SUTU

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 02 Revisjon: 1 Dato: 2025-09-30



Norconsult

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Norconsult

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 01 Revisjon: 02

| | |
|---|---|
| **Oppdragsgiver:** | SUTU |
| **Oppdragsgivers kontaktperson:** | Einar Brimnes |
| **Rådgiver:** | Norconsult Norge AS |
| **Oppdragsleder:** | Bjørn Kleppestø |
| **Fagansvarlig:** | Thomas Seljordslia |
| **Andre nøkkelpersoner:** | Jens Petter Henriksen, André Langnes, Athul Sasikumar, Marius Ugland, Anita Jørgensen, Jenny Bjørnsgaard, Oddvar Siqveland, Jørn-Morten Dahl. Torgeir Isdahl |

| Revisjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| 02 | 2025-10-13 | Oppdatering av trykk og effekt for løsningene for anleggsventilasjon, fremdriftsplan, kostnader og kommentarer fra 3. partskontroll | Marius Ugland m.fl. | Fagansvarlige | Bjørn Kleppestø |
| 01 | 2025-09-30 | Andre utkast av Norconsult bidrag til politisk beslutningsnotat | Marius Ugland m.fl. | Fagansvarlige | Bjørn Kleppestø |
| 00 | 2025-09-22 | Første utkast av Norconsult bidrag til politisk beslutningsnotat | André Langnes m.fl. | Fagansvarlige | Bjørn Kleppestø |

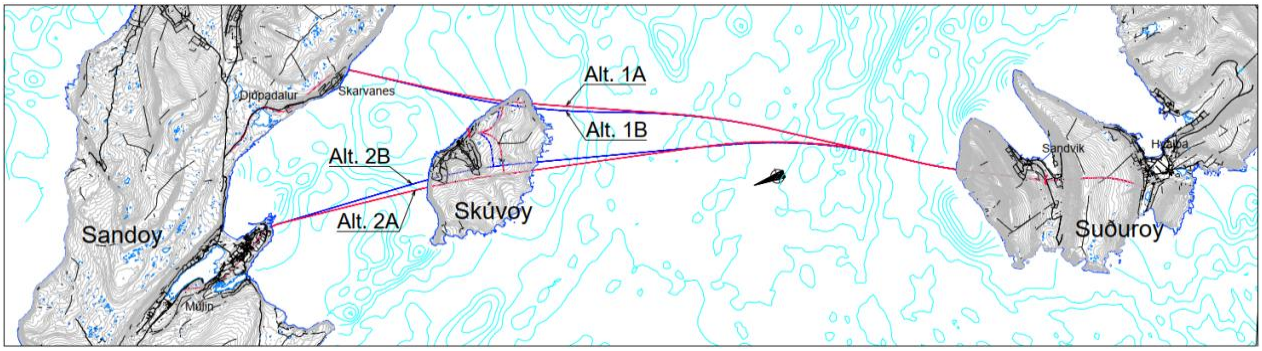
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet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

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Norconsult

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 01 Revisjon: 02

# Sammendrag




Lengder for tunnelene og lengder for tunnelarm opp til Skúvoy varierer for alternativ 1A, 1B og 2A og 2B. Se tabell under.

| | Lengde hovedtunnel | Lengde tunnel Skúvoy | |
|---|---|---|---|
| **Alternativ 1A** | **22 747** | **1 550** | Ikke tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 1B** | **22 762** | **1 421** | Tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 2A** | **26 275** | **1 870** | Ikke tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 2B** | **26 305** | **1 393** | Tunneldrift fra Skúvoy |

**Sammendrag av kostnadene for alternativ 1A, 1B og 2A og 2B.**

Nedenfor følger et sammendrag for kostnader og byggetid for alternativene.

| Kostnader summert | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 2A | Alternativ 2B |
|---|---|---|---|---|
| Hovedtunnel | 3 981 MNOK | 3 984 MNOK | 4 599 MNOK | 4 604 MNOK |
| Sikre rom i tunnel (44/52 stk) | 360 MNOK | 360 MNOK | 416 MNOK | 416 MNOK |
| Tunnelarm Skúvoy | 250 MNOK | 229 MNOK | 301 MNOK | 224 MNOK |
| Arbeider og rigg Skúvoy | | 976 MNOK | | 986 MNOK |
| | | | | |
| **Sum entreprisekostnad** | **4 591 MNOK** | **5 549 MNOK** | **5 316 MNOK** | **6 230 MNOK** |
| | | | | |
| År med tunneldriving | 5,5 år | 4,9 år | 7,3 år | 4,8 år |
| År samlet byggetid | 8,1 år | 6,7 år | 9,0 år | 7,3 år |

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Norconsult

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 01 Revisjon: 02

# Innhold


| | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | **Arbeid fra Skúvoy** | | **5** |
| | 1.1 | Beskrivelse og skissering av byggeplass, med skurby, kontorer, værksteder, lager, stendepot m.m. | 5 |
| | 1.2 | Beskrivelse av nødvendig beredskap | 13 |
| | 1.3 | Beskrivelse av leveranseforhold til byggeplassen | 14 |
| | 1.4 | Beskrivelse av nødvendige havnefasiliteter | 15 |
| | 1.4.1 | Brukerbehov | 16 |
| | 1.4.2 | Dimensjonerende fartøy | 16 |
| | 1.4.3 | Datagrunnlag | 16 |
| | 1.4.4 | Bølgebilde | 17 |
| | 1.4.5 | Havneutforming | 17 |
| | 1.4.6 | Anleggsgjennomføring og byggetid – Havneutbygging, Alternativ 1 | 26 |
| | 1.5 | Miljø, inkl Ramsar, IBA område o.l. | 30 |
| **2** | **Kostnader** | | **34** |
| | 2.1 | Overordnet vurdering kostnader ved økning fra T9,5 til T10,5 | 39 |
| **3** | **Linjeføring 1** | | **40** |
| | 3.1 | Tunnel, Sandvík-Djúpadalur 1A | 40 |
| | 3.1.1 | Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon | 40 |
| | 3.1.2 | Beskrivelse av løsning inkl. pumping | 43 |
| | 3.1.3 | Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden | 44 |
| | 3.1.4 | Miljøforhold | 46 |
| | 3.1.5 | Tidsplan for prosjektering og bygning | 46 |
| | 3.1.6 | Kostnadsoverslag | 47 |
| | 3.1.7 | Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy | 48 |
| | 3.2 | Tunnel, Sandvík-Djúpadalur med bygning fra Skúvoy 1B | 48 |
| | 3.2.1 | Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon | 48 |
| | 3.2.2 | Beskrivelse av løsning inkl. pumping | 50 |
| | 3.2.3 | Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden | 52 |
| | 3.2.4 | Miljøforhold | 53 |
| | 3.2.5 | Tidsplan for prosjektering og bygning | 54 |
| | 3.2.6 | Kostnadsoverslag | 55 |
| | 3.2.7 | Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy | 56 |
| **4** | **Linjeføring 2** | | **57** |
| | 4.1 | Tunnel, Sandvík-Traðardalur 2A | 57 |
| | 4.1.1 | Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon | 57 |
| | 4.1.2 | Beskrivelse av løsning inkl pumping | 60 |
| | 4.1.3 | Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden | 62 |
| | 4.1.4 | Miljøforhold | 63 |
| | 4.1.5 | Tidsplan for prosjektering og bygning | 64 |

4.1.6 Kostnadsoverslag 65
4.1.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy 66
4.2 Tunnel, Sandvík-Traðardalur med bygning fra Skúvoy 2B 67
4.2.1 Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon 67
4.2.2 Beskrivelse av løsning inkl. pumping 69
4.2.3 Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden 71
4.2.4 Miljøforhold 72
4.2.5 Tidsplan for prosjektering og bygning 72
4.2.6 Kostnadsoverslag 74
4.2.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy 75
**5 References 76**
**Appendiks A 77**

# 1 Arbeid fra Skúvoy

## 1.1 Beskrivelse og skissering av byggeplass, med skurby, kontorer, værksteder, lager, stendepot m.m.

Tunneldriving fra Skúvoy vil kreve et stort og robust riggområde som ivaretar alle nødvendige fasiliteter, og i tillegg er selvforsynte over en viss periode. Listen nedenfor viser nødvendige riggfasiliteter og funksjoner som må ivaretas på riggområdet. Listen er ikke uttømmende.

Rigg for tunneldriving

- Ventilasjonscontainere
- Renseanlegg/vannbehandlingsanlegg for prosessvann
- Verkstedtelt
- Lagertelt/lagerområder, også oppvarmet
- Miljø og avfallscontainere
- Slurrytelt
- Sprengstofflager / sprengstoffcontainer
- Skift- og spisebrakker, kontorbrakker
- Generatorer og strømtilkobling
- Maskinoppstillingsplasser og p-plasser
- Betongstasjon med tilhørende fasiliteter
- Diverse containere for hydraulikk, elektro, borstål, etc.

Rigg for anleggsdriften

- Komplett boligrigg med tilhørende fasiliteter
- Mobilt knuseverk
- Masselagring/mellomlagring/plass til massehåndtering
- Olje- og drivstofflager
- Vasketelt/vaskeplass
- Vanntanker for reservevannforsyning/buffertanker
- Helikopterlandingsplass
- Kaianlegg

**Mulig utforming av riggområde på Skúvoy**

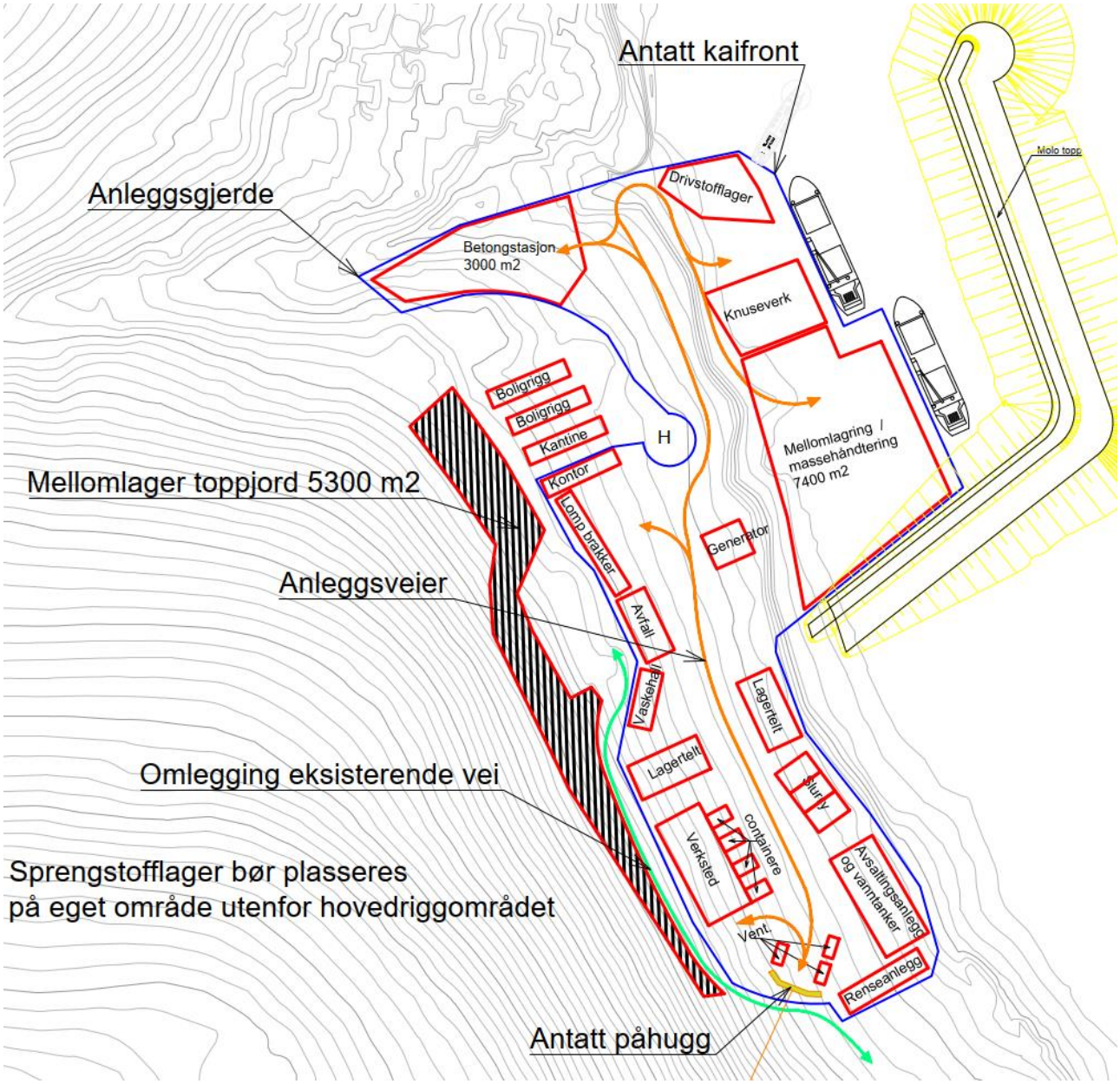
Areal til riggområdet dikteres av der linjeføringer fra tunnelen kommer opp. Det tas utgangspunkt i bruk av det arealet som ligger nærmest tunnelpåhugget. En mulig utforming av riggområde på Skúvoy er vist i Figur 1-1. Det understrekes at dette er et forslag til møblering av riggområdet, og er på ingen måte gjennomarbeidet nok til å hensynta optimaliseringer med tanke lokale støv, støy og driftsforhold internt på anlegget. Det er kun en dokumentering av gjennomførbarhet og fleksibilitet, nok til at entreprenør og byggherre kan optimalisere interne møbleringer i en eventuell senere fase. Arealene angitt i Figur 1-1 består av et ca. 50 000 $m^2$ inngjerdet riggområde i tillegg til ca. 9 000 $m^2$ til boligrigg, kantine, sprengstofflager og til mellomlagring av toppjord. Området består i dag av et gressklædde og åpent området. Deler av området ligger i skrått og utfordrende terreng, hvor strandlinjen er loddrett 15-20 meter rett ned i havet. Det vil kreve et relativt omfattende arbeid for opparbeidelse av en anleggsvei ned til kaiområdet. Skrått terreng lengre inn fra sjøen og innenfor riggområdet, legger også begrensninger på utstrekningen og bredden på anleggsbeltet. Fasiliteter som drivstofflager, betongstasjon og masselagring bør mest sannsynlig plasseres så nært kai som mulig, dette for enkel transport til/fra båt. Drivstoff, oljer osv. kan da eventuelt enkelt pumpes direkte fra

tankbil/båt til lagertanker. Det samme gjelder for sement, tilslag, steinmasser og liknende, som kan blåses eller transporteres på conveyor direkte på land og i silo. Mellomlagring av toppjord vil kreve betydelige arealer, og vil være nødvendig for tilbakeføring av arealene etter avsluttet anlegg og for eventuell bevaring av lokal frøbank. Det antas at gjennomsnittlig tykkelse på toppjordlaget er 0,5 meter. Utvidelsesfaktor på 1,2 og lagringshøyde mellom 3 og 4 meter gir arealbehov på 6 000 til 8 000 $m^2$ inkludert tillegg for internveier, voller av sprengstein for sikring av løsmassene, samt øvrig arealer for løsmassehåndtering. Det skrå terrenget i området vanskeliggjør avsetting av tilstrekkelig arealer for dette. I Figur 1-1 er det satt av ca. 5 000 $m^2$, men dette antas da ikke å være tilstrekkelig for mellomlagring av alt av toppjord, og man er derfor avhengig av å finne tilleggsarealer på øya. Eventuelle løsmasser mellom toppjord og fast berg som må fjernes og det antas at disse massene må transporterteres bort fra øyen. Disse massene kan eventuelt erstattes med finere fraksjoner sprengstein ved tilbakeføring av riggområdet til gressareal.

Adkomst til helikopterplass og kirkegård (Graveyard Skúvoy) forutsettes opprettholdt under hele anleggsgjennomføringen.

Støy og støv fra anleggsdriften kan ha betydelig påvirkning på både nærmiljøet og naboer, og det er viktig at slike ytre miljøpåvirkninger håndteres med omtanke. Støy fra massehåndtering, pukkverk, sprengning, kjøretøy og vifter kan føre til uønsket høy belastning for omkringliggende bebyggelse og områder. Viftestøy, som oppstår ved ventilasjon, kan være særlig sjenerende dersom det ikke skjer en tilstrekkelig skjerming. I tillegg kan støv fra knusing og transport av masser, spre seg til nærliggende boliger og naturområder, spesielt ved tørt vær og ugunstig vindretninger. For å redusere disse påvirkningene finnes det flere avbøtende tiltak, som bruk av telt for å kapsle inn støvende prosesser, samt etablering av levegger for å dempe støy og hindre støvspredning. Ventilasjonsvifter kan støy-isoleres, men en vil ikke eliminere støy fullstendig. Sprengningsarbeider bør planlegges nøye med varsling og tidsstyring for å minimere ulemper. Samlet sett må hensyn til naboer og det ytre miljø være en integrert del av anleggsplanleggingen, slik at både trivsel og miljøkvalitet ivaretas.

Bruk av telt og andre vindutsatte konstruksjoner som verksted-, vaske- eller lagringstelt på anleggsplassen med høy eksponering for vind, vil innebære en betydelig risiko. Sterk vind kan føre til skade på teltduker, løsne forankringer og i verste fall velte hele konstruksjonen, noe som kan medføre fare for personell, utstyr og driftssikkerhet. For å redusere risikoen må telt og konstruksjoner dimensjoneres og forankres i henhold til lokale vindforhold på stedet, og det bør vurderes bruk av mer robuste løsninger som faste bygg eller containere der det er mulig. Levegger og vindskjermer kan også bidra til å skjerme utsatte områder, men må selv være solid konstruert og godt sikret mot vindkrefter.




*Figur 1-1 Mulig utforming av riggområde Skúvoy. Totalt arealbruk er ca. 45 000 m², hvorav ca. 10 000 m² er plassert på opparbeidet sjøarealer i forbindelse med kaianlegg. På tegning vises 2 stk. oppstillingsplasser for lastebåter, men det er kun tatt med kostnader for 1 stk.*

**Beskrivelse av vesentlige riggfasiliteter**

*Betongblandeverk*

For å kunne gjennomføre rasjonell tunneldrift fra Skúvoy er man helt avhengig av å etablere et mobilt betongblandeverk i nærheten av anleggsområdet. Betong brukes kontinuerlig i tunnelbygging, blant annet til sprøytebetong for bergsikring, men også for å dekke eventuelle behov for fundamenter og andre konstruksjonsarbeider. Dersom betong måtte fraktes inn fra fastlandet, ville man stå overfor betydelige

utfordringer knyttet til logistikk, værforhold og transporttid, noe som lett kunne medført forsinkelser, redusert kvalitet og høyere kostnader. Et betongblandeverk på Skúvoy sikrer at man alltid har tilgang til fersk betong med riktig kvalitet, samtidig som det gir fleksibilitet til å tilpasse produksjonen etter fremdriften i prosjektet. Man blir da kun avhengig av forsyninger av sement og tilslag, dersom ikke tilslag kan produseres lokalt. Drift av et mobilt blandeverk vil kreve betydelige arealer for massehåndtering, vask, parkering og nødvendig logistikk. Et mobilt anlegg som dette, krever omtrent 3 000–5 000 m² og bør helst plasseres nær en kai for enkel transport. Anlegget vil trenge tilgang til vann, avløpssystem og strøm. Om det ikke er drikkevannskvalitet, må dette testes for å sikre at kvaliteten er tilstrekkelig for betongproduksjon.



*Figur 1-2 Eksempel på mobilt blandeverk. Kilde: https://www.olenbetong.no/nyheter/stort-potensiale-med-mobile-blandeverk*

*Forbruksmateriell, drivstoff, oljer, vann, slurry osv.*

For å sikre selvforsyning over lengre perioder vil det være nødvendig å etablere kapasitet for lagring av store mengder kritiske materialer og forsyninger. Dette omfatter blant annet olje, drivstoff, sprengstoff, bolter, armering, sement, vann og matvarer. Flytende materialer vil kreve tanker med en kapasitet på 10–25 m³, mens øvrige forsyninger må lagres både innendørs (oppvarmet) og utendørs etter behov. Det totale lagerbehovet vil være avhengig av hvor lang tid anlegget planlegges å være selvberget. All plassering og lagring skal gjennomføres i tråd med gjeldende nasjonale lover og forskrifter.




*Figur 1-3 Eksempel generator 1.25 MW Kilde: https://www.prpower.com.au/case-studies/containerised-diesel-generator-for-port-lincoln/*



*Figur 1-4 Eksempel drivstofftank 20 m³ Kilde: https://besol.no/*

*Arealer for massehåndtering og lagring*

Håndtering av masser vil være en sentral del av prosjektgjennomføringen. Tunneldriving medfører betydelige mengder tunnelstein som må mellomlagres og omlastes til båt for videre transport. For å sikre en effektiv logistikk anbefales det at mellomlagrings- og omlastingsområder lokaliseres i nær tilknytning til kai. Det må i tillegg avsettes tilstrekkelig bufferkapasitet i riggområdet for å kunne lagre sprengstein over lengre perioder dersom sjøtransport ikke vil være mulig.




*Figur 1-5 Omlasting masser på lekter: Kilde Norconsult AS*

*Mobilt knuseverk/pukkverk*

Et mobilt knuseverk/pukkverk kan bli nødvendig på et slikt anlegg fordi tunneldriften produserer store mengder overskuddsmasser som må håndteres effektivt. Ved å knuse og sortere massene på stedet kan deler av overskuddsmassene eksempelvis gjenbrukes som tilslag i betong, opparbeidelse av riggområder, anleggsveier, eller som fyllmasser i tilknytning til anleggsarbeidet, noe som reduserer behovet for import/eksport a masser. Tunnelmasser fra dette anlegget forventes å være av blandet kvalitet og vil sannsynlig vis ikke oppfylle alle krav for å tilfredsstille kvalitet til bruk som del av det permanente anlegget, slik som bærelag, tilslag til betong og liknende, men vil være godt nok for bruk i midlertidige riggområder og anleggsveier. Et mobilt knuseverk vil kreve omtrent 3 000–5 000 m², avhengig av massebehov og lagringstid. Det må i tillegg tas med arealer for lagring og håndtering av knuste masser.



*Figur 1-6 Eksempel på mobilt knuseverk. Kilde: Norconsult AS*

*Renseanlegg for prosessvann*

Renseanlegg for prosessvann etableres normalt som containerbaserte enheter. Anleggene renser brukt tunnelvann før videre gjenbruk eller utslipp til resipient. I tillegg må det etableres containere eller andre ordninger for lagring av renset vann, både for gjenbruk i produksjonen og som buffervolum. Dette er særlig viktig for å sikre stabil drift i perioder med begrenset vanntilførsel eller midlertidige driftsstans. Prosessvann må byttes ut ved jevne mellomrom for å opprettholde riktig kvalitet, spesielt viktig er dette ved driving av undersjøisk tunnel.




*Figur 1-7 Typisk containerbasert renseanlegg for prosessvann. Kilde: https://rentalgroup.no/produkter/containertech-381/?srsltid=AfmBOorRDeHjaBC4fMcjeGRIGxsGpKAq4vryEvHWmJK2bIkjZIh5loof*

*Verkstedtelt, lagertelt, vasketelt og slurrytelt.*

Anlegget må ha verkstedtelt for vedlikehold av maskiner, oppvarmede lagertelt/containere for reservedeler og forbruksutstyr, oppvarmede vasketelt for maskiner og utstyr, samt slurrytelt for midlertidig lagring og håndtering av injeksjons- og tunnelblandinger. Teltløsningene skal være funksjonelle og plassert for effektiv logistikk på riggområdet.



*Figur 1-8 Typisk telt for verksted, lager, vask etc. Kilde: https://www.hallgruppen.no/arbeidstelt/verkstedstelt/*

**Massehåndtering**

Gjennomføring av tunneldriving fra Skúvoy forutsetter etablering av molo og kaianlegg/havn for etablering av nødvendig forsyningssikkerhet. I den innledende fasen må stein fraktes fra Sandoy til Skúvoy med lastebil og båt for å muliggjøre bygging av moloen. Resterende steinmasser til molobygging tas fra Sandoy og Skúvoy.

Transport av steinmasse på Sandoy må skje via Sandur, som innebærer kjøring gjennom tettbebygde områder med trange gater og nærhet til bebyggelse og boliger. Dette vurderes som en utfordring, både med tanke på trafikksikkerhet og miljøbelastning, spesielt i perioder med høy transportintensitet.

For å redusere de negative konsekvensene, anbefales det å gjennomføre avbøtende tiltak, som trafikkregulering, støvbegrensning og informasjon til beboere.

Det er foreløpig beregnet at første sommerhalvåret må omtrent 85 000 løse kubikkmeter sprengstein transporteres fra Sandoy med lastebil, tilsvarende rundt 4 700 lass, basert på en kapasitet på 18 m³ per lastebil. Denne mengde vil bli større dersom det blir behov for å hente mer stein fra Sandoy, for å sikre fremdriften i bygging av molo og kaianlegg på Skúvoy. Denne transporten vil være særlig intensiv, da det er avgjørende at moloen på Skúvoy bygges så raskt som mulig for å sikre fremdrift i prosjektet.



*Figur 1-9: 78-79 Heimasandsvegur. Transport av masser fra Sandoy til molobygging på Skúvoy må passere bebyggelse i Sandur som er veldig tett på transportveiene.*

Omlasting på båt i Sandur vil kreve nøye planlagt arealbruk og effektiv logistikk på kaien for å sikre sikker og kontinuerlig drift. Det må avsettes tilstrekkelig plass til noe mellomlagring av massene, samt til manøvrering av gravemaskiner og transportkjøretøy. Adkomstveier må holdes åpne for lastebiler som leverer masser, og det bør etableres tydelige soner for lossing og transport og øvrig drift av kaianlegget.




*Figur 1-10 Oversiktsbilde av kaianlegg i Sandur, hvor det vil bli behov for arealer i forbindelse med omlasting av masser på båt.*

For beregning av volum og transportmengder er det benyttet standardiserte omregningsfaktorer i henhold til Statens vegvesens håndbok R761 – Prosesskode 2. Disse faktorene gir et grunnlag for å konvertere mellom fast og løs masse, og er gjengitt i Tabell 1-1.

| Type masse | [a] Omregningsfaktor i forhold til teoretisk fast masse | | |
|---|---|---|---|
| | Teoretisk fast | Løs | Anbragt |
| Tunnelstein og stein fra grøft | 1,00 | 1,80 | 1,50 |
| Øvrig sprengstein | 1,00 | 1,60 | 1,40 |
| Morene, sand, grus | 1,00 | 1,25 | 1,10 |
| Leire, silt | 1,00 | 1,15 | 1,00 |
| [a] Dette er gjennomsnittstall som vil variere noe med blant annet sprengningsmetode og bergart. Overberg inkludert | | | |

*Tabell 1-1 Omregningsfaktorer fra fast til løs masse, basert på Statens vegvesens håndbok R761 – Prosesskode 2.*

## 1.2 Beskrivelse av nødvendig beredskap

Tunneldriving fra en mindre øy slik som Skúvoy er utfordrende, da man ikke har direkte tilgang til nødvendig infrastruktur, materialer og forsyninger som trengs for anleggsdrift og bygging. På grunn av værforhold og eventuelle andre klimatiske og/eller uforutsette forhold, er det sannsynlig at det kan oppstå lengre perioder der ene er avskåret uten mulighet for sjøtransport til/fra Skúvoy. Man vil da være helt avhengig av å ha tilstrekkelig bufferkapasitet på nødvendig utstyr, maskiner og masser på anlegget. Det forutsettes derfor at anlegget skal kunne opprettholde drift i 3 uker uten mulighet for hverken import eller eksport av nødvendig materiell, masser og forsyninger.

Riggområdet må derfor ivareta tilstrekkelig bufferkapasitet på mellomlagring av sprengstein, drivstoff, vann, og lagerområder.

- Mellomlager for sprengstein må dimensjoneres for:
  - Tunnelproduksjon fra perioder med opptil to stuffer
  - Gjennomsnittlig inndrift 40 m/uke/stuff
  - Tverrsnitt tunnel = T9,5 = 66,6 $m^2$
  - Utvidelsesfaktor 1,6 fra faste til anbrakte kubikkmeter

Gjennomsnittlig tunnelproduksjon i 3 uker, vil produsere 25 000 $plm^3$ sprengstein som vil trenge mellomlagring før videre transport på båt. Til dette trengs i størrelsesorden 5 000 til 6 000 $m^2$ inkludert tillegg for internveier og arealer for massehåndtering.

- Lagerkapasitet for drivstoff basert på maskinpark og estimert forbruk. Anslått lagerkapasitet på drivstoff er 80-120 $m^3$
- Slurryforbruk vil variere mellom 5 og 18 tonn pr. uke. Man må ha bufferkapasitet på ca 50 tonn slurry på anlegget, noe som vil kreve minimum 3 stk. 10 $m^3$ lagringstanker
- Lagerkapasitet for vann, både prosessvann, drikkevann og brannvann/slokkevann. (Avhengig av tilgjengelig lokal vannforsyning) Anslått bufferkapasitet 50 – 150 $m^3$. Det forutsetter at deler av prosessvannet kan renses og gjenbrukes.

Andre svært viktige forhold som er helt nødvendig å ivareta ved eventuell anleggsdrift fra Skúvoy, der potensielt klimatiske påvirkninger gjør at man må opprettholde en grad av selvberging over en viss periode.

- Brann og slukking: Tunnelarbeid innebærer bruk av maskiner, elektrisk utstyr og sprengstoff, som gir økt brannrisiko. Det må derfor være tilgjengelig brannslukkingsutstyr, opplært personell og rutiner for rask innsats ved branntilløp.
- Evakuering og helikoptertilgang: I alvorlige hendelser som ulykker eller brann, må det være mulig å evakuere personell raskt. En helikopterplass med tilstrekkelig kapasitet og koordinert tilgang til luftambulansetjenester er avgjørende.

- Beredskap ved sjøarbeider: Arbeid nær eller på sjøen krever tiltak mot drukning, fall og ulykker med fartøy og maskiner. Det må være tilgjengelig redningsutstyr, redningsbåt, flytevester, og prosedyrer for sjøredning.
- Førstehjelp: Med eventuell begrenset tilgang til helsepersonell må det være etablert lokal førstehjelpsberedskap, inkludert medisinsk utstyr, opplært personell og rutiner for behandling av skader og sykdom.
- Samband: Stabil og sikker kommunikasjon er kritisk for koordinering av innsats, varsling og kontakt med eksterne aktører. Det må være nødnett, radiosamband og backup-løsninger for kommunikasjon.

## 1.3 Beskrivelse av leveranseforhold til byggeplassen

Ved etablering av tunnelanlegg uten fastlandsforbindelse, stilles det særlige krav til planlegging og gjennomføring av leveranser av nødvendige materialer, utstyr og forsyninger. Når anlegget skal være selvhjulpet i minimum tre uker, må det etableres betydelig lagerkapasitet, sikre forsyningslinjer og gode rutiner for mottak og kontroll.

- Sement og tilslag leveres normalt som bulk, blåses over i silo på land og lagres med det tørt og frostsikkert
- Diesel må lagres i godkjente tanker med tilstrekkelig volum for drift av maskiner, generatorer og andre transportmidler.
- Materialer som sikringsbolter, armering, tunnelinnredning osv. må være tilgjengelig i tilstrekkelige mengder for å opprettholde fremdrift og sikkerhet. Slike byggematerialer trengs ikke lagres frostsikkert, men det er en stor fordel om det kan lagres under tak.
- Slurry må til enhver tid lagres og transporteres tørt og oppvarmet. Dette vil kreve omstendelig planlegging og logistikk for å opprettholde stabil og tilstrekkelig forsyning til anlegget.
- Maskiner og utstyr må være på plass før oppstart, inkludert reservedeler og verktøy for vedlikehold. Konstant tilførsel av reservedeler og utstyr/verktøy for vedlikehold må opprettholdes i hele byggeperioden.
- Matforsyning for hele mannskapet må planlegges for minst tre uker, inkludert tørrvarer, kjølevarer og drikkevann. Det må være etablert kjøle- og fryselager, samt rutiner for håndtering av avfall og hygiene.
- Helikopter bør være tilgjengelig for kritiske leveranser eller andre forhold.
- Det må etableres mottaksrutiner og varekontroll for å sikre at alt utstyr og materiell er i henhold til spesifikasjoner og mengder.
- Det bør utpekes logistikkansvarlig som skal ha kontroll på forbruk, restlager og behov for nye forsyninger.
- Det må også etableres gode avtaler og rutiner på leveranser av avfall, spilloljer, restmaterialer osv. for å frigjøre lagerareal.

## 1.4 Beskrivelse av nødvendige havnefasiliteter

I denne seksjonen er det beskrevet et utkast til havneplan hvor det er lagt vekt på følgende forhold.

1. Teknisk gjennomførbarhet, dvs. at havnen kan bygges
2. Logistisk gjennomførbarhet, dvs. at havnen kan bygges i faser som samsvarer med behovet i tunnel-prosjektet, og med ressurser som realistisk sett kan tilføres.
3. Den lokale infrastrukturen på Skúvoy (veier, kaier, broer, osv.) må antas å være svak og ikke egnet for å betjene et så stort anlegg som den nye havnen.
4. Havnen skal bygges til en så lav kostnad som mulig.
5. Havnen skal ha en minst mulig konsekvens for det generelle miljøet på land og i sjøen, under en forutsetning om at anlegget skal kunne fjernes når byggeperioden er over.



*Figur 1-11 Lokasjon for anleggshavn ved Skúvoy*

### 1.4.1 Brukerbehov

Havnen skal støtte tunnelbygging fra Skúvoy ved å håndtere:

- Ferge med daglige forsyninger til byggeplassen (materialer, personell, drivstoff, mat og drift).
- Transport av steinmasser ut fra Skúvoy.
- Transport av kvalitetsmasser til Skúvoy.
- Sikker havn for skip og fartøyer.

### 1.4.2 Dimensjonerende fartøy

***Ferge***

Det forventes en ferge langs Sam-ruten som skal betjene Skúvoy og kunne levere nødvendige forsyninger til byggeplassen og øya året rundt. Fergen skal kunne håndtere:

- Transport av daglige forsyninger og varer
- Catering og leveranser til byggeplass og kantine
- Transport av byggematerialer, personell og andre nødvendige ressurser

***Steinskip***

For transport av tunnelmasser og stein ut fra Skúvoy kreves det spesialiserte havgående steinfartøy med lukket last og følgende antatte dimensjoner:

- Lengde: ca. 75 meter
- Dypgang: ca. 6 meter

Disse fartøyene vil være avgjørende for å sikre effektiv logistikk og stabil fremdrift i prosjektet, og de representerer derfor viktige dimensjonerende forutsetninger for utforming av kaier, havnebasseng og manøvreringsarealer.

### 1.4.3 Datagrunnlag

1. Bølgeforhold i og utenfor havnen (DHI-notat, juli 2004) [1]

Dette tekniske notatet omhandler bølgeforholdene i og utenfor Skúvoy Havn. Vurderingene er basert på:

- Bølgemålinger utført utenfor havna med en ADCP (“workhorse”).
- Bølgemålinger inne i havna ved to trykkceller.
- Statistiske analyser av bølgeklimaet basert på ca. 4 år målinger ved en bøye plassert ca 20 km vest for Skúvoy, dvs på motsatt side av øya (Vestbøyen).
- Hindcast-data fra British Met Office for posisjoner på dypt vann rundt Føroyar.

Hovedhensikten med notatet er å dokumentere bølgeklimaet ved Skúvoy og å vurdere hvordan bølger fra ulike retninger påvirker både dagens havneforhold og planlegging av nye havnetiltak. Notatet danner grunnlaget for forståelsen av bølgeklimaet og er brukt som input til havneutforminger.

2. Hydrauliske modellforsøk (DHI-rapport, mars 2005) [2]

Denne rapporten bygger videre på resultatene fra bølgenotatet og omhandler modellforsøk for å redusere bølgeuro i dagens havn. Hovedinnholdet inkluderer:

- Fysiske modellforsøk av bølgeforhold og havneutforminger
- Tester av ulike forslag til nye moloer og havneløsninger

- Beregning av bølgehøydekoeffisienter inne i havnen
- Stabilitetsforsøk for moloer og dimensjonering av konstruksjoner.

Rapporten konkluderer med anbefalinger for optimal utforming av havna for å redusere bølgepåvirkning. Denne rapporten gir verdifull informasjon om lokalt bølgeklima, men anbefalinger om ny havneutforming gjelder kun dagens havn.

### 1.4.4 Bølgebilde

For å kartlegge bølgeforholdene ved Skúvoy ble det gjennomført en bølgeanalyse av DHI – Institut for Vand og Miljø (2004) i rapporten "Bølgeforhold i og utenfor havnen" [1]. Hensikten med DHI-notatet var å dokumentere bølgeklimaet i området og vurdere hvordan bølgepåvirkning fra ulike retninger påvirker både dagens havn ved Skúvoy og planlegging av nye havnetiltak.

- Bølgepåvirkning: Havnen er utsatt for både lokale bølger og dønninger fra dypt vann. Dyphavsbølger er den viktigste årsaken til uro i havnen.
- Tidevann: Maksimal målte vannstandsforskjell er ca. 1,9 m.
- Strømmer: Det er registrert strømhastigheter på opptil 0,6 m/s nordover og 0,4 m/s sørover.

Resultatene viser at bølgene utenfor havna hovedsakelig kommer fra østlige og sørøstlige retninger (90°–150°), og at disse retningene gir de største bølgehøydene. Det ble også registrert betydelig bølgepåvirkning fra nordøstlig sektor (30°–60°), mens bølger fra nordvest, vest og sørvest har liten betydning på grunn av naturlig skjerming fra land.

De høyeste signifikante bølgehøydene ($H_{m0}$) målt utenfor dagens havn i måleperioden var omtrent 3,5 m. Modellering basert på langtidsstatistikken fra Vestbøjen viser imidlertid at bølgehøyder opp mot $H_{m0} \approx 4{,}3$ m kan forekomme under ekstreme hendelser.

For dimensjonerende beregninger er det lagt til grunn en signifikant bølgehøyde på $H_{m0}$ = 5,0–5,5 m, basert på ekstrapolering av langtidsdata.

Analysen og modellforsøkene [1] [2] identifiserer følgende retninger som mest utsatte:

| Retning | Kritikalitet | Kommentar |
|---|---|---|
| Øst (E) | Ekstrem | Gir høyeste trykk på konstruksjoner og molo |
| Sørøst (ESE) | Kritisk | Hyppigste og høyeste bølger i området |
| Nordøst (NE) og Sørøst (SE) | Moderat | Gir merkbar uro, men mindre enn E og ESE |
| **Tp = 15–18 s** | Kritisk | Langperiodiske bølger forsterker uro pga. havnens egensvingning (gjelder dagens havn) |

### 1.4.5 Havneutforming

#### *1.4.5.1* Generelle rammer for utforming

Lokasjonen for nyanlegget ligger på østsiden av Skúvoy, og er eksponert for bølger fra en bred sektor mellom nordøst (30°) og sørøst (160°). Bølgeanalysen utført av DHI [1] viser at de mest belastende forholdene skyldes dønningsbølger fra østlige og sørøstlige retninger (90°–150°). Disse gir de største bølgehøydene utenfor havna, og det er derfor avgjørende å prioritere skjerming mot disse retningene.

Bølger fra nordøst bidrar også til belastning, men anses mindre kritiske. I begge foreslåtte havneplaner (Alternativ 1 og 2) er moloen derfor lagt mot sørvest med åpning mot nordøst, for å skjerme best mulig mot bølger fra øst og sørøst. Innseiling vil dermed skje fra nordøstlig retning (se Figur 1-12 og Figur 1-14).

For fylling og molo er det lagt til grunn en skråningshelning på 1:1,5. I detaljprosjektfasen må dette vurderes med tanke på geoteknisk stabilitet. Den optimale helning på moloen er også avhengig av tilgjengelig steinkvalitet. Med god blokkstein vil det være mulig å øke helningen til 1 : 1.3, hvilket vil redusere massebehovet og forenkle byggeprosessen.

#### *1.4.5.2* Kriterier for havneutforming

Ved vurdering av ulike havnealternativer er følgende kriterier lagt til grunn:

- Byggetid: Hvor raskt molo og havnebasseng kan etableres.
- Midlertidighet: Havna skal kun brukes i anleggsperioden for tunnelprosjektet, og deretter fjernes. Dette taler mot å etablere en for stor og kostbar løsning, siden anlegget ikke skal brukes permanent.
- Nedetid: Forventet grad av driftsstans som følge av bølgepåvirkning og manøvreringsutfordringer.
- Manøvreringsmuligheter: Tilgjengelig plass for stopp, vending og sikker innseiling.
- Det er forutsatt at skip for eksport av tunnel-stein er selvgående fartøyer (ikke lektere)
- Behov for slepebåter/taubåter: Hvor avhengig fartøyene vil være av ekstern assistanse ved anløp og avgang.

#### *1.4.5.3* Bredde innseiling

Minimumbredden på innseilingsområdet bestemmes av fartøyenes størrelse og manøvreringsevne. I tillegg må det tas hensyn til vind, strøm og bølger, som kan påvirke kurs og stabilitet. For å ivareta sikkerheten kreves det ekstra margin for sideveis avdrift, særlig under krevende værforhold.

Åpningen må samtidig ikke være for stor, da dette vil gi økt bølgepåvirkning i havnebassenget. Basert på en samlet vurdering av fartøystørrelse, bølgepåvirkning og behov for slepebåtassistanse, er en innseilingsbredde på ca. 50 meter vurdert som tilstrekkelig.

#### *1.4.5.4* Dybde i havnebassenget

Nødvendig vanndybde beregnes ved å benytte maks dypgående ved lavvann, samt sikkerhetsmarginer for klaring mot bunn.

Det er forutsatt at både innseilingskanal og havnebasseng skal ha en minste dybde på -9,0 m middelvannstand (FVR09), basert på:

- Tidevann: 1,9 m
- Dypgang dimensjonerende fartøy: 6,0 m
- Sikkerhetsmargin: 1,0 m

#### *1.4.5.5* Manøvreringsareal i havnebassenget

Store havgående fartøy krever lengre stoppdistanse, spesielt når de er avhengige av egne manøvreringsevner under utfordrende værforhold. Bølgeforholdene blir først gunstige for sikker manøvrering inne i havnebassenget, som er beskyttet av moloen. På dette tidspunktet kan imidlertid tilgjengelig bremselengde være utilstrekkelig for å stoppe fartøyet trygt. Dette innebærer at skip som ankommer havna under ugunstige værforhold ofte må foreta stopp og manøvrering utenfor havneområdet, hvor de er mer eksponert for vind og bølger, og derfor ofte vil være avhengige av taubåtassistanse for å kunne navigere trygt inn mot kaiområdet. Ved manøvrering mot kaien er det viktig å kunne styre fartøyet sideveis på en

kontrollert måte for å unngå harde sammenstøt mot bryggen. Nærheten til moloen øker samtidig risikoen for grunnstøting dersom fartøyet mister fremdrift eller manøvreringsevnen reduseres.

I henhold til Farledsnormalen bør diameteren på en vendesirkel være minimum 2 × fartøyets lengde. For det dimensjonerende fartøyet, med en lengde på ca. 75 meter, tilsvarer dette en nødvendig vendesirkel på omtrent 150 meter. Om forholdene er rolig og det finnes taubåter, kan man gå ned til 1,6 x LOA (ø120 m). Det må også avsettes plass til at slepebåt(er) kan operere trygt rundt fartøyet.

Det må vurderes om det skal forutsettes at båtene skal snu inne i havna, hvilket vil kreve en stor vendesirkel og tilsvarende stor molo lenger ut i sjøen. Alternativet er å anta at båten skal gå rett inn i havna for egen maskin og noe hjelp fra taubåt, for deretter å bakke ut av havna ned assistanse fra taubåten. I dette tilfellet er vær-vinduet for avgang mindre enn om båten kunne snu inne i havna, men båten vil kunne avvente bedre vær mens den ligger trygt i havn.

#### 1.4.5.6 Havneplan

Det er utarbeidet 2 forskjellige løsning for havneutforming.

***Alternativ 1***

Alternativ 1 (Figur 1-12) er utformet som en minimumsløsning, med en molo som har en total lengde på ca. 370 meter og åpning mot nordøst. Ved molofoten er største dybde rundt -15,0 m. Løsningen krever omtrent 300 000 m³ stein inkludert plastringsblokker, og anleggstiden er anslått til rundt to år.

Denne løsningen gir et begrenset manøvreringsareal og kortere tilgjengelig stoppdistanse, noe som kan være krevende for de største havgående fartøyene. Avstanden fra molohodet til kaifront er i størrelsesorden 100–150 meter, noe som stiller høye krav til presis navigasjon. Det er heller ikke lagt opp til at fartøyene skal kunne snu inne i havnebassenget, og eksport-fartøyene er dermed avhengige av assistanse fra slepebåt i alle tilfeller ved avgang, og i mindre grad ved ankomst.

Prinsippet som er lagt til grunn for innseilingen i denne løsningen er derfor at større fartøy normalt vil være avhengige av minst én slepebåt. Ferger og andre mindre fartøy med høy manøvreringsevne, vil kunne seile rett inn, snu og legge til kai uten større problemer. Dette gjelder imidlertid ikke for det dimensjonerende havgående steinfartøyet, som har langt mer begrensede manøvreringsevner og derfor vil være avhengig av slepebåtassistanse for å kunne navigere trygt.

Løsningen gir plass til to steinskip med en lengde på ca. 75 m langs kaiområdene, samt en ferge ved den nordlige enden. Fergen kan seile inn og ut av havna uavhengig av steinskipene, noe som gir økt fleksibilitet i driften.

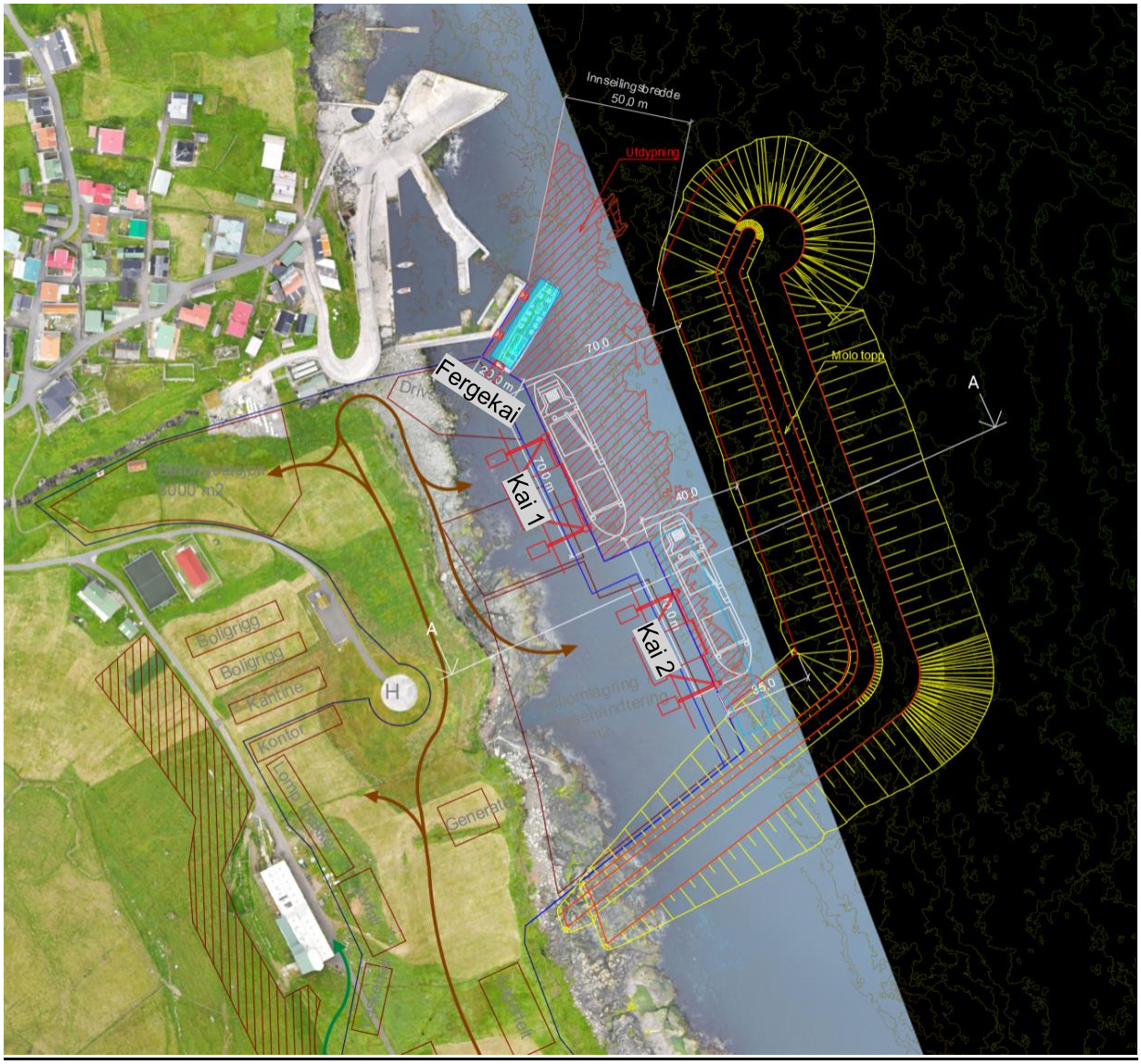
Kai 1 har en avstand på ca. 70 m til moloens skråning og er dermed mer utsatt for bølgepåvirkning enn Kai 2, som er plassert innerst i havna har ca. 35–40 m avstand til moloens skråning og får bedre skjerming mot bølger. Det samlede havnearealet utgjør ca. 9 500 m². For å oppnå tilfredsstillende seilingsdybde i både havnebassenget og innseilingsområdet er det nødvendig med mudring og undervannssprenging ned i berg, tilsvarende et areal på ca. 7 500 m². Tegninger viser 2 plasser til steinskip, men kostander tar kun høyde for 1 plass.

Figur 1-13 viser et lengdesnitt for alternativ 1 som viser moloen, kaia, utdypning og utfylling i havnebassenget.

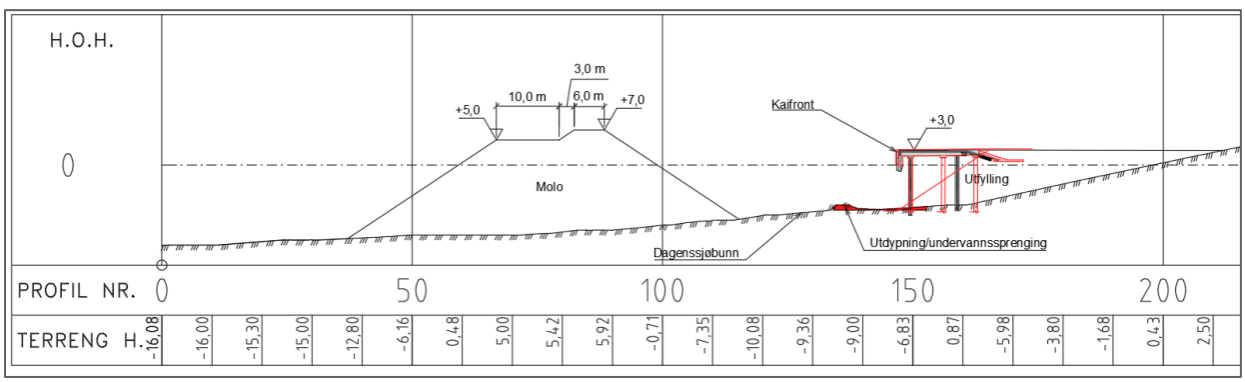
# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Norconsult

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 01 Revisjon: 02




*Figur 1-12 Havneplan alternativ 1*




*Figur 1-13 Lengdesnitt – Alternativ 1, viser snitt gjennom innerste kai.*

***Alternativ 2***

Et alternativ ville være å utvide havna med en lengre innseilingskanal, større vendebasseng og forsterket plastring, men dette ville kreve betydelig mer stein, lengre byggetid og høyere kostnader.

Alternativ 2 (Figur 1-14) representerer en større og mer robust havneløsning enn alternativ 1, med en molo som er omtrent 500 meter lang og har åpning mot nordøst. Ved molofoten er største dybde rundt -22,0 m. Denne løsningen krever i størrelsesorden 600 000 m³ stein inkludert plastringsblokker, og en anleggstid på mellom tre og fire år.

Den økte lengden og dybden på moloen gir et mer skjermet havnebasseng, med bedre plassforhold for både stopp og vending. Dette gir større manøvreringsareal og lengre tilgjengelig stoppdistanse, noe som reduserer risikoen for sammenstøt mot kai eller grunnstøting dersom fartøyet mister fremdrift. Ferger og fartøy med høy manøvreringsevne vil ha svært gode operasjonsforhold i denne løsningen, og selv det dimensjonerende steinfartøyet vil kunne operere sikrere enn i alternativ 1.

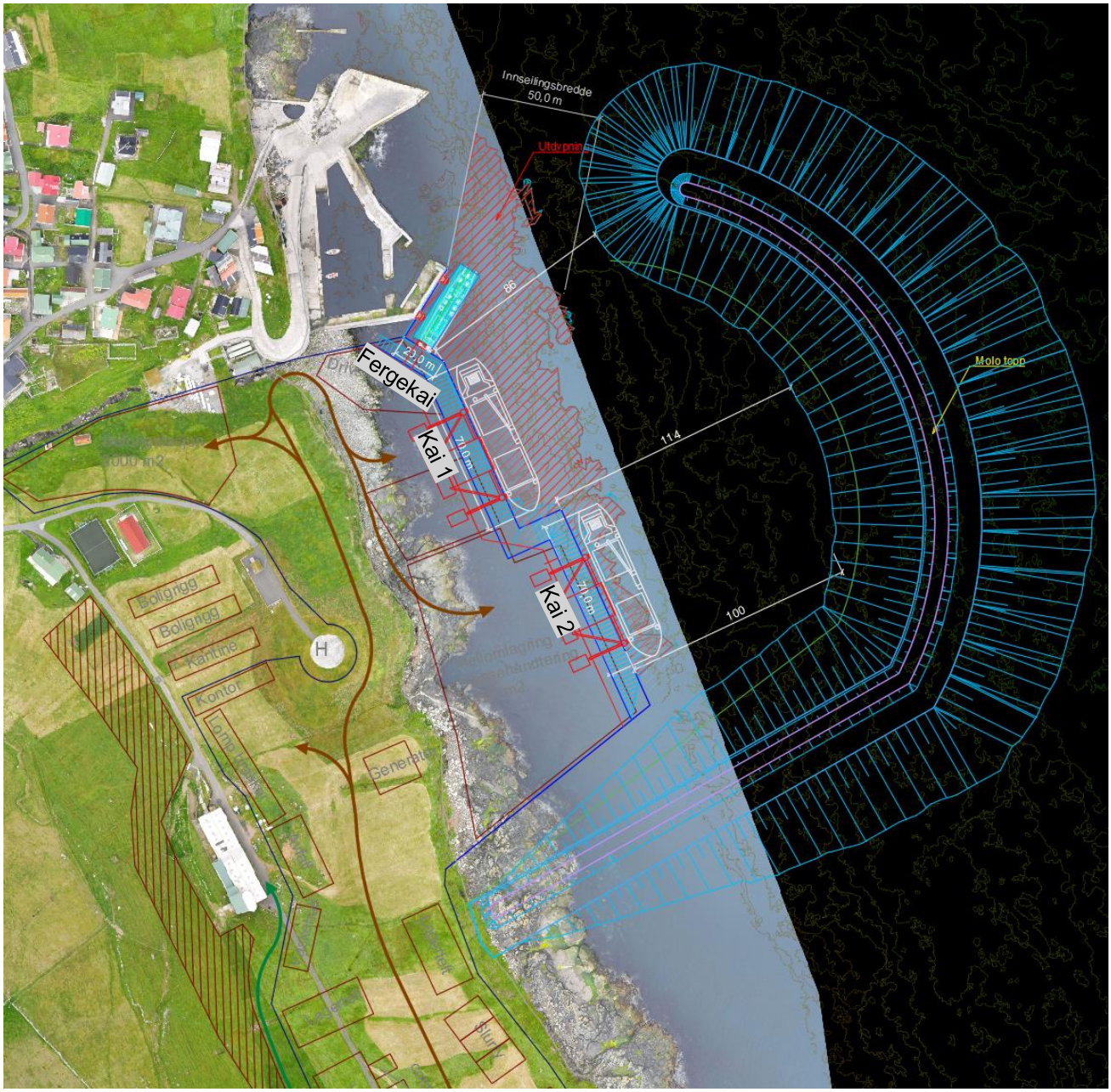
Selv om behovet for slepebåtassistanse fortsatt vil være til stede, er avhengigheten av kraftige slepebåter mindre enn i alternativ 1.

Løsningen gir også lavere risiko for nedetid og mer regularitet i driften, spesielt under krevende værforhold. Ulempen er at alternativ 2 innebærer en betydelig økning i både massebehov, byggetid og kostnader. For en havn som er planlagt å være midlertidig og fjernes etter anleggsperioden, vurderes derfor denne løsningen som mindre hensiktsmessig, til tross for at den gir bedre operasjonelle forhold.

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin

Norconsult

Oppdragsnr.: 52301980 Dokumentnr.: 01 Revisjon: 02




*Figur 1-14 Havneplan alternativ 2*

***Anbefaling***

På bakgrunn av de vurderte alternativene anbefales det å gå videre med Alternativ 1 som hovedalternativ. Denne løsningen er utformet som et minimumsalternativ, men vurderes å være tilstrekkelig for prosjektets behov. Selv om alternativet gir begrensede manøvreringsmuligheter og kortere bremselengde enn ideelt, vil kravene kunne håndteres gjennom bruk av slepebåtassistanse. For ferger og andre mindre fartøy med god manøvreringsevne forventes det ikke å oppstå vesentlige problemer.

Alternativ 2 gir riktignok bedre operasjonelle forhold, men krever dobbelt så mye masse, lengre byggetid og betydelig høyere kostnader. Siden havna kun skal fungere som en midlertidig løsning i anleggsperioden, vurderes denne investeringen som lite hensiktsmessig.

For å sikre at havneplanalternativene gir tilstrekkelig funksjonalitet, anbefales det å verifisere manøvreringsforholdene i begge alternativer gjennom tester i skipssimulator. Slike simuleringer vil kunne avdekke eventuelle utfordringer knyttet til innseiling, vending og bremselengde, og kan danne grunnlag for nødvendige tilpasninger i havneutformingen før endelig beslutning tas.

Basert på resultatene fra simulatortesting, bør det også gjennomføres en regularitets-studie, den undersøker estimert oppetid for begge alternativene. Alternativ 1 forventes å ha lavere regularitet og lavere byggekostnader, men driftskostnadene kan bli høyere, sammenlignet med Alternativ 2. Det er viktig å få estimater på hvor mange fartøyer som kreves for å sikre uavbrutt drift i tunnelen.

**Hovedmolo**

For å beskytte riggarealet og havnebassenget mot bølger og bølgeoppskyll anbefales det å bygge en skuldermolo. Løsningen innebærer at man tillater moderat overskylling i en dimensjonerende situasjon, men samtidig oppnår tilstrekkelig skjerming av havna.

Moloen er i denne fasen ikke detaljdimensjonert, og det foreløpige molo-profilet er hentet fra DHI-rapporten [2]. Profilet som er lagt til grunn i havneplanen og i kostnadsberegningene er vist i Figur 1-12. Moloen er planlagt med en topphøyde på +7,0 m og en bredde på ca. 24,0 m på toppen.

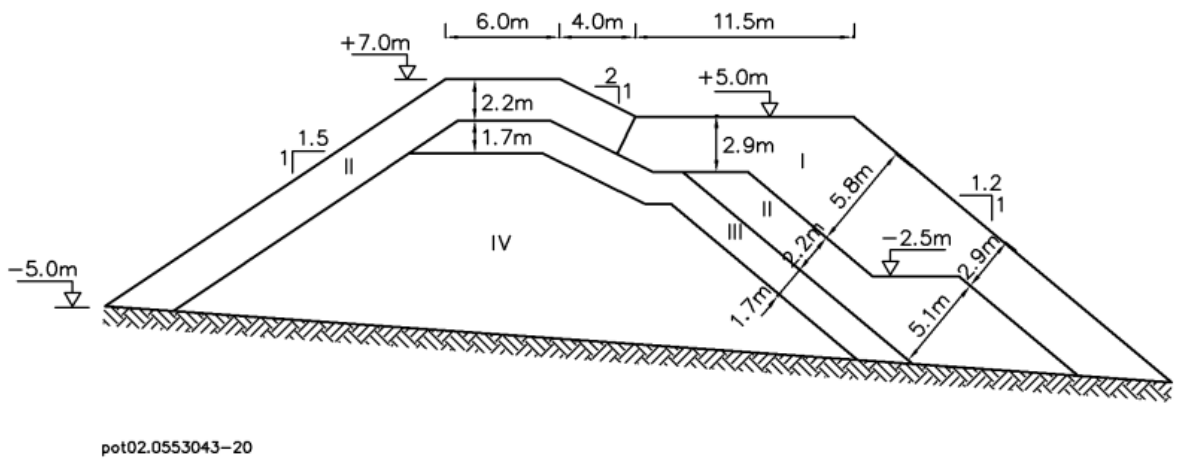
Norconsult anbefaler at moloen bygges i hovedtrekk som vist på Figur 1-13, men med justeringer og optimalisering for å sikre god stabilitet og lavest mulig kostnader. Prinsippet med skuldermolo er at bølgene gradvis dempes i skulderen før de treffer hovedplastringen. Dette reduserer de maksimale kreftene på konstruksjonen og gir dermed mulighet til å benytte mindre plastringsblokker enn ved en tradisjonell to-lags molo.

Foreløpige beregninger viser at moloen vil kreve plastringsblokker med vektklasser på om lag 10 tonn, 5 tonn og 3 tonn. Den endelige dimensjoneringen må verifiseres i en senere prosjekteringsfase, basert på detaljerte bølgeanalyser, stabilitetsberegninger og entreprenørens valg av byggeteknikk.

En utfordring for prosjektet er de høye kostnadene knyttet til frakt av store plastringsblokker fra Norge. Et alternativ kan være å benytte prefabrikkerte betongblokker, som for eksempel tetrapoder eller accropoder:

- Tetrapod: En betongblokk med fire armer i kryss, utformet for å låse seg sammen når de stables. Formen bryter opp bølgeenergien og gir høy stabilitet med redusert steinmengde.
- Accropod: En videreutviklet betongblokk med mer optimalisert geometri, som gir bedre sammenlåsning, redusert lagtykkelse og høyere motstand mot utvasking.

Disse blokkene kan potensielt produseres lokalt på Føroyar, forutsatt tilgang på sement og et egnet produksjonsområde. Sammenlignet med tradisjonelle steinblokker kan tetrapoder og accropoder redusere moloens profil, ettersom de låser seg bedre og dermed krever mindre lagtykkelse. I tillegg er de enklere å løfte opp og fjerne dersom moloen senere skal tas bort, og de kan ha en gjenbruks- eller salgsverdi etter prosjektet. Bruk av tetrapoder eller accropoder kan dermed både forenkle fremtidig fjerning og bidra til å senke de totale kostnadene for moloen.




*Figur 1-15 Molo tverrsnitt fra DHI [2]*

### 1.4.5.7 Kaier

Innenfor moloen legges det til rette for to anleggskaier som begge plasseres langs fyllingsfronten mot nordøst. Ferjekai etableres på nordvestsiden av havnebassenget. Det er kun tatt med kostnader for én anleggskai.

Plassering av kaianleggene er valgt for å optimalisere logistikk- og landoperasjoner, samtidig som den gir hensiktsmessig skjerming og enkel tilkomst ved anløp.

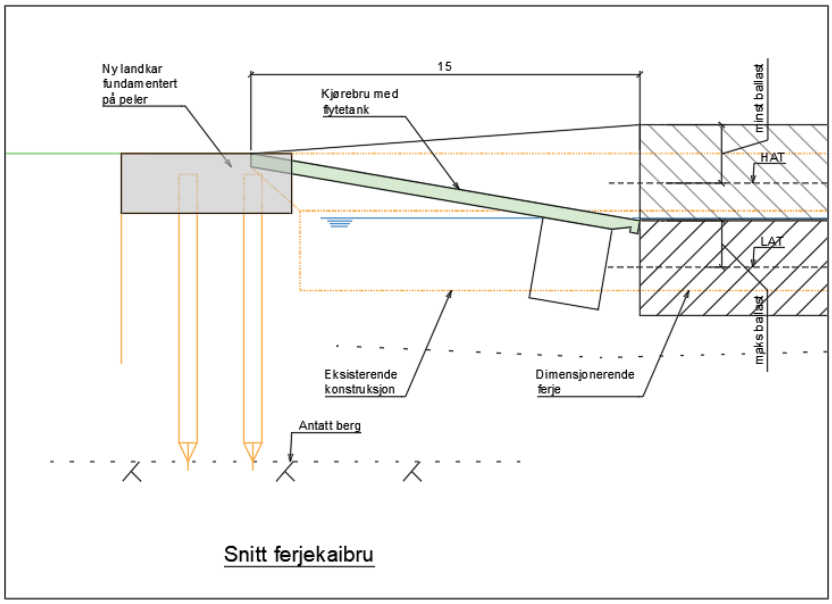
Kaiene vil være direkte tilknyttet fyllingsområdene på land, noe som legger til rette for en mest mulig effektiv laste- og losseprosess.

Fergekai

Fergekaien planlegges med adkomst fra den nordlige delen av riggområdet. Det etableres et landkar som feste for kjørebrua og overgang/tilpasning mot landoverflate. Sideveis vil fergene legge til eksisterende moloanlegg på nordvestsiden. Dagens betongmolokonstruksjon blir tilpasset for å ivareta kravene til fender- og fortøyningssystemet. Eksisterende betongmolo er vurdert til å ha nødvendig lengde og sikkerhet når det gjelder manøvrering samt vær- og sjøforhold i bassenget.

Landkar er en betongkonstruksjon fundamentert på utstøpte stålrørspeler. Pelene forankres til berg for å overføre både strekk- og trykkrefter som oppstår fra innfesting av kjørebrua.

Som kjørebru anbefales en stålkonstruksjon med oppdriftstank (Figur 1-16). Ferjekaibruer med oppdriftstank har flere fordeler sammenlignet med tradisjonelle hydrauliske løftesystemer. Dette inkluderer tilpasning til tidevann, økt driftssikkerhet, minimalt inngrep i sjøbunnen, lavt energiforbruk ved løft- og senkprosessen, samt mulighet for gjenbruk av selve kjørebrua andre steder etter at byggeplassen er avviklet.




*Figur 1-16 Typisk snitt, ferjekaibru med oppdriftstank*

Utskipingskai 1 og 2

Det er planlagt 2 identiske kaikonstruksjoner i tilknytting av utfyllingen. Disse vil benyttes til lasting av stein fra tunnelsprengningen over på lastebåt.

Som dimensjonerende fartøy er tatt utgangspunkt i en general bulkcarrier med lastekapasitet på 3000 DWT og LOA = 75 m.

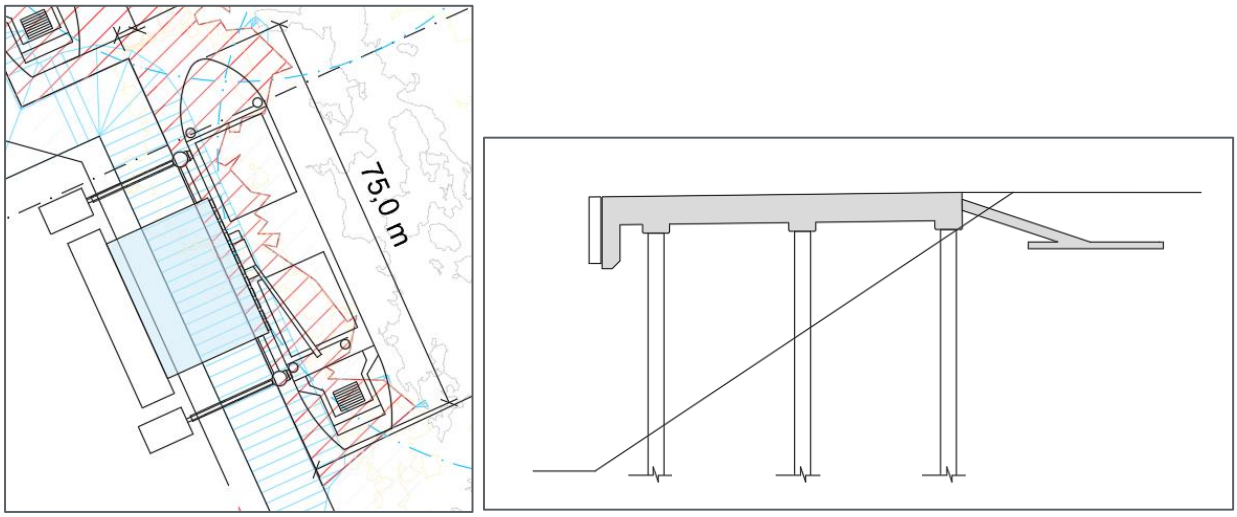
Det er forutsatt at lasting utføres med hjullaster direkte fra kaia. Med en lastesone på 25 m sentrert over lasterommene til fraktebåten vil hjullasterne dekke omtrent to tredeler av lengden. Fordelingen av resterende steinmasser ombord på båten kan utføres ved hjelp av skipskranen.

Den foreslåtte kaikonstruksjonen er en pelekai med dekke og dragere av armert betong, fundamentert på utstøpte stålrørspeler til fjell. Plan og snitt av kailøsningen er skjematisk vist i Figur 1-17.

Fendere og fortøyningssystemet tilpasses dimensjonerende fartøy. Skråningen under kaia forutsettes erosjonssikret mot propellstrømmen fra dimensjonerende fartøy og eventuell taubåt.

Å bygge en midlertidig kaikonstruksjon krever en balanse mellom funksjonalitet, sikkerhet, kostnadseffektivitet og regelverk. Effektiv bygging oppnås ved å bruke prefabrikkerte betongelementer som monteres på stedet.

Dette gir kort byggetid, lavere ressursforbruk og tjener målet med redusert brukstid av konstruksjonen. Videre kan senere gjenbruk av kaiutstyr, slik som pullere, fendere og stag fra dykdalber, utgjøre et bærekraftig tiltak.




*Figur 1-17 Utsnitt havneplan, plan kaianlegg og skjematisk snitt pelekai.*

#### 1.4.5.8 Utdypning i havnebassenget

For å oppnå tilfredsstillende seilingsdybde i både havnebassenget og innseilingsområdet er det behov for mudring og undervannssprenging ned i berg.

Beregningene viser at det er behov for å utdype ca. 20 000 m³ masse. Disse massene kan gjenbrukes i prosjektet, enten som tilførsel til molobyggingen eller som utfylling i havna.

Dette gir en positiv synergieffekt ved at overskuddsmasser fra utdypingen ikke behøver å deponeres eksternt, men i stedet kan bidra til å redusere behovet for tilførsel av nye masser utenfra.

#### 1.4.5.9 Fyllingsfronter i havnebassenget

Det legges til grunn at fyllinger i havnebassenget etableres med en topphøyde på minimum +3,0 m. For å sikre stabilitet og driftssikkerhet må fyllingene konstrueres slik at overvann dreneres effektivt vekk.

Fyllingsfrontene må i tillegg erosjonssikres mot bølgepåvirkning og strømning fra baugthruster eller baugpropell. I området nærmest kaiene oppstår en særskilt utfordring at plastringsblokker vil være for store til at det kan rammes stålrørspeler gjennom. Derfor må plastringen i peleområdene utføres først etter at kaipelene er rammet, slik at det er tilstrekkelig fleksibilitet i anleggsmetoden.

Utfyllingene i havna krever til sammen ca. 50 000 m³ sprengstein og omtrent 10 000 m³ plastringsblokker (ca. 2,0 tonn størrelsen). Disse massene kan delvis hentes fra tunnelarbeider fra tunneldriving på Skúvoy og utdyping i havnebassenget.

### 1.4.6 Anleggsgjennomføring og byggetid – Havneutbygging, Alternativ 1

Gjennomføringen av molo- og havnearbeidene på Skúvoy er sterkt avhengig av tilgang på sprengstein fra tunnelene og leveranser av store plastringsblokker. Prosjektet er svært værutsatt, da vind og bølger setter klare begrensninger for transport og utlegging av masser. Arbeidene må derfor konsentreres til sommerhalvåret, mens vinterarbeider vil gi hyppige driftsstans.

Byggetiden bestemmes i stor grad av framdriften på tunnelutkjøringen og leveranser av plastringsblokker. Samlet vurderes utbyggingen å kreve to sommersesonger, med behov for buffere for å håndtere værrelaterte og logistiske forsinkelser.

Det totale massebehovet for moloen er beregnet til ca. 300 000 m³, inkludert sprengstein, filterlag og plastringsblokker.

- Sprengstein og filterlag: ca. 200 000 m³, hvorav hoveddelen kan hentes fra tunneldriving på Sandoy og Skúvoy.
- Plastringsblokker: ca. 100 000 m³, fordelt på steinstørrelser 3, 5 og 10 tonn. Disse kan importeres fra andre land dersom tilsvarende stein ikke kan skaffes lokalt på Føroyar.

Basert på erfaring fra sammenlignbare prosjekter er byggetiden for en molo og kai av denne størrelsen ca. to år, forutsatt at:

- leveranser av sprengstein og plastringsblokker skjer som planlagt,
- arbeidene drives kontinuerlig gjennom to sommersesonger, og
- værforholdene ikke gir langvarige avbrudd.
- det finnes midlertidige deponiområder som gjør at arbeidet kan fortsette selv om leveransen av ekstern stein skulle bli avbrutt-.

Forsinkelser i leveranser eller uvanlig krevende værforhold vil kunne forlenge byggetiden og medføre økte kostnader.

#### 1.4.6.1 Trinn 1 – Bygging av første moloarm

I første sommersesong bygges moloarm 1, som strekker seg fra land til første sving. Kjernemassene legges ut fortløpende og må umiddelbart sikres med store blokker, ettersom de ikke kan stå ubeskyttet over tid. Sprengstein fra tunnelarbeidene på Sandoy kan benyttes til kjernen, transportert til Skúvoy med splitlekter og deponert der sjødybden overstiger -4,0 m.

Den grunne strandsonen gjør det umulig å bygge moloen direkte fra land, da det mangler både masser, anleggsvei og utstyr. Fylling over -4,0 m må derfor utføres ved hjelp av flatlekter, der en gravemaskin om bord sørger for utlegging og forming av massene. Når moloen er bygget opp til ca. +1,0 m, kan maskiner plasseres på fyllingen slik at videre bygging kan skje fra land.

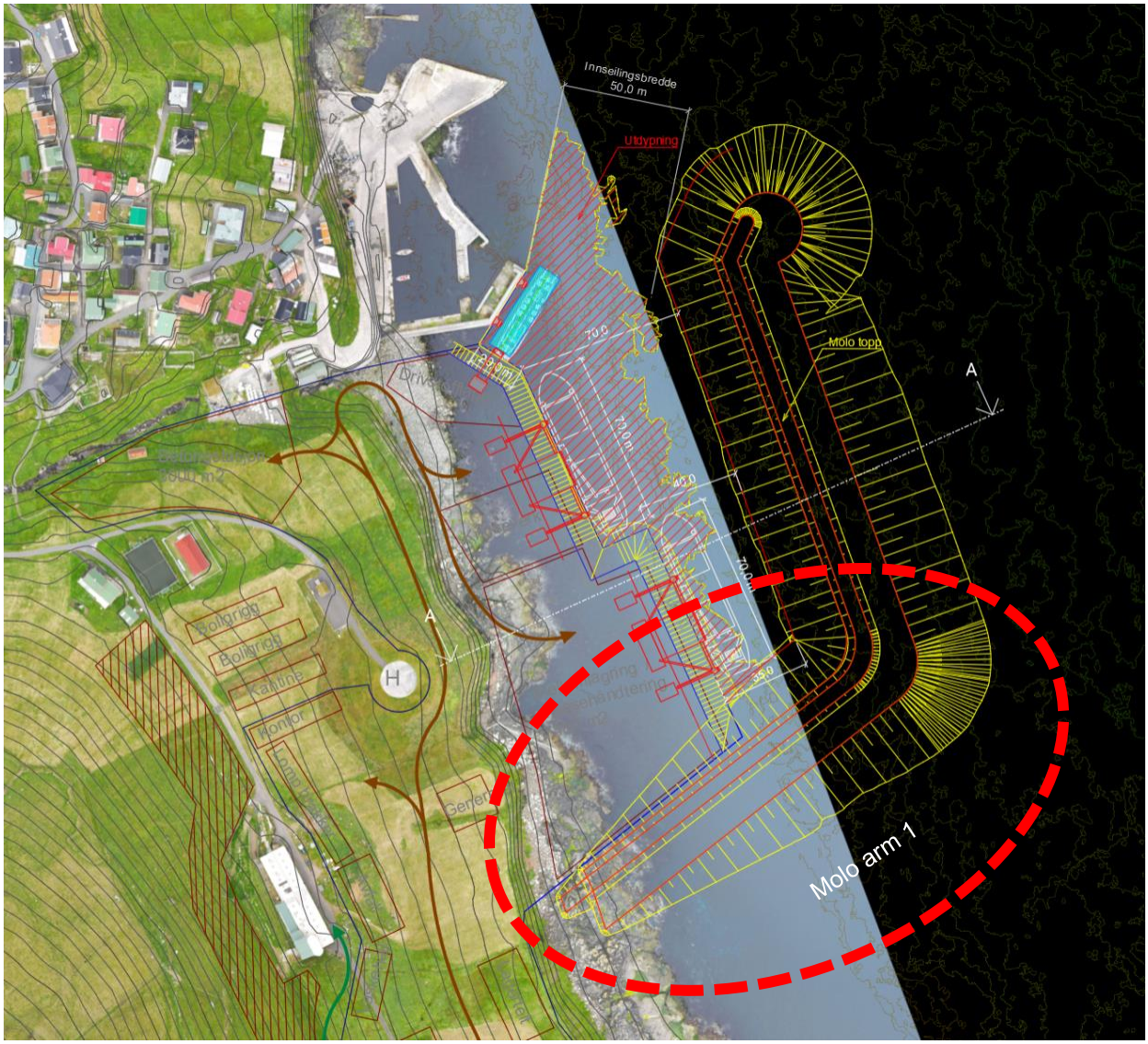
- Moloarm 1: Totalt ca. 110 000 m³
  - Sprengstein/filterlag: ca. 70 000 m³ - fra tunneldriving på Sandoy
  - Plastringsblokker: ca. 40 000 m³

Tunneldrivingen på Sandoy må starte parallelt med byggingen av moloarm 1, slik at massene blir tilgjengelige fortløpende. Plastring med store blokker må utføres kontinuerlig etter hvert som fyllingen bygges opp. Dette krever at riktig blokkstørrelse er tilgjengelig fra dag én på Skúvoy. Det kan ikke forventes å finne plastringsblokker lokalt, og blokkene må mest sannsynlig importeres, trolig fra Norge. Transporten vil skje med slepebåt og flatlekter, mens ilandføring til depot velges av entreprenøren. Innskiping bør planlegges til perioder med statistisk gunstige værforhold med lite vind og bølger.

Når første moloarm er ferdigstilt, etableres en mindre fylling og en midlertidig kai av containere på innsiden. Kaia bygges ved å plassere stålkonteinere fylt med sprengstein i rekke, slik at de danner en stabil front. Containerne fungerer både som ballast og konstruksjonselementer og kan settes opp raskt uten omfattende fundamenteringsarbeid. Kaia skal brukes til lossing av utstyr og forsyninger som dumpere, aggregater og materialer. Løsningen er enkel, fleksibel og godt tilpasset et midlertidig prosjekt, fordi containerne kan fjernes etter bruk. Kaia vil ikke være fullt skjermet mot bølger, og bruken vil derfor være begrenset i dårlig vær, men den gir et nødvendig utgangspunkt for videre anleggsdrift.

# Alternative traseer for Suðuroyartunnilin






*Figur 1-18 Trinn 1 – Bygging av første moloarm*



*Figur 1-19 Eksempel på midlertidig kai basert på to stål-containere, brukt i en tidlig anleggsfase (Andfjord, Andøy, Norge)*

#### 1.4.6.2 Trinn 2 – Videre utbygging av molo og etablering av riggområde

Når anleggskaia er på plass, kan mer omfattende riggområder etableres, og tyngre maskiner transporteres til øya. Utbyggingen av moloarm 2 fortsetter utover i dypere vann, med fortløpende plastring. Dette krever jevn tilgang på blokker i størrelsene 10, 5 og 3 tonn, som mest sannsynlig må importeres fra utlandet.

- Moloarm 2: Totalt ca. 190 000 m³
  - Sprengstein/filterlag: ca. 130 000 m³ - fra tunneldriving på Skúvoy og Sandoy
  - Plastringsblokker: ca. 60 000 m³

Når moloarm 2 skal bygges, kan massene fra tunneldriving på Skúvoy utnyttes direkte. Transport og utlegging er væravhengig og krevende, og leveranser må planlegges til sesonger med statistisk rolige forhold.

#### 1.4.6.3 Trinn 3 – Ferdigstillelse av molo og kaianlegg

Når molofyllingen er etablert og plastringen lagt, kan arbeidet med å bygge kai starte. Uten en ferdigstilt og skjermende molo vil kaiarbeidene bli svært utsatt for bølger, noe som kan gi lange ventetider og økte kostnader. Det anbefales derfor at moloen ferdigstilles før selve kaibyggingen settes i gang.

## 1.5 Miljø, inkl Ramsar, IBA område o.l.

**Konsekvenser for naturmangfold på Skúvoy**

Skúvoy ble utpekt som Ramsar-område i 2012 og regnes følgelig som et internasjonalt viktig fugleområde. På Ramsars hjemmesider er det oppgitt å hekke 280 000 sjøfugler på øya, inkludert 96 000 lomvier, 50 000 havhester, 40 000 lundefugler og 12 000 par krykkjer. I tillegg huser øya Færøyenes største koloni av de spesielle stormfuglene havlire med hele 10 000 par. Det er i den bratte klippekysten på vestsiden av øya de store koloniene av sjøfugl finnes. I tillegg er store deler av øya svært viktige hekke- og leveområder for blant annet vadefugler. Det er særlig de høyereliggende utmarksområdene nord på øya med myra Gráumýraudgør som utmerker seg som leveområde for disse artene. Øya er den eneste lokaliteten på Færøyene som har hatt regelmessige tellinger av fugl og har følgelig en stor verdi for videre vurdering av bestandsutvikling av sjøfugl. Disse tellingene har vist av sjøfuglene er i kraftig og alvorlig tilbakegang her som de fleste andre steder i Nord-Atlanteren.

Som et resultat av vernet er det innført restriksjoner på båttrafikk rundt øya med en hastighetsregulering nært land, forbud mot vannscooter og støyende musikk på fartøy. Det arbeides også for bedre og strengere organisert ferdsel, med merkede stier og restriksjoner som skal begrense forstyrrelser. Turisme er nevnt som en spesifikk trussel for fuglelivet, samt introduksjon av katter, mus og rotter. Pr 2025 er det kun et titalls fastboende på øya og omkring 7-800 sauer. Sannsynligheten for at folketallet skal stige mye i årene som kommer er ikke stor, uten veiforbindelse.

Null-alternativet på Skúvoy er følgelig at fuglelivet i stor grad vil være forskånet fra vesentlige menneskelige forstyrrelser. Etablering av en ny veiforbindelse vil derimot kunne resultere i befolkningsvekst og sannsynligvis en vesentlig økt turisme på øya med de utfordringer dette medfører for fuglelivet på Skúvoy. Sjøfuglturisme har vist seg å være en populær form for øko-turisme, men forventningene de reisende har til umiddelbar nærhet til fuglene er en utfordring. Kanalisering av ferdsel, kursing og strenge krav til adferd vil avhjelpe dette noe, men i praksis vil fuglelivet likevel bli betydelig påvirket av slike aktiviteter. Det er verdt å merke seg at hensyn særlig rettes mot klippehekkende sjøfugl, mens andre fuglegrupper som vadefugl, måkefugl, joer og ender i mindre grad kan beskyttes mot økende ferdsel.



*Figur 1-20 Sjøfuglturisme er en populær, men omdiskutert aktivitet. Her fra Hornøya i Nord-Norge (Foto: Norconsult Norge AS).*

I tillegg til ringvirkningene av en ny veiforbindelse, vil etableringen av anleggsområde på Skúvoy medføre direkte arealinngrep i områder med verdi for fuglelivet. Ifølge lokalkjente hekker det både lundefugl og teist i de bratte skråningene ned mot strandlinjene både nord og sør for tettbebyggelsen. Ut fra foreliggende tekniske planer ser det ut til at det særlig er områdene sør for bebyggelsen som bli direkte berørt. I dette området skal det typisk hekke ca. 100 par med lundefugl og 30 par med teist (kilde: William Simoinsen ref. Nasjonalmuseet på Færøyene). Begge disse artene er sensitive for støy og menneskelige forstyrrelser. Det er sannsynlig at disse hekkeplassene vil utgå. Definitivt i anleggsperioden og sannsynligvis også i driftsfasen.



*Figur 1-21. I de bratte skrentene ned mot sjøen hekker det både lundefugl og teist. Lundefuglen hekker i jordhuler den graver ut selv, mens teisten bygger reir i sprekker og andre hulrom den finner nær sjøen.*

Et annet problem med permanent landforbindelse kan være den økte faren for at mus, rotter, katter og eventuelle andre rovdyr skal finne veien ut på øya – enten selv igjennom tunnelen eller som blindpassasjerer i kjøretøy som kommer over. Det har vært stort fokus på dette tidligere, og det er gjort flere tiltak for å forhindre at disse dyrene kommer over med fergen. Med fri ferdsel med kjøretøy mellom fastlandet og Skúvoy vil risikoen for introduksjon av slike dyr øke betraktelig. Det påpekes at disse dyrene er en absolutt reell trussel mot fuglelivet på øya og at dette ikke er for en kuriositet å regne..

I sum vurderes de foreslåtte planene å medføre en konkret og vesentlig trussel mot det internasjonalt viktige fuglelivet på Skúvoy. Hovedutfordringene knyttes til økt ferdsel og menneskelige forstyrrelser og introduksjon av nye dyrearter, men også direkte arealbeslag og støy fra anleggsarbeider vil medføre uønskede konsekvenser. Av avbøtende tiltak ut over å begrense og styre menneskelig ferdsel, er det pekt på at

istandsetting av drenerte og ødelagte myrer og strengere restriksjoner på jakt vil kunne bedre forholdene for fuglelivet.

**Konsekvenser i sjø ved etablering av havn/molo**

Tiltak i sjø og strandsonen kan medføre konsekvenser for landskap, marinbiologi og hekkende fugl. Denne overordnede miljørisikovurderingen tar utgangspunkt i at det ikke foreligger marin naturkartlegging for området.

Etablering av molo innebærer utfylling med sprengstein i sjøen, noe som medfører direkte arealbeslag og fysisk påvirkning av sjøbunnen. Dette fører til begraving og fragmentering av eksisterende havbund, som representerer viktige marine naturverdier. Tilstanden og den relative verdien av tareskogen i området hvor kaianlegget planlegges, sammenlignet med resten av øya, er ikke kjent.

Når den midlertidige moloen fjernes, vil berggrunnen igjen bli eksponert. Reetablering av tare på naturlig berggrunn er mulig, men avhenger av flere faktorer, inkludert bølgeeksponering og konkurranse fra andre arter. Tare etablerer seg generelt best på hardt substrat med struktur som gir feste og beskyttelse mot erosjon. Dersom berggrunnen er glatt og sterkt eksponert, kan reetablering være begrenset eller ta lang tid. Erfaringer fra restaureringstiltak viser at naturlig rekolonisering kan skje over tid, men at tiltak som tilrettelegging av substrat eller transplantasjon av tare kan være nødvendig for å akselerere prosessen.

Fyllingsmasser kan ha en forurensende effekt. Sprengsteinmassene som benyttes har en kjemisk sammensetning tilsvarende berggrunnen på øya, og det vurderes som lite sannsynlig at det vil oppstå uønskede kjemiske reaksjoner med sjøvannet.

Tunnelmassene som inngår i utfyllingen kan imidlertid inneholde rester av sprengstoff, som følge av søl og ufullstendig detonasjon. Dette kan føre til lokal spredning av partikler og nitrogenforbindelser under utfylling. Området er eksponert, og basert på tilgjengelige bølge- og strømmålinger forventes det at eventuelle utslipp vil fortynnes raskt i vannmassene. Den samlede påvirkningen vurderes derfor som kortvarig og neglisjerbar.

Et relevant aspekt er risikoen for marin forsøpling knyttet til plast fra sprengningsarbeid. Ved bruk av elektroniske tennere, som har ledninger med høyere egenvekt enn sjøvann, vil plastkomponentene i større grad forbli i fyllingen og dermed redusere risikoen for spredning.

For utfylling i sjø kreves det i Norge tillatelse etter forurensningsloven, søknad skal sendes til Statsforvalteren (Fylkesmann). Krav til undersøkelser vil variere med tiltakets størrelse og kompleksitet, men kan inkludere

- Sedimentundersøkelse
- Marin naturkartlegging
- Strømmålinger
- Miljørisikovurdering med vurdering av avbøtende tiltak

For å sikre god miljøstyring anbefales det å etablere miljøovervåking før, under og etter tiltaket. Overvåkingen bør inkludere:

- Kontroll av plastinnhold i tunnelmasser og oppsamling av plast langs kysten
- Overvåking av vannkvalitet
- Fotodokumentasjon av tareforekomster

Miljøovervåkingen vil bidra til å dokumentere effekter og gi grunnlag for eventuelle justeringer av tiltaket underveis.

**Konsekvenser for Skúvoy status som IBA område og Ramsar-lokalitet**

Skúvoy ble utpekt som Ramsar-område i 2012 og regnes følgelig som et internasjonalt viktig fugleområde. Øya har også status som IBA-område. Skúvoy er ikke formelt klassifisert som et naturreservat, men den har vernestatus som Ramsar-område og vurderes for ytterligere vern under Færøyenes naturvernlovgivning. Ramsar-sekretariatet, som ligger i Gland i Sveits, har ansvaret for å følge opp at medlemslandene følger opp konvensjonen. Det er følgelig et krav om at de informeres og involveres i den videre prosessen.

Som i Norge vil et utbyggingsprosjekt som påvirker et Ramsar-område måtte vedtas etter normale nasjonale prosedyrer for planbehandling, men myndighetene på Færøyene har et særskilt ansvar for å informere Ramsar-sekretariatet. Basert på erfaringer fra tilsvarende saker er det flere kjøreregler for å vedta inngrep i Ramsar-områder. Et viktig premiss er at eventuelle inngrep i områdene er ufravikelige og uten reelle alternativer. Det stilles også strenge krav til dokumentasjon av skadepotensial, involvering av ulike myndigheter og prosesser for avbøtende og kompenserende tiltak. Dersom Ramsar-sekretariatet opplever at en planlagt utbyggingen vil kunne true verneverdiene i et Ramsar-område, vil dette kunne opp på Montreux Record som er en observasjonsliste for Ramsar-områder som vurderes å være truet eller vanskjøttet.

# 2 Kostnader

Grunnlaget for kostnadene i dette notatet er hentet fra kostnadsberegning knyttet til forprosjektet for Suðuroyartunnilin som ble gjennomført i desember 2023. Kostnadsmetodikken og kalkyleverktøyet Anslag er brukt ved kostnadsberegningen.

Anslag er utviklet og brukt i forbindelse med samferdselsoppdrag for Statens vegvesen, men er også et kalkyleverktøy som er godt egnet for andre typer byggeprosjekt. Anslaget ble utført på relativt teknisk detaljert forprosjektnivå.

ANSLAG-prosessen er søkt gjennomført i tråd med retningslinjene i Statens vegvesens håndbok R764 Anslagsmetoden.
I anslaget knyttet til forprosjektet, har Norconsult estimert lav-, sannsynlig- og høy verdi på enkeltprosessene. Det samme gjelder for usikkerhetsfaktorene. Undere denne estimeringen er det brukt verdier fra andre prosjekter, deriblant Rogfast, og lagt til prisstigning i henhold til Statistisk Sentral Byrå i Norge. Alle kostnader og beregningsresultater er uten MVA.

Entreprenørens rigg og drift er spesifisert i egne poster, her som prosentvist tillegg.

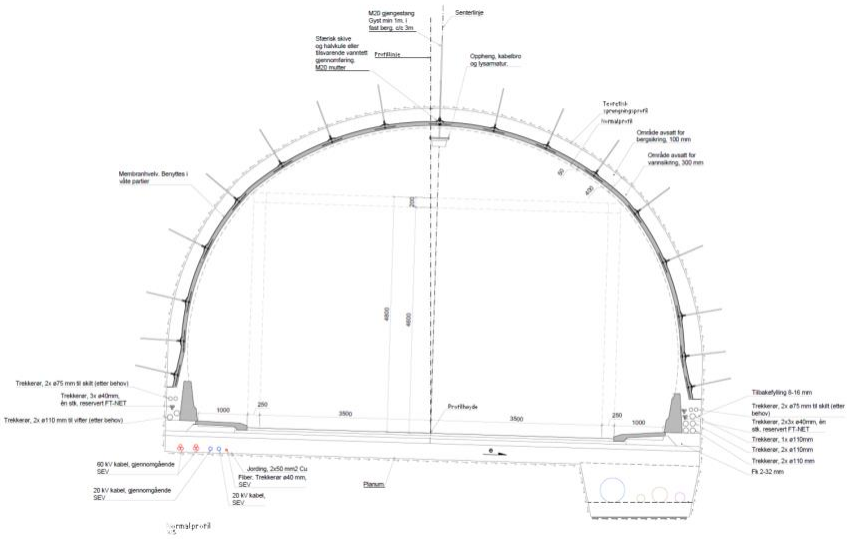
I Anslag-verktøyet framkommer ulike verdier i resultatet av kostnadsoverslaget. I Tabell 2-1 er de mest sentrale forklart.

| P-Verdi | Beskrivelse |
|---|---|
| P45 | Rammen prosjektleder styrer etter. |
| P50 | Rammen som prosjekteier styrer etter. Verdien innebærer at det er 50 % sannsynlig at en ikke vil overskride verdien. |
| P85 | Kostnadsrammen for prosjektet inkludert usikkerhetsavsetninger. Prosjektet disponerer vanligvis ikke usikkerhetsavsetningen selv. Det er 85 % sannsynlig at prosjektets sluttsum ligger innenfor P85. |

*Tabell 2-1 Forklaring av P-verdier*

Prisene som ble brukt i Anslaget er hentet fra Norconsults erfaringspriser. Priser fra nye tunnelanlegg i Norge og fra Sandoyartunnilin er vurdert som spesielt relevante. Priser er også sammenliknet med større tunnelprosjekter i andre deler av landet for benchmarking.

Nedenfor følger en oppsummering fra anslaget for Suðuroyartunnilin-forprosjektet, ifra desember 2023. Suðuroyartunnilin er i forprosjektet 22 818 m lang, og prosjektert som en ettløps-tunnel fra Skarvanes på Sandoy til Sandvik på Suðuroy. Tilførselsveg til tunnel fra eksisterende veg på Sandoy og ny tilførselsveg via ny Sandvikstunnel på Suðuroy. Tunnelen har gjennomgående en bredde på 9,5 meter (T9,5) med to kjørefelt. Maksimal stigning på tunnelen er 5%. Tunnelens lavbrekk ligger på kote -180. Tunnelen plasseres i tunnelklasse B iht. til norsk håndbok N500 Vegtunneler.
Nedenfor er et typisk snitt for et tunnelprofil med to kjørebaner hver med en bredde på 3,5 m. Der det er vannlekkasje monteres vanntett lining, brannsikret med 80 mm armert sprøytebetonghvelv. Kjøresterkt betongvegrekkverk etableres på begge sider mot tunnelvegger, tilsvarende som for Sandøytunnelen.



*Figur 2-1 Tunnelprofil T9,5.*

En eventuell tunnelarm opp til Skúvoy er forutsatt å få en stigning på 10%, tverrsnitt T8,5 og en lengde på 1 393 til 1 870 m for alternativene.
Det vil bli etablert havarinisjer og sikre rom for hver 500 m og snunisjer for hver 1 000 m. Tekniske bygg plasseres for hver 1 500 m, og pumpestasjoner plasseres for ca. hver 80. høydemeter/pumpetrykk. Tekniske bygg og pumpestasjoner legges i tilknytning til havarinisjer.

For kostnader fra forprosjektet i 2023 er det brukt en prisstigning på 6,5% basert på prisstigningen i Norge og Statistisk Sentral Byrå (SSB) sin byggekostnadsindeks for Fjelltunneler fra 2023K2 til 2025K2.

Tabell 2-2 viser sammendrag og resultat fra anslaget inkludert byggherrekostnader i desember 2023 for en tunnel på 22 818 m T9,5 profil.

For å finne entreprisekostnaden her har vi trukket ut byggherrekostnader på 329 MNOK, uspesifisert 359 MNOK og usikkerhet 124 MNOK og da totalt 813 MNOK på P50 prisen. Altså P50 kostnad på 4 563 - 813 = 3 750 MNOK i 2023-priser. Prisstigningen fra 2023 til 2025 er 6,5% og den gir entreprisekostnad på 3 994 MNOK i 2025-priser.

P50 verdien blir da her 3 994 MNOK i 2025 entreprisekostnad.

For løpemeterpris for en T9,5-tunnel, bruker vi 3 994 MNOK og deler på lengden tunnel fra forprosjektet som er 22 818 meter tunnel og vi får da **175 026 NOK som løpemeterpris og entreprisekostnad for T9,5-tunnel**.

| | Resultat 2025 prosjektpriser | Entreprisekostnad med 813 MNOK fratrekk på P50 | Entreprisekostnader pr lm tunnel 22 818 m |
|---|---|---|---|
| **P45** | 4 800 MNOK | | |
| **P50** | **4 860 MNOK** | **3 994 MNOK** | **175 026 NOK** |
| P65 | 5 049 MNOK | | |
| P85 | 5 398 MNOK | | |
| Sannsynlig verdi totalt | 4 633 MNOK | | |
| Resultat standardavvik | 10,1 % | | |

*Tabell 2-2 Sammendrag og resultat av 22 818 m med T9,5-tunnel*

Prosessleder fra desember 2023, mener rapporten gjenspeiler de riktige kostnadene for prosjektet og mener disse kan brukes i det videre arbeidet.

Av tabellen over ser en at entreprisekostnaden for en meter tunnel med tunnelprofil T9,5 er på NOK 175 026. En tunnel med denne lengden, der også alternativ linjeføring 2 er omtrent 3,5 km lengre enn det opprinnelige alternativet, vil representerer et sjeldent og teknisk krevende prosjekt.

Lange transportavstander i tunnelen vil medføre utstrakte forsyningslinjer, noe som særlig påvirker ventilasjonsbehov, transporttid, tilrigging av utstyr og generell ressursbruk. Dette gir mer kompleks logistikk og operativ drift. Når det gjelder tunnelarmen opp til Skúvoy, vil driving på stigning – som er tilfelle uavhengig av om tunnelen drives fra Skúvoy eller ikke – gi visse fordeler sammenlignet med driving på synk. Stigningsdrift gir generelt enklere vannhåndtering, mer effektiv sprengningsutførelse og bedre logistikk for massehåndtering. Dette kan samlet sett bidra til en mer rasjonell og kostnadseffektiv produksjon.
Det er rimelig å anta at alle disse faktorene vil kunne føre til noe lengre byggetid og høyere kostnader per løpemeter tunnel for strekningen opp til Skúvoy. Dette er imidlertid ikke hensyntatt i det foreliggende kostnadsoverslaget.
Det presiseres at lange transportavstander til stuffene i prinsippet kan ha betydning for både tidsbruk og kostnader knyttet til driving, etterarbeider samt drift og vedlikehold. Disse forholdene er imidlertid ikke nærmere utredet i denne rapporten, ettersom de relative forskjellene mellom alternativene vurderes som små og ikke antas å påvirke sammenligningsgrunnlaget i vesentlig grad. Det understrekes likevel at dette representerer en usikkerhet og en potensiell risikofaktor som bør belyses nærmere i en senere detaljeringsfase. Økte transportavstander kan i praksis medføre lengre byggetid og høyere kostnader for det valgte alternativet. Estimert tidsbruk inkluderer ikke slakk, og eventuelle kostnader knyttet til dette er ikke hensyntatt. Selv om dette i liten grad påvirker forskjellene mellom alternativene, bør det vurderes å inkludere i hoveddokumentet da det har betydning for kostnader og fremdrift for valgt alternativ

Tunnelen opp til Skúvoy er nå i 2025 oppgradert med noe høyere standard og et tunnelprofil T8,5. Her er det benyttet 90% avløpemeterprisen for T9,5 profilet i hovedtunnelen. Dette gir en løpemeterpris på NOK 161 024 for tunnelen opp til Skúvoy.

Lengder for tunnelene og lengder for tunnelarm opp til Skúvoy varierer for alternativ 1A, 1B og 2A og 2B. Ser Tabell 2-3 under.

| | Lengde hovedtunnel | Lengde tunnel Skúvoy | |
|---|---|---|---|
| **Alternativ 1A** | **22 747** | **1550** | Ikke tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 1B** | **22 762** | **1421** | Tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 2A** | **26 275** | **1870** | Ikke tunneldrift fra Skúvoy |
| **Alternativ 2B** | **26 305** | **1393** | Tunneldrift fra Skúvoy |

*Tabell 2-3 Oversikt over lengde av tunnelene for de forskjellige alternativene*

**Sammendrag av kostnadene for alternativ 1A, 1B, 2A og 2B. I B-alternativene legges det til kostnader for egen rigg og drift for tunneldrivingen fra Skúvoy.**

Tabell 2-4 viser et sammendrag for kostnader for alternativene.

| Kostnader summert | Alternativ 1A | Alternativ 1B | Alternativ 2A | Alternativ 2B |
|---|---|---|---|---|
| Hovedtunnel | 3 981 MNOK | 3 984 MNOK | 4 599 MNOK | 4 604 MNOK |
| Tunnelarm Skúvoy | 250 MNOK | 229 MNOK | 301 MNOK | 224 MNOK |
| Sikre tunnelrom 44/52 stk | 360 MNOK | 360 MNOK | 416 MNOK | 416 MNOK |
| Arbeider og rigg Skúvoy | | 976 MNOK | | 986 MNOK |
| **Sum** | **4 591 MNOK** | **5 549 MNOK** | **5 316 MNOK** | **6 230 MNOK** |
| Lengde hovedtunnel | 22 747 m | 22 762 m | 26 275 m | 26 305 m |

*Tabell 2-4 Sammendrag av kostnader for de forskjellige alternativene.*

Sammendrag av kostnadene for ekstra rigg og drift på Skúvoy for alternativ 1B og 2B er vist i Tabell 2-5.

| Kostnader | Alternativ 1B | Alternativ 2B |
|---|---|---|
| Transport stein Sandøy - Skúvoy | 28 MNOK | 26 MNOK |
| Transport stein fra Skúvoy | 69 MNOK | 81 MNOK |
| Rigg og drift Skúvoy | 303 MNOK | 303 MNOK |
| Bygging molo | 272 MNOK | 272 MNOK |
| Utdyping havbunn og utfylling | 35 MNOK | 35 MNOK |
| Kaianlegg | 78 MNOK | 78 MNOK |
| Fjerning og riving av molo og havn | 191 MNOK | 191 MNOK |
| **SUM** | **976 MNOK** | **986 MNOK** |

*Tabell 2-5 Sammendrag av kostnader for steintransport og ekstra rigg og drift på Skúvoy*

**Rigg og drift**

Rigg- og driftskostnader vil omfatte alle tiltak og ressurser for å etablere, drive og avvikle anlegget som kreves for tunneldriving. Disse kostnadene er ikke direkte knyttet til selve tunnelarbeidet, men er avgjørende for at tunneldrivingen skal kunne gjennomføres effektivt og sikkert. Rigg og driftskostnader vil påløpe i varierende grad for hele byggeperioden, så lenge det utføres arbeider direkte eller indirekte ifm. tunnelarbeidene fra Skúvoy.

Normalt dekker kostnader for rigg og drift følgende:

- Etablering av riggområde: Tilrettelegging av anleggsområdet, brakkerigg, verksted, lager, kontorer og infrastruktur som strøm, vann og avløp etc.
- Transport og logistikk: Intern transport, anleggsveier, transport til/fra Skúvoy, håndtering av masser etc.
- Driftsorganisering: Bemanning, ledelse, HMS-tiltak, kommunikasjonssystemer etc.
- Vedlikehold og drift av utstyr: Service, reparasjoner og drivstoff, etc.
- Miljø- og sikkerhetstiltak: Støv- og støyreduserende tiltak, beredskap, avfallshåndtering etc.
- Avslutning og opprydding: Demontering av rigg, opprydding og reetablering av området.
- Stikning, innmåling, vinterdrift, maskinstyring etc.

Alternativene 1B og 2B innebærer tunneldrift fra Skúvoy, som vil medføre en betydelig større rigg og drift fra Skúvoy enn alternativene 1A og 2A. Det er gjennomført kostnadsestimering av rigg og drift fra Skúvoy. Merkostnader per månedene for 100% rigg- og drift for alternativ 1B og 2B er vist i Tabell 2-6.

| Element | NOK/mnd |
|---|---|
| Utstyr i riggen | 2 227 000 |
| Funksjonærer | 1 157 000 |
| Arbeid, tilrigging og transport | 422 917 |
| Uforutsett 10 % | 380 742 |
| Fortjeneste 10% | 418 816 |
| **SUM** | **4 606 974** |

*Tabell 2-6 Overordnet oversikt over månedlig rigg- og driftskostnad for Skúvoy.*

**Beskrivelse av kostnadene**

Utstyr, brakkerigg, telt, maskiner skal dekke etablering, leie, vedlikehold og flytting av nødvendige installasjoner som telt, brakkerigg, vaskehall, renseanlegg, gjerder, vannrør, container osv. Herunder ligger også ferge, betongstasjon og strøm/diesel som til sammen utgjør ca. 50% av totalen

Kostnader for funksjonærer inkluderer lønn, reise og administrative utgifter knyttet til prosjektledelse, ingeniører og støttepersonell nødvendig på Skúvoy. Det er tatt høyde for at deler av funksjonær utgiftene deles med riggområdene på Sandoy og Suðuroy.

Arbeid, mobilisering/demobilisering, adkomstveier, etablering av fastmerker osv. inneholder rund-sum-poster som fordeles over varigheten på rigg- og driftsperioden. Herunder ligger blant annet avsaltingsanlegg for å sikre stabil og trygg vannforsyning i tørre perioder, transportkostnader ifm. mobilisering og demobilisering, adkomstvei til kaianlegg og liknende.

Det er for alle kostnader knyttet til rigg og drift, lagt til grunn 10% fortjeneste til entreprenør, i tillegg til 10% uforutsett.

I den totale rigg- og driftskostnaden på Skúvoy for alternativ 1B og 2B er det trukket fra antatt riggkostnad på Skúvoy for alternativ 1A og 1B. Rigg- og driftskostnad på Skúvoy for alternativ 1A og 2A er estimert til ca. 3,5 mil.kr.

En faktor som det ikke er tatt høyde for, er redusert rigg og driftskostnader for hovedløpet når man har tunneldrift fra Skúvoy. Det ligger inne 30% rigg og drift for løpemeterkostnadene for hovedløp for alle alternativer. Det ligger inne egen rigg og driftskostnad for alternativene med tunneldrift fra Skúvoy. Deler av hovedløpet vil da bli drevet fra Skúvoy, teoretisk vil dette redusere rigg og driftskostnad for riggområdene på Sandøy og Suðuroy. Dette dreie seg da om noe redusert behov for ventilasjon, transport til/fra stuff, vannhåndtering, kommunikasjon og liknende, som vil fanges opp av riggen på Skúvoy. De viktigste og store rigg- og driftsfunksjonene og fasilitetene vil det likevel være behov for, uavhengig av om det er drift fra Skúvoy eller ikke. Kostnader for betong, strøm, diesel og tele på Skúvoy kompenserer for at mye av dette fanges opp av rigg og drift for Sandoy og Suðuroy.

**Varighet**

Det er for alternativ 1B og 2B estimert en total drivetid på 4,8 år, i tillegg vil mobilisering, bygging av molo og kaianlegg kreve 1,5 til 2 år. Til slutt er det lagt til grunn 1 år for arbeider knyttet til rivning av molo og kai, demobilisering og tilbakeføring av riggområder. Total varighet for rigg og drift fra Skúvoy vil da være opp til 8 år. Tabell 2-7 viser antatt årlig riggkostnad basert på en gradvis opp- og nedtrapping.

| Byggetid (år) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | SUM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **% av full rigg pr. år** | 20 % | 55 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 60 % | 20 % | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Årlig pådrag (NOK)** | kr 11 056 738 | kr 30 406 030 | kr 55 283 690 | kr 55 283 690 | kr 55 283 690 | kr 55 283 690 | kr 33 170 214 | kr 11 056 738 | **kr 303 340 480** |

*Tabell 2-7 Oversikt over årlig rigg- og driftskostnad for estimert byggetid på Skúvoy (NOK).*

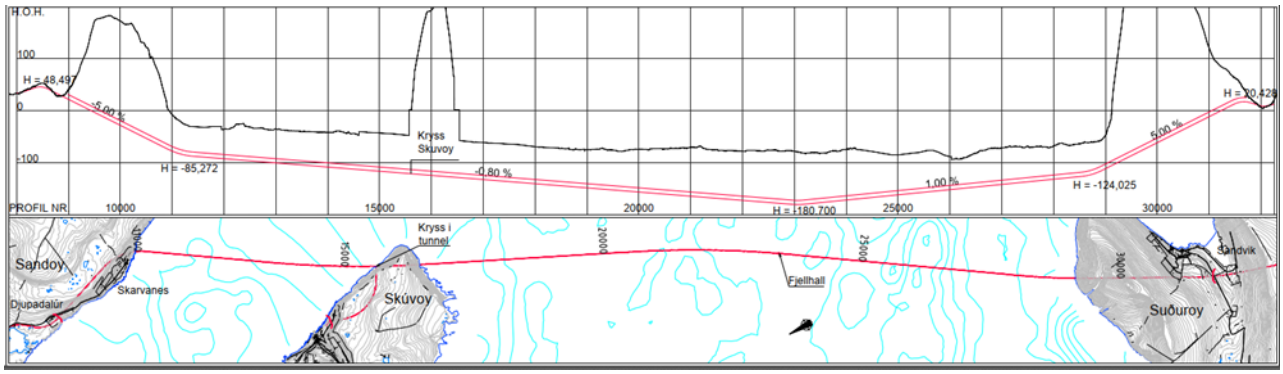
## 2.1 Overordnet vurdering kostnader ved økning av tunnelprofil fra T9,5 til T10,5

En økning i tunneltverrsnitt fra T9,5 til T10,5 medfører en arealøkning på om lag 12 %. Dette vil i hovedsak påvirke kostnadene knyttet til løpemeterpris, ettersom hoveddelen av kostnadene er proporsjonal med tverrsnittarealet. Tidligere analyser indikerer at en slik økning i areal typisk gir en økning i løpemeterkostnad på mellom 6 og 7 %. I tillegg vil det økte arealet medføre større uttak av bergmasser, noe som igjen kan gi høyere kostnader til transport og deponering. Samlet sett er det derfor rimelig å anta at en overgang fra T9,5 til T10,5 vil kunne medføre en total kostnadsøkning på rundt 10 %.

For å konkretisere kostnadsøkningen, kan vi ta utgangspunkt i en estimert løpemeterpris på 175 000 kr/lm. En økning på 10 % gir da en ny løpemeterpris på 192 500 kr/lm.

# 3 Linjeføring 1

## 3.1 Tunnel, Sandvík-Djúpadalur 1A




*Figur 3-1 Plan og profil 1A*

### 3.1.1 Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon

#### 3.1.1.1 Røykventilasjon

*Felles geometri- og beregningsgrunnlag*

Det er utført beregninger for røykventilasjon for alle fire tunnelalternativer i henhold til vegnormal N500 [3]. Dimensjonerende brannplassering er satt til 200 m innenfor portalene, med strategi om å ventilere røyken igjennom hele tunnelen. Det er ikke vurdert kapasitet på ventilasjonsanlegget i de tilfeller der røyk ikke skal trekke opp i løpet mot Skúvoy.

En oversikt over generelle geometri og beregningsparametere er gitt i Tabell 3-1.

| Parameter | Verdi |
|---|---|
| Tverrsnitt hovedtunnel | 54 m$^2$ (T9,5) |
| Tverrsnitt løp mot Skúvoy | 50 m$^2$ (T8,5) |
| ÅDT hovedtunnel | 2 000 kjt |
| Tungtrafikkandel | 7 % |
| ÅDT løp mot Skúvoy | 0 kjt |
| Dimensjonerende timestrafikk | 10 % |
| Friksjonsfaktor tunnel | 0,04 |
| Dimensjonerende brannstørrelse | 50 MW |

*Tabell 3-1: Beregningsgrunnlag for tunnelalternativ 1A.*

Viftedata for vifte benyttet i beregningene er oppgitt i tabell 3-2. Viftene er i beregningsmodellen plassert i klynger i tunnelens midtre parti, og ikke i partiene med høy stigning mot hver av portalene.

| Indre diameter | Nominell skyvkraft | Merkeeffekt motor | Installasjonsfaktor |
|---|---|---|---|
| 1 120 mm | 1 190 N | 37 kW | 0,873 |

*Tabell 3-2: Viftedata for vifte benyttet i beregningene.*

Øvrig informasjon om beregningsmetode er nærmere beskrevet i VENT-001 Brann og driftsventilasjon, forprosjektrapport for Suðuroyartunnilin [4].

*Alternativspesifikt geometri- og beregningsgrunnlag*

Alternativspesifikke beregningsparametere for tunnelalternativ 1A er gitt i tabell 3-3.

| Alternativ 1A | Verdi |
|---|---|
| Dimensjonerende ventilasjonshastighet | 3,5 m/s |
| Dimensjonerende stigning | -5 % |
| Tunnellengde hovedtunnel, inkl. portaler | 22 818 m |
| Tunnellengde løp mot Skúvoy, inkl. portaler | 1 570 m |

*Tabell 3-3: Alternativspesifikke parametere benyttet i beregningene for alternativ 1A.*

*Ventilasjonsanlegg*

Nødvendig installert ventilasjonsanlegg for tunnelalternativ 1A er oppsummert i tabell 3-4. Viftene er fordelt på hver side av kryssområdet for å ivareta nødvendig trykkbalanse ved ventilering av varm røyk. Antall vifter og installert effekt forutsetter vifte med spesifikasjoner oppgitt i tabell 3-2.

| | Enhet | Nord for kryss (mot Sandoy) | Sør for kryss (mot Suðuroy) | Løp mot Skúvoy | Totalt |
|---|---|---|---|---|---|
| Antall vifter | stk | 32 | 50 | 2 | 84 |
| Netto skyvkraftbehov[1] | kN | 30 | 46 | 2 | 78 |
| Installert effekt[2] | kW | 1 290 | 2 010 | 80 | 3 380 |

[1] Installasjonskoeffisient 0,873 og bakvind på 3,5 m/s.

[2] Ved +20 °C.

*Tabell 3-4: Beregnet antall vifter, netto skyvkraftbehov og nødvendig installert effekt for tunnelalternativ 1A.*

### 3.1.1.2 Ventilasjon i anleggsfasen

*Generelle dimensjoneringsforutsetninger*

For dimensjonering av luftbehov er det tatt utgangspunkt i beregningsmetode fra SIA-196 [5] samt anbefalinger fra Norsk forening for fjellsprengningsteknikk [6]. Luftbehovet avhenger av krav og anbefalinger til lufthastighet i tunnelen, og luftmengden som må til for å tynne ut utslippsgasser fra maskiner og kjøretøy slik at grenseverdier for luftkvalitet overholdes. Det kravet som gir høyest luftbehov vil være dimensjonerende. Minimum anbefalt lufthastighet i tunnelen ved stuff er 0,3 m/s i henhold til SIA-196 [5]. Norsk forening for fjellsprengningsteknikk anbefaler en lufthastighet mellom 0,5 og 1 m/s [6]. Det er valgt å utføre beregninger med lufthastighet 0,5 m/s ved stuff, med mindre forurensningen gir behov for høyere luftmengder.

For dimensjoneringen er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- Elektriske anleggsmaskiner ved stuff.
- Lastebiler med motorteknologi EURO-6 for utlasting av sprengmasser, antatt 30 stk. per time.
- Det forutsettes at kjøretøy kan kjøre inn i tunnelen før sprenggassene er luftet ut.
- Duken har en friksjonsfaktor på 0,018 og luftlekkasje på 10 $mm^2/m^2$.
- Friksjonsfaktor for tunnel med råsprengt berg er antatt å være 0,05.

Det er gjort en vurdering av at det er tilgjengelig plass til to duker med diameter ø2200 mm i begge tunnelprofiler (modifisert T9,5 og T8,5).

*Alternativspesifikke dimensjoneringsforutsetninger*

Alternativ 1A drives fra portal Sandvik og portal Djúpadalur. I beregninger for nødvendig anleggsventilasjon er det tatt utgangspunkt i at det fra Djúpadalur drives til krysset, deretter drives det videre med vekseldrift: én stuff mot Skúvoy og én videre i retning Suðuroy. Fra Sandvik drives det med én stuff. Det er antatt at gjennomslaget for hovedtunnelen vil være omtrent 2/3 fra portal Sandvik.

En oversikt over lengder og geometri på tunneler og duker for alternativ 1A er oppsummert i tabell 3-5.

| Strekning | Lengde tunnelsegment | Tunnelprofil / Tverrsnittsareal | Antall duker / dukdiameter |
|---|---|---|---|
| **Fra Suðuroy** | | | |
| Sandvik - gjennomslag | 11 374 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Sandoy** | | | |
| Djúpadalur - kryss | 6 617 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| Kryss - Skúvoy | 1 554 m | T8,5 / 62 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |
| Kryss – gjennomslag Sandvik | 4 757 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |

*Tabell 3-5: Lengder og geometri for anleggsventilasjon av tunnelalternativ 1A.*

*Løsning anleggsventilasjon alternativ 1A*

Resultatene av beregninger for anleggsventilasjon for tunnelalternativ 1A er presentert i tabell 3-6 for driving fra Suðuroy og

| Fra Suðuroy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 11 324 m | 11 324 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 40 m$^3$/s | 40 m$^3$/s |
| Trykktap i systemet | 3 100 Pa | 3 100 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 2 stk | 2 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 170 kW | 170 kW |

[1]Lengde tunnelsegment minus 50 m.

[2]For virkningsgrad 0,75 for dimensjonerende arbeidsområde.

*Tabell 3-6: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Suðuroy med tunnelalternativ 1A.*

| Fra Sandoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 8 121 m | 11 324 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,4 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 52 m$^3$/s | 65 m$^3$/s |
| Trykktap i systemet | 4700 Pa | 7 900 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 2/3 stk | 3 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 330 kW | 680 kW |

*Tabell 3-7: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy med tunnelalternativ 1A.*

Vekseldrift fra krysset forutsetter at hver av stuffene herifra må ventileres med én duk á ø2200 mm. Det vil kunne bli krevende å oppnå lufthastigheter i tunnelen opp mot 0,5 m/s og høyere når tunnelene nærmer seg gjennomslag. Dette gjelder særlig stuff fra krysset mot Suðuroy.

Endelige lengder og ventilasjonsløsning må verifiseres ved nærmere detaljering når tunnelalternativ er valgt.

### 3.1.2 Beskrivelse av løsning inkl. pumping

Se vedlegg A for forutsetninger og løsninger for VA som er like for alternativene.

#### 3.1.2.1 Nøkkeltall og dimensjonering

Det er registrert og anslått en del premissgivende forutsetninger som vil være mer eller mindre sentrale for omfang, utforming og dimensjonering av anleggene. Se Tabell 3-8 under.

| Beskrivelse | Nøkkeltall | Merknad |
|---|---|---|
| Lengde innlekkasje | 23+1,6 km | |
| Lengde grøft og ledningsanlegg | 23+1,6 km | Ca 100 m har fall mot portal på Suðuroy |
| Største dybde | - 181 muh | |
| Laveste stoppnivå pumping | - 188 muh | |
| Nivå ved portal | +24 / +16 moh | Skarvanes/ Sandvik |
| Nivå ved portal Skúvoy | +16 moh | |
| Minimums nivå utpumping | +5 moh | Sikkerhetsmargin mot nivå i resipient |
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 82 l/s | Basert på 20 l/min/100 m |
| Årlig pumpet mengde | 2 600 000 $m^3$ | Basert på 20 l/min/100 m |
| Pumpeanlegg | 4 stk | Eksklusiv eventuell portalpumpestasjon |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 15 000 $m^3$ | Evt. sed. basseng ca 500 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 2,5 GWh | Basert på 20 l/min/100 m jevnt fordelt |

*Tabell 3-8 Forutsetninger for omfang, utforming og dimensjonering VA alternativ 1A*

Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov er beregnet for innlekkasje 20 l/min/100 m. Selv om anlegget i utgangspunktet dimensjoneres for 20 l/min/100 m vil redusert innlekkasje kunne medføre noe reduksjon i enkelte komponenter i anleggsfasen, samt for pumpet mengde og energibehov. Dette er illustrert i Tabell 3-9 under:

| Beskrivelse | 10 l/min/100 m | 15 l/min/100 m | 20 l/min/100 m |
|---|---|---|---|
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 41l/s | 62 l/s | 82 l/s |
| Årlig pumpet mengde | 1 300 000 $m^3$ | 2 000 000 $m^3$ | 2 600 000 $m^3$ |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 8 000 $m^3$ | 11 000 $m^3$ | 15 000 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 1,2 GWh | 1,9 GWh | 2,5 GWh |

*Tabell 3-9 Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov, alternativ 1A*

Ved større innlekkasje må anlegget dimensjoneres på nytt.

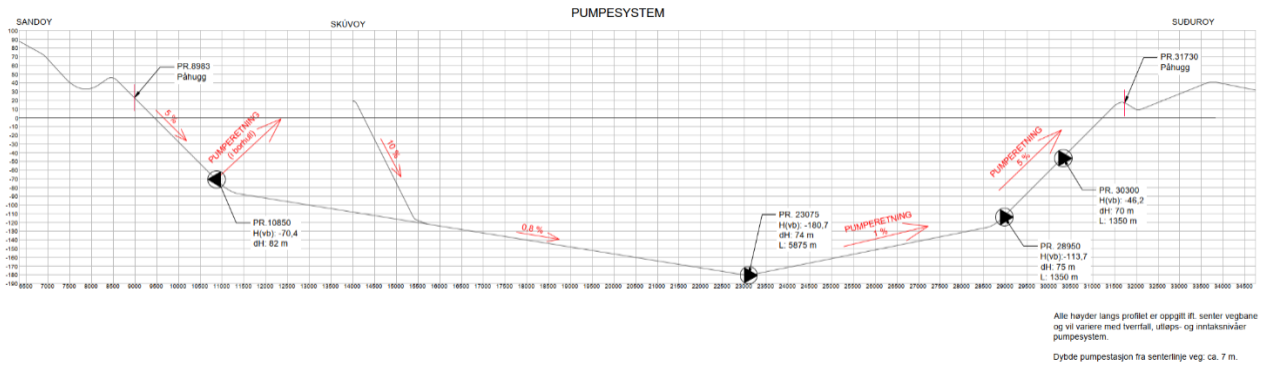
#### 3.1.2.2 Portalområder

Anlegg i dagsoner er ikke omtalt med unntak av kritiske grensesnitt og funksjoner.

Portalområdene på Sandoy og Suðuroy anses ikke å være påvirket av sjøvann. På Sandoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen. På Suðuroy er det fall ut av tunnelen.

### 3.1.2.3 Pumpesystemer overvann og drens

Håndbøker og øvrig underlag legger opp til trinnpumping med ca 80 m løftehøyde og krav om at utstyr skal kunne velges innenfor trykklasse PN10 (maks 5 mVs tap i pumpeledning).




*Figur 3-2 Systemskisse pumpesystem alt 1A*

I systemskissen er pumpeanleggene grovt tilpasset plassering av havarinisjene.

Det flate partiet blir dominerende for dimensjoneringsforutsetningene for flere forhold. Det blir her en lang strekning uten behov for trinnpumpeanlegg, men der mengde innlekkasje og lengde pumpeledning medfører behov for større ledningsdimensjoner.

Med få stasjoner og to der det er lite ønskelig eller umulig med drenering og nødløp benyttes kun anlegg med priming, foreslått løst med et mellombasseng mellom dykkpumpene og normpumpene.

### 3.1.2.4 Vannforsyning og slokkevann

Det må tilrettelegges for at tilstrekkelig vann er tilgjengelig i basseng ved portalområdene og slokking baseres på brannbiler med slokkevann på tank.

## 3.1.3 Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden

Sikkerhet og beredskap er avgjørende både i byggeperioden og i driftsfasen av tunnelanlegg, og får særlig betydning i prosjekter med isolert beliggenhet, krevende geologi og begrenset tilgang til normal infrastruktur. I byggeperioden må det etableres robuste tiltak for brannvern, evakuering, førstehjelp og sjøredning, med tilgjengelig utstyr, opplært personell og et velfungerende samband.

Brann er noe av det man frykter mest ifm. tunnelarbeider. Dette grunnet bruk av sprengstoff, maskiner og elektrisk utstyr, dette krever både forebyggende tiltak og rask innsats og beredskap. Evakuering må kunne skje effektivt, også om nødvendig med helikopter, og det må være etablert lokal førstehjelpsredskap med medisinsk utstyr og tilhørende kompetanse.

Geologiske forhold representerer en betydelig sikkerhetsrisiko. Lav overdekning, feiltolkninger i grunnundersøkelser og dårlig bergkvalitet kan føre til ras og vanninntrengning på stuff. Dette gir både økt fare for personell og redusert fremdrift. Jo mer opplæring av personell, grundig planlegging, etablerte

prosedyrer og regelmessige øvelser man gjennomfører, desto bedre rustet er man til å håndtere potensielt farlige situasjoner på anlegget.

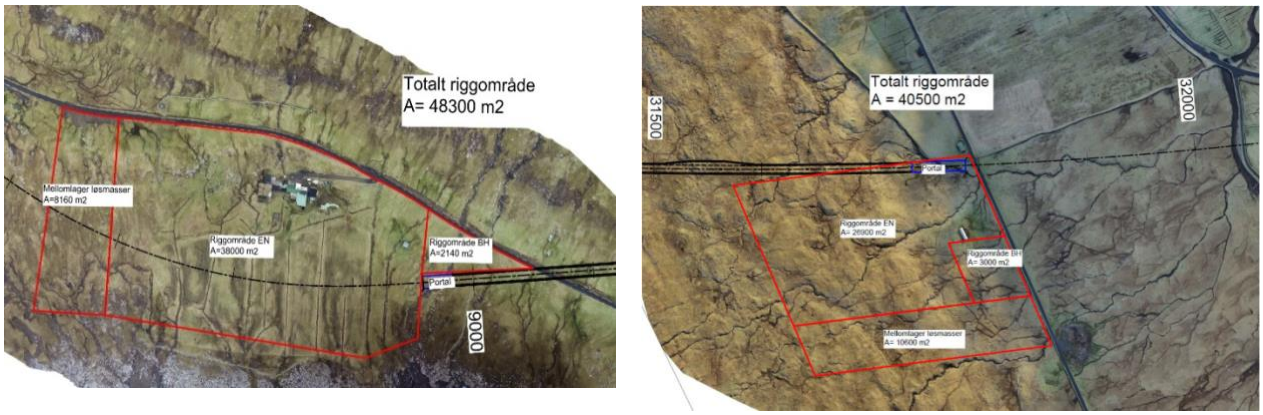
I driftsfasen videreføres mange av sikkerhetstiltakene, med fokus på overvåking, vedlikehold og beredskap for hendelser knytet til; brann, trafikkuhell og teknisk svikt. Tunnelens sikkerhetssystemer inkluderer ventilasjon, overvåkning, brannslukkingsutstyr og tydelig skilting. Regelmessig øving og vedlikehold av beredskapssystemene er avgjørende for å sikre trygg ferdsel for brukere og effektiv innsats ved uønskede hendelser. I et prosjekt som dette, hvor vær, logistikk og andre lokale forhold kan skape isolasjon og forsinkelser, er det avgjørende at både anleggs- og driftsorganisasjonen er forberedt på å håndtere situasjoner uten ekstern støtte over tid.

**Riggområder**

Under vises skisser for riggområde for byggherre, entreprenør og deponi av løsmasser.

Totalt riggareal blir:

- Skarvanes: 48 300 m$^2$
- Suðuroy: 40 500 m$^2$




*Figur 3-3 Riggområde Skarvanes og Suðuroy*

**Arbeider på Skúvoy**

Arbeider på Skúvoy, for tunneldriving fra hovedtunnel og opp til Skúvoy, vil her i all hovedsak bestå av å klargjøre forskjæringen for gjennomslag fra tunnel. På Skúvoy skal det etableres en mindre byggeplass for å klargjøre området der tunnelen skal komme ut. Arbeidene omfatter avdekking av toppjord, sprengning av forskjæring, flytting av mindre masser og bergsikring av skjæringsflater. Dette er nødvendige forberedelser som må ferdigstilles før gjennomslag mot Skúvoy.

Byggeplassen vil kreve en enkel riggoppsetning bestående av noen brakker for mannskap og drift, en borerigg for sprengningsarbeid, en gravemaskin for masseflytting og eventuelt en liten dumper/lastebil for intern transport. Nødvendig utstyr er antatt mulig å landsette ved hjelp av eksisterende kai- og havnefasiliteter, og ved bruk av lokalt veisystem for transport til anleggsområdet. Anleggsområdet vil være lokalisert på samme sted og i nærhet til påhuggsplassering som vist i Figur 1-1, men i betydelig mindre skala. Resterende sprengning av forskjæring, permanent vei og portal med tilhørende installasjoner blir etablert etter gjennomslag.

Overskuddsmasser fra forskjæringen vil midlertidig lagres på Skúvoy frem til gjennomslag, og håndteres videre i henhold til prosjektets masseplan. Riggplassen vil være kompakt og tilpasset de begrensede arealene og de lokale forholdene.

### 3.1.4 Miljøforhold

Anleggsgjennomføringen kan medføre utfordringer knyttet til partikkelavrenning fra riggområder og andre åpne anleggsområder, samt fare for kjemisk forurensning fra tunneldrift.

Det må etableres egne renseanlegg for anleggsvannet før videre utslipp i sjøen. På Skarvanes er det relativt kort avstand fra påhugg til sjø. Renset driftsvann kan her enten gå i ledning med selvfall ut i sjø fra riggområdet, eller benytte borehullet for permanent utslipp til sjø når det er etablert.

I Sandvik forutsettes det at anleggsvannet pumpes i en midlertidig pumpeledning fra portalområdet, på nordsiden av Sandvik bygd og ut i sjøen. Denne pumpeledningen får en lengde på 2-3 km.

### 3.1.5 Tidsplan for prosjektering og bygning

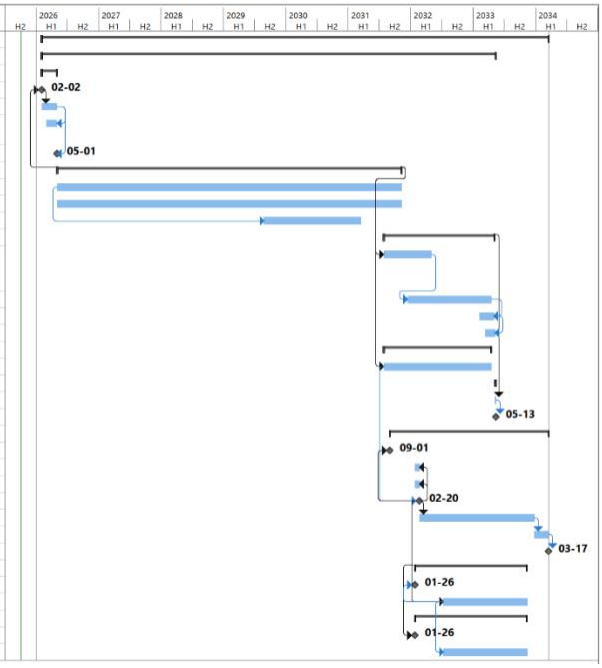
Linje 1A drives med to stuffer, en fra Suðuroy og Sandoy. Tunnel opp til Skúvoy drives på vekseldrift etter at stuff fra Sandoy har passert krysset. Det er lagt opp til en inndrift på 40 m/uke per stuff i hovedløpet, og 20 m/uke på tunnel opp til Skúvoy. Etterarbeid og konstruksjoner starter opp før gjennomslag.

Fremdriftsplan legger ikke opp til evt slakk og merkostnader dette medfører, se kap. 2.

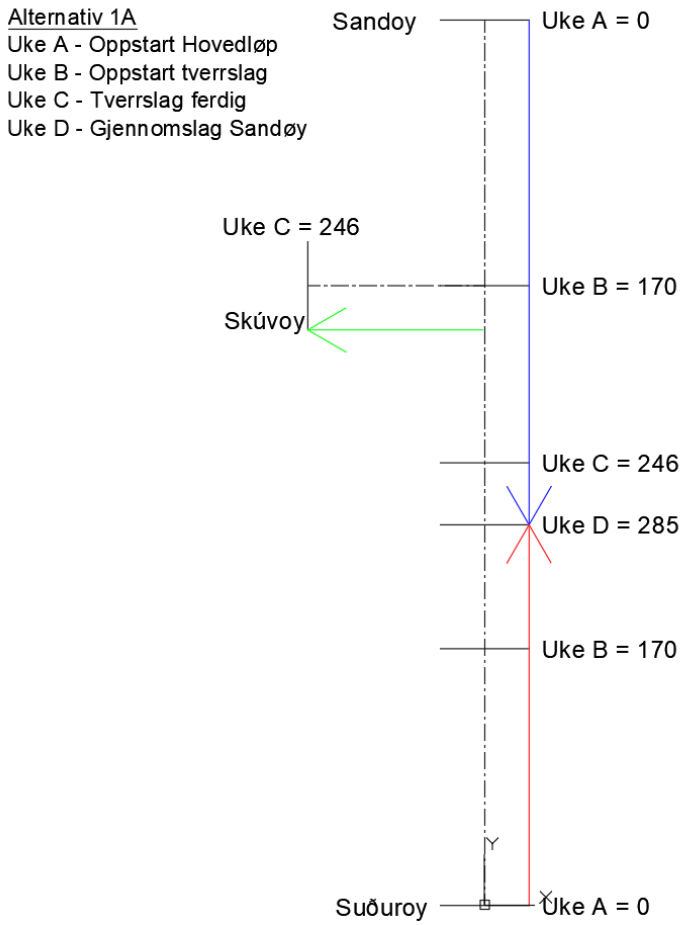
*Oppsummert:*

- Total byggetid: 421 uker, 8 år og 1 mnd.
- Drivetid: 285 uker, 5 år og 6 mnd.

| ID | Aktivitetsmodus | Task Name | Kapasitet (m/uke) | Varighet | Start | Slutt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | **SUTU 1A** | | **421 ukr** | **2026-02-02** | **2034-03-17** |
| 2 | | **Tunnelarbeider - SUTU** | | **377 ukr** | **2026-02-02** | **2033-05-13** |
| 3 | | **Oppstart** | | **13 ukr** | **2026-02-02** | **2026-05-01** |
| 4 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2026-02-02 | 2026-02-02 |
| 5 | | Planlegging | | 13 ukr | 2026-02-02 | 2026-05-01 |
| 6 | | Tilrigging bygge- og anleggstekniske arbeider | | 9 ukr | 2026-03-02 | 2026-05-01 |
| 7 | | Anleggsoppstart | | 0 dager | 2026-05-01 | 2026-05-01 |
| 8 | | **Tunneldriving inkludert sikring** | | **285 ukr** | **2026-05-04** | **2031-11-07** |
| 9 | | Sprengning Sandøy | 40 m/uke | 285 ukr | 2026-05-04 | 2031-11-07 |
| 10 | | Sprengning Sudurøy | 40 m/uke | 285 ukr | 2026-05-04 | 2031-11-07 |
| 11 | | Sprengning Skuvøy | 20 m/uke | 81 ukr | 2029-08-27 | 2031-03-14 |
| 12 | | **Etterarbeider tunnel** | | **93 ukr** | **2031-07-28** | **2033-05-06** |
| 13 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 40 ukr | 2031-07-28 | 2032-04-30 |
| 14 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 | 70 ukr | 2031-12-15 | 2033-04-15 |
| 15 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 12 ukr | 2033-02-07 | 2033-04-29 |
| 16 | | Slitelag og vegmerking | | 8 ukr | 2033-03-14 | 2033-05-06 |
| 17 | | **Konstruksjoner** | | **90 ukr** | **2031-07-28** | **2033-04-15** |
| 18 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 90 ukr | 2031-07-28 | 2033-04-15 |
| 19 | | **Overlevering** | | **1 uk** | **2033-05-09** | **2033-05-13** |
| 20 | | Ferdig befaring | | 1 uk | 2033-05-09 | 2033-05-13 |
| 21 | | Overlevering | | 0 dager | 2033-05-13 | 2033-05-13 |
| 22 | | **Elektroarbeider - SUTU** | | **133 ukr** | **2031-09-01** | **2034-03-17** |
| 23 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2031-09-01 | 2031-09-01 |
| 24 | | Planlegging | | 4 ukr | 2032-01-26 | 2032-02-20 |
| 25 | | Tillrigging elektroarbeider | | 4 ukr | 2032-01-26 | 2032-02-20 |
| 26 | | Oppstart | | 0 dager | 2032-02-20 | 2032-02-20 |
| 27 | | Innstallsjoner elektro | | 96 ukr | 2032-02-23 | 2033-12-23 |
| 28 | | Testing elektro | | 12 ukr | 2033-12-26 | 2034-03-17 |
| 29 | | Overlevering | | 0 dager | 2034-03-17 | 2034-03-17 |
| 30 | | **Entreprise pumper - SUTU** | | **94 ukr** | **2032-01-26** | **2033-11-11** |
| 31 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2032-01-26 | 2032-01-26 |
| 32 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2032-07-12 | 2033-11-11 |
| 33 | | **Entreprise vifter - SUTU** | | **94 ukr** | **2032-01-26** | **2033-11-11** |
| 34 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2032-01-26 | 2032-01-26 |
| 35 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2032-07-12 | 2033-11-11 |




*Figur 3-4 Fremdriftsplan for alternativ 1A*




*Figur 3-5 Skisse av driverekkefølge og lengde for alternativ 1A*

### 3.1.6 Kostnadsoverslag

Alternativ 1A innebærer en tunnel med tunnelprofil T9,5 med en samlet lengde på 22 747 meter. Tilsvarende som grunnlag av foreliggende forprosjekt fra desember 2023, som korteste tunnel uten tunneldrift fra Skúvoy. Tunnelen bygges som undersjøisk vegtunnel med minimum 50 meter bergoverdekning i henhold til Statens vegvesen håndbok N500. Tunnelen bygges med ett lavbrekk, pumpeløsning og tekniske installasjoner som beskrevet ovenfor i kapittel 1.

Kostnadene som her er lagt til grunn, er entreprisekostnader (P50) fra forprosjektets anslag, basert på en gjennomsnittlig meter pris for hovedtunnelen på NOK 175 026 og arm opp til Skúvoy på NOK 161 024.

Tabell 3-10 oppsummerer poster for kostnader fra kostnadsoverslaget for alternativ 1A.

| Kostnader summert for alternativ 1A – kort tunnel | Alternativ 1A |
|---|---|
| Entreprisekostnad tunnel 22 747 m med tverrsnitt T9,5 | 3 981 MNOK |
| Evakueringsrom i tunnelen for hver 500 m (44 stk) | 360 MNOK |
| Tunnelarm opp til Skúvoy på 1 552 m | 250 MNOK |
| **Totale kostnader for alternativ 1A** | **4 591 MNOK** |

*Tabell 3-10: Kostnader for entreprenør for alternativ 1A, kort tunnel med et lavbrekk og ikke tunnelsprengning fra Skúvoy*

### 3.1.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy

Tunnelen skal ikke drives fra Skúvoy i alternativ 1A, tunnelarmen opp til Skúvoy bygges fra den undersjøiske tunnelen. Lengde på tunnelen opp til Skúvoy er 1 552 meter, tunnelen får tunnelprofil T8,5 med to vegbaner på 3,25 meter. Kostnader, her er det lagt til grunn entreprisekostnader (P50) fra forprosjektets anslag.

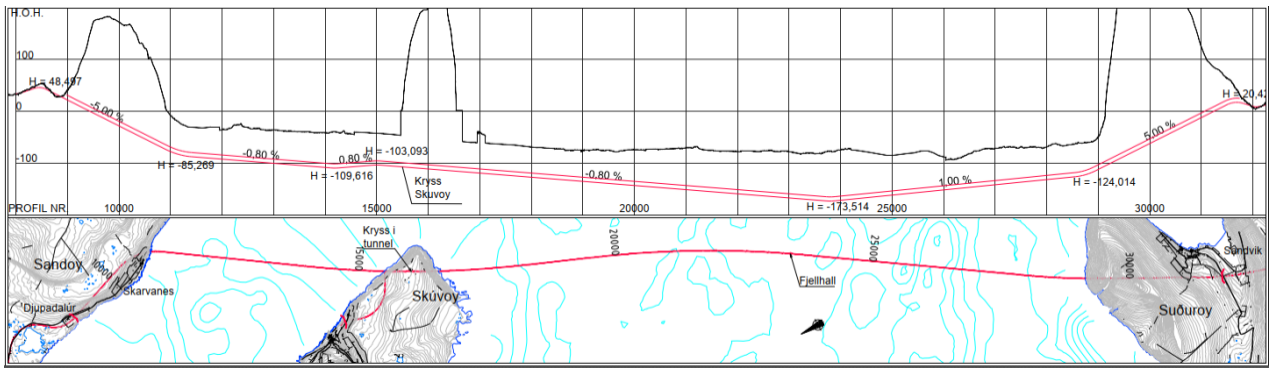
Tabell 3-11 under oppsummerer relevante poster fra kostnadsoverslaget for tunnel til Skúvoy.

Tunnelen bygges fra hovedtunnelen opp til Skúvoy med kun en liten begrenset tilrigging oppe på Skúvoy. Pris pr løpemeter tunnel opp til Skúvoy er beregnet med en redusert kostnad i forhold til hovedtunnelen. Kostnaden er redusert i henhold til differansen i tverrsnitt (67 $m^2$ ift 62 $m^2$) som gir 90% av kostnadene til hovedløpet for T8,5 tunnelen her.

| Tunnelarm opp til Skúvoy – T8,5 m | Alternativ 1A |
|---|---|
| Tunnelarm til Skúvoy 1 552m, drives fra hovedtunnelen | 250 MNOK |
| **Totalt for tunnelarm opp til Skúvoy** | **250 MNOK** |

*Tabell 3-11: Kostnader fra entreprenør for arm til Skúvoy for alternativ 1A*

## 3.2 Tunnel, Sandvík-Djúpadalur med bygning fra Skúvoy 1B




*Figur 3-6 Plan og profil 1B*

### 3.2.1 Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon

#### 3.2.1.1 Røykventilasjon

*Geometri og beregningsgrunnlag*

For generelle geometri- og beregningsforutsetninger for røykventilasjon for alle tunnelalternativer, se kap. 3.1.1.1.

Alternativspesifikke beregningsparametere for tunnelalternativ 1B er gitt i tabell 3-12. Dimensjonerende brannplassering for alternativ 1B er 200 m innenfor portal med ventilering gjennom hele vegtunnelen.

| Alternativ 1B | Verdi |
|---|---|
| Dimensjonerende ventilasjonshastighet | 3,5 m/s |
| Dimensjonerende stigning | -5 % |
| Tunnellengde hovedtunnel, inkl. portaler | 22 837 m |
| Tunnellengde løp mot Skúvoy, inkl. portaler | 1 454 m |

*Tabell 3-12: Alternativspesifikke parametere benyttet i beregningene for alternativ 1B.*

*Ventilasjonsanlegg*

Nødvendig installert ventilasjonsanlegg for tunnelalternativ 1B er oppsummert i tabell 3-13. Viftene er fordelt på hver side av kryssområdet for å ivareta nødvendig trykkbalanse ved ventilering av varm røyk. Antall vifter og installert effekt forutsetter vifte med spesifikasjoner oppgitt i tabell 3-2.

| | Enhet | Nord for kryss (mot Sandoy) | Sør for kryss (mot Suðuroy) | Løp mot Skúvoy | Totalt |
|---|---|---|---|---|---|
| Antall vifter | stk | 30 | 50 | 2 | 82 |
| Netto skyvkraftbehov[1] | kN | 28 | 46 | 2 | 76 |
| Installert effekt[2] | kW | 1 210 | 2 010 | 80 | 3 300 |

[1] Installasjonskoeffisient 0,873 og bakvind på 3,5 m/s.
[2] Ved +20 °C.

*Tabell 3-13: Beregnet antall vifter, netto skyvkraftbehov og nødvendig installert effekt for tunnelalternativ 1B.*

### 3.2.1.2 Ventilasjon i anleggsfasen

*Dimensjoneringsforutsetninger*

For generelle dimensjoneringsforutsetninger og grunnlag som gjelder alle tunnelalternativer, se kap. 3.1.1.2.

Alternativ 1B drives fra portal Sandvik, portal Djúpadalur og portal Skúvoy. I beregninger for nødvendig anleggsventilasjon er det tatt utgangspunkt i at det fra portal Skúvoy drives til kryss, deretter drives det videre med en stuff i retning Suðuroy. Fra portal Sandvik og portal Djúpadalur drives det med én stuff til gjennomslag. Det er antatt at gjennomslag mellom stuff fra Skúvoy og stuff mot Suðuroy vil være ved omkring 1/3 av avstanden fra krysset mot portalene.

En oversikt over lengder og geometri på tunneler og duker er oppsummert i tabell 3-14.

| Strekning | Lengde tunnelsegment | Tunnelprofil / Tverrsnittsareal | Antall duker / dukdiameter |
|---|---|---|---|
| **Fra Suðuroy** | | | |
| Sandvik - gjennomslag | 10 780 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Sandoy** | | | |
| Djúpadalur - gjennomslag | 6 517 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Skúvoy** | | | |
| Skúvoy - kryss | 1 424 m | T8,5 / 62 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| Kryss – gjennomslag Suðuroy | 5 365 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |

*Tabell 3-14: Lengder og geometri for anleggsventilasjon av tunnelalternativ 1B.*

*Løsning anleggsventilasjon alternativ 1B*

Resultatene av beregninger for anleggsventilasjon for tunnelalternativ 1B er presentert i tabell 3-15 for driving fra Suðuroy, tabell 3-16 for driving fra Sandoy og tabell 3-17 for driving fra Skúvoy. For ventilering av stuff med driving fra Sandoy og driving fra Skúvoy kan det være mulig å kun benytte seg av én duk. Luftmengde, trykktap og effektbehov endres deretter.

Endelige lengder og ventilasjonsløsning må verifiseres ved nærmere detaljering når tunnelalternativ er valgt.

| Fra Suðuroy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 10 780 m | 10 780 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 36 $m^3/s$ | 36 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 2 500 Pa | 2 500 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 120 kW | 120 kW |

[1]Lengde tunnelsegment minus 50 m.
[2]For virkningsgrad 0,75 for dimensjonerende arbeidsområde.

*Tabell 3-15: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Suðuroy med tunnelalternativ 1B.*

| Fra Sandoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 6 467 m | 6 467 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 23 $m^3/s$ | 23 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 900 Pa | 900 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 30 kW | 30 kW |

*Tabell 3-16: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy med tunnelalternativ 1B.*

| Fra Skúvoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 6 789 m | 6 789 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 25 $m^3/s$ | 25 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 1 100 Pa | 1 100 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 40 kW | 40 kW |

*Tabell 3-17: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Skúvoy med tunnelalternativ 1B.*

### 3.2.2 Beskrivelse av løsning inkl. pumping

Se vedlegg A for forutsetninger og løsninger for VA som er like for alternativene.

#### 3.2.2.1 Nøkkeltall og dimensjonering

Det er registrert og anslått en del premissgivende forutsetninger som vil være mer eller mindre sentrale for omfang, utforming og dimensjonering av anleggene. Se Tabell 3-18 under.

| Beskrivelse | Nøkkeltall | Merknad |
|---|---|---|
| Lengde innlekkasje | 23,1+1,5 km | |
| Lengde grøft og ledningsanlegg | 23,1+1,5 km | Ca 100 m har fall mot portal på Suðuroy |
| Største dybde | - 174 muh | |
| Laveste stoppnivå pumping | - 181 muh | |
| Nivå ved portal | +24 / +16 moh | Skarvanes/ Sandvik |
| Nivå ved portal Skúvoy | +16 moh | |
| Minimums nivå utpumping | +5 moh | Sikkerhetsmargin mot nivå i resipient |
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 82 l/s | Basert på 20 l/min/100 m |
| Årlig pumpet mengde | 2 600 000 $m^3$ | Basert på 20 l/min/100 m |
| Pumpeanlegg | 5 stk | Eksklusiv eventuell portalpumpestasjon |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 15 000 $m^3$ | Evt. sed. basseng ca 500 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 2,3 GWh | Basert på 20 l/min/100 m jevnt fordelt |

*Tabell 3-18 Forutsetninger for omfang, utforming og dimensjonering VA alternativ 1B*

Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov er beregnet for innlekkasje 20 l/min/100 m. Selv om anlegget i utgangspunktet dimensjoneres for 20 l/min/100 m vil redusert innlekkasje kunne medføre noe reduksjon i enkelte komponenter i anleggsfasen, samt for pumpet mengde og energibehov. Dette er illustrert i Tabell 3-19 under:

| Beskrivelse | 10 l/min/100 m | 15 l/min/100 m | 20 l/min/100 m |
|---|---|---|---|
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 41 l/s | 62 l/s | 82 l/s |
| Årlig pumpet mengde | 1 300 000 $m^3$ | 2 000 000 $m^3$ | 2 600 000 $m^3$ |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 8 000 $m^3$ | 11 000 $m^3$ | 15 000 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 1,2 GWh | 1,8 GWh | 2,3 GWh |

*Tabell 3-19 Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov, alternativ 1B*

Ved større innlekkasje må anlegget dimensjoneres på nytt.

I en eventuell detaljeringsfase bør det vurderes tiltak for å føre lekkasjevann fra avgreningen til Skúvoy mot nord for å redusere løftehøyde og strømforbruk.

#### 3.2.2.2 Portalområder

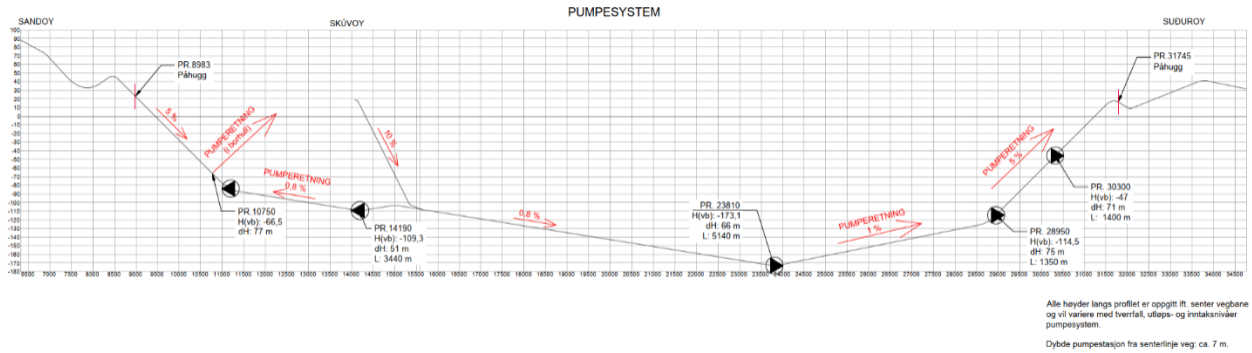
Anlegg i dagsoner er ikke omtalt med unntak av kritiske grensesnitt og funksjoner.

Portalområdene på Sandoy og Suðuroy anses ikke å være påvirket av sjøvann. På Sandoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen. På Suðuroy er det fall ut av tunnelen.

På Skúvoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen.

### 3.2.2.3 Pumpesystemer overvann og drens

Håndbøker og øvrig underlag legger opp til trinnpumping med ca. 80 m løftehøyde og krav om at utstyr skal kunne velges innenfor trykklasse PN10 (maks 5 mVs tap i pumpeledning).




*Figur 3-7 Systemskisse pumpesystem alt 1B*

I systemskissen er pumpeanleggene grovt tilpasset plassering av havarinisjene.

Det flate partiet blir dominerende for dimensjoneringsforutsetningene for flere forhold. Det blir her en lang strekning uten behov for trinnpumpeanlegg, men der mengde innlekkasje og lengde pumpeledning medfører behov for større ledningsdimensjoner.

Med få stasjoner og to der det er lite ønskelig eller umulig med drenering og nødløp benyttes kun anlegg med priming, foreslått løst med et mellombasseng mellom dykkpumpene og normpumpene.

### 3.2.2.4 Vannforsyning og slokkevann

Det må tilrettelegges for at tilstrekkelig vann er tilgjengelig i basseng ved portalområdene og slokking baseres på brannbiler med slokkevann på tank.

## 3.2.3 Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden

Sikkerhet og beredskap er avgjørende både i byggeperioden og i driftsfasen av tunnelanlegg, og får særlig betydning i prosjekter med isolert beliggenhet, krevende geologi og begrenset tilgang til infrastruktur. I byggeperioden må det etableres robuste tiltak for brannvern, evakuering, førstehjelp og sjøredning, med tilgjengelig utstyr, opplært personell og fungerende samband.

Brann er noe av det man frykter mest ifm. tunnelarbeider. Dette grunnet bruk av sprengstoff, maskiner og elektrisk utstyr, og krever både forebyggende tiltak og rask innsats og beredskap. Evakuering må kunne skje effektivt, også med helikopter, og det må være etablert lokal førstehjelpsberedskap med medisinsk utstyr og kompetanse.

Geologiske forhold representerer en betydelig sikkerhetsrisiko. Lav overdekning, feiltolkninger i grunnundersøkelser og dårlig bergkvalitet kan føre til ras og vanninntrengning på stuff. Dette gir både økt fare for personell og redusert fremdrift. Jo mer opplæring av personell, grundig planlegging, etablerte prosedyrer og regelmessige øvelser man gjennomfører, desto bedre rustet er man til å håndtere potensielt farlige situasjoner på anlegget.

Værforhold og isolasjon på Skúvoy kan føre til forsinkelser i leveranser, redusert tilgang på reservedeler og forsyninger, og utfordringer med strøm, vann og ventilasjon. Dette krever høy grad av selvberging og bufferkapasitet for å opprettholde drift i perioder uten transportforbindelse. Bruk av telt og midlertidige

konstruksjoner innebærer risiko i vindutsatte områder, og det må vurderes mer robuste løsninger som containere eller faste bygg.

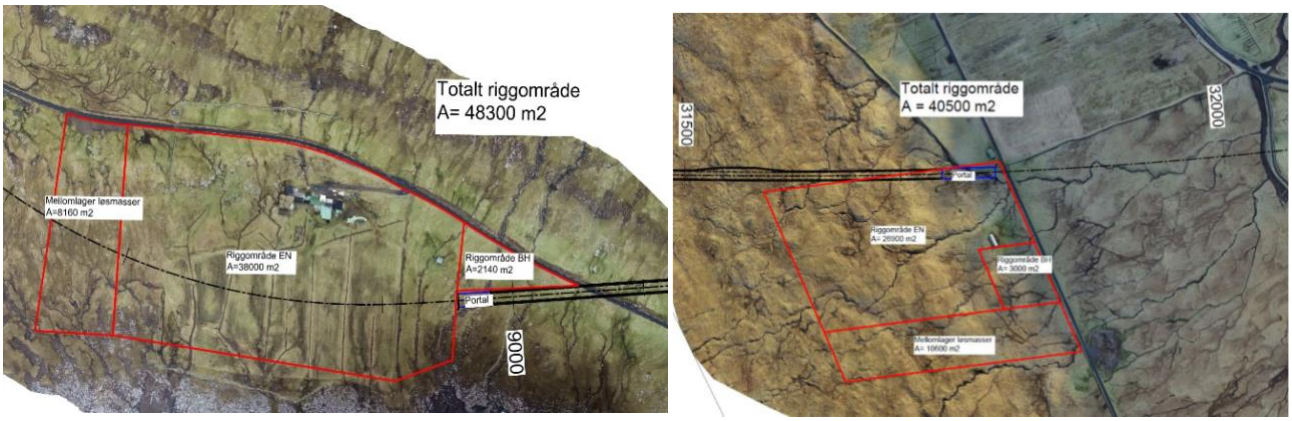
I driftsfasen videreføres mange av sikkerhetstiltakene, med fokus på overvåking, vedlikehold og beredskap for hendelser som brann, trafikkuhell og teknisk svikt. Tunnelens sikkerhetssystemer inkluderer ventilasjon, overvåkning, brannslukkingsutstyr og tydelig skilting. Regelmessig øving og vedlikehold av beredskapssystemene er avgjørende for å sikre trygg ferdsel for brukere og effektiv innsats ved uønskede hendelser. I et prosjekt som dette, hvor vær, logistikk og andre lokale forhold kan skape isolasjon og forsinkelser, er det avgjørende at både anleggs- og driftsorganisasjonen er forberedt på å håndtere situasjoner uten ekstern støtte over tid.

**Riggområder**

Under vises skisser for riggområde for byggherre, entreprenør og deponering av løsmasser.

Totalt riggareal blir:

- Skarvanes: 48 300 m$^2$
- Suðuroy: 40 500 m$^2$
- Skúvoy: 45 000 m$^2$ (se Figur 1-1)




*Figur 3-8 Riggområde Skarvanes og Suðuroy*

### 3.2.4 Miljøforhold

Anleggsgjennomføringen kan medføre utfordringer knyttet til partikkelavrenning fra riggområder og andre åpne anleggsområder, samt fare for kjemisk forurensning fra tunneldrift.

Det må etableres egne renseanlegg for anleggsvannet før videre utslipp i sjøen på alle riggområder. På Skarvanes er det relativt kort avstand fra påhugg til sjø. Renset driftsvann kan her enten gå i ledning med selvfall ut i sjø fra riggområdet, eller benytte borehullet for permanent utslipp til sjø når det er etablert.

I Sandvik forutsettes det at anleggsvannet pumpes i en midlertidig pumpeledning fra portalområdet, på nordsiden av Sandvik bygd og ut i sjøen. Denne pumpeledningen får en lengde på ca. 2-3 km.

På Skúvoy er det kort avstand fra påhugg til sjø. Renset driftsvann kan her gå i ledning med selvfall ut i sjø fra riggområdet. Det er ellers skrevet mer om miljøkonsekvenser knyttet til arbeidene på Skúvoy i kap 1.5.

### 3.2.5 Tidsplan for prosjektering og bygning

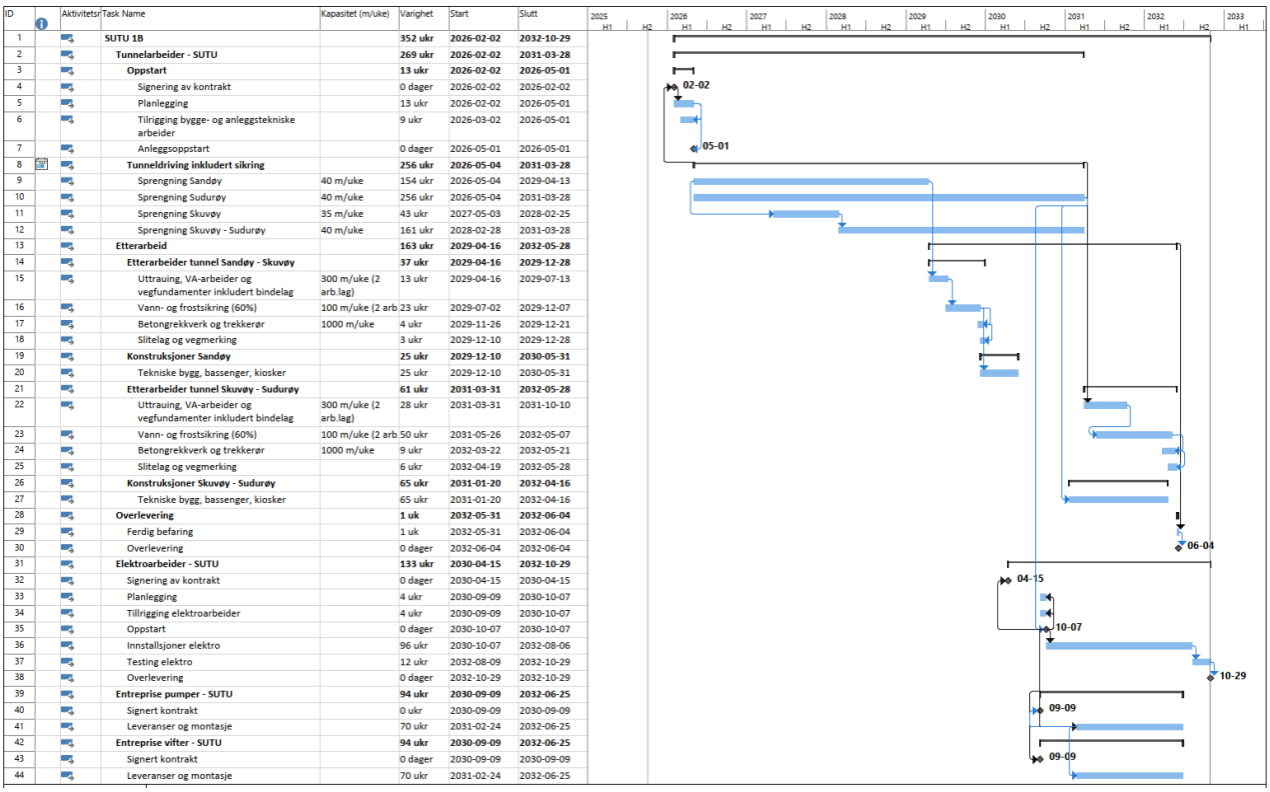
Linje 1B drives med tre stuffer, en fra Suðuroy, Sandoy og Skúvoy. Oppstart av tunnel på Skúvoy starter opp et år etter hovedløpene, pga. etablering av havn. Det er lagt opp til en inndrift på 40 m/uke per stuff i hovedløpet, og 35 m/uke på tunnel fra Skúvoy. Når tunnel fra Skúvoy er ferdig drevet, fortsetter stuffen sørover mot Suðuroy. Strekningen fra Sandoy til krysset til Skúvoy er på 6,1 km, og vil være ferdig drevet rundt 2 år før strekning fra kryss til Suðuroy er ferdig drevet. Iløpet av disse to årene kan etterarbeid og konstruksjonene fra Sandoy til Skúvoy fullføres.

Etterarbeid og konstruksjoner for strekningen fra kryss til Suðuroy starter opp før gjennomslag.

Fremdriftsplan legger ikke opp til evt slakk og merkostnader dette medfører, se kap. 2.

*Oppsummert:*

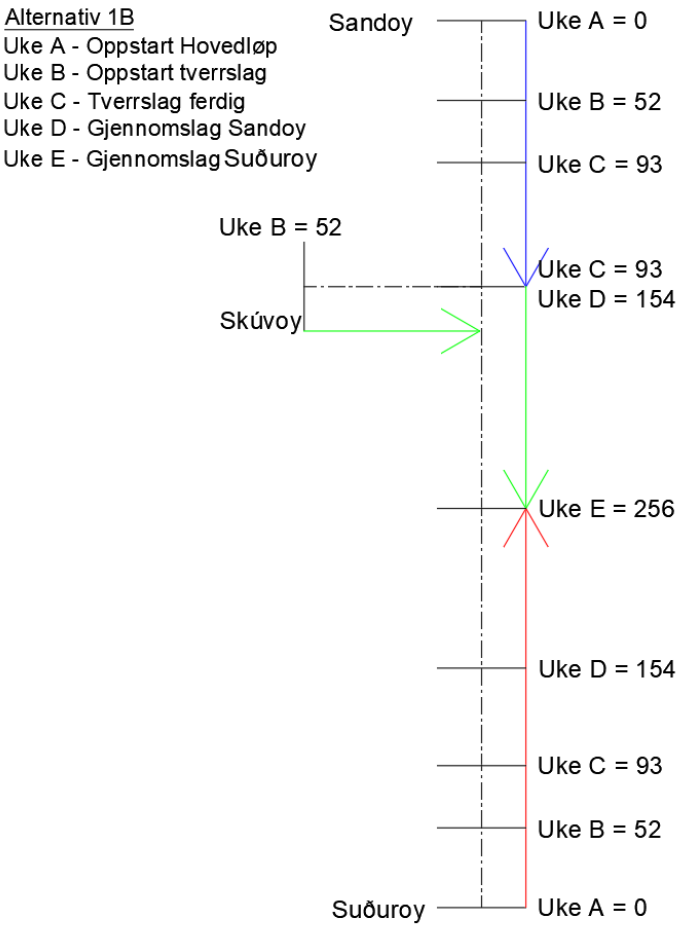
- Total byggetid: 352 uker, 6 år og 9 mnd
- Drivetid: 256 uker, 4 år og 11 mnd



| ID | Aktivitetsmodus | Task Name | Kapasitet (m/uke) | Varighet | Start | Slutt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | **SUTU 1B** | | **352 ukr** | **2026-02-02** | **2032-10-29** |
| 2 | | **Tunnelarbeider - SUTU** | | **269 ukr** | **2026-02-02** | **2031-03-28** |
| 3 | | **Oppstart** | | **13 ukr** | **2026-02-02** | **2026-05-01** |
| 4 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2026-02-02 | 2026-02-02 |
| 5 | | Planlegging | | 13 ukr | 2026-02-02 | 2026-05-01 |
| 6 | | Tilrigging bygge- og anleggstekniske arbeider | | 9 ukr | 2026-03-02 | 2026-05-01 |
| 7 | | Anleggsoppstart | | 0 dager | 2026-05-01 | 2026-05-01 |
| 8 | | **Tunneldriving inkludert sikring** | | **256 ukr** | **2026-05-04** | **2031-03-28** |
| 9 | | Sprengning Sandøy | 40 m/uke | 154 ukr | 2026-05-04 | 2029-04-13 |
| 10 | | Sprengning Sudurøy | 40 m/uke | 256 ukr | 2026-05-04 | 2031-03-28 |
| 11 | | Sprengning Skuvøy | 35 m/uke | 43 ukr | 2027-05-03 | 2028-02-25 |
| 12 | | Sprengning Skuvøy - Sudurøy | 40 m/uke | 161 ukr | 2028-02-28 | 2031-03-28 |
| 13 | | **Etterarbeid** | | **163 ukr** | **2029-04-16** | **2032-05-28** |
| 14 | | **Etterarbeider tunnel Sandøy - Skuvøy** | | **37 ukr** | **2029-04-16** | **2029-12-28** |
| 15 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 13 ukr | 2029-04-16 | 2029-07-13 |
| 16 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 arb | 23 ukr | 2029-07-02 | 2029-12-07 |
| 17 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 4 ukr | 2029-11-26 | 2029-12-21 |
| 18 | | Slitelag og vegmerking | | 3 ukr | 2029-12-10 | 2029-12-28 |
| 19 | | **Konstruksjoner Sandøy** | | **25 ukr** | **2029-12-10** | **2030-05-31** |
| 20 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 25 ukr | 2029-12-10 | 2030-05-31 |
| 21 | | **Etterarbeider tunnel Skuvøy - Sudurøy** | | **61 ukr** | **2031-03-31** | **2032-05-28** |
| 22 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 28 ukr | 2031-03-31 | 2031-10-10 |
| 23 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 arb | 50 ukr | 2031-05-26 | 2032-05-07 |
| 24 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 9 ukr | 2032-03-22 | 2032-05-21 |
| 25 | | Slitelag og vegmerking | | 6 ukr | 2032-04-19 | 2032-05-28 |
| 26 | | **Konstruksjoner Skuvøy - Sudurøy** | | **65 ukr** | **2031-01-20** | **2032-04-16** |
| 27 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 65 ukr | 2031-01-20 | 2032-04-16 |
| 28 | | **Overlevering** | | **1 uk** | **2032-05-31** | **2032-06-04** |
| 29 | | Ferdig befaring | | 1 uk | 2032-05-31 | 2032-06-04 |
| 30 | | Overlevering | | 0 dager | 2032-06-04 | 2032-06-04 |
| 31 | | **Elektroarbeider - SUTU** | | **133 ukr** | **2030-04-15** | **2032-10-29** |
| 32 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2030-04-15 | 2030-04-15 |
| 33 | | Planlegging | | 4 ukr | 2030-09-09 | 2030-10-07 |
| 34 | | Tilrigging elektroarbeider | | 4 ukr | 2030-09-09 | 2030-10-07 |
| 35 | | Oppstart | | 0 dager | 2030-10-07 | 2030-10-07 |
| 36 | | Innstallsjoner elektro | | 96 ukr | 2030-10-07 | 2032-08-06 |
| 37 | | Testing elektro | | 12 ukr | 2032-08-09 | 2032-10-29 |
| 38 | | Overlevering | | 0 dager | 2032-10-29 | 2032-10-29 |
| 39 | | **Entreprise pumper - SUTU** | | **94 ukr** | **2030-09-09** | **2032-06-25** |
| 40 | | Signert kontrakt | | 0 ukr | 2030-09-09 | 2030-09-09 |
| 41 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2031-02-24 | 2032-06-25 |
| 42 | | **Entreprise vifter - SUTU** | | **94 ukr** | **2030-09-09** | **2032-06-25** |
| 43 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2030-09-09 | 2030-09-09 |
| 44 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2031-02-24 | 2032-06-25 |



*Figur 3-9 Fremdriftsplan for alternativ 1B*




*Figur 3-10 Skisse for driverekkefølge og lengde for alternativ 1B*

### 3.2.6 Kostnadsoverslag

Alternativ 1B innebærer en tunnel med tunnelprofil T9,5 med en samlet lengde på 22 762 meter.

Tunnelen bygges med to lavbrekk for pumper og tekniske installasjoner som beskrevet ovenfor i kapittel 1.

Kostnadene som her er lagt til grunn, er entreprisekostnader (P50) fra forprosjektets anslag, basert på en gjennomsnittlig meter pris for hovedtunnelen på NOK 175 026 og arm opp til Skúvoy på NOK 161 024.

Tabell 3-20 under oppsummerer poster for kostnader fra kostnadsoverslaget for alternativ 1B.

| Kostnader summert for alternativ 1B – kort tunnel | Alternativ 1B |
|---|---|
| Entreprisekostnad tunnel 22 762 m med tverrsnitt T9,5 | 3 984 MNOK |
| Evakueringsrom i tunnelen for hver 500 m (44 stk) | 360 MNOK |
| Tunnelarm opp til Skúvoy på 1 421 m | 229 MNOK |
| Totale kostnader for tunnelen for alternativ 1B | 4 573 MNOK |
| Ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy. | 976 MNOK |
| **Totale kostnader for alternativ 1B** | **5 549 MNOK** |

*Tabell 3-20: Kostnader for entreprenør for alternativ 1B, kort tunnel med et lavbrekk og ikke tunnelsprengning fra Skúvoy*

### 3.2.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy

Tunnelen i 1B skal drives fra Skúvoy i tillegg til Sandoy og Suðuroy. Dette krever en omfattende selvstendig tilrigging og drift på Skúvoy som er beskrevet mer inngående under kapitel for rigg og drift fra Skúvoy.

Oppsummert skal det transporteres 624 000 pam$^3$ med sprengstein med båt fra Skúvoy. Det må videre bygges et større molo- og kaianlegg på Skúvoy, dette er beskrevet nærmere i eget kapittel.

Her er medtatt ekstra kostnader for øvrige nødvendige arbeider på Skúvoy.

Det bygges en tunnelarm ned fra Skúvoy til den undersjøiske tunnelen. Lengde på tunnelarmen ned til Suðuroyartunnilin er 1 421 meter med T8,5 m tunnelprofil, med to vegbaner på 3,25 meter.

For kostnader er det her lagt til grunn entreprisekostnader (P50) fra anslagets knyttet til forprosjektet.

Tabell 3-21 under oppsummerer poster for kostnader for bygging av tunnel fra Skúvoy.

Pris pr løpemeter tunnelarm opp til Skúvoy er beregnet som 90 % av kostnadene for hovedløpet (67 m$^2$ i forhold til 62 m$^2$ tverrsnitt).

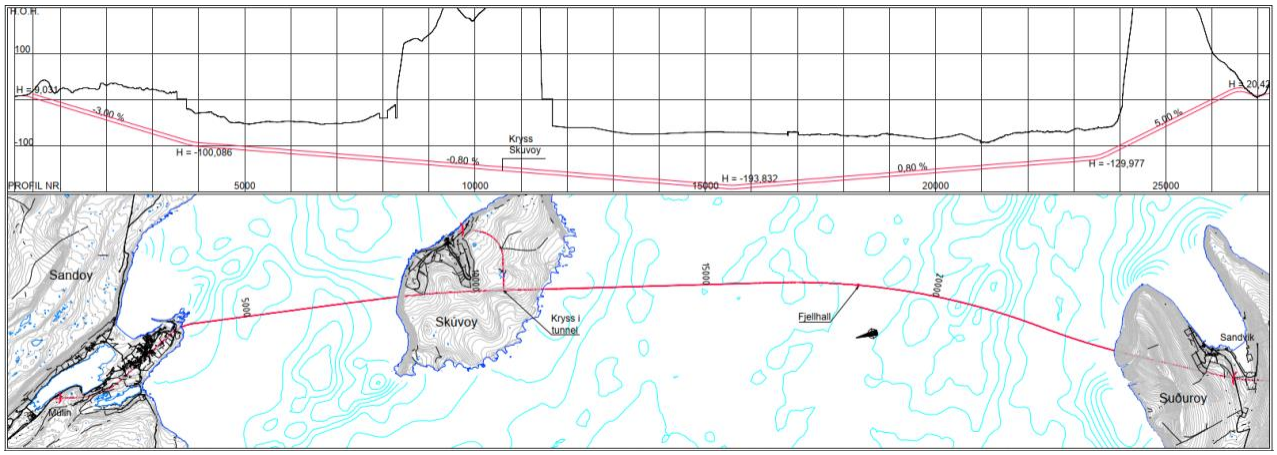
Videre skal det transporteres sprengstein med fraktebåt (624 000 pam$^3$) fra Skúvoy. Det er her også betydelige øvrige arbeider som skal utføres fra Skúvoy, slik som bergsikringsarbeider, inkludert produksjon og utførelse av sprøytebetongarbeider. Se også kapittel for rigg og drift.

| Tunnelarm opp til Skúvoy – T8,5 m | Alternativ 1B |
|---|---|
| Tunnelarm drevet fra Skúvoy 1421 m | 229 MNOK |
| | |
| **Ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy** | |
| Rigg- og driftskostnader for arbeider på Skúvoy | 303 MNOK |
| Transport av 624 000 pam$^3$ fra Skúvoy med båt | 69 MNOK |
| Transport av 130 000 pam$^3$ til Molo fra Sandoy | 28 MNOK |
| | |
| Bygging av molo (300 000 m$^3$) | 272 MNOK |
| Utdypning av havbunn | 35 MNOK |
| Kai for transportbåter | 78 MNOK |
| Riving borttransport og av mollo- og kaianlegg | 191 MNOK |
| Totalt ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy | 976 MNOK |
| | |
| **Totale kostnader for tunnelarm og arbeider fra Skúvoy** | **1 205 MNOK** |

*Tabell 3-21: Kostnader for entreprenør for tunnelarm og ekstra kostnader for arbeider på Skúvoy for alternativ 1B*

# 4 Linjeføring 2

## 4.1 Tunnel, Sandvík-Traðardalur 2A




*Figur 4-1 Plan og profil 2A*

### 4.1.1 Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon

#### 4.1.1.1 Røykventilasjon

*Geometri og beregningsgrunnlag*

For generelle geometri- og beregningsforutsetninger for røykventilasjon for alle tunnelalternativene, se kap. 3.1.1.1.

Alternativspesifikke beregningsparametere for tunnelalternativ 2A er gitt i tabell 4-1. Tunnelalternativ 2 har stigning på 3 % mot portal i nord og 5 % mot portal i sør.

| Alternativ 2A | Verdi |
|---|---|
| Dimensjonerende ventilasjonshastighet | 3,5 m/s / 3,4 m/s |
| Dimensjonerende stigning | -5 % / -3 % |
| Tunnellengde hovedtunnel, inkl. portaler | 26 355 m |
| Tunnellengde løp mot Skúvoy, inkl. portaler | 1 902 m |

*Tabell 4-1: Alternativspesifikke parametere benyttet i beregningene for alternativ 2A.*

*Ventilasjonsanlegg*

Nødvendig installert ventilasjonsanlegg for tunnelalternativ 2A er oppsummert i tabell 4-2. Viftene er fordelt på hver side av kryssområdet for å ivareta nødvendig trykkbalanse ved ventilering av varm røyk. Antall vifter og installert effekt forutsetter vifte med spesifikasjoner oppgitt i tabell 3-2.

| | Enhet | Nord for kryss (mot Sandoy) | Sør for kryss (mot Suðuroy) | Løp mot Skúvoy | Totalt |
|---|---|---|---|---|---|
| Antall vifter | stk | 32 | 50 | 2 | 84 |
| Netto skyvkraftbehov[1] | kN | 30 | 46 | 2 | 78 |
| Installert effekt[2] | kW | 1 290 | 2 010 | 80 | 3 380 |

[1] Installasjonskoeffisient 0,873 og bakvind på 3,5 m/s.

[2] Ved +20 °C.

*Tabell 4-2: Beregnet antall vifter, netto skyvkraftbehov og nødvendig installert effekt for tunnelalternativ 2A.*

#### 4.1.1.2 Ventilasjon i anleggsfasen

*Dimensjoneringsforutsetninger*

For generelle dimensjoneringsforutsetninger og grunnlag som gjelder alle tunnelalternativer, se kap. 3.1.1.2

Alternativ 2A drives fra portal Sandvik og portal Múlin. Ønskelig fremdrift tilsier at det fra Múlin drives frem til kryss, og deretter videre med vekseldrift: én stuff mot Skúvoy og én i retning Suðuroy. Fra Sandvik drives det med én stuff. Det er antatt at gjennomslaget for hovedtunnelen vil være omtrent 1/3 inn i tunnelarmen fra krysset mot Sandvik.

Denne fremdriften gir svært lange duker og høyt luftmengdebehov på grunn av lekkasje i duken. Det derfor i tillegg til fremdriften beskrevet over, beregnet anleggsventilasjon for alternativ fremdrift. Denne innebærer én stuff fra hver av portalene fem til gjennomslag i hovedtunnelen, og deretter driving mot Skúvoy.

En oversikt over lengder og geometri på tunneler og duker er oppsummert i tabell 4-3 for ønsket fremdrift og i tabell 4-4 for alternativ fremdrift.

| Strekning | Lengde tunnelsegment | Tunnelprofil / Tverrsnittsareal | Antall duker / dukdiameter |
|---|---|---|---|
| **Fra Suðuroy** | | | |
| Sandvik - gjennomslag | 10 713 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Sandoy** | | | |
| Múlin- kryss | 10 210 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| Kryss - Skúvoy | 1 872 m | T8,5 / 62 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |
| Kryss - gjennomslag | 5 357 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |

*Tabell 4-3: Lengder og geometri for anleggsventilasjon av tunnelalternativ 2A med ønsket fremdrift.*

| Strekning | Lengde tunnelsegment | Tunnelprofil / Tverrsnittsareal | Antall duker / dukdiameter |
|---|---|---|---|
| **Fra Suðuroy** | | | |
| Sandvik - gjennomslag | 13 140 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Sandoy** | | | |
| Múlin - gjennomslag | 13 140 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Mot Skúvoy** | | | |
| Kryss - Skúvoy | 1 872 m | T8,5 / 62 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |

*Tabell 4-4: Lengder og geometri for anleggsventilasjon av tunnelalternativ 2A med alternativ fremdrift.*

*Løsning anleggsventilasjon alternativ 2A*

På grunn av svært lang avstand fra portal Múlin til krysset, vil det som nevnt over bli utfordrende å ventilere to stuffer videre mot Skúvoy og i retning Sandvik. Nødvendig luftmengder og trykk fra beregningen er oppsummert i tabell 4-5. Det er ikke kjent at det finnes ventilasjonssystem som kan levere nødvendige luftmengder eller opparbeide nødvendig trykk for de aktuell duklengdene. Ønskelig fremdrift for driving av alternativ 2A anses derfor ikke mulig.

| Fra Sandoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 12 082 m | 15 517 m |
| Hastighet på stuff | < 0,5 m/s | < 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 70 $m^3/s$ | 100 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 9,8 kPa | 20,3 kPa |
| Estimert effektforbruk[2] | 910 kW | 2710 kW |

*Tabell 4-5: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy med tunnelalternativ 2A for ønskelig fremdrift.*

Alternativ fremdrift anses derfor som mest hensiktsmessig utgangspunkt for driving av tunnelalternativ 2A. Resultatene av beregningene for dette alternativet er presentert i tabell 4-6 for driving fra Suðuroy og tabell 4-7 for driving fra Sandoy. Tabell 4-8 angir dimensjonerende ventilasjonsscenario for duk fra Sandoy til Skúvoy.

Endelige lengder og ventilasjonsløsning må verifiseres ved nærmere detaljering når tunnelalternativ er valgt.

| Fra Suðuroy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 13 090 m | 13 090 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 42 $m^3/s$ | 42 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 3 500 Pa | 3 500 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 2 stk | 2 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 200 kW | 200 kW |

[1]Lengde tunnelsegment minus 50 m.
[2]For virkningsgrad 0,75 for dimensjonerende arbeidsområde.

*Tabell 4-6: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Suðuroy til gjennomslag, med tunnelalternativ 2A.*

| Fra Sandoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 13 090 m | 13 090 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 42 $m^3/s$ | 42 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 3 500 Pa | 3 500 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 2 stk | 2 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 200 kW | 200 kW |

*Tabell 4-7: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy til gjennomslag i hovedtunnelen, med tunnelalternativ 2A.*

| Fra Sandoy til Skúvoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 12 032 m | 12 032 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 35 $m^3/s$ | 35 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 2 400 Pa | 2 400 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 110 kW | 110 kW |

*Tabell 4-8: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy til Skúvoy med tunnelalternativ 2A.*

### 4.1.2 Beskrivelse av løsning inkl pumping

Se vedlegg A for forutsetninger og løsninger for VA som er like for alternativene.

#### 4.1.2.1 Nøkkeltall og dimensjonering

Det er registrert og anslått en del premissgivende forutsetninger som vil være mer eller mindre sentrale for omfang, utforming og dimensjonering av anleggene. Se Tabell 4-9 Forutsetninger for omfang, utforming og dimensjonering VA alternativ 2A under:

| Beskrivelse | Nøkkeltall | Merknad |
|---|---|---|
| Lengde innlekkasje | 26,6 + 1,9 km | |
| Lengde grøft og ledningsanlegg | 26,6 + 1,9 km | Ca 100 m har fall mot portal på Suðuroy |
| Største dybde | - 194 muh | |
| Laveste stoppnivå pumping | - 201 muh | |
| Nivå ved portal | +5 / +16 moh | Múlin / Sandvik |
| Nivå ved portal Skúvoy | +16 moh | |
| Minimums nivå utpumping | +16 moh | Sikkerhetsmargin mot nivå i resipient |
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 95 l/s | Basert på 20 l/min/100 m |
| Årlig pumpet mengde | 3 000 000 $m^3$ | Basert på 20 l/min/100 m |
| Pumpeanlegg | 5 stk | Eksklusiv eventuell portalpumpestasjon |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 17 000 $m^3$ | Evt. sed. basseng ca 500 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 2,4 GWh | Basert på 20 l/min/100 m jevnt fordelt |

*Tabell 4-9 Forutsetninger for omfang, utforming og dimensjonering VA alternativ 2A*

Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov er beregnet for innlekkasje 20 l/min/100 m. Selv om anlegget i utgangspunktet dimensjoneres for 20 l/min/100 m vil redusert innlekkasje kunne medføre noe reduksjon i enkelte komponenter i anleggsfasen, samt for pumpet mengde og energibehov. Dette er illustrert i Tabell 4-10 under:

| Beskrivelse | 10 l/min/100 m | 15 l/min/100 m | 20 l/min/100 m |
|---|---|---|---|
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 48 l/s | 71 l/s | 95 l/s |
| Årlig pumpet mengde | 1 500 000 $m^3$ | 2 300 000 $m^3$ | 3 000 000 $m^3$ |
| Samlet bassengvolum i anlegget | 9 000 $m^3$ | 13 000 $m^3$ | 17 000 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 1,2 GWh | 1,8 GWh | 2,4 GWh |

*Tabell 4-10 Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov, alternativ 2A*

Ved større innlekkasje må anlegget dimensjoneres på nytt.

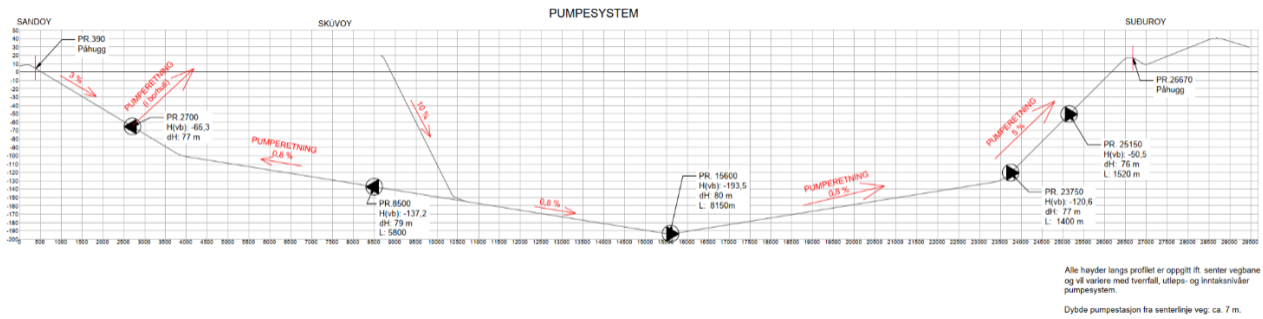
#### 4.1.2.2 Portalområder

Anlegg i dagsoner er ikke omtalt med unntak av kritiske grensesnitt og funksjoner.

Portalområdene på Sandoy og Suðuroy anses ikke å være påvirket av sjøvann. På Sandoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen. På Suðuroy er det fall ut av tunnelen.

#### 4.1.2.3 Pumpesystemer overvann og drens

Håndbøker og øvrig underlag legger opp til trinnpumping med ca 80 m løftehøyde og krav om at utstyr skal kunne velges innenfor trykklasse PN10 (maks 5 mVs tap i pumpeledning).




*Figur 4-2 Systemskisse pumpesystem alt 2A*

I systemskissen er pumpeanleggene grovt tilpasset plassering av havarinisjene.

Det flate partiet blir dominerende for dimensjoneringsforutsetningene for flere forhold. Det blir her en lang strekning uten behov for trinnpumpeanlegg, men der mengde innlekkasje og lengde pumpeledning medfører behov for større ledningsdimensjoner.

Med få stasjoner og to der det er lite ønskelig eller umulig med drenering og nødløp benyttes kun anlegg med priming, foreslått løst med et mellombasseng mellom dykkpumpene og normpumpene.

#### 4.1.2.4 Vannforsyning og slokkevann

Det må her tilrettelegges for at tilstrekkelig vann er tilgjengelig i basseng ved portalområdet og slokking baseres på brannbiler med slokkevann på tank.

### 4.1.3 Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden

Sikkerhet og beredskap er avgjørende både i byggeperioden og i driftsfasen av tunnelanlegg, og får særlig betydning i prosjekter med isolert beliggenhet, krevende geologi og begrenset tilgang til infrastruktur. I byggeperioden må det etableres robuste tiltak for brannvern, evakuering, førstehjelp og sjøredning, med tilgjengelig utstyr, opplært personell og fungerende samband.

Brann er noe av det man frykter mest ifm. tunnelarbeider. Dette grunnet bruk av sprengstoff, maskiner og elektrisk utstyr, og krever både forebyggende tiltak og rask innsats og beredskap. Evakuering må kunne skje effektivt, også med helikopter, og det må være etablert lokal førstehjelpsberedskap med medisinsk utstyr og kompetanse.

Geologiske forhold representerer en betydelig sikkerhetsrisiko. Lav overdekning, feiltolkninger i grunnundersøkelser og dårlig bergkvalitet kan føre til ras, sprak og vanninntrengning på stuff. Dette gir både økt fare for personell og redusert fremdrift. Jo mer opplæring av personell, grundig planlegging, etablerte prosedyrer og regelmessige øvelser man gjennomfører, desto bedre rustet er man til å håndtere potensielt farlige situasjoner på anlegget.

I driftsfasen videreføres mange av sikkerhetstiltakene, med fokus på overvåking, vedlikehold og beredskap for hendelser som brann, trafikkuhell og teknisk svikt. Tunnelens sikkerhetssystemer inkluderer ventilasjon, overvåkning, brannslukkingsutstyr og tydelig skilting. Regelmessig øving og vedlikehold av beredskapssystemene er avgjørende for å sikre trygg ferdsel for brukere og effektiv innsats ved uønskede hendelser. I et prosjekt som dette, hvor vær, logistikk og andre lokale forhold kan skape isolasjon og forsinkelser, er det avgjørende at både anleggs- og driftsorganisasjonen er forberedt på å håndtere situasjoner uten ekstern støtte over tid.

**Arbeider på Skúvoy**

Arbeider på Skúvoy vil her i all hovedsak bestå av å klargjøre forskjæringen for gjennomslag fra tunnel. På Skúvoy skal det etableres en mindre byggeplass for å klargjøre området der tunnelen skal komme ut. Arbeidene omfatter avdekking av toppjord, sprengning av forskjæring, flytting av mindre masser og bergsikring av skjæringsflater. Dette er nødvendige forberedelser som må ferdigstilles før gjennomslag mot Skúvoy.

Byggeplassen vil kreve en enkel riggoppsetning bestående av noen brakker og et toalett for mannskap og drift, en borerigg for sprengningsarbeid, en gravemaskin for masseflytting og eventuelt en liten lastebil for intern transport. Nødvendig utstyr er antatt mulig å landsette ved hjelp av eksisterende kai- og havnefasiliteter, og ved bruk av lokalt veisystem for transport til anleggsområdet. Anleggsområdet vil være lokalisert på samme sted og i nærhet til påhuggsplassering som vist i Figur 1-1, men i betydelig mindre skala. Resterende sprengning av forskjæring, permanent vei og portal med tilhørende installasjoner blir etablert etter gjennomslag.

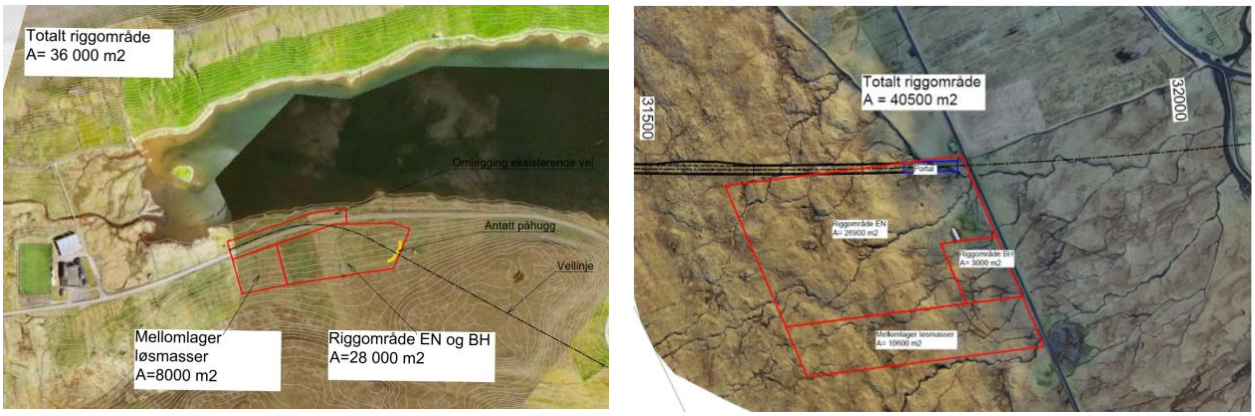
Overskuddsmasser fra forskjæringen vil midlertidig lagres på Skúvoy frem til gjennomslag, og håndteres videre i henhold til prosjektets masseplan. Riggplassen vil være kompakt og tilpasset de begrensede arealene og de lokale forholdene.

**Riggområder**

Under vises skisser for riggområde for byggherre, entreprenør og deponi av løsmasser.

Totalt riggareal blir:

- Múlin: 36 000 m$^2$
- Suðuroy: 40 500 m$^2$




*Figur 4-3 Riggområdet Múlin på Sandoy og Sandvik på Suðuroy*

### 4.1.4 Miljøforhold

Anleggsgjennomføringen kan medføre utfordringer knyttet til partikkelavrenning fra riggområder og andre åpne anleggsområder, samt fare for kjemisk forurensning fra tunneldrift.

Tunnelvann, både i anleggs- og driftsfase, skal slippes til sjø. For anleggsperioden kan renset vann trolig føres til utslipp via en midlertidig ledning (ca. 2,3 km), til sjø.

Det er kjent at Sandsvatn som ligger nedstrøms og tett på rigg- og påhuggsområdet ved Múlin, er fiskeførende. Tiltak må beskrives i neste fase. Udslippspunkter må vurderes i næste fase.

I Sandvik forutsettes det at anleggsvannet pumpes i en midlertidig pumpeledning fra portalområdet, på nordsiden av Sandvik bygd og ut i sjøen. Denne pumpeledningen får en lengde på ca 2-3 km.

### 4.1.5 Tidsplan for prosjektering og bygning

Linje 2A drives med to stuffer, en fra Suðuroy og Sandoy. På grunn av lengden til hovedløpet blir ventilasjon under driving umulig å få til om man skal drive tunnel opp til Skúvoy samtidig som man driver hovedløpet. Derfor må hovedløpet drives ferdig før man kan drive tunnel opp til Skúvoy.

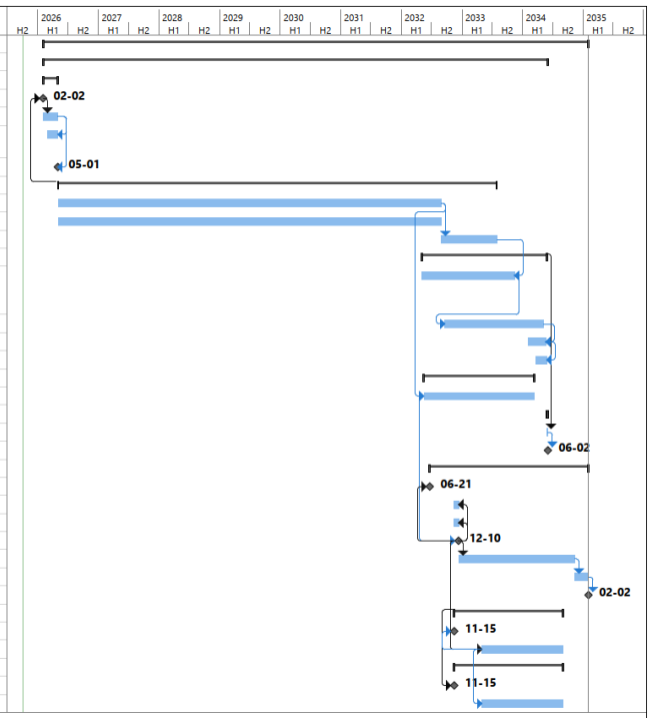
Det er lagt opp til en inndrift på 40 m/uke per stuff i hovedløpet, og 40 m/uke på tunnelen opp til Skúvoy. Etterarbeid og konstruksjoner starter opp før gjennomslag, og vil pågå samtidig som tunnel til Skúvoy drives.

Fremdriftsplan legger ikke opp til evt slakk og merkostnader dette medfører, se kap. 2.

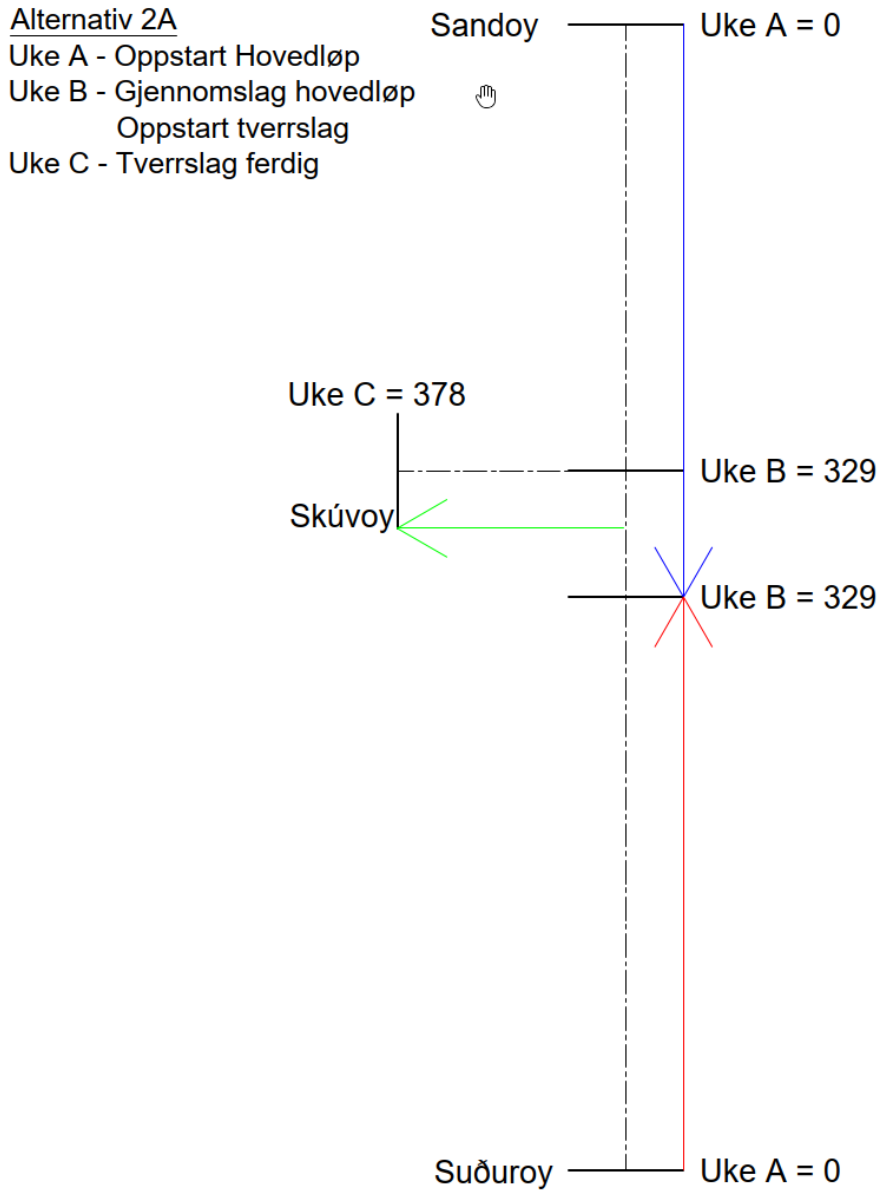
*Oppsummert:*

- Total byggetid: 470 uker, 9 år og 0 mnd
- Drivetid: 378 uker, 7 år og 4 mnd

| ID | Aktivitetsmodus | Task Name | Kapasitet (m/uke) | Varighet | Start | Slutt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | **SUTU 2A** | | **470 ukr** | **2026-02-02** | **2035-02-02** |
| 2 | | **Tunnelarbeider - SUTU** | | **435 ukr** | **2026-02-02** | **2034-06-02** |
| 3 | | **Oppstart** | | **13 ukr** | **2026-02-02** | **2026-05-01** |
| 4 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2026-02-02 | 2026-02-02 |
| 5 | | Planlegging | | 13 ukr | 2026-02-02 | 2026-05-01 |
| 6 | | Tilrigging bygge- og anleggstekniske arbeider | | 9 ukr | 2026-03-02 | 2026-05-01 |
| 7 | | Anleggsoppstart | | 0 dager | 2026-05-01 | 2026-05-01 |
| 8 | | **Tunneldriving inkludert sikring** | | **378 ukr** | **2026-05-04** | **2033-07-29** |
| 9 | | Sprengning Sandøy | 40 m/uke | 330 ukr | 2026-05-04 | 2032-08-27 |
| 10 | | Sprengning Sudurøy | 40 m/uke | 330 ukr | 2026-05-04 | 2032-08-27 |
| 11 | | Sprengning Skuvøy | 40 m/uke | 48 ukr | 2032-08-30 | 2033-07-29 |
| 12 | | **Etterarbeider tunnel** | | **108 ukr** | **2032-05-03** | **2034-05-26** |
| 13 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 80 ukr | 2032-05-03 | 2033-11-11 |
| 14 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 | 85 ukr | 2032-09-20 | 2034-05-05 |
| 15 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 15 ukr | 2034-02-06 | 2034-05-19 |
| 16 | | Slitelag og vegmerking | | 10 ukr | 2034-03-20 | 2034-05-26 |
| 17 | | **Konstruksjoner** | | **95 ukr** | **2032-05-17** | **2034-03-10** |
| 18 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 95 ukr | 2032-05-17 | 2034-03-10 |
| 19 | | **Overlevering** | | **1 uk** | **2034-05-29** | **2034-06-02** |
| 20 | | Ferdig befaring | | 1 uk | 2034-05-29 | 2034-06-02 |
| 21 | | Overlevering | | 0 dager | 2034-06-02 | 2034-06-02 |
| 22 | | **Elektroarbeider - SUTU** | | **137 ukr** | **2032-06-21** | **2035-02-02** |
| 23 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2032-06-21 | 2032-06-21 |
| 24 | | Planlegging | | 4 ukr | 2032-11-15 | 2032-12-10 |
| 25 | | Tillrigging elektroarbeider | | 4 ukr | 2032-11-15 | 2032-12-10 |
| 26 | | Oppstart | | 0 dager | 2032-12-10 | 2032-12-10 |
| 27 | | Innstallsjoner elektro | | 100 ukr | 2032-12-13 | 2034-11-10 |
| 28 | | Testing elektro | | 12 ukr | 2034-11-13 | 2035-02-02 |
| 29 | | Overlevering | | 0 dager | 2035-02-02 | 2035-02-02 |
| 30 | | **Entreprise pumper - SUTU** | | **94 ukr** | **2032-11-15** | **2034-09-01** |
| 31 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2032-11-15 | 2032-11-15 |
| 32 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2033-05-02 | 2034-09-01 |
| 33 | | **Entreprise vifter - SUTU** | | **94 ukr** | **2032-11-15** | **2034-09-01** |
| 34 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2032-11-15 | 2032-11-15 |
| 35 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2033-05-02 | 2034-09-01 |




*Figur 4-4 Fremdriftsplan for alternativ 2A*




*Figur 4-5 Skisse for driverekkefølge og lengde for alternativ 2A*

### 4.1.6 Kostnadsoverslag

Alternativ 2A innebærer en tunnel med tunnelprofil T9,5 med en samlet lengde på 26 275 meter. Kostnader bygger på grunnlag fra foreliggende forprosjekt fra desember 2023. Bygges som undersjøisk vegtunnel med minimum 50 meter bergoverdekning i henhold til Statens vegvesen håndbok N500.

Tunnelen bygges med ett lavbrekk for pumper og tekniske installasjoner som beskrevet ovenfor.

Kostnadene som her er lagt til grunn, er entreprisekostnader (P50) fra forprosjektets anslag basert på en gjennomsnittlig meter pris for hovedtunnelen på NOK 175 026 og arm opp til Skúvoy på NOK 161 024.

Tabell 4-11 under oppsummerer kostnader fra kostnadsoverslaget for alternativ 2A.

| Kostnader summert for alternativ 2A | Alternativ 2A |
|---|---|
| Entreprisekostnad tunnel 26 275 m med tverrsnitt T9,5 | 4 599 MNOK |
| Evakueringsrom i tunnelen for hver 500 m (52 stk) | 416 MNOK |
| Tunnelarm til Skúvoy 1 870 m, drives fra hovedtunnelen | 301 MNOK |
| **Totale kostnader for alternativ 2A** | **5 316 MNOK** |

*Tabell 4-11: Kostnader for entreprenør for alternativ 2A, kort tunnel med et lavbrekk og ikke tunnelsprengning fra Skúvoy*

### 4.1.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy

I alternativ 2A skal det ikke drives tunnel fra Skúvoy, tunnelarmen opp til Skúvoy sprenges ut fra den hovedløpet. Lengden på tunnelarmen opp til Skúvoy er 1 870 meter med T8,5 m tunnelprofil og med to vegbaner på 3,25 meter.

Kostnadene som er lagt til grunn, er entreprisekostnader hentet fra forprosjektets anslag (P50 – kostnader).

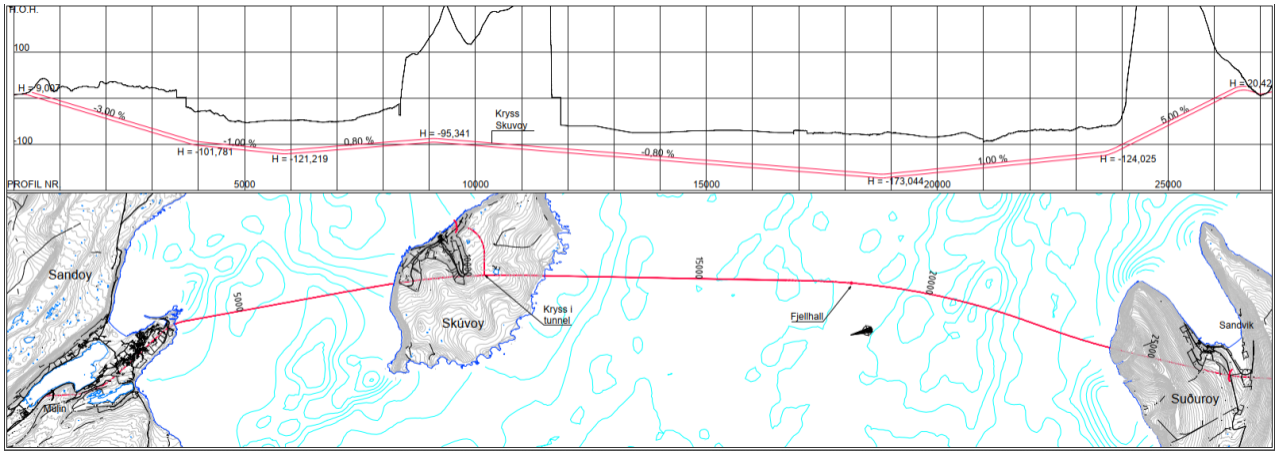
Tabell 4-12 under oppsummerer poster for kostnader fra kostnadsoverslaget for tunnel til Skúvoy. Lengde på tunnelarm opp til Skúvoy er 1 550 meter med tunneltverrsnitt T8,5.

Tunnelen sprenges ut fra hovedtunnelen og opp til Skúvoy, uten behov for et større riggområder oppe på Skúvoy. Pris pr løpemeter for tunnelarm opp til Skúvoy, er basert på kostnadene for hovedtunnelen, men er juster ned, basert på differansen i tverrsnitt (67 $m^2$ i forhold til 62 $m^2$) som gir en kostnad på 90% av T9,5-tverrsnittet (dvs. NOK 161 024).

| Tunnelarm opp til Skúvoy – T8,5 m | Alternativ 2A |
|---|---|
| Tunnelarm til Skúvoy 1 870 m, drives fra hovedtunnelen | 301 MNOK |
| **Totalt for tunnelarm opp til Skúvoy** | **301 MNOK** |

*Tabell 4-12: Kostnader for entreprenør for tunnelarm opp til Skúvoy for alternativ 2A.*

## 4.2 Tunnel, Sandvík-Traðardalur med bygning fra Skúvoy 2B




*Figur 4-6 Plan og profil 2B*

### 4.2.1 Beskrivelse av løsning inkl. ventilasjon

#### 4.2.1.1 Røykventilasjon

*Geometri og beregningsgrunnlag*

For generelle geometri- og beregningsforutsetninger for røykventilasjon for alle tunnelalternativene, se kap. 3.1.1.1.

Alternativspesifikke beregningsparametere for tunnelalternativ 2B er gitt i tabell 4-13. Tunnelalternativ 2 har 3 % stigning mot portal Múlin og 5 % stigning mot portal Sandvik.

| Alternativ 2B | Verdi |
|---|---|
| Dimensjonerende ventilasjonshastighet | 3,5 m/s / 3,4 m/s |
| Dimensjonerende stigning | -5 % / -3 % |
| Tunnellengde hovedtunnel, inkl. portaler | 26 380 m |
| Tunnellengde løp mot Skúvoy, inkl. portaler | 1 426 m |

*Tabell 4-13: Alternativspesifikke parametere benyttet i beregningene for alternativ 2B.*

*Ventilasjonsanlegg*

Nødvendig installert ventilasjonsanlegg for tunnelalternativ 2B er oppsummert i tabell 4-14. Viftene er fordelt på hver side av kryssområdet for å ivareta nødvendig trykkbalanse ved ventilering av varm røyk. Antall vifter og installert effekt forutsetter vifte med spesifikasjoner oppgitt i tabell 3-2.

| | Enhet | Nord for kryss (mot Sandoy) | Sør for kryss (mot Suðuroy) | Løp mot Skúvoy | Totalt |
|---|---|---|---|---|---|
| Antall vifter | stk | 32 | 50 | 2 | 84 |
| Netto skyvkraftbehov[1] | kN | 30 | 46 | 2 | 78 |
| Installert effekt[2] | kW | 1 290 | 2 010 | 80 | 3 380 |

[1] Installasjonskoeffisient 0,873 og bakvind på 3,5 m/s.
[2] Ved +20 °C.

*Tabell 4-14: Beregnet antall vifter, netto skyvkraftbehov og nødvendig installert effekt for tunnelalternativ 2B.*

#### 4.2.1.2 Ventilasjon i anleggsfasen

*Dimensjoneringsforutsetninger*

For generelle dimensjoneringsforutsetninger og grunnlag som gjelder alle tunnelalternativer, se kap. 3.1.1.2

Alternativ 2B drives fra portal Sandvik, portal Múlin og portal Skúvoy. I beregninger for nødvendig anleggsventilasjon er det tatt utgangspunkt i at det fra portal Skúvoy drives med én stuff til krysset, deretter drives det videre med vekseldrift: én stuff i retning Sandoy og én i retning Suðuroy. Fra krysset mot Múlin forutsettes det at det drives så langt det er praktisk å drive med vekseldrift, det er antatt å være ca. 1 km. Fra portal Sandvik og portal Múlin drives det med én stuff. Det er antatt at gjennomslag i hovedtunnelen vil skje omkring 2/3 av lengden inn i tunnelen fra portal Sandvik. En oversikt over lengder, samt geometri av tunneler og duker er oppsummert i tabell 4-15.

| Strekning | Lengde tunnelsegment | Tunnelprofil / Tverrsnittsareal | Antall duker / dukdiameter |
|---|---|---|---|
| **Fra Suðuroy** | | | |
| Sandvik - gjennomslag | 10 900 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Sandoy** | | | |
| Múlin - gjennomslag | 8 955 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| **Fra Skúvoy** | | | |
| Skúvoy - kryss | 1 396 m | T8,5 / 62 m$^2$ | 2 stk / ø2200 mm |
| Kryss – gjennomslag Sandvik | 5 450 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |
| Kryss – gjennomslag Múlin | 1 000 m | T9,5 / 68 m$^2$ | 1 stk / ø2200 mm |

*Tabell 4-15: Lengder og geometri for anleggsventilasjon av tunnelalternativ 2B.*

*Løsning anleggsventilasjon alternativ 2B*

Resultatene av beregninger for anleggsventilasjon for tunnelalternativ 2B er presentert i tabell 4-16 for driving fra Suðuroy, tabell 4-17 for driving fra Sandoy og tabell 4-18 for driving fra Skúvoy. For ventilering av stuff med driving fra Sandoy kan det være aktuelt å kun benytte seg av én duk, men med flere vifter i serie. Luftmengde, trykktap og effektbehov endres deretter.

Endelige lengder og ventilasjonsløsning må verifiseres ved nærmere detaljering når tunnelalternativ er valgt.

| Fra Suðuroy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 10 850 m | 10 850 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 35 m$^3$/s | 35 m$^3$/s |
| Trykktap i systemet | 2 400 Pa | 2 400 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 110 kW | 110 kW |

[1]Lengde tunnelsegment minus 50 m.
[2]For virkningsgrad 0,75 for dimensjonerende arbeidsområde.

*Tabell 4-16: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Suðuroy med tunnelalternativ 2B.*

| Fra Sandoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 8 905 m | 8 905 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 30 $m^3/s$ | 30 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 1 700 Pa | 1 700 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 1 stk | 1 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 70 kW | 70 kW |

*Tabell 4-17: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Sandoy med tunnelalternativ 2B.*

| Fra Skúvoy | Duk 1 | Duk 2 |
|---|---|---|
| Maks duklengde[1] | 6796 m | 2346 m |
| Hastighet på stuff | 0,5 m/s | 0,5 m/s |
| Luftmengde levert av vifte | 50 $m^3/s$ | 40 $m^3/s$ |
| Trykktap i systemet | 4 300 Pa | 1 500 Pa |
| Estimert antall vifter i serie | 2 stk | 1/2 stk |
| Estimert effektforbruk[2] | 290 kW | 80 kW |

*Tabell 4-18: Dimensjonerende ventilasjonsscenario og nødvendige luftmengder for driving fra Skúvoy med tunnelalternativ 2B.*

### 4.2.2 Beskrivelse av løsning inkl. pumping

Se vedlegg A for forutsetninger og løsninger for VA som er like for alternativene.

#### 4.2.2.1 Nøkkeltall og dimensjonering

Det er registrert og anslått en del premissgivende forutsetninger som vil være mer eller mindre sentrale for omfang, utforming og dimensjonering av anleggene. Se Tabell 4-19 under:

| Beskrivelse | Nøkkeltall | Merknad |
|---|---|---|
| Lengde innlekkasje | 26,6 + 1,4 km | |
| Lengde grøft og ledningsanlegg | 26,6 + 1,4 km | Ca 100 m har fall mot portal på Suðuroy |
| Største dybde | - 173 muh | |
| Laveste stoppnivå pumping | - 180 muh | |
| Nivå ved portal | +5 / +16 moh | Múlin / Sandvik |
| Nivå ved portal Skúvoy | +16 moh | +16 moh |
| Minimums nivå utpumping | +16 moh | Sikkerhetsmargin mot nivå i resipient |
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 93 l/s | Basert på 20 l/min/100 m |
| Årlig pumpet mengde | 2 900 000 $m^3$ | Basert på 20 l/min/100 m |
| Pumpeanlegg | 5 stk | Eksklusiv eventuell portalpumpestasjon |
| Samlet basseng-volum i anlegget | 17 000 $m^3$ | Evt. sed. basseng ca 500 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 2,3 GWh | Basert på 20 l/min/100 m jevnt fordelt |

*Tabell 4-19 Forutsetninger for omfang, utforming og dimensjonering VA alternativ 2B*

Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov er beregnet for innlekkasje 20 l/min/100 m. Selv om anlegget i utgangspunktet dimensjoneres for 20 l/min/100 m vil redusert innlekkasje kunne medføre noe reduksjon i enkelte komponenter i anleggsfasen, samt for pumpet mengde og energibehov. Dette er illustrert i Tabell 4-20 under:

| Beskrivelse | 10 l/min/100 m | 15 l/min/100 m | 20 l/min/100 m |
|---|---|---|---|
| Gjennomsnittlig samlet innlekkasje | 47 l/s | 70 l/s | 93 l/s |
| Årlig pumpet mengde | 1 500 000 $m^3$ | 2 200 000 $m^3$ | 2 900 000 $m^3$ |
| Samlet bassengvolum i anlegget | 9 000 $m^3$ | 13 000 $m^3$ | 17 000 $m^3$ |
| Årlig energibehov | 1,2 GWh | 1,8 GWh | 2,3 GWh |

*Tabell 4-20 Innlekkasje, pumpet mengde og energibehov, alternativ 2B*

Ved større innlekkasje må anlegget dimensjoneres på nytt.

I en eventuell detaljeringsfase bør det vurderes tiltak for å føre lekkasjevann fra avgreningen til Skúvoy mot nord for å redusere løftehøyde og strømforbruk.

### 4.2.2.2 Portalområder

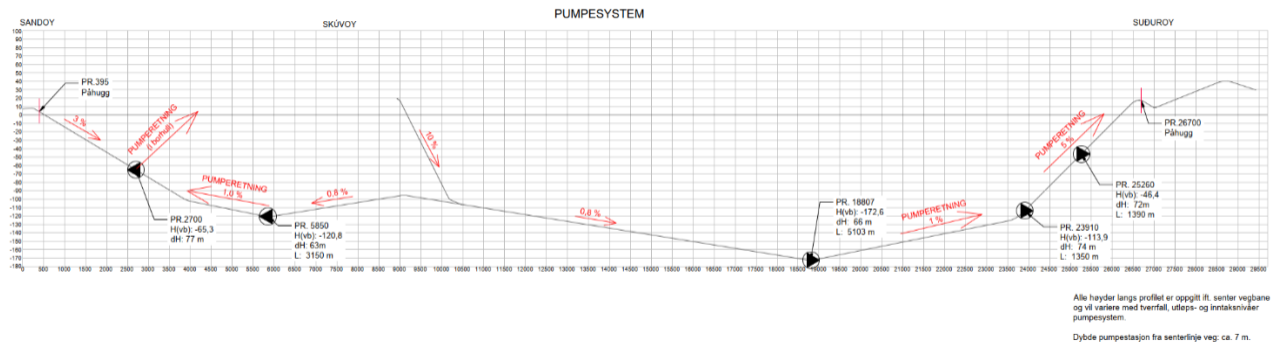
Anlegg i dagsoner er ikke omtalt med unntak av kritiske grensesnitt og funksjoner.

Portalområdene på Sandoy og Suðuroy anses ikke å være påvirket av sjøvann. På Sandoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen. På Suðuroy er det fall ut av tunnelen.

På Skúvoy må portalområdet utformes slik at overvann ikke føres mot eller har flomvei mot tunnelen.

### 4.2.2.3 Pumpesystemer overvann og drens

Håndbøker og øvrig underlag legger opp til trinnpumping med ca 80 m løftehøyde og krav om at utstyr skal kunne velges innenfor trykklasse PN10 (maks 5 mVs tap i pumpeledning).




*Figur 4-7 Systemskisse pumpesystem alt 2B*

I systemskissen er pumpeanleggene grovt tilpasset plassering av havarinisjene.

Det flate partiet blir dominerende for dimensjoneringsforutsetningene for flere forhold. Det blir her en lang strekning uten behov for trinnpumpeanlegg, men der mengde innlekkasje og lengde pumpeledning medfører behov for større ledningsdimensjoner.

Med få stasjoner og to der det er lite ønskelig eller umulig med drenering og nødløp benyttes kun anlegg med priming, foreslått løst med et mellombasseng mellom dykkpumpene og normpumpene.

#### 4.2.2.4 Vannforsyning og slokkevann

Det må her tilrettelegges for at tilstrekkelig vann er tilgjengelig i basseng ved portalområdet og slokking baseres på brannbiler med slokkevann på tank.

### 4.2.3 Sikkerhet i byggeperioden og driftsperioden

Sikkerhet og beredskap er avgjørende både i byggeperioden og i driftsfasen av tunnelanlegg, og får særlig betydning i prosjekter med isolert beliggenhet, krevende geologi og begrenset tilgang til infrastruktur. I byggeperioden må det etableres robuste tiltak for brannvern, evakuering, førstehjelp og sjøredning, med tilgjengelig utstyr, opplært personell og fungerende samband.

Brann er noe av det man frykter mest ifm. tunnelarbeider. Dette grunnet bruk av sprengstoff, maskiner og elektrisk utstyr, som krever både forebyggende tiltak og rask innsats og beredskap. Evakuering må kunne skje effektivt, også med helikopter, og det må være etablert lokal førstehjelpsberedskap med medisinsk utstyr og kompetanse.

Geologiske forhold representerer en betydelig sikkerhetsrisiko. Lav overdekning, feiltolkninger i grunnundersøkelser og dårlig bergkvalitet kan føre til ras og vanninntrengning på stuff. Dette gir både økt fare for personell og redusert fremdrift. Jo mer opplæring av personell, grundig planlegging, etablerte prosedyrer og regelmessige øvelser man gjennomfører, desto bedre rustet er man til å håndtere potensielt farlige situasjoner på anlegget.

Værforhold og isolasjon på Skúvoy kan føre til forsinkelser i leveranser, redusert tilgang på reservedeler og forsyninger, og utfordringer med strøm, vann og ventilasjon. Dette krever høy grad av selvberging og tilstrekkelig bufferkapasitet for å opprettholde drift i perioder uten transportforbindelse. Bruk av telt og midlertidige konstruksjoner innebærer risiko i vindutsatte områder, og det må her vurderes mer robuste løsninger som containere eller faste bygg.

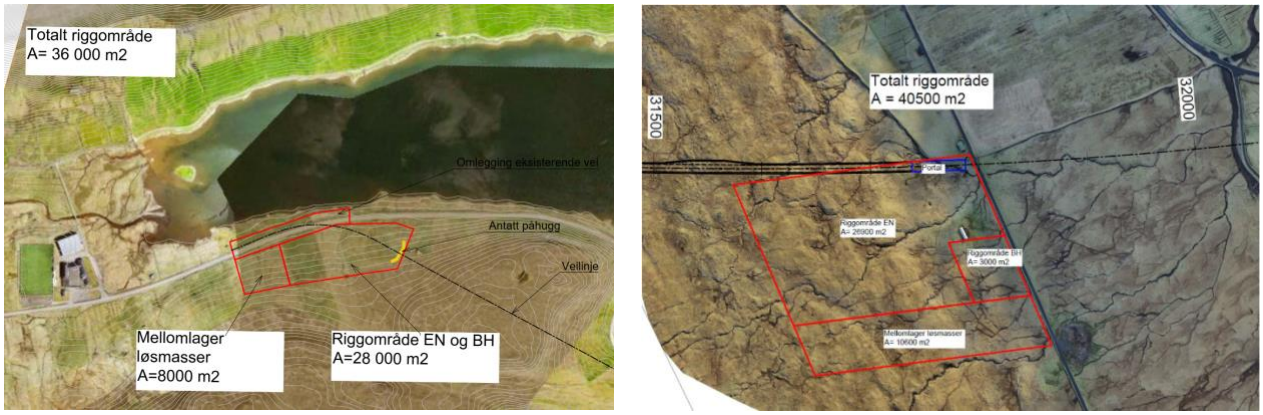
I driftsfasen videreføres mange av sikkerhetstiltakene, med fokus på overvåking, vedlikehold og beredskap for hendelser som brann, trafikkuhell og teknisk svikt. Tunnelens sikkerhetssystemer inkluderer ventilasjon, overvåkning, brannslukkingsutstyr og tydelig skilting. Regelmessig øving og vedlikehold av beredskapssystemene er avgjørende for å sikre trygg ferdsel for brukere og effektiv innsats ved uønskede hendelser. I et prosjekt som dette, hvor vær, logistikk og andre lokale forhold kan skape isolasjon og forsinkelser, er det avgjørende at både anleggs- og driftsorganisasjonen er forberedt på å håndtere situasjoner uten ekstern støtte over tid.

**Riggområder**

Under vises skisser for riggområde for byggherre, entreprenør og deponi av toppjord/mold/løsmasser.

Totalt riggareal blir:

- Múlin: 36 000 $m^2$
- Suðuroy: 40 500 $m^2$
- Skúvoy: 45 000 $m^2$ (vist i Figur 1-1)




*Figur 4-8 Riggområdet Múlin på Sandoy og Sandvik på Suðuroy*

### 4.2.4 Miljøforhold

Anleggsgjennomføringen kan medføre utfordringer knyttet til partikkelavrenning fra riggområder og andre åpne anleggsområder, samt fare for kjemisk forurensning fra tunneldrift.

Tunnelvann, både i anleggs- og driftsfase, skal slippes til sjø. For anleggsperioden kan renset vann trolig føres til utslipp via en midlertidig ledning (ca. 2,3 km), til sjø.

Det er kjent at Sandsvatn som ligger nedstrøms og tett på rigg- og påhuggsområdet ved Múlin, er fiskeførende. Tiltak må beskrives i neste fase.

I Sandvik forutsettes det at anleggsvannet pumpes i en midlertidig pumpeledning fra portalområdet, på nordsiden av Sandvik bygd og ut i sjøen. Denne pumpeledningen får en lengde på ca. 2-3 km.

På Skúvoy er det kort avstand fra påhugg til sjø. Renset driftsvann kan her gå i ledning med selvfall ut i sjø fra riggområdet. Det er ellers skrevet mer om miljøkonsekvenser knyttet til arbeidene på Skúvoy i kap 1.5.

### 4.2.5 Tidsplan for prosjektering og bygning

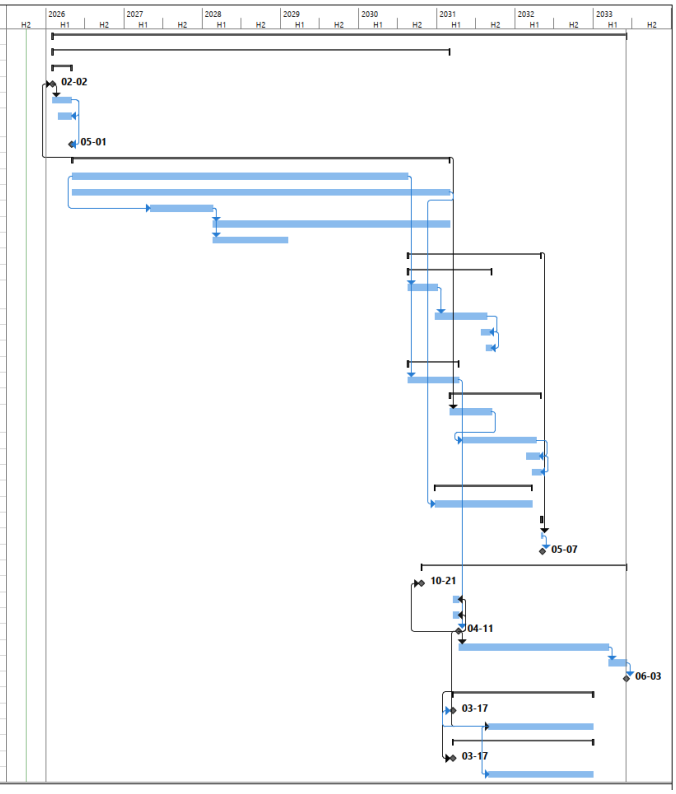
Linje 2B drives med tre stuffer, en fra Suðuroy, Sandoy og Skúvoy. Oppstart av tunnel på Skúvoy starter opp ett år etter oppstart på Sandoy og Suðuroy, dette pga at tunnelarbeidene her er avhengig av en etablert havn på Skúvoy. Det er lagt opp til en inndrift på 40 m/uke per stuff i hovedløpet, og 35 m/uke på tunnel fra Skúvoy. Når tunnel fra Skúvoy er ferdig drevet, drives det med vekseldrift mot Sandoy og mot Suðuroy i en kilometer. Det er vurdert som mest optimalt kun å drive mot Sandoy så lenge en kan få til vekseldrift med ett tunnellag. Hoveddriveretningen blir dermed sørover mot Suðuroy, da denne strekningen ligger på kritisk linje. Det er lagt opp til en inndrift på 40 m/uke sørover og 20 m/uke nordover. Gjennomslag mellom tverrslag og Sandoy vil være rundt 27 uker tidligere enn gjennomslaget mellom Suðuroy og tverrslaget. Etter gjennomslag mot Sandoy, er det lagt opp til oppstart av etterarbeider og bygging av konstruksjoner fra krysset og opp mot Sandoy. Bygging av enkelte konstruksjoner på strekningen fra Suðuroy og nordover kan starter opp før gjennomslag, øvrige etterarbeider forutsettes startet opp etter gjennomslag.

Fremdriftsplan legger ikke opp til evt slakk og merkostnader dette medfører, se kap. 2.

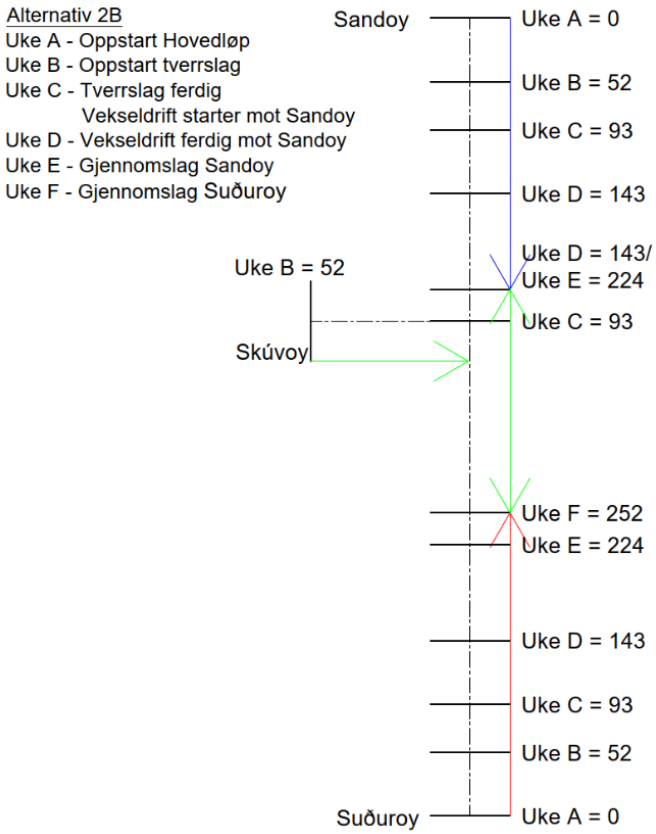
*Oppsummert:*

- Total byggetid: 398 uker, 7 år og 4 mnd
- Drivetid: 252 uker, 4 år og 10 mnd

| ID | Aktivitetsmodus | Task Name | Kapasitet (m/uke) | Varighet | Start | Slutt |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | **SUTU 2B** | | **383 ukr** | **2026-02-02** | **2033-06-03** |
| 2 | | **Tunnelarbeider - SUTU** | | **265 ukr** | **2026-02-02** | **2031-02-28** |
| 3 | | **Oppstart** | | **13 ukr** | **2026-02-02** | **2026-05-01** |
| 4 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2026-02-02 | 2026-02-02 |
| 5 | | Planlegging | | 13 ukr | 2026-02-02 | 2026-05-01 |
| 6 | | Tilrigging bygge- og anleggstekniske arbeider | | 9 ukr | 2026-03-02 | 2026-05-01 |
| 7 | | Anleggsoppstart | | 0 dager | 2026-05-01 | 2026-05-01 |
| 8 | | **Tunneldriving inkludert sikring** | | **252 ukr** | **2026-05-04** | **2031-02-28** |
| 9 | | Sprengning Sandøy | 40 m/uke | 224 ukr | 2026-05-04 | 2030-08-16 |
| 10 | | Sprengning Sudurøy | 40 m/uke | 252 ukr | 2026-05-04 | 2031-02-28 |
| 11 | | Sprengning Skuvøy | 35 m/uke | 42 ukr | 2027-05-03 | 2028-02-18 |
| 12 | | Sprengning Skuvøy - Sudurøy | 40 m/uke | 158 ukr | 2028-02-21 | 2031-02-28 |
| 13 | | Sprengning Skuvøy - Sandøy (Vekseldrift) | 20 m/uke | 50 ukr | 2028-02-21 | 2029-02-02 |
| 14 | | **Etterarbeid** | | **89 ukr** | **2030-08-19** | **2032-04-30** |
| 15 | | **Etterarbeider tunnel Sandøy - Skuvøy** | | **56 ukr** | **2030-08-19** | **2031-09-12** |
| 16 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 20 ukr | 2030-08-19 | 2031-01-03 |
| 17 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 arb | 35 ukr | 2030-12-23 | 2031-08-22 |
| 18 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 6 ukr | 2031-07-28 | 2031-09-05 |
| 19 | | Slitelag og vegmerking | | 4 ukr | 2031-08-18 | 2031-09-12 |
| 20 | | **Konstruksjoner Sandøy** | | **34 ukr** | **2030-08-19** | **2031-04-11** |
| 21 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 34 ukr | 2030-08-19 | 2031-04-11 |
| 22 | | **Etterarbeider tunnel Kryss - Sudurøy** | | **61 ukr** | **2031-03-03** | **2032-04-30** |
| 23 | | Uttrauing, VA-arbeider og vegfundamenter inkludert bindelag | 300 m/uke (2 arb.lag) | 28 ukr | 2031-03-03 | 2031-09-12 |
| 24 | | Vann- og frostsikring (60%) | 100 m/uke (2 arb | 50 ukr | 2031-04-28 | 2032-04-09 |
| 25 | | Betongrekkverk og trekkerør | 1000 m/uke | 9 ukr | 2032-02-23 | 2032-04-23 |
| 26 | | Slitelag og vegmerking | | 6 ukr | 2032-03-22 | 2032-04-30 |
| 27 | | **Konstruksjoner Skuvøy - Sudurøy** | | **65 ukr** | **2030-12-23** | **2032-03-19** |
| 28 | | Tekniske bygg, bassenger, kiosker | | 65 ukr | 2030-12-23 | 2032-03-19 |
| 29 | | **Overlevering** | | **1 uk** | **2032-05-03** | **2032-05-07** |
| 30 | | Ferdig befaring | | 1 uk | 2032-05-03 | 2032-05-07 |
| 31 | | Overlevering | | 0 dager | 2032-05-07 | 2032-05-07 |
| 32 | | **Elektroarbeider - SUTU** | | **137 ukr** | **2030-10-21** | **2033-06-03** |
| 33 | | Signering av kontrakt | | 0 dager | 2030-10-21 | 2030-10-21 |
| 34 | | Planlegging | | 4 ukr | 2031-03-17 | 2031-04-11 |
| 35 | | Tilrigging elektroarbeider | | 4 ukr | 2031-03-17 | 2031-04-11 |
| 36 | | Oppstart | | 0 dager | 2031-04-11 | 2031-04-11 |
| 37 | | Innstallsjoner elektro | | 100 ukr | 2031-04-14 | 2033-03-11 |
| 38 | | Testing elektro | | 12 ukr | 2033-03-14 | 2033-06-03 |
| 39 | | Overlevering | | 0 dager | 2033-06-03 | 2033-06-03 |
| 40 | | **Entreprise pumper - SUTU** | | **94 ukr** | **2031-03-17** | **2032-12-31** |
| 41 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2031-03-17 | 2031-03-17 |
| 42 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2031-09-01 | 2032-12-31 |
| 43 | | **Entreprise vifter - SUTU** | | **94 ukr** | **2031-03-17** | **2032-12-31** |
| 44 | | Signert kontrakt | | 0 dager | 2031-03-17 | 2031-03-17 |
| 45 | | Leveranser og montasje | | 70 ukr | 2031-09-01 | 2032-12-31 |




*Figur 4-9 Fremdriftsplan for alternativ 2B*




*Figur 4-10 Skisse for driverekkefølge og lengde for alternativ 2B*

### 4.2.6 Kostnadsoverslag

Alternativ 2B innebærer en tunnel med tunnelprofil T9,5 med en samlet lengde på 26 305 meter. Kostnader bygger på grunnlaget fra foreliggende forprosjekt, fra desember 2023. Bygges som undersjøisk vegtunnel med minimum 50 meter bergoverdekning i henhold til Statens vegvesen håndbok N500.

Tunnelen bygges med to lavbrekk for pumper og tekniske installasjoner som beskrevet ovenfor.

Kostnadene som her er lagt til grunn, er entreprisekostnader (P50) fra forprosjektets anslag, basert på en gjennomsnittlig meter pris for hovedtunnelen på NOK 175 026 og arm opp til Skúvoy på NOK 161 024.

Tabell 4-21 under oppsummerer poster for kostnader fra kostnadsoverslaget for alternativ 2B.

| Kostnader summert for alternativ 2B – lang tunnel | Alternativ 2B |
|---|---|
| Entreprisekostnad tunnel 26 305 m med tverrsnitt T9,5 | 4 604 MNOK |
| Evakueringsrom i tunnelen for hver 500 m (52 stk) | 416 MNOK |
| Tunnelarm til Skúvoy | 224 MNOK |
| Totale kostnader for tunnelen for alternativ 2B | 5 244 MNOK |
| Ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy. | 986 MNOK |
| **Totale kostnader for alternativ 2B** | **6 230 MNOK** |

*Tabell 4-21: Kostnader for entreprenør for alternativ 2B, tunnel med to lavbrekk og tunnelsprengning fra Skúvoy.*

### 4.2.7 Kostnadsoverslag av adkomsttunnel til Skúvoy

Tunnelen i 2B skal drives fra Skúvoy, Sandoy og Suðuroy. Dette krever omfattende rigg og driftsarbeider på Skúvoy. Som er nærmere beskrevet under kapitel for rigg og drift på Skúvoy.

Se også øvrige kapitler ovenfor knyttet til konsekvenser for arbeider på Skúvoy slik som ytre miljø.

Oppsummert skal det transporteres 737 000 pam$^3$ med sprengstein med båt ut fra Skúvoy. Det må bygges et molo- og havneanlegg på Skúvoy for å sikre transport til/fra anlegget og uttransport av stein. Dette er beskrevet i eget kapittel.

Her er medtatt de ekstra kostnadene som genereres knyttet til tunneldriving fra Skúvoy.

Det bygges en tunnelarm fra Skúvoy til hovedtunnelen. Lengde på denne tunnelarmen er 1 393 m med T8,5 m tunnelprofil, med to vegbaner på 3,25 meter.

Kostnader bygger på grunnlaget fra foreliggende forprosjekt, fra desember 2023.

Tabell 4-22 under oppsummerer poster for kostnader fra kostnadsoverslaget for tunnel til Skúvoy.

Pris pr løpemeter, for tunnelarm opp til Skúvoy, er basert på kostnadene for hovedtunnelen, men er juster ned, basert på differansen i tverrsnitt (67 m$^2$ i forhold til 62 m$^2$) som gir en kostnad på 92% av T9,5-tverrsnittet (dvs. NOK 161 024).

Videre skal det transporteres sprengstein med fraktebåt (737 000 pam$^3$) fra Skúvoy. Det er her også betydelige øvrige arbeider som skal utføres fra Skúvoy, slik som bergsikringsarbeider, inkludert produksjon og utførelse av sprøytebetongarbeider. Se også kapittel for rigg og drift.

| Tunnelarm opp til Skúvoy – T8,5 m | Alternativ 2B |
|---|---|
| Tunnelarm drevet fra Skúvoy 1421 m | 224 MNOK |
| | |
| **Ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy** | |
| Rigg og drift for arbeider på Skúvoy | 303 MNOK |
| Transport av 737 000 pam$^3$ fra Skúvoy med båt | 81 MNOK |
| Transport av 130 000 pam$^3$ til Skúvoy fra Sandoy for molo | 26 MNOK |
| Bygging av stor molo på 300 000 m$^3$ med kai for båten | 272 MNOK |
| Utdyping av havbunnen | 35 MNOK |
| Kaier for transportbåt | 78 MNOK |
| Riving og transport og deponering av molo | 191 MNOK |
| Totalt ekstra kostnader for arbeider fra Skúvoy | 986 MNOK |
| | |
| **Totale kostnader for tunnelarm og arbeider fra Skúvoy** | **1 210 MNOK** |

*Tabell 4-22: Kostnader for entreprenør for tunnelarm og ekstra kostnader for arbeider på Skúvoy for alternativ 2B.*

# 5 References

[1] DHI, «Skuvoyar havn - Bølgeforhold i og uden havnen, teknsik notat,» Juli 2004.

[2] DHI, «Hydrauliske modelforsøg, Skuvoyar Havn, Færøerne,» Mars 2005.

[3] Statens vegvesen, *Vegnormal N500 Vegtunneler,* 2024.

[4] Norconsult Norge AS, «VENT-001 Brann- og driftsventilasjon, forprosjekt Suðuroyartunnilin,» 2023.

[5] SIA, *SIA-Standard 196 Baulüftung im Untertagbau,* 1998.

[6] Norsk forening for fjellsprengningsteknikk, «Teknisk rapport 13,» NFF, 2012.

# Appendiks A

Vedlegg A