

Til: Ingvild Helland og Eirik Moen

Fra: Norconsult AS/v Lars Været

Dato/Rev: 2015-09-21

## Ny lufthavn Mo i Rana. Hydrogeologiske forhold - forprosjekt

### 1 INNLEDNING

I forbindelse med planlegging av ny lufthavn Mo i Rana er hydrogeologiske forhold vurdert. Det er i skisseprosjektfasen utført følgende arbeider (ref. notat RIM N-008 og RIM N-011):

- befaring hos, og intervju med, 13 grunneiere i april 2015, samt uttak av vannprøver for analyse. Dyp til grunnvann ble registrert der dette var mulig/relevant i forhold til kildens utforming.
- Feltkartlegging med fokus på mulige karstforekomster, utført av hydrogeolog Lars Været sammen med ingeniørgeologene Kristian Loftesnes og Ingvar Tyssekvam 21-22 mai 2015.
- Gjennomgang av brønner registrert i NGUs brønndatabase GRANADA for sammenstilling av brønndata mot de geologiske forhold ved den enkelte brønnlokaltet.

Geografisk plassering av alle registreringer er markert i Vedlegg 1.

Dette notatet inkluderer:

- Oppdatert vurdering av de hydrogeologiske forholdene basert på oppfølgende prøverunde for drikkevann i august 2015, stigetest i borhull i berg, resultater fra overflatevannprøver, samt innledende kartlegging av svakhetssoner i berg.
- Forslag til etablering av overvåkningsbrønner i berg for dokumentasjon av naturlig grunnvannsvariasjon før anleggsstart, samt overvåkning i anleggs- og driftsfase. Kostnader for disse arbeidene er estimert.

### 2 GEOLOGISKE FORHOLD

Ifølge berggrunnskart fra NGU er bergmassen i tiltaksområdet en del av Plurdekket og består hovedsakelig av kvarts- og kalkglimmerskifere (Søvegiarto, 1989). Det er også belter av amfibolitt, kalksilikatskarn og kalkspatmarmor. Bergartsgrensene går tilnærmet Ø-V, nær parallelt med rullebanen. I det videre omtales svakhetssoner og karst spesielt, da disse forholdene er særlig viktige for vanntransport i berggrunnen. For nærmere beskrivelse av øvrige geologiske forhold henvises det til notater RIA-N009 og RIA-N010.

#### 2.1 Svakhetssoner

Innledende vurdering av forekomst og orientering av svakhetssoner er utført av ingeniørgeolog Kristian Loftesnes ut fra de mest markerte strukturene i terrenget, basert på tolkning av topografisk kartunderlag (vist i vedlegg 1). De fleste strukturene er orientert Ø-V, parallelt bergartsgrensene. I tillegg er det identifisert strukturer N-S og NV-SØ. Utgående for N-S-gående strukturer indikerer fall mot vest, men sprekkekartlegging i området også viser en del steile sprekker med samme orientering.

#### 2.2 Karst

Vurdering av risiko for opptreden av karst og grotter, etter gjennomført feltkartlegging i skisseprosjektfasen, er omtalt i notat RIA-N010. Her heter det at «I alle kalkbergarter vil det være en risiko for dannelse av karst,

*og med unntak av kvartsglimmerskiferen forventes bergartene i området å inneholde kalk i varierende mengder. Hovedsakelig ventes kalk å opptre i mindre linser/lag omgitt av andre mineraler. Oppløsning av slike linser vil kunne medføre små hulrom i berget, men sannsynligheten for opptreden av større sammenhengende karsthulrom og grotter i kvartsglimmerskifer, kalkglimmerskifer, amfibolitt og kalksilikatskarn vurderes som begrenset.»*

Feltkartlegging har imidlertid avdekket groper/innsynkninger i terrenget som indikerer forekomster av karst og hulrom innenfor reguleringsområdet. Tre lokaliteter har bekker som forsvinner i grunnen. Observerte lokaliteter, sammen med observasjon av kalkspat er vist i vedlegg 1. Det konkluderes med at mest sannsynlig opptreden av eventuelle karstforekomster vil være smale belter av hulrom orientert parallelt bergartslagene (Ø-V retning). Oppsummerende tabell, kartfesting og billedokumentasjon av lokasjoner med mulig forekomst av karst er gitt i notat RIA-N010.

### 3 HYDROGEOLOGISKE FORHOLD

Det er ingen målinger av naturlig grunnvannstand da alle brønner i området er i bruk. Flere myrområder og overflatevann kan imidlertid være en indikasjon på høy grunnvannstand under og langs rullebanen, samt under og ved terminal/flyoppstilling. Kildeutspring fra berg kan også gi informasjon om grunnvannstand. Det er kun observert ett kildefremspring/oppkomme under feltkartlegging i skissefasen. Det anses sannsynlig at det er flere innenfor planområdet. Observert oppkommet er lokalisert sørøst for rullebanen, mellom Langtjønna og Fisketjønna. Det er observert synkehull og kalkspat i samme område. Uttak av berg i områder med høy grunnvannstand vil kunne medføre senkning av grunnvannsnivå og endret vannbalanse.

Basert på topografi, og foreløpig tolket grunnvannsnivå, forventes grunnvannsstrøm hovedsakelig mot Ranaelva i nord, og lokalt mot lavereliggende områder sør for planlagt lufthavn. Tolkning av strukturer i terrenget, basert på topografisk kartgrunnlag, indikerer svakhetssoner orientert N-S og NV-SØ i tillegg til svakhetssoner parallelt bergartsgrensene. Dette kan gi foretrukne strømningsveger i berggrunnen.

Det er ingen av bergartene i området som statistisk sett er spesielt gode vanngivere ( $\pm 500$  l/t) (Gundersen & de Beer, 2010). Basert på informasjon fra NGUs grunnvannsdatabase GRANADA er det sammenstilt informasjon for borebrønner i berg mot bergartstypen denne er boret i. Oppsummert viser sammenstillingen at brønner i Zoisitt-kalkglimmerskifer har kapasitet varierer fra 0 til 2-3 l/s, mens gjennomsnittlig kapasitet for brønner i kvartsglimmerskifer varierer kapasitet fra ca. 0,5 til 1,5 l/s. For ytterligere detaljer vises det til notat RIM N-011.

Større svakhetssoner eller sprekksystemer – og særlig karstganger – kan føre større mengder vann. Det kan være stor variasjon i grunnvannshastighet; liten i mindre sprekker (cm/dag), stor i åpne kanaler (m/dag – km/dag). Kun én av de befarte private borebrønnene var tilgjengelig for stigetest (Høgolia 29). Borhullet er lokalisert et stykke sør for planområdet, og står iflg. NGUs berggrunnkart i zoisitt-kalkglimmerskifer. Den samme bergarten gjenfinnes også innenfor deler av planområdet. Stigetesten indikerer hydraulisk ledningsevne på  $< 1$  cm/dag. Det bemerkes at dette kun representerer ett punkt i én bergart, og at det må forventes sprekkesystemer med høyere permeabilitet innenfor planområdet.

Analyse av vannprøver i bekker viser at enkelte av disse skiller seg ut mht. temperatur. Høgmobekken, med start i Plurskaret nord for rullebanen, har gjennomgående lavere temperatur, og mindre variasjon mellom sesongene, enn øvrige bekker. Dette kan indikere påvirkning av grunnvann. Det bemerkes at antall måletidspunkt er begrenset. Det er identifisert sannsynlig N-S-gående svakhetszone med utgående i Plurskaret. Det er også observert synkehull sentralt under rullebanen i dette området.

#### 3.1 Forurensningstransport

Transport av forurensning i berggrunnen vil følge vannets strømningsmønster, som er knyttet til vannførende sprekker/svakhetssoner i berget. Kartlegging i felt, samt tolkning av kartgrunnlag, viser at vanntransport i grunnen kan forventes i soner parallelt bergartsgrensene, samt i svakhetssoner N-S og NV-SØ. Spredning

av eventuell forurensning med vann i grunnen kan således ikke utelukkes. Ved påtreff av hulrom/karst bør det utvises særlig aktsomhet da disse potensielt kan føre mye vann, og dermed eventuell forurensning, over lange strekninger på relativt kort tid. Mest sannsynlig opptreden av karstforekomster vil være smale belter av hulrom orientert parallelt bergartslagene (Ø-V retning). For nærmere beskrivelse og kartfesting av risikoområde for karstforekomst vises det til notat RIA-N010 og RIM-N011.

Videre vurdering av forurensningstransport i grunnen bør gjøres i samråd med fagområde ingeniørgeologi etter hvert som kunnskapsnivå om grunnforholdene øker. Ved evt. bruk av kjerneboring for ingeniørgeologiske undersøkelser bør det samtidig utføres vanntapsmålinger i borhullene for økt kunnskap om bergets evne til å lede vann.

Det anbefales etablering av observasjonsbrønner i berg for dokumentasjon av naturlig variasjon i grunnvannsnivå før anleggsstart, samt for overvåkning gjennom anleggsfasen. Forslag og begrunnelse for plassering er gitt under Kap. 5.

## **4 DRIKKEVANN**

Befaring og prøvetaking av private drikkevannskilder i 2015 er gjennomført for to formål:

1. Generelt inntrykk av vannkvalitet og grunnvannsnivå som bidrag til generell hydrogeologisk vurdering av området
2. Dokumentasjon av vannkvalitet i private drikkevannskilder før anleggsstart. Dette kan legges til grunn ved senere spørsmål omkring evt. negativ påvirkning av drikkevannskvaliteten som følge av Avinors aktivitet i anleggs- og driftsfasen. Det bemerkes at det kun er dokumentert vannkvalitet for et begrenset utvalg av private vannkilder i området.

Det er tatt ut drikkevannsprøver fra 13 private vannforsyningskilder 2015-04-27. Oppsummering av resultater er gitt i notat RIM-N-011. Det gis her en oppdatert sammenstilling etter ny prøverunde i 2015-08-19/20. Opplysninger om befarte/prøvetatte vannforsyningskilder er oppsummert i Tabell 1, og plassering er vist i vedlegg 1 med punkt nr. tilsvarende tabellen. Analyserte parametere og analyseresultater er oppsummert i vedlegg 2, mens originale analyserapporter er vist i vedlegg 3.

Samtlige brønner har kimtall > 100 cfu/ml i én eller begge prøverunder. I henhold til kvalitetskrav til drikkevann gitt i Vannforskriften bør årsak til kimtall over 100 cfu/ml undersøkes. Videre bemerkes det at det er funnet koliforme bakterier og *E. coli* i to vannkilder. Tallene er høyest i prøvene fra august. *E.coli* indikerer fersk avføring i drikkevannet. Det er også påvist *Klostridium perfringens* i én prøve, noe som kan indikere parasittcyster i vannet. Samtlige prøver med påvist mikrobiologiske parametere er grunne løsmassekilder med antatt mangelfull sikring. To av disse er bekkevann, hvorav én er beskrevet av eier som bekk fra kildeutspring.

Videre er det overskridelser av Vannforskriftens grenseverdier for jern i to prøvepunkter, kobber i fire prøvepunkter, nitrat i ett prøvepunkt, pH i tre prøvepunkter (<6,5) og TOC og kjemisk oksygenforbruk i tre prøver. To vannkilder skiller seg ut med høy TOC, høyt kjemisk oksygenforbruk, lav pH og høye verdier av henholdsvis, jern, kobber og mangan, sammen med lave kalium- og kalsiumkonsentrasjoner. Dette kan tyde på at vannkilden har opprinnelse i myrområder med reduserende miljø og mye organisk materiale. Samtlige borebrønner har høyere pH (~8) enn vannkilder i løsmasser, samt høyere verdier for henholdsvis kalium, kalsium og alkalitet, noe som antas å gjenspeile berggrunnen i området. Tre av bergbrønnene (pkt. 4, 5 og 6) er iflg. NGUs berggrunnkart boret i kalkglimmerskifer, mens de øvrige to er boret i henholdsvis kvartsglimmerskifer (pkt. 8) og kalkspatmarmor (pkt. 3). Ingen av borebrønner i berg har utslag på mikrobiologiske parametere utover forhøyede kimtall. Kilden til høye kimtall er ikke kjent.

Det bemerkes at ingen av vannforsyningssystemene som det er analysert prøver fra er godkjeningspliktige etter Drikkevannsforskriftens §8.

For private drikkevannskilder som har inngått i prøvetaking i 2015, anses gjentatt analyse kun å være aktuelt ved påstand om evt. negativ påvirkning av vannkvalitet i anleggs- og/eller driftsfasen. Utvalget som har inngått i undersøkelsene i 2015 er begrenset. Øvrige private drikkevannskilder mangler tilsvarende dokumentasjon. Det bemerkes at bebyggelsen langs Steinbekkhaugveien får kommunal drikkevannsforsyning i 2015. Dokumentasjonen er likevel relevant for den overordnede vurderingen av hydrogeologiske forhold i området, samt at eksisterende brønner til en viss grad må forventes brukt også ved tilkobling til offentlig nett.

Tabell 1: Oversikt over befarte vannkilder april og august 2015. Punktene plassering er vist i vedlegg 1, mens analyseresultater fra vannprøver er gitt i vedlegg 2 og 3.

Punkt	Adresse	Beskrivelse	Bruk	Brønndyp	Dyp til grunnvann	Erfart kapasitet	Smak/lukt	Kalk
3	Plurdalsveien 335	Borebrønn i berg (plassert i kjeller) + åpen kilde til husdyr	Vannforsyning	Ukjent	Ikke tilgang	Ofte for lite	Bra kvalitet	Ja, mye kalk. Hardt vann
4	Høgla 30	Borebrønn i berg (plassert rett ved utgangsdør). Deles med Høgla 32.	Vannforsyning	70 m	Ikke tilgang	Alltid nok	Ingen variasjon	Ja, mye kalk
5	Høgla 29	To borebrønner i berg; vannforsyning og energi. Nabo har utført sprengningsarbeid og boret etter vann etter første befaring. Brønneier beskriver smak og kapasitet som forringet etter naboens byggeaktivitet. Utført stigetest i vannforsyningsbrønnen i august 2015.	Vannforsyning Energi	100 m (VF) og 90 m (E). Grunnvann målt ca. 44 m u/topp i april, og >50 m i august	April ca. 44 mut. August >50 mut.	Alltid nok, men klarer å tømme brønn	Ingen variasjon inntil etablering av brønn hos nabo. Se beskrivelse.	Ja
6	Granheiveien 25	Borebrønn i berg etablert 2015. Deles med nabo (ikke oppgitt hvem).	Vannforsyning	80 m	Ikke tilgang	Alltid nok	Ingen variasjon	Ja
7	Granheiveien 29	Tre kumringer, totalt ca. 3m dyp. Oppgitt som kilde, men antas å være vann i løsmasser. Ved fundamentering annet sted på tomten ble vann påtruffet ca. 1 m under terreng. Deles med nabo (ikke oppgitt hvem).	Vannforsyning	3 kumringer, ca. 3 m dyp	ca. 1 mut.	Alltid nok	Noe jordluft/partikler. Lukt/farge om våren. Kvalitet oppfattes dårligere etter hogst oppstrøms brønn. Jordluft ved nedbør.	Nei
8	Granheiveien 66	Borebrønn i berg. Boret 1992.	Vannforsyning	Ukjent	Ikke tilgang	Alltid nok	Ja, fått kommentar på lukt og smak, særlig vår	Ja, kalkbelegg i dusj og vask
9	Granheiveien 128	Oppgis å stå på fjell/stein/løsmasser. Oppgitt som kilde fra berg. Ikke mulig å visuelt bekrefte under befaring. Anlagt i 2014	Vannforsyning	ca. 3 m kumring	ca. på terrengnivå	Alltid nok	Ingen variasjon	Nei
10	Skuggheia 27	Gravd i løsmasser. Oppgitt som kilde/tilsig. Deler med Skuggheia 39.	Vannforsyning	Kumring i løsmasser. ca. 1,5-2 m dyp m	ca. på terrengnivå	Alltid nok	Ingen variasjon	Nei
11	Skuggheia 50	Overflatevann (dam + bekk inn/ut). Vann tas fra bekk. Deles med Skuggheia 44	Vannforsyning		Bekk	Alltid nok	Noe farge, hovedsakelig om våren, ellers bra	Nei
12	Steinbekkhaugveien 187	Gravd i løsmasser. Oppgitt som kilde fra berg. Deles med Steinbekkhaugv. 185. Eier ikke tilgjengelig august 2015.	Vannforsyning	ca. 2,5 m	ca. på terrengnivå	Alltid nok	Noe farge om våren	Nei
13	Steinbekkhaugveien 165	Oppdemmet bekk, som oppgis å komme ut av berget. Eier visste ikke hvor oppkommet lå (informasjon fra andre). Deles med 7 husstander (ikke oppgitt hvem)	Vannforsyning		Bekk	Gått tørr én gang (tørr sommer)	Farge om våren, ellers bra	Nei
14	Steinbekkhaugveien 135	Gravd/støpt. Oppgitt som tilsig. Veldig bløtt i området omkring brønnen. Oppfattes som myrvann (gult). Eier kjøper drikkevann om sommeren pga dårlig kvalitet. Deler med Steinbekkhaugv. 137	Vannforsyning	ca. 1,5-2,5 m, fjellet skrår.	ca. 0.4 mut	Lite om sommeren	Farge om våren	Nei
15	Steinbekkhaugveien 113	Gravd i løsmasser ca. 0.5 m ned til berg. Oppgitt som kilde fra berg, men vanskelig å bekrefte i felt. Kvalitet påvirkes av nedbør, og vannet antas derfor å være overflatenært i tilsigsområdet.	Vannforsyning	ca. 0.5 m	ca. på terrengnivå	Nei	Farge og smak om våren	Nei

## 5 OVERVÅKNING

For dokumentasjon av naturlig variasjon i grunnvannstand etableres fire brønner minimum ett år før anleggsstart. For plassering av disse er det tatt hensyn til:

- Adkomstmuligheter for borerigg før anleggsstart. Det må likevel påregnes noe transport i terreng.
- Unngå konflikt med utfylling og sprengningsarbeider anleggsfasen
- Geografisk spredning
- Tidligere observasjoner av mulig karstforekomst/synkehull
- Antatt strømningsveger i berget (sprekker/svakhetssoner), med ansett mot slike

Foreløpig plassering er bestemt i samråd med ingeniørgeolog Kristian Loftesnes. Brønnenes plassering er foreløpige, og er å anse som anbefalte områder (vedlegg 1). Nøyaktig plassering må vurderes i felt ut fra tilkomstmuligheter og terrengforhold. Det er foreløpig antatt borlengde ca. 75 m per brønn. Mengden er regulerbar og avgjøres basert på vanninnslag under borearbeidene.

**O-Br. 1** – Borhull etableres i område nord for rullebanen, ca. ved profil 850. Det er flere svakhetssoner i området (NS, ØV og NV/SØ), og det er påvist karst og synkehull under og nord for rullebanen. Høgmobekken (overflateprøvepunkt R4.0, se vedlegg 1) renner mot Ranaelva i nord og følger svakhetssone med samme orientering. Bekken brukes i dag som vannforsyning. Med angitt plassering i vedlegg 1 antas borhull foreløpig skråboret mot sørøst for kontakt med flest mulig svakhetssoner. Borpunkt må trekkes så langt nord at det ikke kommer i konflikt med utfylling/sprengning.

**O-Br. 2** – Borhull etableres nordvest for rullebanen, ved skogsbilveg mot Mjøladalene. Mjølliabekken (overflateprøvepunkt R3.0, se vedlegg 1) har avrenning til Ranaelva i vest. Med angitt plassering i vedlegg 1 antas borhull foreløpig skråboret mot sør for kontakt med antatt Ø-V-gående svakhetssoner. Svakhetssonene følger i stor grad orienteringen til område som tidligere er identifisert som å ha risiko for opptreden av karst (ref. RIA-N-010).

**O-Br. 3** – Borhull etableres sør for fylling for flyoppstilling/terminalområde, oppstrøms bebyggelse med privat vannforsyning lenger sør. Med angitt plassering i vedlegg 1 antas borhull foreløpig skråboret mot nordvest for kontakt med flest mulig svakhetssoner. Borpunkt må trekkes så langt sør at det ikke kommer i konflikt med utfylling, men ikke så langt sør at det kommer i konflikt med ny veg.

**O-Br. 4** – Borhull etableres mellom Langtjønnna og rullebanen, sør for voll som etableres for å hindre avrenning mot Langtjønnna. Langtjønnna ligger i område med antatt svakhetssone Ø-V som krysser store deler av lufthavnen. En parallell svakhetssone ligger noe lenger nord, og området mellom disse er vurdert å ha risiko for opptreden av karst. Det er påvist kalkspat i området, og synkehull og kilder er observert både lenger vest og øst innenfor denne sonen. Endelig plassering og orientering av borhull avgjøres i felt, men antas skråboret for kontakt med Ø-V-gående svakhetssoner. Borpunkt må trekkes så langt sør at det ikke kommer i konflikt med utfylling og etablering av voll.

### 5.1 Forventede kostnader

Det er i kostnadsestimatet antatt overvåkning av naturlig grunnvannstand i ett år før anleggsstart, samt overvåkning av grunnvannstand og vannkvalitet i fire år med anleggsfase (Tabell 2). Arbeid med uttak av vannprøver og nedlasting av loggerdata forutsettes utført av egen miljøperson i prosjektet og er ikke kostnadsberegnet. Arbeidsomfanget er synliggjort som estimert timeomfang til feltarbeid, behandling av prøver, samt vurdering og rapportering av analyseresultater og nivådata fra loggere. Første prøverunde tas rett før anleggsstart, deretter hver 3. mnd. Intensivt prøvetaking ved eventuelt akuttutslipp er ikke medtatt.

*Tabell 2 Kostnadsestimat for etablering av overvåkningsbrønner, overvåkning av vannstand, samt uttak og analyse av grunnvannsprøver.*

Aktivitet	NOK
<b>Etablering av fire overvåkningsbrønner i berg</b>	
Tilbudsgrunnlag, feltarbeid ifm. borearbeider og rapportering	95 000,-
Borearbeider og materialkostnader	
Mobiliseringskostnad	70 000,-
Borearbeider (4 brønner, totalt 300 boremeter, inkl. oppstilling per punkt)	310 000,-
<b>Etablering av automatisk nivålogging i brønnene, før anleggsstart</b>	
Innkjøp fire automatiske trykksensorer m/optisk kabel og avlesningsverktøy.	40 000,-
Programmering, utsetting og første gangs kontroll	18 000,-
<b>Uttak av vannprøver og avlesning loggere i anleggsperioden. Første prøverunde tas rett før anleggsstart*. Deretter hver 3. mnd.</b>	
Innkjøp pumpe og aggregat for prøvetaking	25 000,-
Årlig uttak av vannprøver for analyse, fire ganger årlig i fire år, inkl. fortløpende vurdering/rapportering av resultater	80 timer (Avinors miljøperson)
Årlig analysekostnader (prøve vår, sommer, høst og vinter i fire brønner i fire år) inkl. transportkostnader.	70 000,-
Parametere: THC, PAH, metaller, alkalitet, kalsium, TOC, KOF, N-forbindelser)*	
* Første prøverunde rett før anleggsstart inkluderer alle parametere med unntak av THC og PAH	

## REFERANSER

- Gundersen, P. & de Beer, H. (2010) Statistikk vanngiverevne i forskjellige bergarter. ForForUt deloppgave 3. Statusrapport 2009). NGU rapp. Nr. 2009.066.
- Søvegjarto U., Marker M., Gjelle S. (1989) Storforshei. Berggrunnskart; Storforshei; 20274; 1:50 000.

Sandvika, 2015-09-19

Utarbeidet:

Fagkontroll:

Godkjent:

Lars Været

Ingvild Helland

Eirik Moen

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Vedlegg:

1. Kart med lokalisering av omtalte elementer
2. Oppsummering av analyseresultater
3. Originale analyserapporter