

10212382-RIG-N01 REV. 03

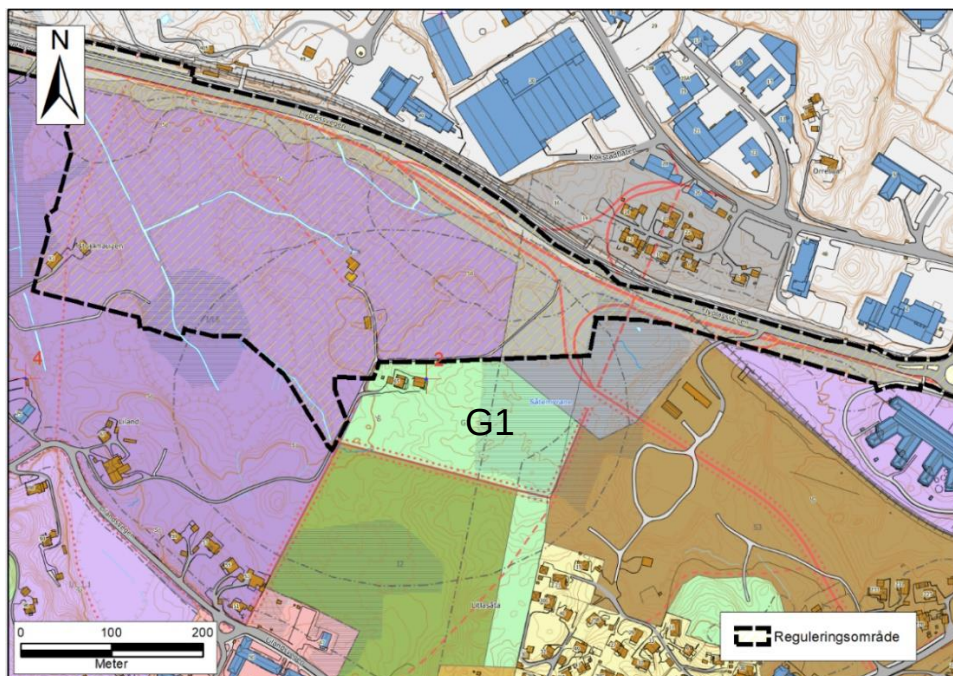
KUNDE / PROSJEKT Opus Bergen AS Lilandsjordet, hydrogeologisk undersøkelse		PROSJEKTLEDER Markus Peter Först	DATO 21.05.2019
PROSJEKTNUMMER 10212382		OPPRETTET AV Freddy Xavier Yugsi-Molina	REV. DATO 13.06.2019 17.09.2019 21.10.2019
UTARBEIDET AV NAVN Freddy Yugsi	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Markus Först Magne Mehli	SIGNATUR
DISTRIBUSJON: FIRMA TIL: Opus Bergen AS		NAVN Heidi Rosendahl Lindebotten	

Hydrogeologiske vurdering – Lilandsjordet

Premissdokument

1 Innledning

Sweco er engasjert av Opus Bergen AS som hydrogeologisk rådgiver for Lilandsjordet i Bergen kommune Gnr./Bnr. 11/7 m. fl. Liland Utvikling AS planlegger å utvikle området til nye næringsområder (Figur 1-1). Området ligger i felt I/L6 i Kommunedelplan for Birkeland, Liland, Ådland og Espeland (KDP BLÅE). Opus Bergen AS styrer utarbeiding av reguleringsplan.



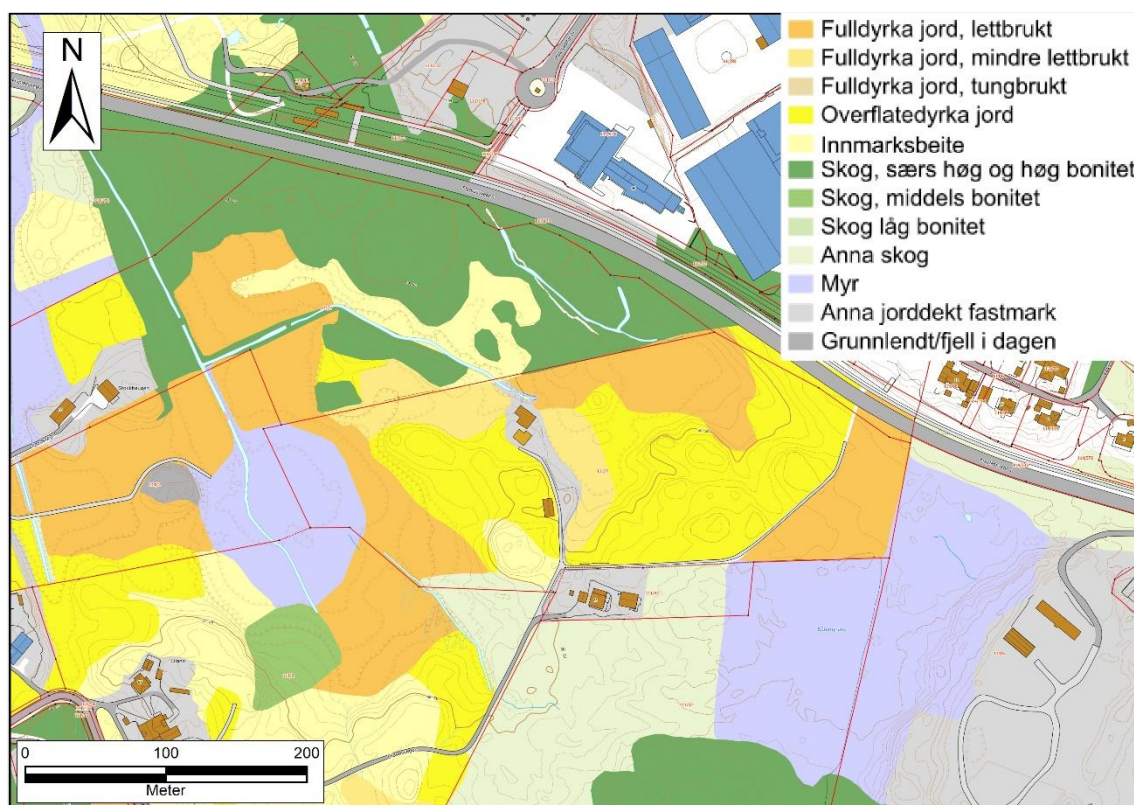
Figur 1-1. Oversiktskart Lilandsjordet (avgrenset med svart linje). Felt G1 er markert med grønn polygon.
Kilde: KDP BLÅE

2 Grunnlag

For å innvilge dispensasjon fra plankrav for masseuttak for flytting av matjord, grunnarbeider og planering byggeområde krever Bergen kommune en kvalifisert utredning om hvordan utbygging i planområdet vil påvirke drenering i området, og da særlig hensyn til Såtamyrane. Dette må utføres av foretak med hydrogeologisk kompetanse.

3 Bakgrunn

Planområdet ligger i et søkk. Terreng høyden i området varierer mellom kote +43 til +55, med høyeste og laveste punkt i vestre del av området. Området omfatter delområder av skog og myr, innmarksbeite, overflatedyrket jord og fulldyrket jord (Figur 3-1). Området er karakterisert som dyrket mark med et system av kanaler som drenerer i retning Flyplassvegen (nordlige grensen av planområdet).



Figur 3-1. Landbruk - Markslag på Lilandsjordet

For overvannshåndtering er det planlagt følgende hovedtiltak iht. VA-rammeplan utarbeidet av COWI, datert 11.07.19, se vedlegg /1/:

- Infiltrere og fordrøye overvannet i sprengsteinsfyllingen under den nye bebyggelsen

- Beholde den åpne bekken Storaveita, som krysser Flyplassvegen i kulvert, som åpen bekk gjennom utbyggingsområdet.
- Føre vannmassene fra Stemmebekken og stikkrenner som føres inn nordøst i planområdet til Storaveita gjennom lukket drengroft.

Øst for området ligger hensynssone H560 rundt felt G1 Såtemyrane (se Figur 1-1). I KDP BLÅE §37.3 står følgende: «Alle tiltak etter plan- og bygningsloven skal planlegges, prosjekteres og utføres slik at drenering av myr på felt G1 unngås. Felt G1 skal reguleres til karbonlagring». Som hovedgrunnlag for vurderinger brukes grunnlagsdokumenter fra COWI (VA-rammeplan), Multiconsult (grunnundersøkelser, premissnotater geoteknikk, bergteknikk og miljøgeologi) samt Multiconsults og egen befaringer. Det henvises til kap. 10 – Referanser.

4 Grunnforhold

Multiconsult har utført undersøkelser i området i perioden 2018-2019. Resultater av undersøkelsene er oppsummert i vedlegg /2/. Løsmassene i området består hovedsakelig av torv stedvis med stor mektighet, spesielt på myrdragene i vest. Torvdybden varierer mellom 0,0 og 6,4 m innenfor planområdet. Under torvlagene er det antatt et tynt lag av sandig-grusig materiale. Berg er påvist under sand med dybde som varierer mellom 0,2 til 6,4 m.

Løsmassene på Såtemyrane, øst for reguleringsområdet, har en tykkelse på mellom 1,0 til 5,5 m.

4.1 Berg

NGUs berggrunnskart viser at berggrunnen i området består av granittiske, syenittiske og monzonittiske dybbergarter for det mest charnockitter/granulitter. Multiconsult (vedlegg /3/) har identifisert to foliasjonssystemer og to sprekkesystemer. Avstand mellom sprekker og foliasjonsplan er i størrelsesorden 20-70 cm.

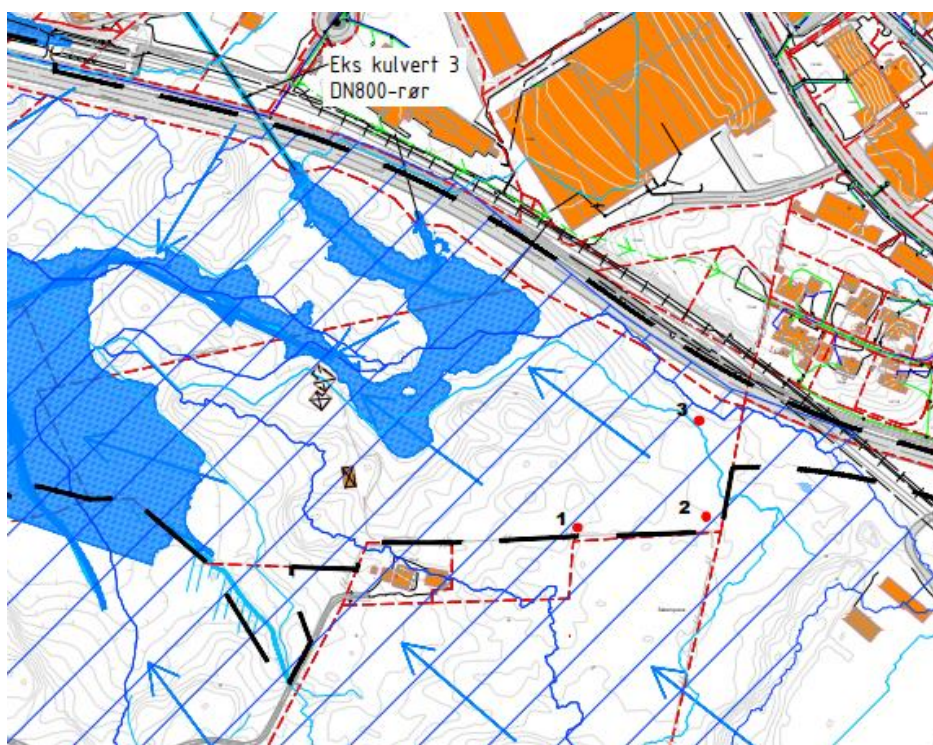
5 Grunnvann

Grunnvannsnivået står omtrent opp til terrengnivå, spesielt i bløte myrområder sørvest og sørøst for planområdet (se vedlegg /4/). Grunnvannet har samme strømningsretning som overflatevannet i retning nord-nordvest (Figur 5-1). Etter at planområdet er ferdig utviklet antas det at overvannet vil drenere i samme retning som under dagens situasjon. Unntaket er områdene helt nord i planområdet, der flomveiens retning skifter fra nord til vest som følge av utbyggingen (se vedlegg /2/).

Multiconsult v/Silje Marie Vasstein utførte miljøundersøkelser i Lillandsjordet i 08.08.2019. Under Multiconsults befaringsdato ble det utgravd tre prøvegrøfter på 1,2 m dybde på vegne av Betonmast AS. På befaringsdatoen var alle de tre grøftene tørre. Betonmast v/Helge Jarstad sjekket vannstanden i grøftene 14.08.2019. Da ble det observert samme vannstand i alle tre punkt på ca. 0,6 m dybde målt fra terrengnivå. Betonmast mener at vann funnet i grøftene er pga. overvann og at det ikke er grunnvann. Målingen ble utført etter en periode med mye nedbør ifølge Betonmast.

Torv er en løsmasstype med lav permeabilitet, det er derfor vurdert at målingene utført den dagen grøftene ble åpnet ikke er representative for grunnvannsnivået i området. Sweco mener at målingene utført 14.08.2019 er representative for grunnvannsforholdene, men det er mulig at noe av vannet i grøftene er oppsamlet overvann. Det er vanlig at grunnvannstand i grøfter/bekker/elver er noe lavere sammenlignet grunnvannstanden for sideterreng. Det antas at naturlig grunnvannstand generelt ligger noe høyere enn det som er registrert i grøftene.

Multiconsult har også registrert en åpen bekk som løper fra øst til vest innenfor myrområdet. Bekken forsvinner før det kommer inn på Lillandsjordet. Det antas at vannstrømming i området følger samme retning som den åpen bekken. Det er i samsvar med forutsetninger for VA-Rammeplan (ref. /1/).



Figur 5-1. Avrenningsmønster og flomveg på dagens situasjon. Lillandsjordet (Kilde: ref. /1/). Grøfter brukt for grunnvannsmåling er vist med røde sirkler.

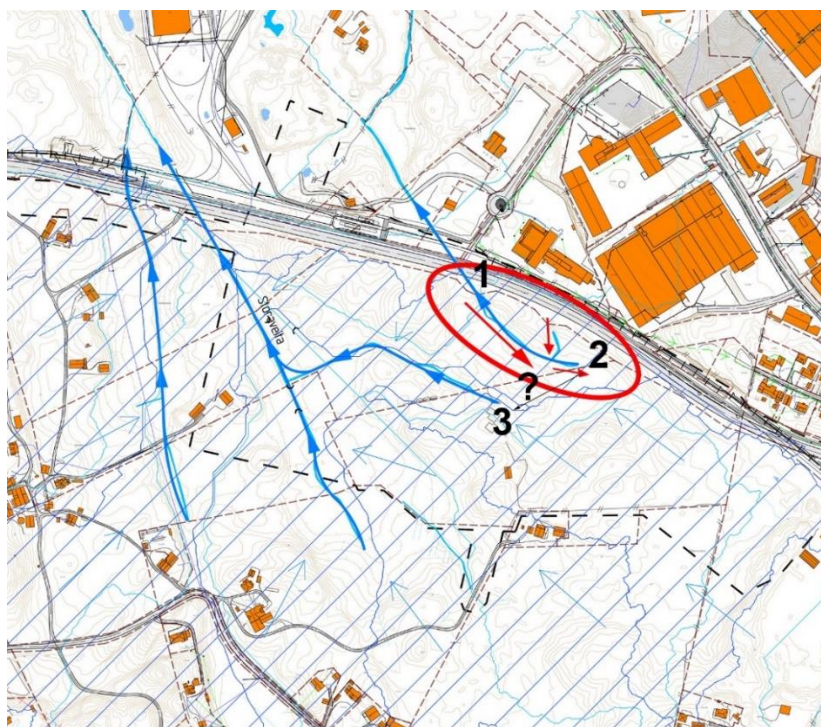
6 Observasjoner fra befaring

Sweco v/Markus Först og Sondre Fossheim, hydrologer hos Sweco, har utført en befaring som ble gjennomført kvelden 14.05.19 og 15.05.19. Utvalgte bilder fra befaring er presentert i vedlegg 7.

Grunnlag for befaring var VA-rammeplan fra COWI (GH100) /1/ som viser at alle bekker og grøfter drenerer mot NV (Figur 6-1). Befaring ble utført for å fastsette dreneringsretning for bekkene og

grøftene etter diskusjon med Opus Bergen AS v/Johannes Sverdrup. Under befaringen ble alle bekker med vannføring mellom planlagt utbygging og Såtemyrane vurdert. Det ble gjennomført GPS-oppmålinger av vannspeil i bekkene.

Befaringen viser at alle grøfter er kunstige og sannsynligvis laget før 80-tallet for å plante trær og for å drenere området til jordbruksformål. Alle bekkene drenerer mot nordvest som vist i Figur 6-1, med unntak av bekken nordøst i reguleringsområdet som drenerer mot øst. Vannstand for denne bekken ble målt ved utgangen av stikkrennen under Flyplassvegen (punkt 1 i Figur 6-1) og der bekken forsvinner i en lukket kanal (punkt 2 i Figur 6-1). Vannstand ved stikkrennen (punkt 1) er ca. 20 cm høyere ved innløpet til kanalen (punkt 2). Det bekrefter at strømningsretningen i grøften er motsatt fra de andre bekkene og grøftene i planområdet.



Figur 6-1. Avrenningsmønster og flomveg før utbygging (kart ble tatt fra versjon 1.0 av ref. /1/). Rød pil viser strømningsretning observert under befarig.

En lignende lukket kanal har sitt utløp i punkt 3 i Figur 6-1. Som vist i figuren, drenerer også dette vannet fra utløpet mot NV. En mulighet er dermed at punkt 2 og punkt 3 er innløp og utløp til en sammenhengende kanal. Det ble utført oppmåling av vannspeil ved de to punktene. Høyden på vannspeilet ved punkt 3 lå 1 cm høyere enn vannspeilet ved punkt 2. GPS-målingene har en målenøyaktighet på 10 - 11 mm, og det er derfor teoretisk mulig at vannspeilet ved punkt 3 ligger lavere enn vannspeilet ved punkt 2. Samtidig ble det tatt flere målinger som viste samme høydeforskjell, som minsker sannsynligheten for målefeil. Det kan derfor ikke konkluderes på bakgrunn av GPS-målingene om bekkene er sammenkoblet, eller om dreneringen fortsetter i retning Såtemyra.

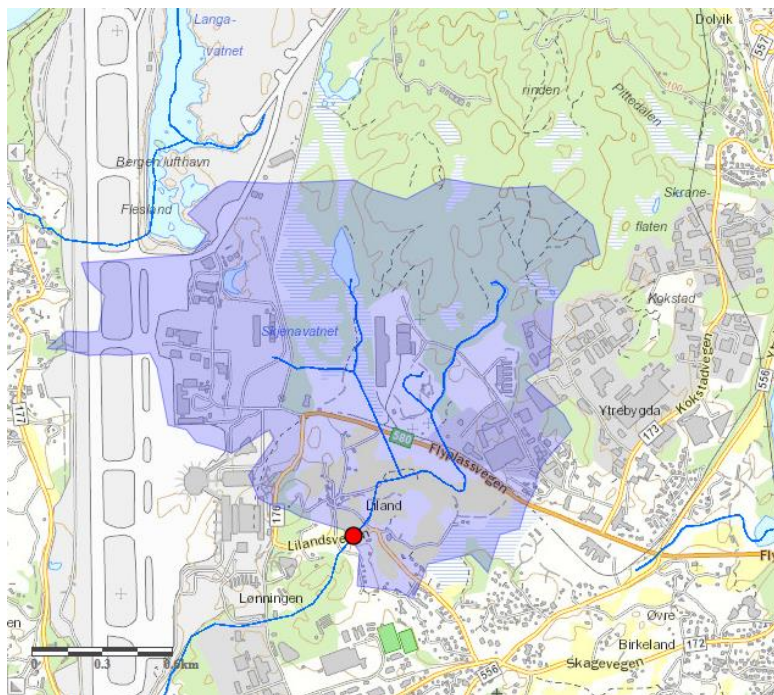
Såtemyrane ligger cirka 9 – 10 m høyere enn vannspeilet i bekken som løper mot øst (punkt 2) og det forventes derfor ingen kobling mellom disse bekkene og myren. I tillegg er vannføringen alt for lav til at den forsyner myren med vann.

For å avdekke om de to bekkene henger sammen, kan man for eksempel gjøre målinger av konduktivitet i punkt 3 med tilsatt salt eller fargestoffet uranin ved punkt 2, eller grave opp kanalene og se hvor de starter/ender. Dersom bekkene ikke er sammenkoblet er det mulig at bekken løper inn i berg under myr. Imidlertid antas det at bekken ikke er hovedkilde for vann til myrområdet og en endring av dennes strømningsretning vil dermed ikke forårsake en betydelig endring av dreneringsforholdet til myren.

7 Dreneringsforhold på Såtemyrane

Nedbørfeltet til myren er per i dag ikke nøyaktig definert i NVE sine databaser. Et estimat av størrelse vises i figur 6-1. Nedbørfeltet er 2,6 km² med en makshøyde på 125 m og minimumshøyde på 38 m. Årlig avrenning er 1800 mm.

Det ble gjennomført flomberegning og befaring. Det er beskrevet i flomsonerapport fra 26.09.19. Befaring og beregninger som er basert på laser data viser at drenering i NVE sine databasen er feil /6/.



Figur 7-1: Kart over nedbørfelt Lilandsjordet. Kilde: NVE

Basert på terrengforhold i området vurderes det at hovedtilsig for vann til Såtemyrane er fra øst, sørøst og sør hvor terrengnivået ligger på høyere koter enn terrenget til Såtemyrane. Det antas

at det er terrenggradienten som kontrollerer grunnvannets strømningsretning til og fra Såtemyrane. Grunnvannsnivået ligger grunt under terreng /4/.

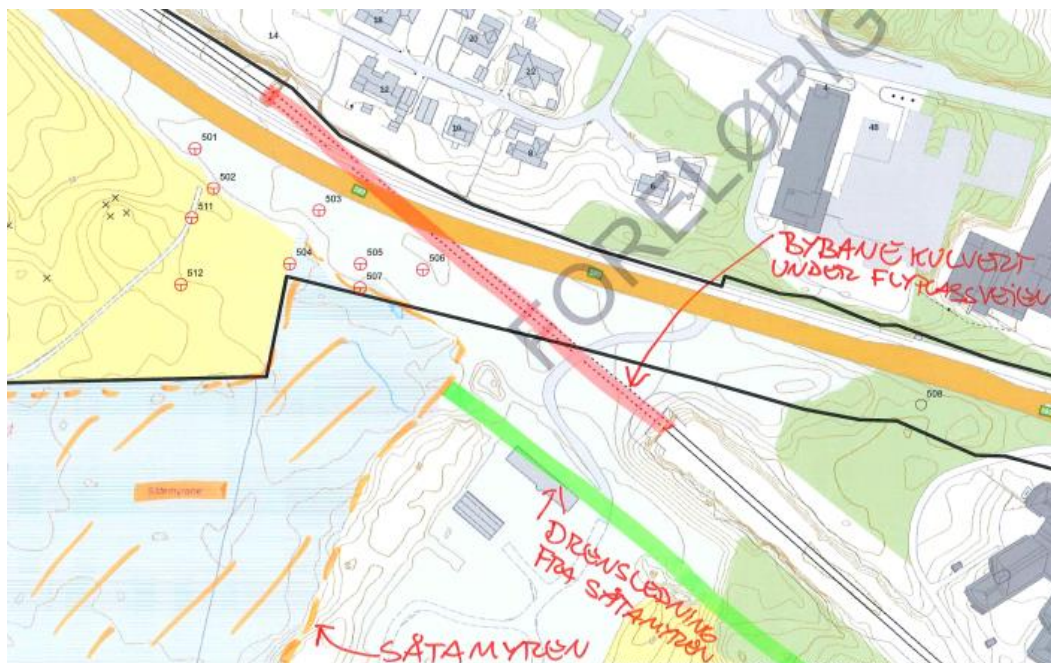
Det var observert på befaring at de kunstige bekkene innen reguleringsområdet drenerer mot vest/nordvest med unntak av en bekk som drenerer mot sørøst. Det kan ikke utelukkes at denne bekken drenerer i fjell under myrområdet uten at det utføres ytterligere undersøkelser (se kap. 6). Dreneringsgrøftene er flere tiår gamle og en evt. negativ påvirkning på myren ville ha funnet sted tidligere. Imidlertid antas det at innstrømning fra bekken ikke har stor påvirkning på vannstrømmen til myrområdet siden det ligger ca. 10 m lavere enn terrengnivået til Såtemyrane. En utbygging Lilandsjordet vil ikke påvirke innstrømning av grunnvann på Såtemyrane.

Grunnvann drenerer ut av Såtemyrane mot vest i retning reguleringsområdet på Lilandsjordet iht. terrengforhold samt observasjoner utført av Multiconsult i 08.08.2019 (se kap. 5).

Den foreslåtte utbyggingen på Lilandsjordet vil påvirke dreneringsforhold ut fra myrområdet. Konsekvenser av utbyggingen er diskutert på avsnitt 9.

8 Eksisterende drensledning øst for Såtemyrane

Sweco har blitt informert av Betonmast Bergen AS v/Helge Jarstad at under sprengning av tunnelen i området øst for Lilandsjordet har Bybanen Utvikling kom over en dreneringsledning fra en gammel betongkum. Vann i ledningen ble ledet videre østover forbi Birkelandskrysset. (Figur 8-1). Ledning består av en Ø400/500 overvannsledning som tar drens vannet fra sporlegemet. Ledning ble videreført som Ø800 i Ytrebygdsvegen. Dreneringsledning krysser Flyplassvegen øst for Birkelandskrysset.



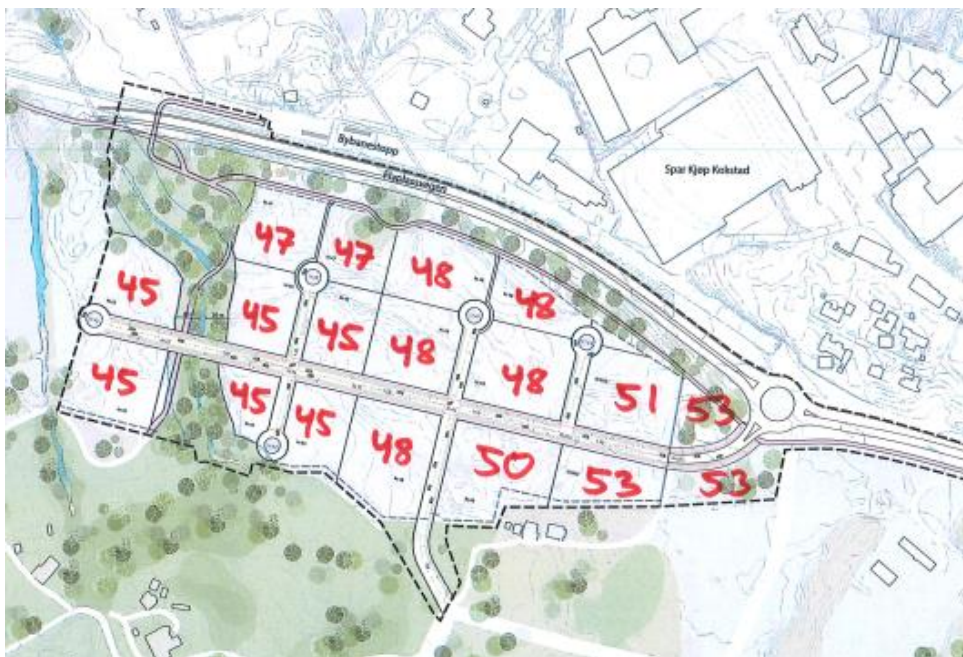
Figur 8-1. Skisse av drensledning utlagt av Bybanen Utvikling øst for Såtemyrane

Det antas at dreneringsledning har forårsaket en permanent endring av grunnvannsforhold i området. Det forventes at grunnvannsnivået er senket til ledningsnivå lokalt omkring dreneringsledning. Det er også mulig at grunnvannsnivået har blitt senket (sannsynligvis få centimeter) på et større område. Mindre senkninger av grunnvannstanden kan ha konsekvenser for myrområder selv om senkningen kun er noen få centimeter. Det er umulig å kvantifisere endringer i grunnvannsforhold forårsaket av dreneringsledning siden det ikke foreligger nøyte opplysninger av grunnvannsforhold fra tiden før installasjon.

9 Konsekvenser ved utbygging av planområdet

9.1 Planering innenfor planområdet

Det planlegges planering av området ved masseutskifting og sprengning på tre nivåer (Figur 9-1) for utbyggelsen av nye næringsbygg. Bekken vest i planområdet vil forbli åpen etter utbyggingen. Næringsområdet nærmest Såtemyrane vil ligge på kote +50,5. Dagens terreng på dette området varierer mellom ca. kote +47,0 i vest til ca. kote +54,0 i øst. Planering i øst til koter mellom +50,0 og +53,0 vil hovedsakelig inkludere nedsprengning av et stort område i nærheten av felt G1 Såtemyrane (se Figur 1-1) og resultere i en høydeforskjell mellom planområdet og myrområdet opptil ca. 3 m. Endring av terrengnivået langs den østlige kanten av planområdet som vist i Figur 9-1 vil forårsake en raskere drenering av Såtemyrane. Det anbefales at det etableres et bufferområde på ca. 50 m målt fra planområdegrensen i øst for å unngå påvirkning i myrområdet. Buffersonen deles i hovedsone og mellomsone.



Figur 9-1. Planområde Lilandsjordet med planlagte kotehøyder. Kilde: LINK Arkitektur AS

Planlagte sprengsteinsfylling innenfor planområdet (se vedlegg /1/) vil fungere som et fordrøyningsbasseng hvor vann vil akkumuleres. Bakkenivå på nordsiden av planområdet vil heves med fylling for å unngå at overvann fra bekken under Flyplassvegen når opp til bakkenivå. Dette vil forårsake en endring av strømningsretningen i bekken mellom punkt 1 og punkt 2 i Figur 6-1. Dette vil ikke påvirke myrområdet på Såtemyrane siden bekken er antatt å ikke ha kontakt med myren. Strømningsretningen vil ikke endre dreneringsforholdene i Såtemyrane etter at foreslåtte tiltak er utbygd (se vedlegg /4/). Det antas at fylling vil påvirke grunnvannsnivået lokalt innenfor planområdet, men vil ha ubetydelig påvirkning utenfor planområdet i øst, vest og sør.

9.2 Hovedveg på tomten og ny rundkjøring

Det planlegges at hovedvegen skal krysse planområdet fra nordvest til sørøst (se Figur 9-1). Vegen kobles på Flyplassveien med rundkjøring. Nær myrområdet på Såtemyrane vil byggingen av vegen omfatte utgraving og sprengning ned til ca. kote +50 samt utlegging av en dreneringsledning langs vegtraseen under vegen. Det vurderes at bygging av veg og rundkjøring kan forårsake endringer i dreneringsforhold, noe som vil ha negativ påvirkning på Såtemyrane. Det planlegges utvidelse av Flyplassvegen samt bygging av en G/S-vei øst for rundkjøringen. Flere nye veger vil også bygges ut nær myrområdet. Det vurderes at de også kan ha negativ påvirkning på dreneringsforholdene i området.

10 Konklusjon

Sweco har vurdert hydrogeologiske forhold i området samt konsekvenser av endringer knyttet til foreslåtte utbygging. Eksisterende grunnvannsnivå ligger på 0,6 m under bakken, målt på tre grøfter innen planområdet, men det antas at grunnvannsnivå ligger på terreng eller grunt under bakken på myrområdet. Det er antatt at bekkene i reguleringsområdet ikke er koblet til Såtemyrane. Det er ukjent hvordan eksisterende dreneringsledning øst for Lilandsjordet har påvirket dreneringsforholdene for myrområdet på Såtemyrane.

Grunnvann dreneres likt som overflatevann i retning nord-nordvest. Etter utbygging i planområdet skifter grunnvannet strømningsretning i den nordlige delen av området fra nordvest til vest. Denne endringen vil ikke føre til konsekvenser i dreneringsforhold på myrområdet på Såtemyrane.

10.1 Planering av planområdet

Planering av planområdet i øst ned til maks. kote +50,0 vil forårsake en endring i høydeforskjell mellom planområdet og myrområde på Såtemyrane på ca. 2 til 3 m. Dette kan forårsake en endring av dreneringsforholdene på myrområdet. Det anbefales å etablere et bufferområde på 50 m fra planområdegrensen. Planområdegrensen med buffersone er vist på Figur 10-1. En slik buffersone er viktig for å unngå drenering av myrområdet. Buffersonen vil bestå av en hovedsone på 35 m bredde nærmeste Såtemyrane, målt fra planområdegrensen, og en mellomsonen på 15 m bredde lengst unna myren (figur 8-1). Sprengning kan ikke tillates innenfor hovedsonen, der også terrengnivå må holdes på minst kote +53,0, unntak et tiltak er utført for å unngå endring av dreneringsforhold. Innenfor mellomsonen kan sprengning evt. pigging tillates, med forbehold om at en unngår betydelig oppsprekking av bergmassene som kan påvirke negativt

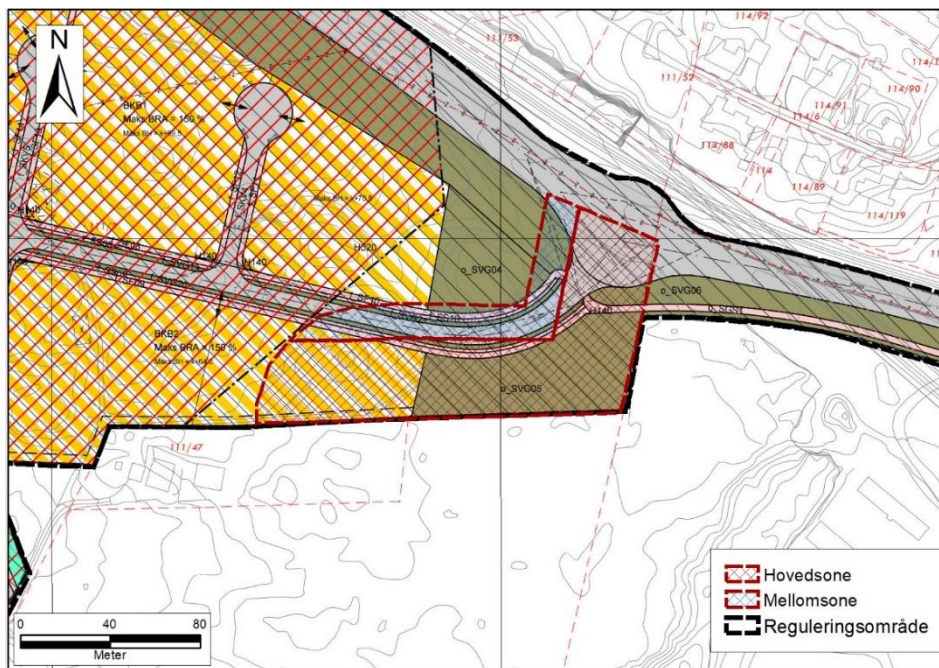
permeabilitetsforhold i bergmassene. Terrengnivå kan senkes til kote +52,0 innenfor mellomsonen dersom det er nødvendig.

For deler av området innenfor buffersonen som er dekket av løsmasser kan masseutskifting med tette masser/komprimert sand/sprengstein brukes.

Buffersone på 50 m er anbefalt basert på vurderinger gjennomført med eksisterende grunnlag (dvs. terrengmodell). Dersom nyere grunnlag blir utarbeidet, kan konklusjoner og anbefalinger revideres.

10.2 Bygging veg/rundkjøring

Utbyggelse av hovedvegen og rundkjøring samt utvidelsen av Flyplassvegen øst for rundkjøring omfatter utgraving og sprengning ned til ca. kote +50,0. Deler av nye veger og rundkjøring ligger innenfor anbefalt buffersone. Det er derfor nødvendig med både graving og sprengning dypere enn kote +52 innenfor buffersonen.



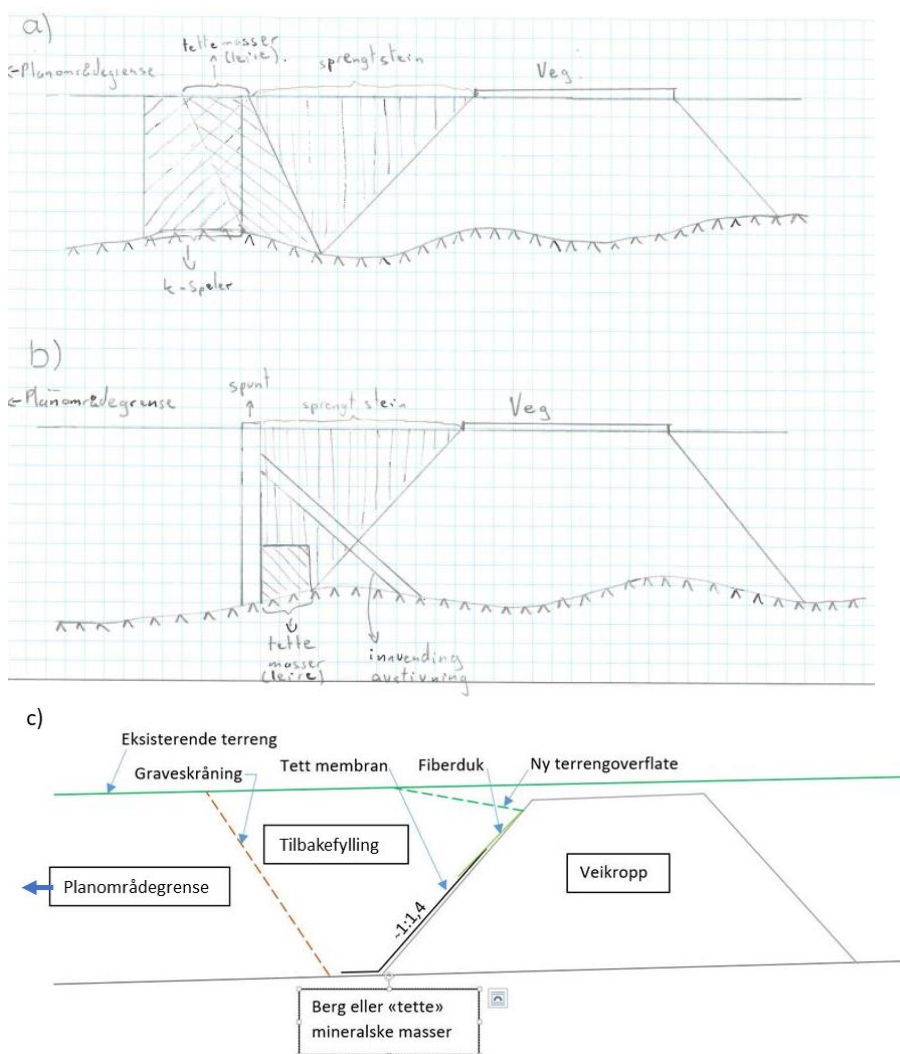
Figur 10-1. Buffersone på 50 meter mot myrområdet Såtemyrane.

Dersom drenering fra myrområdet forhindres før videre utbygging, kan utgraving til en kote lavere enn kote +52,0 tillates. For soner med løsmassedekning tykkere enn 1,0 m anbefales det tre alternativer til løsning (Figur 10-2) for å opprettholde grunnvannsnivået i tilgrensende myrområde:

- Bruk av Kalk-/Sementpeler evt. jet-peler til berg innenfor buffersone parallell til vegtraseen mellom veg/rundkjøring og myrområdet før utgraving.

- b. Ramming av spunt innenfor buffersone parallell til vegtraseen mellom veg/rundkjøring og myrområdet med innvending avstigning mot vegen før utgraving. Spunt bør fotboltes i berg.
- c. Graving av en grøft ned til berg/tette masser med tilbakefylling av tette masser evt. komprimert torv. Grøften må tettes med tettmembran/fiberduk på vegsiden.

For alternativer a) og b) kreves tilbakefylling med tette masser (leire) inn mot Kalk-/sementveggen eller spuntveggen før grunnarbeidet for veg/rundkjøring starter. Leiren vil fungere som permanent tettesjikt i hele jordprofilen fra terreng til berg. Innenfor tettesjiktet kan det fylles med sprengstein eller tilsvarende..

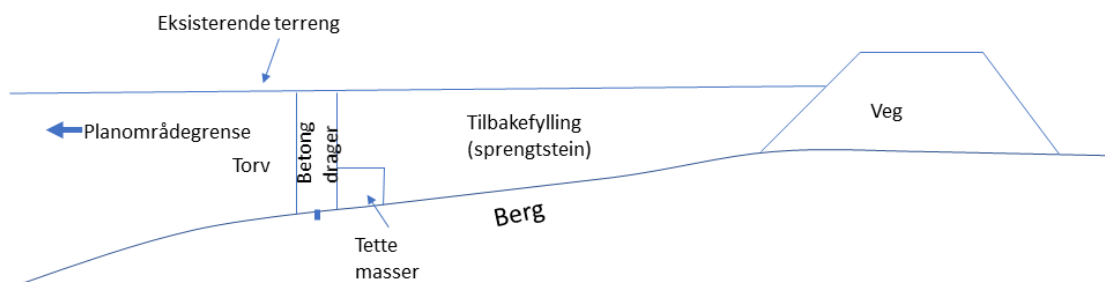


Figur 10-2. Skisse for anbefalte løsninger for grunnarbeid for veg/rundkjøring - Lilandsjordet; a) K-S peler; b) Spunt; c) åpen grøft

Grøften på alternativ c) bør ikke bli åpent over lang tid. Grøften vil forårsake en lokal senkning av grunnvannsnivå på grøftesidene. Senkningen kan påvirke myren langt ut til siden dersom grøften blir åpen over lang tid. Dette unngår man i større grad med alternativ a) og b).

For alle anbefalte løsninger kan ytterligere utgraving for bygging av veg/rundkjøring samt utlegging av dreneringsledning gjennomføres etter etablering av masseutskifting med tette masser. Løsninger må implementeres for hele strekning av veg/rundkjøring som ligger innenfor buffersonen innenfor Lilandsjordet samt området utenfor planområdet som ligger nærmere enn 50 m til Såtemyrane. Det kan bli nødvendig med seksjonsvis utgraving samt evt. overvåkning av grunnvannsnivå med poretrykksmålere.

For deler av området der løsmassedekning er mindre enn 1,0 m anbefales det å bruke betongdrager til berg parallell til vegtraseen med tettemasser mot dragene (Figur 10-3). Innenfor tettesjiktet kan det fylles med sprengstein eller tilsvarende.



Figur 10-3. Skisse for anbefalt løsning for veg/rundkjøring for områder med tynn løsmassedekning - Lilandsjordet

Valgte løsninger må detaljprosjekteres.

Det er behov for å sprengne ned til koter mellom + 51,5 og +50,7 innenfor buffersone knyttet til bygging av vegen (Figur 10-4). Sprengning kan tillates innenfor buffersone, dersom det kombineres med en av overnevnte løsninger for å forhindre økning av dreneringshastighet fra myrområdet på løsmasse. Sprengning bør utføres på en måte som reduseres opprettelse av nye sprekker til minimum. Det vurderes at sprengning vil påvirke bergmasseforhold lokalt, men det vil ikke endre dreneringsforhold på myrområdet.

11 Anbefalte avbøtende tiltak

- 13 (14)

12 Referanser

- /1/ COWI AS, VA-rammeplan Lilandsjordet rev. 1.2. Notat datert 11.07.2019
- /2/ Multiconsult AS, Geoteknisk premissdokument – Tomteopparbeidelse Lilandsjordet. Notat nr. 10209048-RIG-NOT-001, datert 28.03.2019
- /3/ Multiconsult AS, Lilandsjordet – Uttak av masser og etablering av skjæringer. Notat nr. 10209048-RIGberg-NOT-001, datert 26.04.2019
- /4/ Multiconsult AS, Miljøgeologiske grunnundersøkelser. Tiltaksplan. Notat nr. 10209048-RIGm-RAP-002, datert 25.02.2019
- /5/ Sweco Norge AS, Plan til hydrologisk overvåkning på Såtemyrane. Notat nr. 10212382-RIG-N02, datert 02.07.2019
- /6/ Sweco Norge AS, Flomberegning og flomsonekart for Lilandsjordet. Prosjekt nr. 10212382, 13.09.19
- /7/ Statens Vegvesen, Når vegen berører myra. God forvaltning av myr i vegplanlegging, bygging og drift. Rapport nr. 423 datert 07.08.2015.