stikkrennen under fylkesveg 564 er dagens 100-årsflom ca. 1 200 l/s. Framtidig 100-årsflom, justert for klimaendring, er ca. 1 600 l/s.

For utløpet av myren er dagens 100-årsflom ca. 1 700 l/s. Framtidig 100-årsflom er ca. 2 400 l/s.

Reguleringsplanen for Langelandskogen vil føre til økt grad av fortetting i nedbørsfeltet. I tillegg vil avrenning i veier og rør kunne gi raskere avrenningsmønster og respons på intens nedbør. Det er naturligvis usikkert hvilken effekt dette vil gi på flomstørrelsene i «vassdraget.» Til grunn for vår anbefaling ligger en økning av gjennomsnittlig avrenningsfaktor på 36 %, fra 0,37 til 0,50, i den øverste stikkrennens nedbørsfelt.

For at stikkrennen under Fv. 564 skal være robust med hensyn på framtidig fortetting blir dimensjonerende framtidig 100-årsflom ca. 2 200 l/s.

Tilsvarende bør stikkrennen i utløpet være dimensjonert for ca. 3 000 l/s.

Med nasjonalt formelverk for små nedbørsfelt får vi samsvarende verdier for nåværende flomverdier, spesielt for den nederste stikkrennen hvor det er svært godt samsvar. Nasjonalt formelverk beregner dagens flomverdier ut fra nedbørsfeltets størrelse, normalavrenning og sjøprosent. For den øverste stikkrennen gir nasjonalt formelverk litt høyere flomverdier enn den rasjonelle formel, ca. 300-400 l/s høyere verdier. Vi har likevel valgt å bruke den rasjonelle formel

som dimensjonerende verdier på grunn av at det er den som er gjengitt i Statens vegvesen sin håndbok N200 og i de kommunale retningslinjene.

3.2.3 Kapasitetsvurderinger av eksisterende stikkrenner

Eksisterende stikkrenne under Fv. 564 har dårlig kapasitet på grunn av at inntakene ikke er synlig, annet enn en kuppelrist og et inntak, tilsynelatende til en kisteveite, i svært dårlig forfatning. Utløpet av denne stikkrennen er et 800 mm betongrør i god stand, men vi har ikke funnet innløpsenden av dette røret. For dimensjonerende vannføring, 2,2 m³/s, kreves minimum et 1400 mm inntak og et 1000 mm gjennomløp.

Utløpet av myren består i dag av et kommunalt anlegg med vingemursinntak og 1000 mm betongrør under Lonerena. Vingemurens høyde er 1600 mm. I henhold til kommunal VA-norm vurderer vi at stikkrennen kan, og bør, dimensjoneres for 100-årsflom. Den er beregnet til ca. 3,0 m³/s med hensyn til framtidig fortetting på Langelandsskogen, samt økt nedbørsintensitet som følge av klimaendringer. Det eksisterende inntaket har omtrentlig kapasitet til 1,3-1,6 m³/s og stikkrennens gjennomløp har kapasitet til 2,5 m³/s, om vi antar minste fall lik 10 promille. Etter dimensjonerende framtidig 100-årsflom bør inntaket være DN1600 og røret være DN1200 (antatt 10 promille).

Vi anbefaler likevel ikke å grave opp hele traseen med DN1000-rør for å erstatte det med DN1200. Et DN1000-rør har kapasitet til å ta unna mye vann, tilsvarende framtidig 100-årsflom uten å ta hensyn til fortetting, men med hensyn på klima. Vi anbefaler derfor å ikke grave opp DN1000-røret før klimaendringenes påvirkning på nedbørsintensitet nærmer seg 40 %, samtidig som Langelandsskogen har fått økt andel tette flater. Røret bør også inspiseres og måles inn for å kontrollere fallet, som betyr mye for kapasiteten. Det kan eventuelt føres inn som et rekkefølgekrav i reguleringsplanen for Langelandsskogen. Inntaket kan gjøres større, ettersom dagens inntak har kapasitet for en flom i størrelsesorden mellom forventet 20- og 50-årsflom ved dagens forhold.

4 Anbefaling

4.1 Geotekniske vurderinger

Foruten områder hvor det registreres berg i dagen, vurderes grunnen ved Langelandstjørna myrområde som ikke byggbar slik den ligger i dagens tilstand. Selv mindre omfattende tiltak som etablering av parkområde vurderes å være ugunstig med tanke på setninger og deformasjoner.

For å gjøre grunnen i aktuelt område byggbar, anbefales det å masseutskifte torvmassene med steinmasser i kombinasjon med dypkomprimering. I soner hvor torv/myrjord- mektigheten ikke overstiger 5 m kan det masseutskiftes med gravemaskin ned til fastere lagrede masser eller berg, og tilbakefylles med sprengstein. For å ytterligere redusere setningspotensiale, vil en kunne supplere med forbelastning over en gitt periode.

I soner hvor torv/myrjord-mektigheten overstiger 5 m vil det være vanskelig å dokumentere at setningsømfintlig materiale blir fullstendig masseutskiftet. Det anbefales derfor å masseutskifte så langt det er praktisk mulig før det tilbakefylles med sprengstein. Etter masser er tilbakefylt må grunnen dypkomprimeres.

Både dypkomprimering og forbelastning vil kreve masseutskifting av relativt store volum og til store dybder, som kan medføre risiko for utglidninger og skader på nærliggende konstruksjoner og infrastruktur. Behov for omkjøringsvei i anleggsperioden må vurderes og arbeidene må detaljprosjekteres og følges nøye opp. Torvmassene som kjøres bort vil være nærmest flytende og

derfor være krevende å transportere, før oppstart må det planlegges og opparbeides en egnet deponeringsplass.

En mer detaljert beskrivelse av tiltakene er gitt nedenfor.

Forbelastning:

I tilfeller hvor forbelastning benyttes, vil det masseutskiftes med en overlaster. Metoden går ut på å belaste grunnen slik at den konsolideres for en spenning tilsvarende eller høyere enn den planlagte belastningen. Forbelastningen påskynder setningsforløpet og gir en viss økning i grunnens skjærstyrke. Det kan legges ut midlertidige motfyllinger for å bedre stabiliteten dersom det er plass til dette. For å oppnå maksimal effekt må metoden vurderes tidlig i planfasen slik at forbelastningen får ligge tilstrekkelig lenge. Ved bruk av denne metoden må prosjekterende innen geoteknikk gjøre en vurdering av nødvendig overhøyde på fylling, breddeomfang på forbelastningsområdet og anslå tiden fyllingen må ligge. Det kan bli nødvendig med forbelastning over lang tid, varigheten bestemmes ved å gjøre setningsmålinger underveis til setningshastigheten har avtatt tilstrekkelig.

Dypkomprimering:

Dypkomprimering kan utføres ved hjelp av loddslipp fra kran i et gitt mønster, vanligvis med flere dropp i hvert krater og flere overfarter (dynamisk komprimering). Den primære hensikten er å redusere porøsitet og dermed setningspotensialet. Dessuten fører metoden til forbedring av bæreevnen.

Dynamisk dypkomprimering med lodd anbefales og benyttes hovedsakelig i friksjonsmasser fra sand til grov steinfylling. Ved fyllinger i sjø/vann eller ved høy grunnvannstand er det ikke ønskelig å benytte dypkomprimering før terrengnivået er hevet til et nivå som hindrer loddslipp i vann (Fallenergien dempes vesentlig i vann og faren for steinsprut er stor). For å måle effekten av dypkomprimeringen måles terrengnivået før og etter. Dypkomprimering medfører fare for deformasjoner på omgivelsene og det bør derfor monteres setningsbolter på utsatte konstruksjoner. Ved dypkomprimering nær fyllingskanter, kan det være behov for å utføre forutgående stabiliseringstiltak, som utlegging av motfylling i bratte, labile skråninger. Prosjekterende innen geoteknikk må gjøre vurderinger rundt dette i prosjekteringsfasen.

Mobiliseringskostnaden er stor, slik at kvadratmeterprisen for mindre områder vil bli relativt høy. Kostnaden er også avhengig av tilgangen på sprengsteinsmasser.

Kostnadsdrivende elementer ved masseutskifting og dypkomprimering:

Innledende grove masseberegninger viser følgende mengder:

- Område 1 (Langelandstjørna): Totalt ca. 80.000 m³ løsmasser
- Område 2 (Nordvest for Fv. 564): Totalt ca. 24.000 m³ løsmasser

Ved kostnadsestimering av større masseutskiftings- og dypkomprimeringstiltak er det mange ulike kostnadsdrivende poster. Under er det listet opp et utvalg poster som normalt er kostnadsdrivende for lignende tiltak som det foreslås utført ved Langelandstjørna:

- Prosjektering, mengdebeskrivelse og oppfølging
- Tilrigging og drift (gravemaskin, dypkomprimering)
- Deponering av løsmasser (opplasting, avlasting og transport til godkjent deponi)
- Steinmasser til masseutskifting (pris på steinmasser, opplasting, avlasting og transport)

4.2 Vassdragstekniske vurderinger

Myren er attraktiv for utbygging, som vil bety mindre plass til vannet. Vi vil sterkt fraråde å lukke vannveien gjennom myren. Dette er på grunn av at åpne vannveier er mer robuste i ekstremhendelser, forårsaker mindre flomskader, i tillegg til at de er et positivt tilskudd i landskapsbildet, også i bybildet. Vi anser det som uaktuelt å legge bekken i rør gjennom området. Det bør som et minimum reguleres et «grøntbelte» fra stikkrenne til stikkrenne, omtrent der hvor bekken renner i dag. Med utgangspunkt i Mannings formel har vi beregnet nødvendig tverrsnitt og utbredelse for vannet gjennom myren. Beregningene er vedlagt. Vi anbefaler i tillegg at man ved hjelp av terskler kan bygge opp permanente, åpne vannspeil i området, i form av en dam.

Vi har beregnet at vannveien bør reguleres med minimums bredde på 10 meter. Det er basert på et strømningsstverrsnitt med 1 meters bunnbredde og sideskråninger med helning 1:4. Dette vil være område som kan brukes f.eks. til blågrønn struktur / lek og opphold i normalsituasjoner, men som i flomsituasjoner må kunne oversvømmes uten å gi uakseptable, kostbare skader. Det betinger at grunnen lar seg oppholde på, ref. de geotekniske vurderingene. Denne typen flommer er ikke ansett som farlig med tanke på liv og helse. I en normalsituasjon vil vanndybden være ca. 10 cm. Dermed kan man unngå sikring rundt bekken mot drukningsfare.

Dersom man skal tilrettelegge for noe annet for myrområdet enn det er i dag, må det masseutskiftes og dypkomprimeres i henhold til de geotekniske vurderingene som er beskrevet. Dette gjelder også alt arbeid knyttet til opparbeidelse av nytt bekkeløp, med eventuelt areal for gangsti eller lek og opphold tilknyttet den blågrønne strukturen eller uteoppholdsarealer til tilgrensende bygninger/funksjoner.

4.2.1 Eventuell senkning av grunnvannsnivået

En senkning av vannstanden i området vil, med hensyn på overflatevann, gjøre det vanskeligere å integrere vannet i landskapsbildet/byrommet. Hvis det ligger 3-4 meter under omkringliggende veier, istedenfor 1-2 meter, vil avstandene bli store. Det er nivået på inntaket i utløpet av myren som i stor grad bestemmer grunnvannsnivået i myren, og dette må senkes for å senke grunnvannsnivået. Derfor må også traseen videre under Lonerenen graves opp og senkes tilsvarende et godt stykke nedover, til man har tatt igjen fallet (antatt 150-200 meter). Senkning av grunnvannsnivået vil også ha geotekniske konsekvenser, slik det er beskrevet tidligere.

4.2.2 Forskjellige eksempler på utforming av vannveien

Utformingen av bekkeløpet må detaljeres i en senere fase, og må ta hensyn til vannføring i normalsituasjon så vel som flom. Det betyr at man må ta hensyn til vann-nivå, erosjonsfare, lek og opphold nært vann. Vedlagt dette notatet er et snitt som viser en anbefalt løsning, tegning GH301. Endelig plassering og utforming av bekkeløpet må gjøres på et senere tidspunkt i planarbeidet, i samarbeid mellom arealplanleggere, geoteknikere, vassdragsteknikere og landskapsarkitekter.

5 Referanser

Norsk Geoteknisk Forening (NGF). (2011). *Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord.*

SINTEF Byggforsk. (Mai 2012). *Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring.*

Standard Norge. (Nov. 2004). *Komprimering - Krav og utførelse.* NS 3458:2004.

Statens Vegvesen. (2014). *Håndbok N200 Vegbygging.* Vegdirektoratet.

Statens vegvesen. (Jun. 2014). *Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging.*