

Oppdragsgjevar: Nordic Rutile AS
 Oppdragsnamn: Engebøprosjektet, VA
 Oppdragsnummer: 601608-01
 Utarbeida av: Jan Helge Aalbu / Vegard Nes
 Oppdragsleiar: Karl Erik Johnsen
 Dato: 16.03.2022
 Tilgjenge: Åpent

Fylling i sjø, Engebøprosjektet. Dykkerundersøking

Innhold

Fylling i sjø, Engebøprosjektet. Dykkerundersøking	1
1. Innleiing	3
2. Topografi og grunnforhold	3
2.1. Topografi.....	3
2.2. Grunnforhold.....	4
3. Regelverk og myndighetskrav	4
3.1. Regelverk og veiledere	4
3.2. Kulturminner.....	5
3.3. Klassifisering.....	5
3.4. Krav til prosjekteringskontroll.....	5
3.5. Geoteknisk kategori	6
3.6. Krav til sikkerhet-/partialfaktor	6
3.7. Tiltaksklasse	6
3.8. Lastforutsetninger.....	6
4. Utfylling	7
5. Dykkerinnspeksjon	9
5.1. Grunnlag.....	9

5.2. Samandrag dykkarinnspeksjon..... 10

5.3. Engebø område 1..... 10

5.4. Engebø område 2..... 11

Versjonslogg:

02	18.03.22	Geoteknisk notat	JHA	VN
01	16.03.22	Resultat av dykkarundersøking	VN	JHA
VER.	DATO	BESKRIVING	AV	KS

1. Innleiing

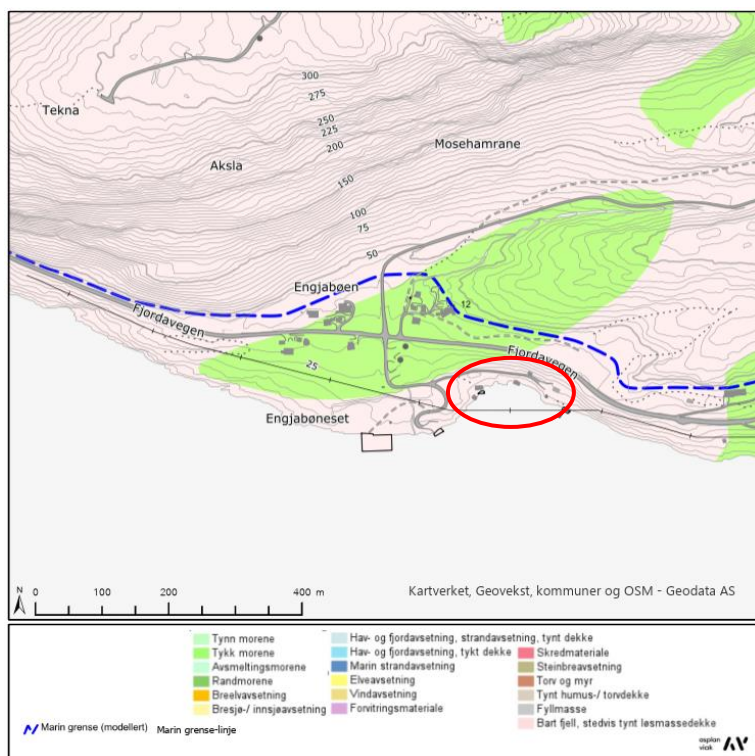
I samband med utarbeiding av prossesområde for Engebøprosjektet er det planlagt å legge ut ei fylling i sjø like aust for prossesområdet. Da strandsona er dominert av fjell i dagen er det utført ei dykkarundersøking for å undersøke om dette også er gjeldande for sjøen utanfor. Notatet skildrar prosedyre for utfylling og vidare arbeid før fylling kan etablerast.

2. Topografi og grunnforhold

2.1. Topografi

Utfyllingsområdet ligg mellom kote 0 og -20. Hovudvekta av området ligg innafor kote -10. Sjøbotn blir svært bratt utanfor kote -20 og vidare ned mot fjorden.

2.2. Grunnforhold



Figur 1: Kvartærgeologisk kart over Engebøområdet. Fyllingsområdet er markert med raud ring.

Kvartærgeologisk kart syner at området i hovudsak er dominert av bart berg og tynnt morenedekke.

Det er utført dykkarinnspesksjon av O.E. Hagen som stadfestar at dette også er tilfellet under sjø. Sjå kapittel 6 for detaljert skildring av grunnforhold.

3. Regelverk og myndighetskrav

3.1. Regelverk og veiledere

Gjeldende regelverk og veiledere leggst til grunn for berekningar og vurderingar:

- Byggesaksforskriften SAK 10. [1]
- Byggeteknisk forskrift TEK17. [2]

- NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0-Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. [3]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7-Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler. [4]
- Statens vegvesen Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging. [5]
- Statens vegvesen Håndbok V221 Fyllinger og skråninger [6]
- NVEs veileder 2019/1 Sikkerhet mot kvikkleireskred. [7]

3.2. Kulturminner

Det er ei registrering ute i sjøen, med ID 131781. Registering syner at det er eit anker, truleg brukt som moring i nyare tid. På land er det lagt inn eit kulturminne i databasen av uklar kvalitet.

3.3. Klassifisering

Pålitelighetsklasse (CC/RC): 2

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0, klassifiserar konstruksjonen i fire ulike pålitelighetsklassar (CC/CR). Konsekvensklassar er behandla i standardens tillegg B (informativt), medan rettleiande eksempel på klassifisering av ulike byggverk og konstruksjonar i pålitelighetsklassar er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1(901).

Det skal leggest fylling ut i sjø på gode grunnforhold med bart berg. Hovedutfordring er bratt berg i fyllingsfot og å oppretthalde fyllingsgeometri. Dette gjennomførast etter kjente prinsipp og løysingar utan unormal risiko.

Vår vurdering er at prosjektet havnar inn under pålitelighetsklasse 2.

3.4. Krav til prosjekteringskontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode (0), og nasjonalt tillegg definerer krav til prosjekteringskontroll i henhold til pålitelegheitsklasse i tabell NA.A1 (902).

Pålitelegheitsklasse 2 gir krav om prosjekteringskontrollklasse PKK2 som omfattar eigenkontroll, intern systematisk kontroll (sidemannskontroll) og utvida kontroll. Utvida kontroll for prosjekteringskontrollklasse PKK2 dekkast vanlegvis av uavhengig kontroll etter plan- og bygningslova som beskrive i NA.A1 (903.4).

3.5. Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2016 (Eurokode 7) stiller krav til prosjektering ut frå tre ulike geotekniske kategoriar. Valg av kategori blir gjort ut ifrå standarden sitt punkt 2.1. "Krav til prosjektering".

Det er utført dykkarkartlegging i området som gir god oversikt over grunnforholda.

Vidare skal det benyttast «konvensjonelle typar konstruksjonar, utgravingar og fundamentering uten unormale risikoar».

Prosjektet er vurdert til å havne i **geoteknisk kategori 2**.

3.6. Krav til sikkerheit-/partialfaktor

Krav til sikkerheit-/partialfaktor for lokalstabilitet(utgravingar/oppfyllingar) er angitt i Eurokode 7, tabell NA.A.3.2 og er $\gamma_M \geq 1,4$ for totalspenningsanalyse(Su) og $\gamma_M \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse(a-fi).

3.7. Tiltaksklasse

SAK 10 § 9-4 angir tiltaksklassar for ulike byggeprosjekt og fagområder (tabell 1 i veiledningen). Veiledaren (DiBk. veiledning om byggesak § 9-4. Oppdeling i tiltaksklasser) vektlegger vanskelegheitsgraden avgrunnforholda/fundamenteringsforholda, kor anerkjente metodar som skal benyttast for sikring av utgraving og fundamentering er, kva pålitelegheitsklasse bygget plasserast i iht. NS-EN 1990 +NA og antall etasjar.

Ut frå ei heilheitsvurdering meiner vi prosjektet bør plasserast i geoteknisk **tiltaksklasse 2**. Tiltaksklasse 2 gir krav til uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering.

3.8. Lastforutsetningar

Det er ikkje kjent kva som er planlagt på industriområdet, som forslag nyttast det iht. Håndbok N200, kapittel 205.6 for stabilitetsberegning. Det benyttast ei jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa over heile området. Det skal benyttast ein partialfaktor for trafikklast på $\gamma_Q = 1,3$ som også stemmer overeins med Eurokode 0 tabell NA.A1.2(C).

3.9. Grunntype

Grunnundersøkingane viser at det aktuelle området har lite lausmassar over berg. Grunntype klassifiserast som **grunntype A**. Dette på grunn av at lausmassar over berg < 5m.

3.10. Sikkerheit mot naturpåkjenningar

I henhold til TEK 17 § 7 skal byggverk plasserast, prosjekterast og utførast slik at det oppnås tilfredsstillande sikkerheit mot skade eller vesentleg ulempe frå naturpåkjenningar. Dette kan vere skred, flom, stormflo ol.

Flom og stormflo: Flom og stormflo vurderast som ikkje dimensjonerande for geoteknisk prosjektering for dette prosjektet. 200 års stormflo ligg 0,5 meter under planlagt ferdig høgde på fylling.

Områdestabilitet: Områdestabilitet er vurdert som tilfredsstillande basert på avgrensing med berg i dagen i heile området. Det visast vidare til notat angående områdestabilitet for Engebøprosjektet. [8]

Skredfare: Det er utført skredfaresonekartlegging i samband med prosjektet. Tiltaket havnar utanfor skredfare. [9]

TEK17 § 7 er dermed vurdert ivaretatt.

4. Utfylling

4.1. Framgangsmåte

Det må fyllast med sprengstein, helst med stein frå dagbrot for å minske innhaldet av finstoff og subbus.

Før endeleg prosjektering av fyllinga må det detaljloddast i området og fyllingsfot må planleggast. Dersom det er glatt berg, med helling større enn 1:3 ved fyllingsfot må det sprengast fortanning i berg for å få stabil fylling.

Det etablerast først ei flate langs land som fylling startar frå. All masse tippast inne på etablert flate og blir deretter lagt ut med gravemaskin for å få ei helling på om lag 1:1,5. Når djupna blir større enn at maskin klarar å legge massar ut til fyllingsfot skal det leggest ut maksimalt 5 meters breidde om gangen før profilering av utlagt fylling.

Stabiliteten til fyllinga er styrt av helling på fyllingsfront. Der det blir for djupt til at maskin kan ordne denne må det utførast sprenging for å slake ut fyllinga. Dette utførast ved å legge 1-3 kg ladningar med mellom 5 og 10 meters avstand på fyllingsfront.

For meir utfyllande detaljar rundt utfylling i sjø visast det til kap 2.3.4 i handbok V221 frå Statens vegvesen. [6]

4.2. Stabilitet

Dykkarinspeksjon syner lite lausmasse i området, og fjell synleg innimellom dei fleste stader. Stabilitet i fylling blir ivaretatt med nedsprenging av fyllingsfront som også fører til fortrenging av ev. mindre områder med blautare lausmasse over fjell.

Når dokumentert helling på fyllingsfront er 1:1,5 og fyllingsfot er etablert på fjellhulle er fyllinga stabil.

4.3. Setning

Setning i sprengsteinsmassar er vanlegvis mellom 0,5 og 2%. For fylling i sjø er det i øvre sjktet. Setning vil truleg skje relativt raskt, men fyllinga bør ligge 3-6 månader før bygg etablerast i området. Komprimering av fylling over vasstand utførast etter NS3458.

4.4. Erosjon

Fyllingsfront må plastrast for å unngå bølgeerosjon. Det er ikkje rekna ut steinstorleik i dette notatet, men det må påreknast plastring frå kote -3 til kote +4. Det er også viktig å etablere tilstrekkeleg filterlag mellom plastring og fylling, eller vurderast om utfyllingmassen er tilstrekkeleg.

5. Vidare arbeid

Før endeleg utfylling tek til må fyllingsfot detaljprosjekterast mot eksisterande bergoverflate. Plastring må også prosjekterast.

Det må også utarbeidast kontrollplan for utfylling. Punkt som bør inngå i denne er:

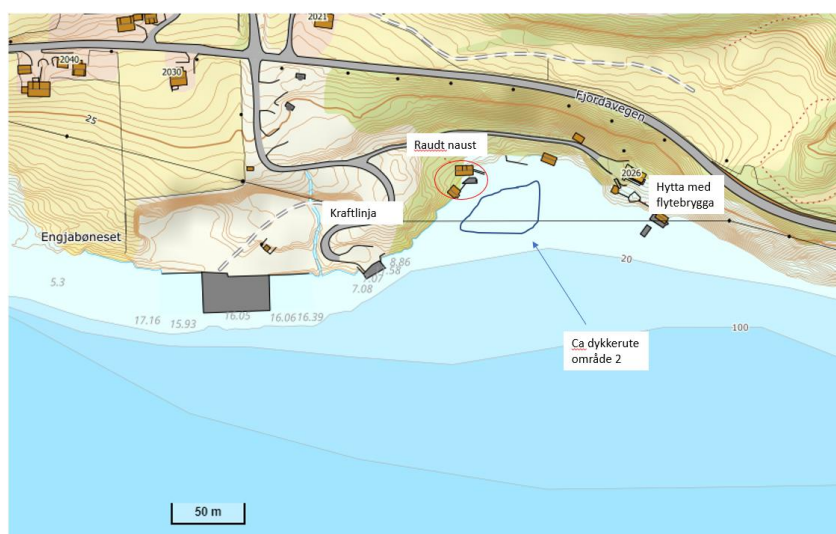
- Detaljert lodding av området før utfylling
- Lodding av utfylling kvar 5. meter utfylling
- Kontroll av helling på fyllingsfront for kvar 5. meter utfylling
- Kontroll av at massetype er sprengstein utan stort subbusinnhald
- Kontroll av at massar blir lagt inne på trygg fylling før utlegging med maskin
- Kontroll av filterlag, og plastringstein

6. Dykkarinspeksjon

6.1. Grunnlag

Filmar frå O.E Hagen i tillegg til djubdemåling og uttalelsar frå dykkar er grunnlaget for notatet:

- Film 20210930-000 (område 1)
- Film 20210930-001 (område 2)



6.2. Samandrag dykkarinspeksjon

Område 1 er prega av mykje fjell, med enkelte hyller der det har samla seg opp lausmassar. Frå land i aust strekkjer fjellet seg ut til ca. 9m djup der berget flatar ut og det samlar seg noko meir lausmassar. Ved 14m djupne stuper berget nedover att. Vest i området er det eit platå frå 12m djupne og innover til 7m djupne med noko meir lausmasse. Alt frå pukk til skjellsand har lagt seg opp på platået, men det er synleg fjell innimellom.

Område 2 er prega av lausmassar ved land og ut til eit djup på 10 meter, men med fjell synleg innimellom. Langs traseen vestover langs 10m-kota er det kun fjell. Frå 10m-kota byrjar berget å helle til brattare skråning. Ved 20m-kota stuper berget. Det er ikkje hyller med lausmasse ut mot djupet.

6.3. Engebø område 1, transkripsjon fra dykkervideo

(ved kai aust 20m- vestover opp til land og midten tilbake)

- Ved land er det fjell med ein gang 3 m djupne
- fjell i overflata, med ein og anna stein oppå
- 9 m fortsatt fjell, noko grov blokk
- Flatar ut, noko meir lausmassar, men ser fjell rett oppi skråninga.
- Ca kailinje ved ytste søylerekke: same case, bratt djupne vidare, 14 m djup.
- Ytste søylerekke: Bergskrent som stuper bratt utover (djubde 19m)
- Vestover langs rygg: Grov stein rett på berg
- Vestover langs rygg: Fjell både over og under dykkar, med lausmasse i hyller nedover
- 12m: bratt utfor
- Kanten på 20m er her også, men det er eit trappetrinn til med berg her
- 15m djup: Fjellet stuper bratt.
- I vestenden på område 1 er det veldig bratt
- Enden på neset! (ca 18m) Stupande fjell. Går opp langs fjellskrent til 12 m., er då fortsatt i fjellskrent. Oppå platået
- Skal ein reinske for å støype ei søyle er det fort gjort, kan berre skubbe lausmassane utfor kanten
- 6,5m lite lausmasse, ser fjell innimellom

- Ikkje mykje fjell, eit belte med lausmasse, sklidd ned svaberg frå land og lagt seg opp på hylle. Alt frå pukk til skjellsand.
- Alt i alt veldig mykje fjell, og nokre hyller med lausmasse som har samla seg opp!

6.4. Engebø område 2, transkripsjon frå dykkarvideo

Start 4m djup, framom raudt naust vedsida av flytebrygga, midt i bukta

- Lausmasse overalt der ein ser, noko pukk, elles sand
- Rett utom neset til hytta med flytebrygga, ingen steinar heller, berre lausmasse (6-7m)
- Fortøyning lengst vest på flytebrygga: fjell og lette massar over (10m)
- Vidare vestover langs 10m kota er det berre fjell (svaberg)
- Innover mot båten(langs 10m kota): ser nedover ca 20m, reint berg
- 9m: bratt nedover, står på fjellhylle
- 7m: fjell med tynt lausmassedekke med noko grovare stein
- 10m: byrjar å helle til brattare skråning, då kjem tydeleg fjell fram
- Generelt fjell under tynt lausm
- Pullert mellom kai og raudt naust: bratt fjellskrent
- 5m djup under bøyer kun sand og grus
- Fjellet kjem fram igjen på 6-8m, medan på midten er det på 10m djup
- Mest lausmasse i område ved blåser i overflata og inn mot land

Gått frå båten nedtil 10-12m, følgd kraftlinja vestover, bort til pullertane mellom kai og naust, opp til 5m så følger 5mkote tilbake til båten. Så vidt lausmasse oppå fjell!

Sjekkar litt djupare på område 2:

- Går rett utover frå dreggen mot 20m djup for å sjekke om det er ein ny terskel lengre ute
- 11m: veldig tydeleg kvar fjellet er, platået endar her
- 20m: ikkje nokon stor hylle, men litt hylle før det stuper bratt
- Går vestover langs 18m, ingen lausmasse
- Ikkje noko ny hylle på 20m djup

7. Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Saksbehandlingsforskriften (SAK10)».
- [2] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17)».
- [3] Standard Norge, «Eurokode 0 - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016)».
- [4] Standard Norge, «Eurokode 7, geoteknisk prosjektering, del 1: Almenne regler, NS-EN 1997-1+NA:2008. 2008».
- [5] Statens vegvesen, «V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2014.
- [6] Statens vegvesen, «V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [7] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred 1/2019,» 2020.
- [8] Asplan Viak, «Områdestabilitet Engebø,» 2022.
- [9] Asplan Viak, «Skredfarevurdering Nordic Mining,» 2018.