

Beregnet til
Fosenbrua AS

Dokumenttype
RAPPORT

Dato
Oktober 2018

KRYSSING STJØRNFJORDEN BRU ELLER TUNNEL?

To insert cover image, select this placeholder ,
navigate to the Templafy icon in the ribbon
and select Images.

KRYSSING STJØRNFJORDEN BRU ELLER TUNNEL?

Oppdragsnavn **Oversiktsstudie Stjørnfjorden**
Prosjekt nr. **1350026727**
Mottakar **Fosenbrua AS ved Olav Ellevset**
Dokumenttype **Raport**
Versjon **1**
Dato **04.10.2018**
Utført av **Terje Norddal**
Kontrollert av **Erik Spilsberg**
Godkjent av **John Kenneth Selven**
Beskrivelse **Overordnet vurdering av alternative kryssinger av Stjørnfjorden**
[Valgfri 1] **[Tekst - If no optional text is needed then remember to delete the fields.]**
[Valgfri 2] **[Tekst - If no optional text is needed then remember to delete the fields.]**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
www.ramboll.no

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Sammendrag	3
2.	Prosjektet kryssing av Stjørnfjorden	4
2.1	Bakgrunn for prosjektet og oppdraget	4
2.2	Viktige tema i rapporten	5
2.3	Tekniske krav til veg	6
3.	Topografiske rammebetingelser	8
3.1	Dybdeforhold i fjorden fra topografisk kart	8
3.2	Dybdeforhold basert på akustisk profilering.	10
3.3	Berggrunn og bergarter	11
3.4	Lausmasser	13
4.	Bru eller tunnel	14
4.1	Bygging av tunnel	14
4.2	Bruk av tunnelmassene	14
4.3	Fast bru	14
4.4	Flytebru	15
4.5	Neddykket rørbru	17
4.1	Tunnel i senkekasser på bunnen.	17
5.	Konsekvenser for natur og miljø	19
5.1	Fevåg	19
5.1.1	Naturmiljø	19
5.1.2	Kulturmiljø	20
5.1.3	Kommunale planer	20
5.1.4	Andre interesser	21
5.2	Ørland/Bjugn	21
5.2.1	Naturmiljø	21
5.2.2	Kulturmiljø	22
5.2.3	Kommunale planer	23
5.3	Vurdering av konsekvenser	25
6.	Veglinjer	26
6.1	Alternativ 1 Tunnel	26
6.2	Alternativ 2 Flytebru nord med fastbru seilløp.	27
6.3	Alternativ 3 Flytebru midt med åpningsseilløp.	29
6.4	Alternativ 4 Flytebru sør med åpningsseilløp.	29
6.5	Detaljering av ilandføringer på nordside.	30
7.	Kostnader og anbefaling	32
7.1	Metode for kostnadsregning	32
7.2	Kalkulerte lengder	33
7.3	Kalkulerte kostnader	34
7.4	Anbefaling for videre arbeid	35
8.	Ny veg Fevåg - Uddu	37

9. 39

[Insert other Table of Contents from Templafy > Text elements]

UTKAST

1. SAMMENDRAG

[Tekst]

UTKAST

2. PROSJEKTET KRYSSING AV STJØRNFJORDEN

2.1 Bakgrunn for prosjektet og oppdraget

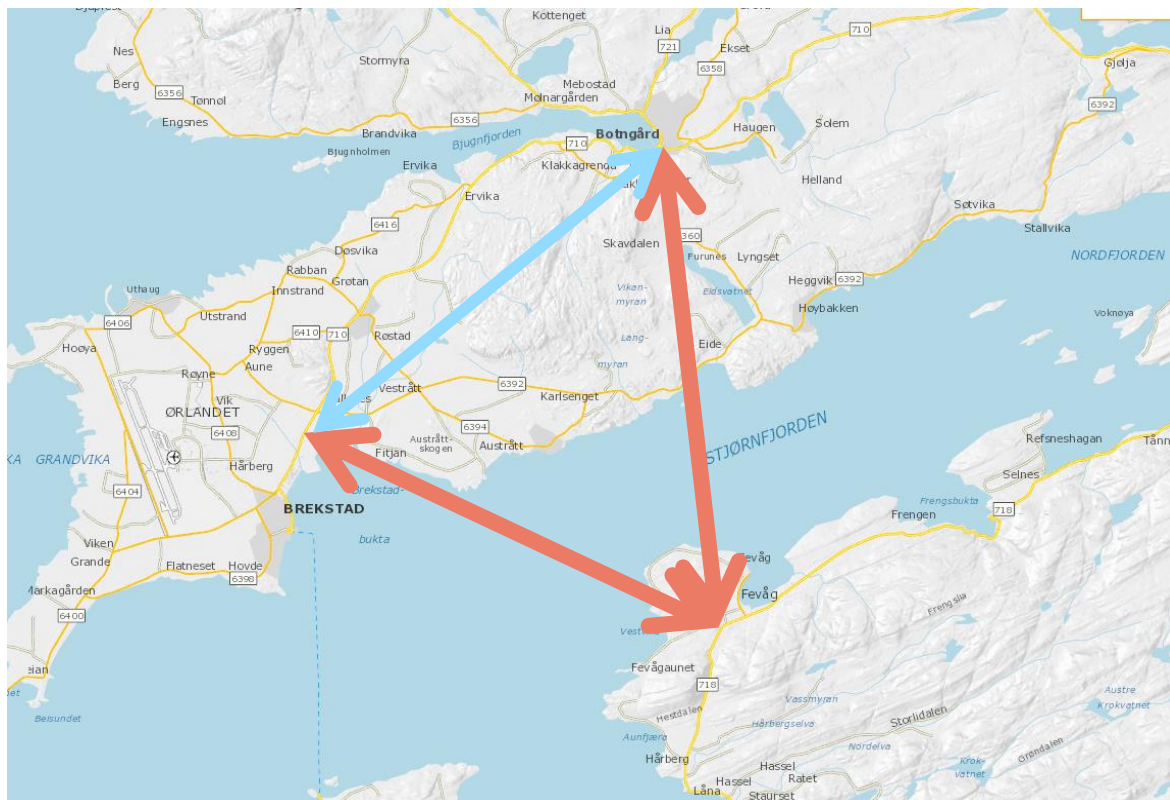
På oppdrag fra Fosenbrua AS er Rambøll bedt om å analysere alternative muligheter for å krysse Stjørnfjorden med veg. Både bru og tunnel kan være aktuelt. Formålet er en overordnet mulighetsstudie for å kunne ta stilling til hvilke prinsipp-løsninger som kan være aktuelle. Løsninger skal konkretiseres i tilstrekkelig grad til å vurdere teknisk realisme, kostnader på et overordnet nivå og eventuelle konflikter med registrerte verdier innen kultur, natur eller miljø. Rapporten skal danne grunnlag for å prioritere hvilke løsninger som bør bearbeides videre med tanke på å finne en egnet vegløsning som vil redusere reisetid med bil mellom Ørland/Bjugn og Rissa i betydelig grad.

Figur 1 viser kart fra «ei tim te by'n» der den røde stipla streken markerer den rette linja, som sammen med dagens veger, gir korteste rute mellom Rissa sentrum og både Brekstad og Botngård. Selv om vegen i praksis blir en del lengre enn den rette linja, vil kryssing av Stjørnfjorden gi en betydelig kortere veg enn dagens via Krinsvatn. Det blir en relativt stor reduksjon i reisetid mellom Ørland/Bjugn og Indre Fosen. Det vil også bli kortere reisetid med bil mellom Ørland/Bjugn og Trondheim.



Figur 1 Kart fra "ei tim te by'n"

Av figuren ser vi at Stjørnfjorden helst bør krysses ved eller vest for Fevåg. Dette er den delen av fjorden som er smalest og der det også er grunnest. Det mer interessante området er illustrert med de røde pilene i Figur 2.



Figur 2 Ønskelinjer for kryssing

Tettstedene Botengård og Brekstad er de største tettstedene i Ørland/Bjugn og dermed de viktigste målpunktene. Fylkesveg 6360-6392 og 710 går mellom de to stedene, henholdsvis sør og nord for fjellområdet Osplikammen-Hundfjellet. Fjordkryssinga bør avsluttes mot en av disse vegforbindelsene.

På sørsida av fjorden vil det være naturlig avslutte fjordkryssinga inn mot fylkesveg 718. Den følger Trondheimsfjorden mot Rissa og Trondheim.

De aktuelle fylkesvegene har en variabel standard også sett i forhold til dagens behov med relativt liten og i hovedsak lokale trafikk. Økt trafikk og større andel langdistansetrafikk, vil øke behovene for bedre standard med forbedringer av de berørte vegene. Her kan det tenkes løsninger fra mindre utbedringer til helt nye veger. Dette blir likevel ikke behandlet i denne rapporten.

2.2 Viktige tema i rapporten

Denne rapporten behandler bare selve kryssinga av fjorden fram til nærmeste naturlig tilknytning til eksisterende fylkesveg på begge sider. Både undersjøisk tunnel og bru i ulike varianter, kan være aktuelt. For begge konstruksjonstyper er det viktig å vite om man planlegger konstruksjonen på/i lausmasser eller på/i fjell.

For tunnel er det helt avgjørende å vite om man planlegger for anlegg i fjell med overdekning på minst 50 meter, eller i lausmasse. Tunnel lausmasse i regnes som uaktuelt. Slik konstruksjon kan være teknisk løsbart, men vil ha så høye kostnader at det i praksis ikke er verdt å vurdere.

I aktuell del av Stjørnfjorden kunne det i utgangspunktet ikke utelukkes å være tykke lag med lausmasse over fjellet. Det ble derfor tidlig bestemt å kartlegge dybder til fjell i området mellom Fevåg-Baksteinen sør for fjorden og området fra Myrstad til Sandskjæret nord for fjorden. Slik kartlegging ble utført i juni 2018. Senere ble dette området utvidet i samarbeid med Orkdal regionråd slik at det totalt dekket området til Austrått nord for fjorden og Agdenes på sørsida.

Resultatene foreligger i egen rapport fra Geophysix. Se vedlegg 1.

For bru er det en betydelig teknisk og dermed økonomisk fordel at landkar kan plasseres på fjell. Det samme gjelder fundament for søyler. Derfor vil kunnskap om lausmassetykkelse over fjellet også være nyttig med tanke på å vurdere kostnader ved bruløsninger. Ved eventuell fundamentering eller fylling på lausmasse, vil stabilitet og setninger være to viktige problemstillinger som må analyseres. Dette kan ikke gjøres uten grundigere undersøkelser i senere prosesser.

I tillegg til rapporten fra Geophysix, baserer denne rapporten seg på tre notat som er utarbeidet av Rambøll:

- Beskrivelse av geologiske forhold
- Aktuelle prinsipløsninger med tanke på bru
- Ikke prissatte konsekvenser

Hovedinnholdet fra nevnte rapporter og notat er innarbeidet i denne rapporten.

2.3 Tekniske krav til veg

Linjeføring og detaljert utforming av veg i terrenget i terrenget styres av en rekke forhold der det viktigste er beskrevet i vegnormalenes håndbok N100. Kryssing av Stjørnfjorden er på et tidlig skissenivå der målet er å identifisere teknisk løsbart og å lage et grovt kostnadsoverslag. Det er derfor hensiktsmessig bare å ta hensyn til de kravene som er viktigst med tanke på kostnader og å plassere veglinja i terrenget.

Dimensjonerende fartsgrense og kravet til kapasitet er de to viktigste kravene til linjeføring. I samråd med oppdragsgiver har vi valgt å legge til grunn fartsgrense på 90 km/time. Det er gjennomført trafikkberegninger som antyder en trafikk med ÅDT på omkring 3000, noe som medfører at veg i to felt er tilstrekkelig med tanke på kapasitet, og med meget god margin.

Følgende enkeltelement er særlig styrende for utforming:

- | | |
|--|------------|
| • Minste radius horisontalkurve | 450 meter |
| • Minste radius høgbrekkskurve | 6400 meter |
| • Minste radius lavbrekkskurve | 2600 meter |
| • Maksimal stigning i undersjøisk tunnel | 5 % |
| • Maksimal stigning utenfor tunnel | 8 % |

Det forutsettes at vegen skal ha to felt, muligens med forbikjøringsfelt i motbakke i tillegg. Vegklasse H3 med ÅDT < 4000 og fartsgrense på 90 km/t legges til grunn. Den har en kjørefeltbredde på 6,5 meter pluss skuldre på 1 meter på hver side, totalt 8,5 m. For brua kan det

i tillegg kan det være ønskelig og behov for en gang- og sykkelbane. Denne må ha en bredde på minimum 3,0 m og være adskilt fra kjørebanelene med et rekkverk. Minste totalbredde for bru inklusive rekkverksrom vil da bli 13,0 m. Hvis trafikken blir større enn ÅDT lik 4000, vil tillatt hastighet etter gjeldende vegnormaler bli redusert til 80 km/time. Om fartsgrense på 90 km/time skal opprettholdes, kreves H5 med total vegbredde på 12,5 meter og midtrekkverk. Da må det også være forbikjøringsfelt med jevne mellomrom.

For tunnel vil det være krav om bredde på 9,5 meter (T9,5). For tunnel lengre enn 10 km og ÅDT på over 4000, kan det bli krav om to tunnellop eller en hovedtunnel og parallell rømmingstunnel. En risikoanalyse kan eventuelt utløse slikt krav også for tunnel med mindre trafikk enn 4000 i ÅDT.

Ved undersjøisk tunnel vil det ikke være naturlig å tillate eller å legge til rette for gang- og sykkeltrafikk.

Stjørnfjorden er av Kystverket kategorisert som en bilei, noe som normalt gir krav om 30 meter seil høyde over høyeste astronomiske tidevann (typisk 31-32 meter over normalvannstand). Kravet til seilbredden med slik høyde, vil da være minst 75 meter. Konstruksjon med «grind» som kan åpnes eller klaff i en eller annen konstruksjon, kan også tenkes.

Kostnader beregnes per løpemeter veg med ulike konstruksjonstyper der hovedskillene går mellom bru, tunnel og veg i dagen. For bru er det store forskjeller i løpemeterkostnader avhengig av en rekke forhold. Dette er også den konstruksjonstypen som har den desidert høyeste enhetskostnaden per meter. For veg i dagen og tunnel med to felt, er det mindre spredning på kostnad per løpemeter.

3. TOPOGRAFISKE RAMMEBETINGELSER

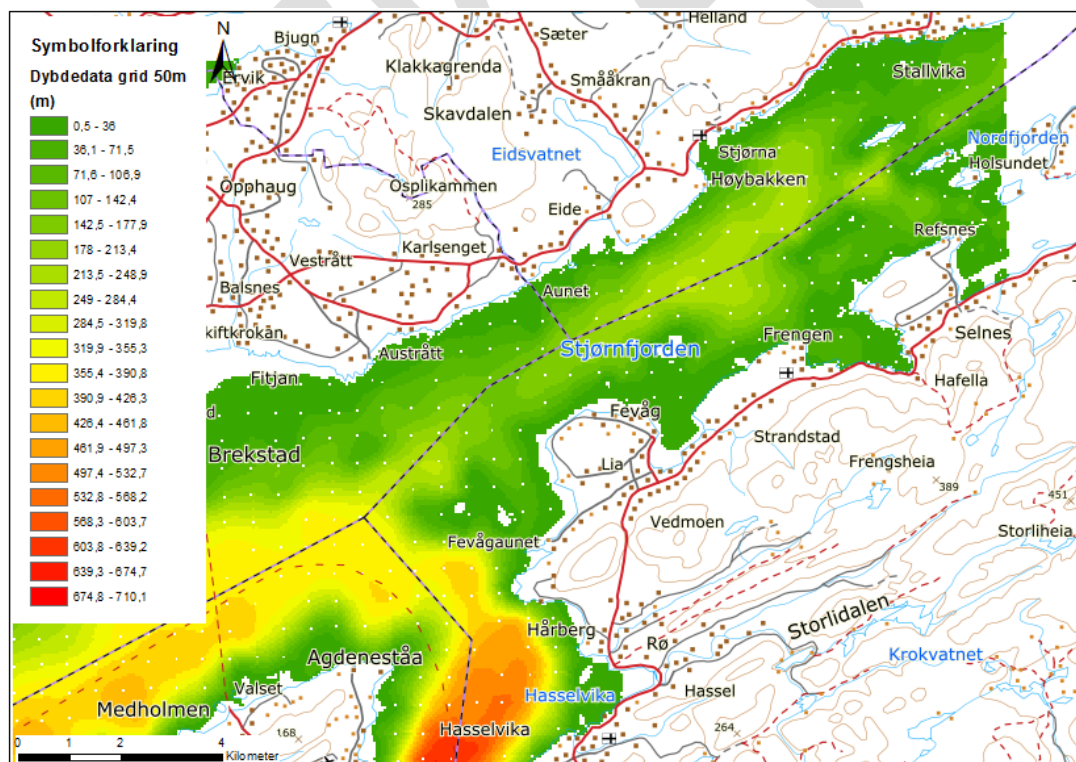
For alle konstruksjoner i terrenget, er topografi og grunnforhold den viktigste rammebetingelsen med tanke på hva som kan bygges, og hvordan. For bru eller tunnel som skal krysse en fjord, er sikker kunnskap om fjell og mengde lausmasser oppå fjellet helt avgjørende for å ta stilling til hva som er byggbart med kjent teknologi, og hvilke kostnader som man må forvente.

På land kan erfarne fagpersoner danne seg et bra bilde av fjellnivå og lausmasser ved å studere vanlige tilgjengelige kart, flyfoto og ved befaringer i terrenget. For terrenget i sjø finnes det ofte bra kart som viser terrengoverflate, men det er i praksis noe nær umulig å danne seg et sikkert bilde av lausmassemektighet uten at dette undersøkes spesielt.

I dette prosjektet har det vært en prosess i to trinn der foreløpige skisser er laget basert på vanlig foreliggende informasjon. Disse har vist løsninger som kan være mulig basert på hypoteser om tykkelse på lausmasser over fjellet. Deretter er dette undersøkt der man har antatt at forholdene ligger best til rette.

3.1 Dybdeforhold i fjorden fra topografisk kart

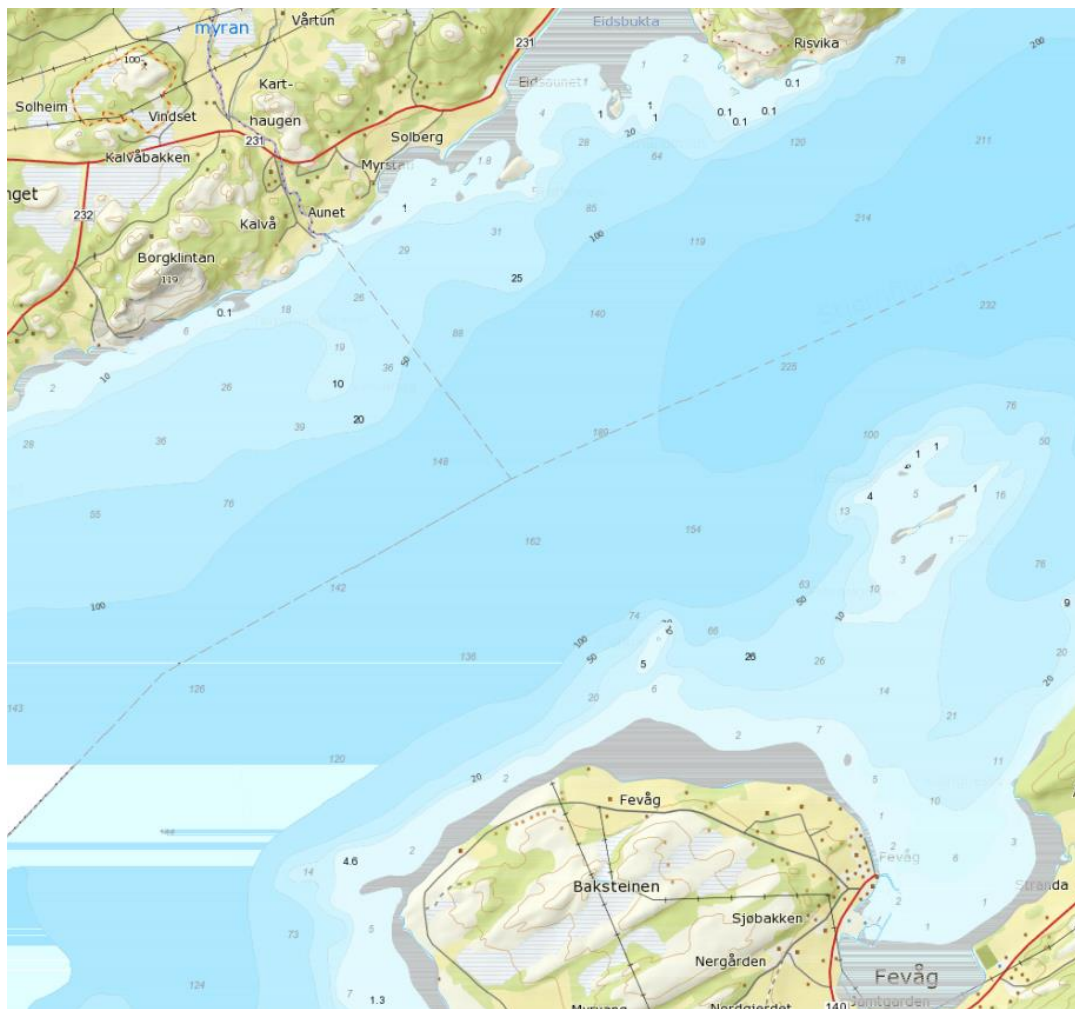
Stjørnfjorden kan oppfattes som en sidefjord til Trondheimsfjorden, men er topografisk en forlengelse av Trondheimsleia (mellom Hitra og fastlandet) med hovedretning sørvest-nordøst. Stjørnfjorden er 3-5 km bred, og smalest ved utløpet der den møter Trondheimsfjorden. Dette er også det mest interessante området for å krysse fjorden med veg, enten bru eller tunnel.



Figur 3 Dybder i fjorden. Kilde goenorge.no

Figur 3 gjengir et kart med dybder til fjordbunnen over et større område ytterst i Stjørnfjorden og Trondheimsfjorden mens Figur 4 viser mer detaljert for området ved Fevåg.

De «grønneste» områdene i fjorden finner vi også der fjorden er smalest, mellom Fevåg og Breistein sør for fjorden og området ved Borgklintan nord for fjorden. I djupålen midt i fjorden er bunnen generelt på kote -140-160, men det topografiske kartet i Figur 4 tyder på at det kan være en rygg som når opp mot -120 meter.



Figur 4 Dybdeforhold fra topografiske kart

Det er grunner inn mot land på begge sider, så i utgangspunktet ble det vurdert som mulig å finne plasseringer av landkar på -20-30 meter. Det syntes mulig med knapt 2 kilometers avstand, altså innen en avstand som kunne gjøre det mulig å realisere ulike typer brukonstruksjon.

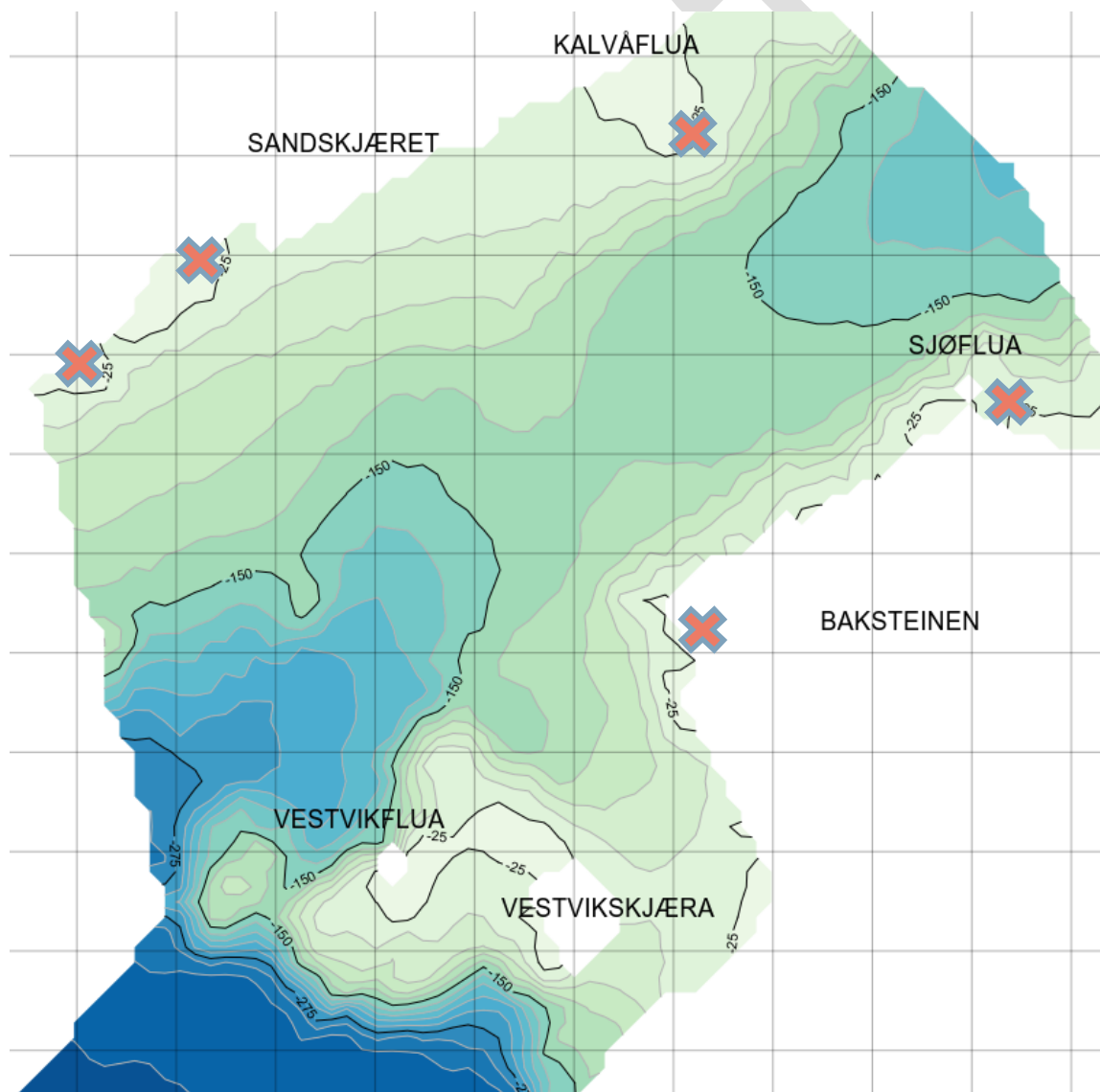
Med tanke på tunnel trengs en fjelloverdekning på minst 50 meter. Om man kunne finne fjellnivå høyere enn kote -150 meter tvers over hele fjorden, ville det tilsa en tunnel på kote -200-220 som ville få en lengde på ca 10 km, noe som ble regnet som akseptabelt.

Kartlegging av tykkelse på lausmasser ble derfor gjennomført i juni 2018.

3.2 Dybdeforhold basert på akustisk profilering.

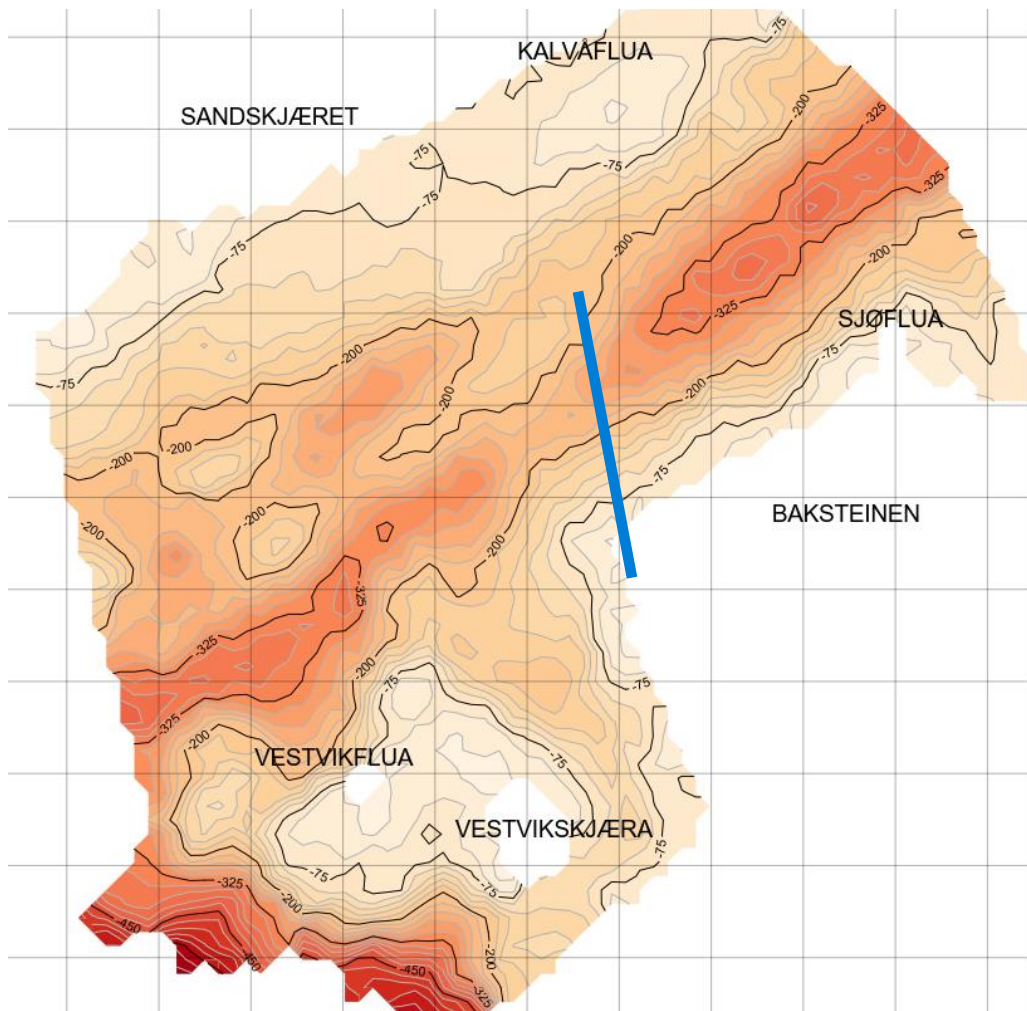
Kartlegging av tykkelse på lausmasser og fjelloverflate i sjø, utføres ved hjelp av ulike typer seismisk utstyr, alt fra tungt utstyr bruk til kartlegging i åpent hav til relativt enkle ekkolodd-liknende utstyr. I dette tilfellet ble det valgt å bruk såkalt lettseismikk, men i den «tunge» enden av den typen utstyr. Det betyr at bunnen kartlegges med god nøyaktighet på inntil mange hundre meters dyp, men det er ikke mulig å skille noenlunde presist mellom fjell og lausmasse om den har tykkelse på mer enn omkring 100 meter. Utstyret har også den begrensningen at kartleggingen blir dårlige der det er særlig grunt. I praksis vil kartleggingen avsluttes når det blir grunnere enn ca 20 meter.

Rapport fra kartlegging av Stjørnfjorden i juni 2018 foreligger som vedlegg 1. De viktigste resultatene framgår av to kart, ett som viser bunnivået (Figur 5) og ett som viser fjellnivået (Figur 6).



Figur 5 Bunnivå ytterst i Stjørnfjorden. Kartlagt Geophysix juni 2018.

På Figur 5 er de mest interessante stedene for plassering av landkar for bru markerte med røde kryss. På samtlige steder viser kartlegginga at det er mindre enn ca 25 meter til fjell. På de markerte stedene er det bare et tynt lag med lausmasse over fjellet.



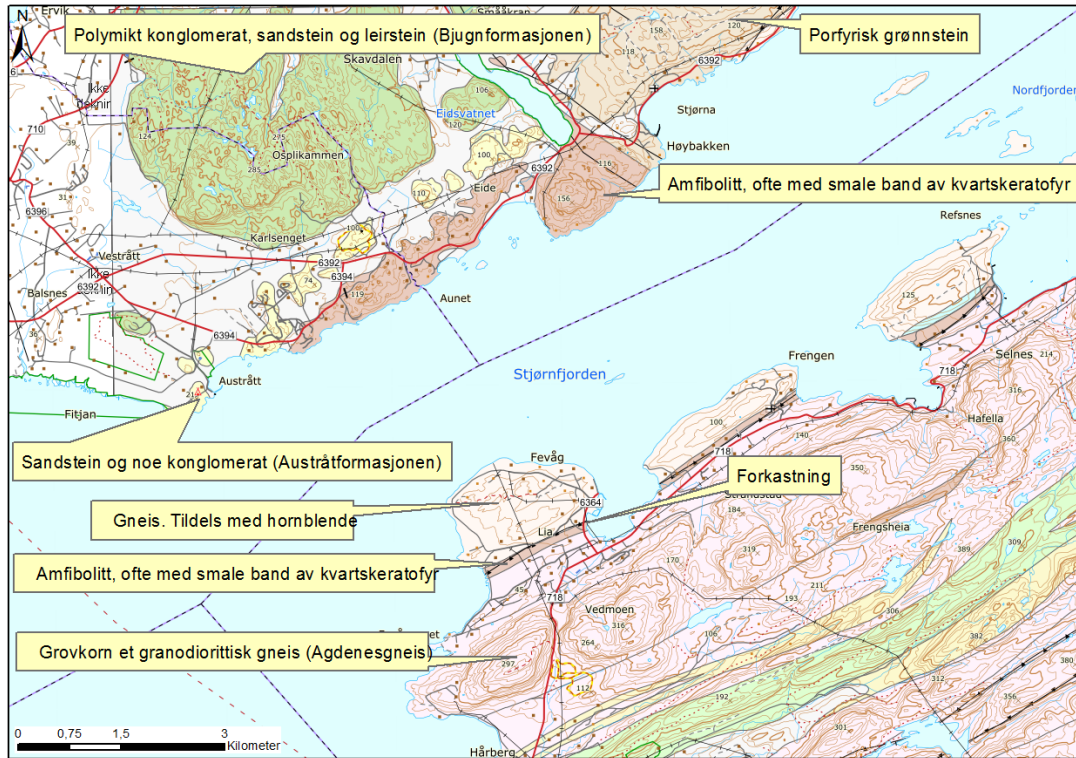
Figur 6 Nivå for fjelloverflate ytterst i Stjørmfjorden. Kartlagt Geophysix juni 2018.

På Figur 6 er den mest interessante traseen for plassering av tunnel under djupålen i fjorden vist med blå strek. På det laveste er fjellnivået fra -225 til ned mot -250 meter. Antatt laveste nivå er -240 meter, noe som tilsier at tunnelen bør legges på ca -300 meter i dette området. Den vil da bli ca 14 km lang.

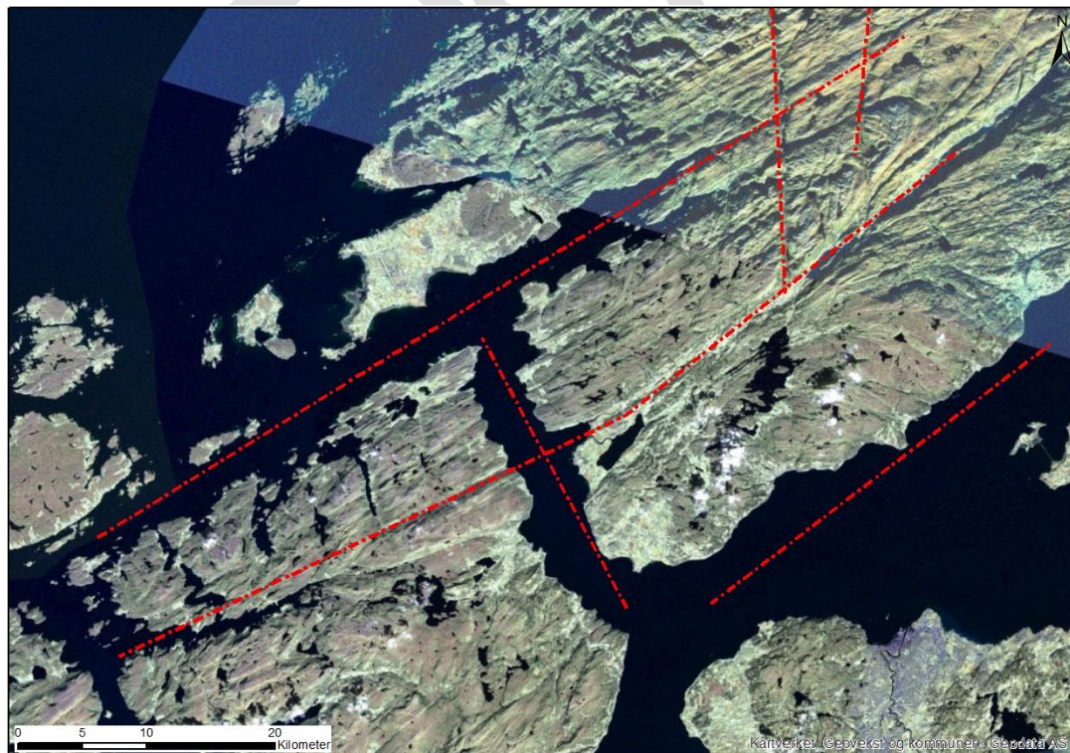
3.3 Berggrunn og bergarter

Berggrunnen i området består ut ifra NGUs berggrunnskart av gneiser, amfibolitt, grønnstein og sandstein/konglomerat, se Figur 7. Gneisen er rester etter grunnfjellet, mens grønnstein og amfibolitt er rester etter skyvedekker fra den kaledonske fjellkjedefoldingen. Sandstein og konglomerat er sedimentære bergarter som ble avsatt under nedbrytningen av den kaledonske fjellkjeden. Av spesiell geologisk interesse i området er Møre-Trøndelag er en stor forkastningssone (MTKF) som er mulig å følge flere hundre kilometer langs Mørkysten og mot Grong (SV-NØ). På flyfoto kan den sees som lineamenter, se Figur 8. På Fosen består MTKF av

flere forkastninger, blant annet en forkastning parallelt med Stjørnfjorden. I en forkastning har det vært bevegelse og bergmassen er nedknust. I en tunnel vil dette opptre som en svakhetssone.

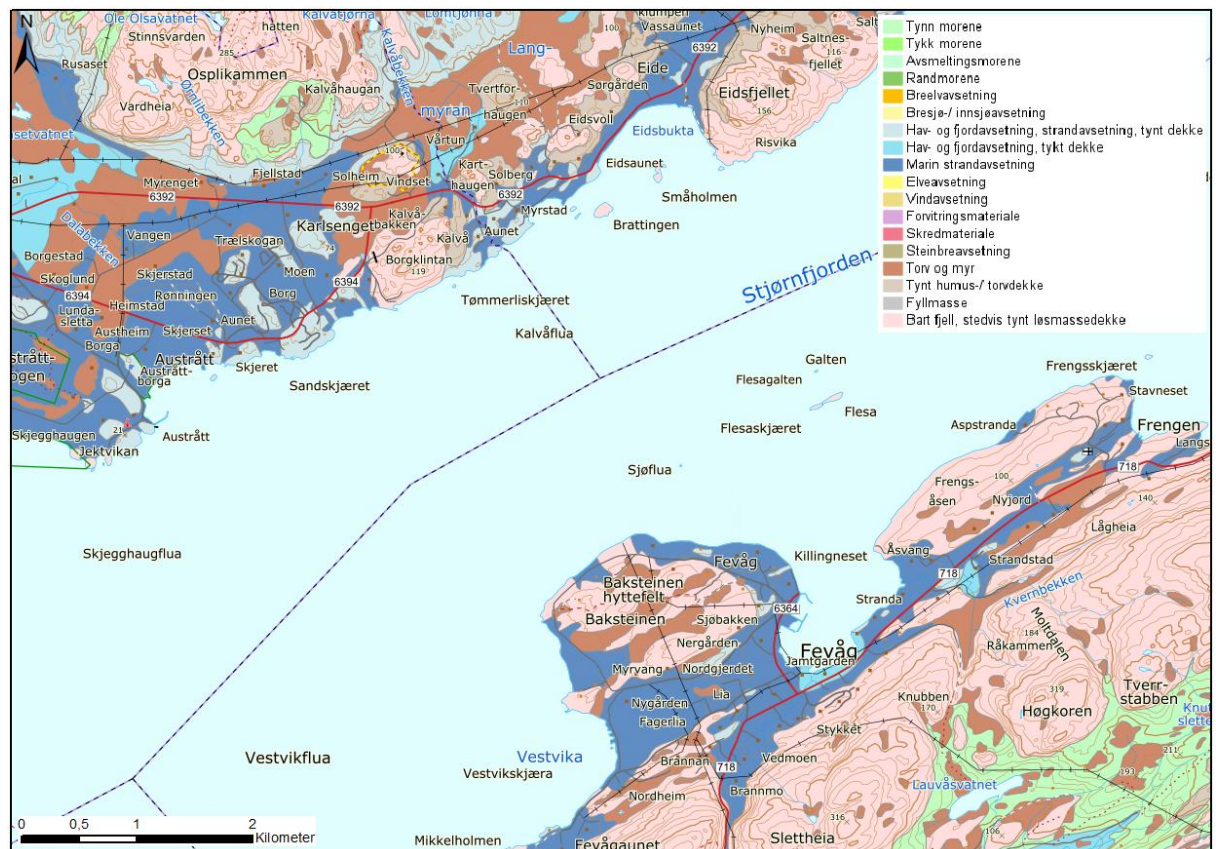


Figur 7 Utsnitt av NGUs berggrunnskart.



Figur 8 Store lineamenter som kan sees på flyfoto.

3.4 Lausmasser



Figur 9 Utsnitt av NGUs lausmasekart.

Lausmassene i området er på land kartlagt av NGU (Norges geologiske undersøkelser) til å bestå av marin strandavsetning, hav- og fjordavsetning, torv og myr, morene og bart fjell. Mektighetene til lausmassene er ikke angitt eksakt, men kan variere fra lite til flere ti-talls meter.

For lausmasser i sjøen har vi i prinsippet ingen sikker informasjon. De tykkeste lagene med lausmasse er generelt midt i fjorden og tynner inn mot land. Lausmassen bidrar altså til å jevne ut fjellterrenget under sjøen. Det er grunn til å regne med at de øverste lagene av lausmasse er mariene avsetninger, gjerne leire, og at det nærmere fjellet er morenemasser. Det kan kanskje også finnes morenerygger og avsetninger med sand og grus. Egenskaper ved lausmassene de øverste 20-30 meter vil være av interesse med tanke på å vurdere ankertype ved eventuell sideforankring av flytebru.

4. BRU ELLER TUNNEL

Mye tyder på at både bru og tunnel kan være aktuelle løsninger med tanke på kryssing av Stjørnfjorden. Begge løsninger vil ligge i grenselandet av hva som er bygd i Norge til nå, men ingen synes å ligge utenfor teknisk rekkevidde for bruk av relativt kjent teknologi

Stjørnfjorden har slik bredde og dybde at det kreves relativt avansert konstruksjoner for å lage en god fjordkryssing. For fast bru vil det bli et hovedspenn på opp mot 2000 meter. Alternativet er flytebru eller rørbru. For undersjøisk tunnel tilsier dybden til fjell at det blir lengde på opp mot 14 km. I praksis er dette konstruksjoner som det er få av i verden. I forbindelse med planlegging av E39 er det imidlertid utredet og delvis under bygging konstruksjoner som er betydelig mer krevende enn de som kan være aktuelle for å krysse Stjørnfjorden (tunnel Rogfast, bru Bjørnafjorden).

4.1 Bygging av tunnel

Det vurderes at det er mulig for å bygge en undersjøisk fjelltunnel under Stjørnfjorden. Bergartene som opptrer i området er forskjellige typer gneiser og amfibolitt, samt konglomerat, sandstein og leirstein. Dette er bergarter med litt forskjellige egenskaper, men som det skal være mulig å drive tunnel gjennom. Sannsynligvis er det svakhetssoner/forkastninger som vil ha størst betydning med tanke på utfordringer for tunneldriften.

Vi kjenner omtrentlig nivå på fjellet der fjellterskelen ligger lavest, på omkring kote -240. Det medfører at planum i tunnelen vil måtte ligge på ca kote -300 i dette området. I samme området finner man kanskje også svakhetssonen MTFK (forkastningssonen gjennom Trøndelag og Møre). Denne svakhetssonen passeres også av Hitratunnelen som ble åpnet i 1994. Denne tunnelen er 5,6 km lang med største stigning på 10% og dypeste punkt på -264 meter.

Tunnelen vil krysse MTFK, men uten nærmere undersøkelser er det vanskelig å si eksakt hvor. I dette området vil det kunne være stabilitetsutfordringer som innebærer at full utstøpning kan bli nødvendig. Der Hitratunnelen krysset samme sone bestod den av knust fjell med mye finstoff. Det ble utført forbolting og forholdsvis tung sikring over en lengre strekning, men med metoder som ofte må benyttes i tunneler. Geofysiske undersøkelser vil kunne gi noe informasjon om denne sonen og hvor den vil opptre. Slike bør gjennomføres på et mer detaljert plannivå.

Tunnelen blir lang. Det er kravet til stigning som bestemmer lengden. Hvis den skal ned på kote minus 300 meter, vil den bli ca. 14 km lang, eller lengre om det er vanskelige å finne passende påhugg. Slik lengde kan medfører krav om to løp eller separat tunnel for rømming ved brann.

4.2 Bruk av tunnelmassene

Sannsynligvis er det god brukskvalitet på flere av bergartene som en tunnel vil bli drevet gjennom. Pukkverket på nordsiden av fjorden, som driver på en mylonitt, produserer masser til de fleste formål. På sørsiden av fjorden er det gneiser, som er bergarter hvor kvaliteten vanligvis er god til de fleste formål. Kvalitet og anvendbarhet av bergartene er noe som bør undersøkes nærmere med prøver på et senere tidspunkt.

4.3 Fast bru

Når vi snakker om faste (ikke flytende) brukonstruksjoner er normalt hengebru det mest aktuelle alternativet for store spennvidder. Dersom brua skulle spenne fra land på sørsida til land på

nordsida vil spennet bli nærmere 3000 m lang. Dette er over 1000 m lengre enn verdens lengste hengebru pr. i dag. Verdens lengste hengebru har et hovedspenn på 1991 m.

Det er riktignok utført en mulighetsstudie for en hengebru med hovedspenn på 3000 m for kryssing av Sulafjorden, men denne brua hadde en 4-felts motorveg og dermed en vesentlig større sideveis stivhet enn i tilfellet for Stjørnfjorden.



Figur 10 Hardangerbrua – Hovedspenn 1310 meter. Norges lengste hengebru

Hardangerbrua vist i Figur 10 er den lengste hengebrua bygd i Norge. For Stjørnfjorden kan det være mulig å trekke tårnene så langt ut fra land at det blir en lengde på omkring 1900-2000 meter. Det forutsettes da en dybde til fjell på mindre enn 30 meter slik at det er mulig å bygge tårnene med bruk av senkekasser.

Spennet på 1900-2000 m er stort spenn for ei hengebru med bredde på kun 13,0 m. Det må antas at dette vil kreve delt brubjelke, dvs to brubjelker med en viss avstand imellom. I praksis kan man nærme seg kostnaden for bru i fire felt eller mer tilsvarende de virkelig lange hengebruene som er bygde. Dette må eventuelt sjekkes nærmere i en seinere fase. Vindforholdene på stedet vil ha stor betydning for hvor bred brukonstruksjonen som må bygges.

Hengebru er uansett en svært dyr konstruksjon, særlig når det blir spenn på opp mot 2 km. Vi regner med at andre løsninger vil være til dels betydelig rimeligere og fokuserer derfor på disse.

4.4 Flytebru

Selve flytebrukonstruksjonen kan ha to alternative hovedprinsipp:

- **Endeforankret:** Ei slik flytebru må bygges i bue for stabiliteten sideveis, noe som medfører at brulengden økes noe. Til gjengjeld slipper man sideforankringen forutsatt at man har god endeforankring i berg.

- **Sideforankret:** Disse kan bygges rett fram og minimalisere brulengden. De trenger forankring sideveis med sugeanker eller gravitasjonsanker i løsmasser på bunnen av fjorden.

Inntil nå er det bygd to flytebruer i Norge, Bergsøysundet bru i Møre og Romsdal og Nordhordalandsbrua i Hordaland. Begge disse er endeforankret og ble bygd på 1990-tallet i relativt smule farvann. Bergsøysund har en lengde på 931 m og flytebrudelen av Nordhordalandsbrua har en lengde på 1246 m. Flytebruer anse å være realistisk for vesentlig større lengder, og langs ferjefri E39 er dette under utredet for en rekke ulike fjordkryssinger, de lengste over 5 km.



Figur 4.11 Nordhordalandsbrua

En viktig utfordringene ved flytebru er skipspassasje. Selv om Stjørnfjorden kun er definert som en såkalt bilei, så betyr det at man bør ta utgangspunkt i et seilløp med høyde på 30 m.

Man kan i prinsippet tenke seg tre muligheter for anordning av seilløp:

1. Skipspassasje under en fast brukonstruksjon inn mot land (Slik det er gjort på Nordhordalandsbrua, se figur 4.2)
2. En oppbygging av vegen på flytedelen slik at skip kan passere under.
3. En åpningsanordning med ledd for skipspassasje, enten i fast- eller flytebrudelen.

En åpningsanordning for skipspassasje kan bli komplisert og blir derfor normalt blir frarådet av Statens vegvesen. I mer skipsrelaterte miljø kan det nok være andre oppfatninger. Rambøll har ikke vurdert slike løsninger godt nok til å ha grunnlag for klare råd eller anbefalinger.

Oppbygging av kjørebanelen slik at det blir tilstrekkelig seilløp kan være en mulighet, men i de tilfellene, hvor topografien ligger til rette for det, så vil ei fast bru med seilløp inn mot land være den beste løsningen, dvs. tilsvarende Nordhordalandsbrua. For E39 Bjørnafjorden er det utredet både en endeforankret og sideforankret flytebru, begge med seilløp mot land. Et seilløp ved land er i utgangspunktet ofte det minst ønskelig for skipstrafikken, særlig om det medfører avvik fra beste lei.

I tilfellet Stjørnfjorden så vil det være mest egnet å ha seillei på nordsida av fjorden. Både endeforankret flytebru og sideforankret flytebru kan være aktuelle om seilløp anlegges ved land.

4.5 Neddykket rørbru

Neddykket rørbru er en bru/tunnel-løsning som innebærer at det bygges et nedsenket rør (ca 20 meter under havoverflaten) som holdes i posisjon ved hjelp av oppdriften. En måte er å forankre røret til bunnen og en annen måte er å henge opp røret i pontonger på overflaten. Fordelen med denne løsningen er at skip kan passere over. Konstruksjonen er også mindre utsatt for vind og bølger. Den første rørbruløsningen ble utredet for Høgsfjorden i Rogaland allerede på 80-tallet. Den ble aldri realisert, men løsningen er utredet for flere kryssinger på E39 og anses å være aktuell. For kryssing av Rovdefjorden på Søre Sunnmøre er et slikt rør aktuelt for selve skipspassasjen. Pr. i dag er det ikke bygget neddykket rørbru noen steder i verden.



Figur 4.3 Prinsipp neddykket rørbru

Også her er kostnadene svært usikre da det ikke finnes eksempler på at slike konstruksjoner er bygd. Kostnadene anses i utgangspunktet å være høyere enn flytebru, men dersom man kan unngå dyre løsninger for skipspassasje, kan det tenkes at det er konkurransedyktig.

Vi har ikke grunnlag for å estimere kostnaden på en slik konstruksjon og forutsetter i denne sammenheng at rørbru uansett vil bli mer kostbart enn en flytebru.

4.1 Tunnel i senkekasser på bunnen.

Dette er en løsning som kan benyttes på passende vanddyb der det er mulig å grave ned en kulvert- eller tunnelkonstruksjon. Det er enklest der det er jevnt relativt flat fjordbunn bestående av lausmasser, helst sand og grus. Passende vanddyb er 10 til 30 meter.

Denne konstruksjonsmåten er ganske vanlig i Europa, særlig ved kryssing av elver og sund. I Norge er den brukt for E18 i Oslo (Operatunnelen i Bispevika) og for kryssing av Skansenløpet på

Nordre avlastningsvei i Trondheim, men de store prosjektene finnes i blant annet i Danmark med Øresundforbindelsen åpnet i 2000 og Femarenforbindelsen der bygging ventes å starte med det første.

For kryssing av Stjørnfjorden kan det være mulig å bruke slik konstruksjon for å anlegge seilløp for flytebru. Siden det er langgrunt med dyp på 10-30 meter på begge sider av fjorden, kan det også være en aktuell mulighet på begge sider. Det antas likevel å være en dyrere løsning enn fast bru, så slik løsning undersøkes først om mer tradisjonelle løsninger viser seg vanskelige å etablere.

UTKAST

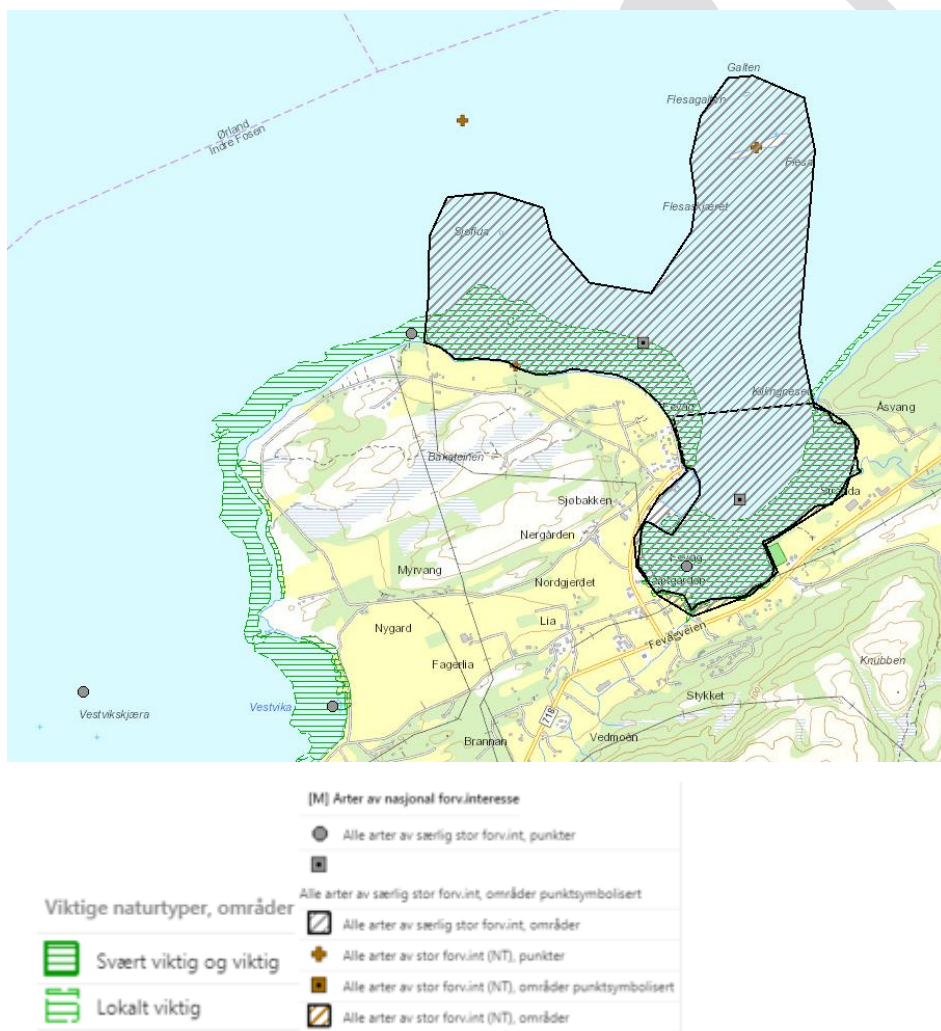
5. KONSEKVENSER FOR NATUR OG MILJØ

Sårbare områder med tanke på natur- og kulturmiljø i området er kartlagt basert på tilgjengelig informasjon i offisielle databaser.

5.1 Fevåg

5.1.1 NATURMILJØ

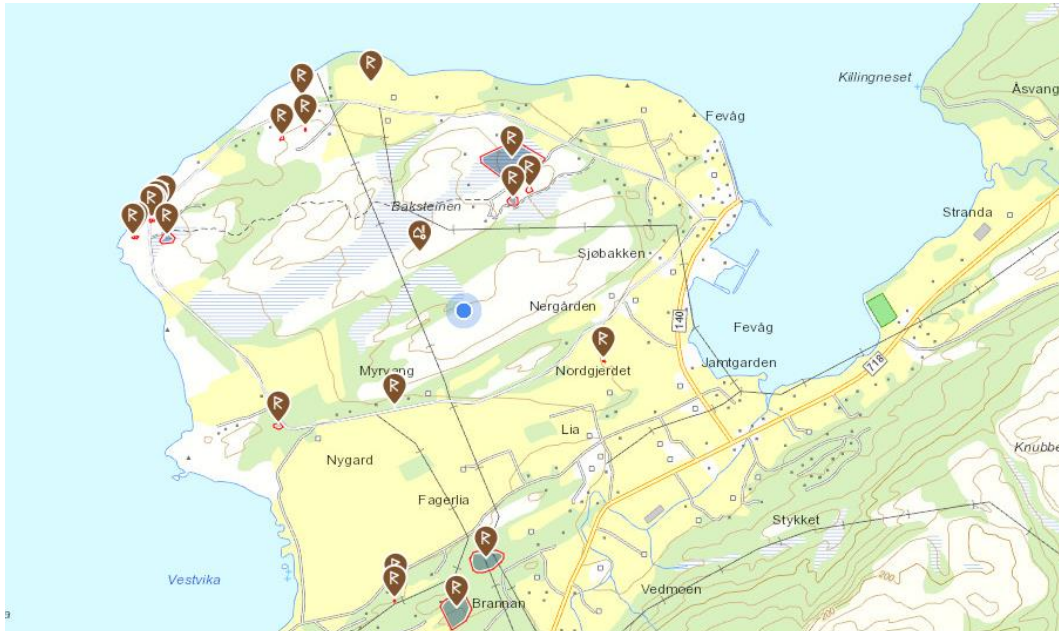
- Bløtbunnsområde i strandsonen som er klassifisert som lokalt viktig. Viktig naturtype langs hele strandsonen.
- I gruntvannsområdet i Fevågen er det registrert flere arter (svartbak, oter, storspove, hettemåke) av nasjonal forvaltningsinteresse. Området har et spesielt mangfold av arter og funksjoner for vann/sjøfugl gjennom hele året. Vurderes å ha regional verdi.



Figur 12 Kartlagt naturmiljø i området

5.1.2 KULTURMILJØ

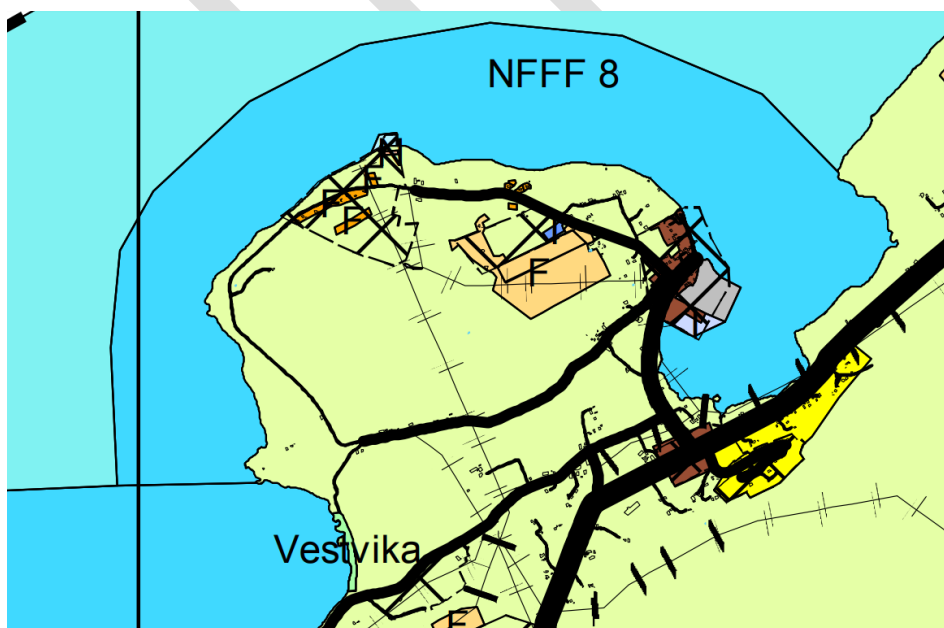
Det er lokalisert flere automatisk fredede kulturminner i området rundt Fevåg. I områdene mot øst og sør er det hovedsakelig gjort funn av bosetningsaktivitet fra steinalderen. Rett mot nord er det gjort funn av flere gravplasser fra jernalderen. Mot vest er det flere store områder kategorisert som gravplasser fra jernalderen og bronse-jernalderen.



Figur 13 Registrerte kulturminner ved Fevåg og Baksteinen

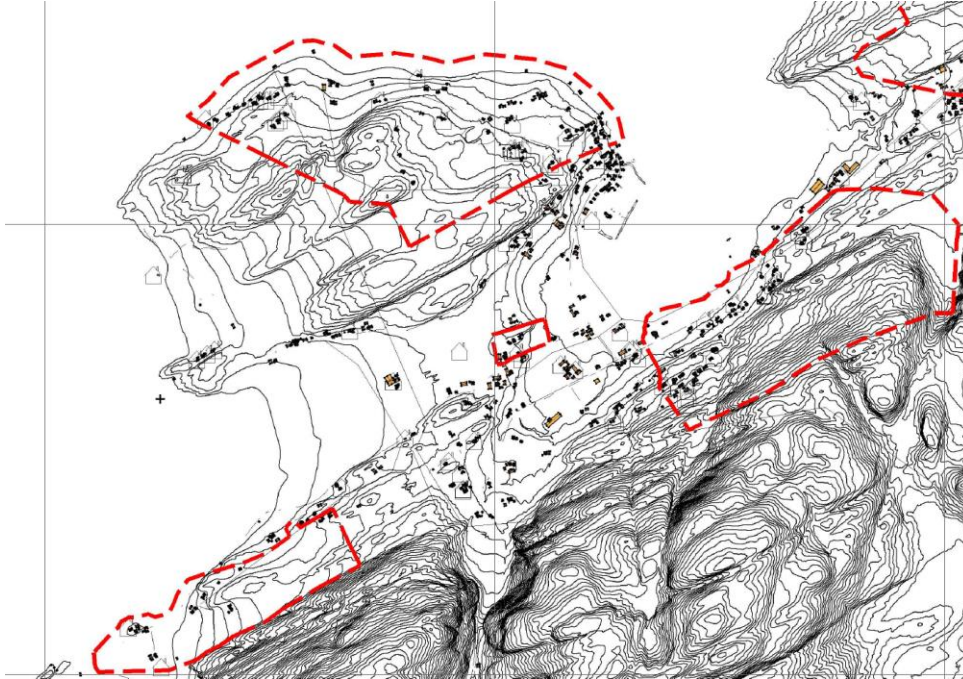
5.1.3 KOMMUNALE PLANER

Området rundt Bakstein/Fevåg er hovedsakelig avsatt til landbruk-, natur-, og friluftsmål i kommuneplanens arealdel. Øst for Baksteinen ligger også et område avsatt til fremtidig fritidsbebyggelse og sentrumsformål i tilknytning til småbåthavna.



Figur 14 Utsnitt av kommuneplanens arealdel

Det er varslet planoppstart av en større områderegulering, i regi av private grunneiere, i området nord-øst for Baksteinen. Hovedhensikten med planarbeidet er å tilrettelegge for øst andel fritidsbebyggelse i området og er i så måte i tråd med overordnet plan for området.



Figur 15 Plangrenser for varsel av oppstart for områdereguleringer

Trøndelag fylkeskommune skal ta en utsjekk av arkeologien innenfor det definerte planområdet. De kan ikke utelukke nye funn her, eller andre steder langs en mulig trasé for ny veg. I forbindelse med planarbeidet er det også utført registreringer av biologisk mangfold for områdeplanen. Dette utredningen er ikke tilgjengelig før planarbeidet legges på offentlig ettersyn.

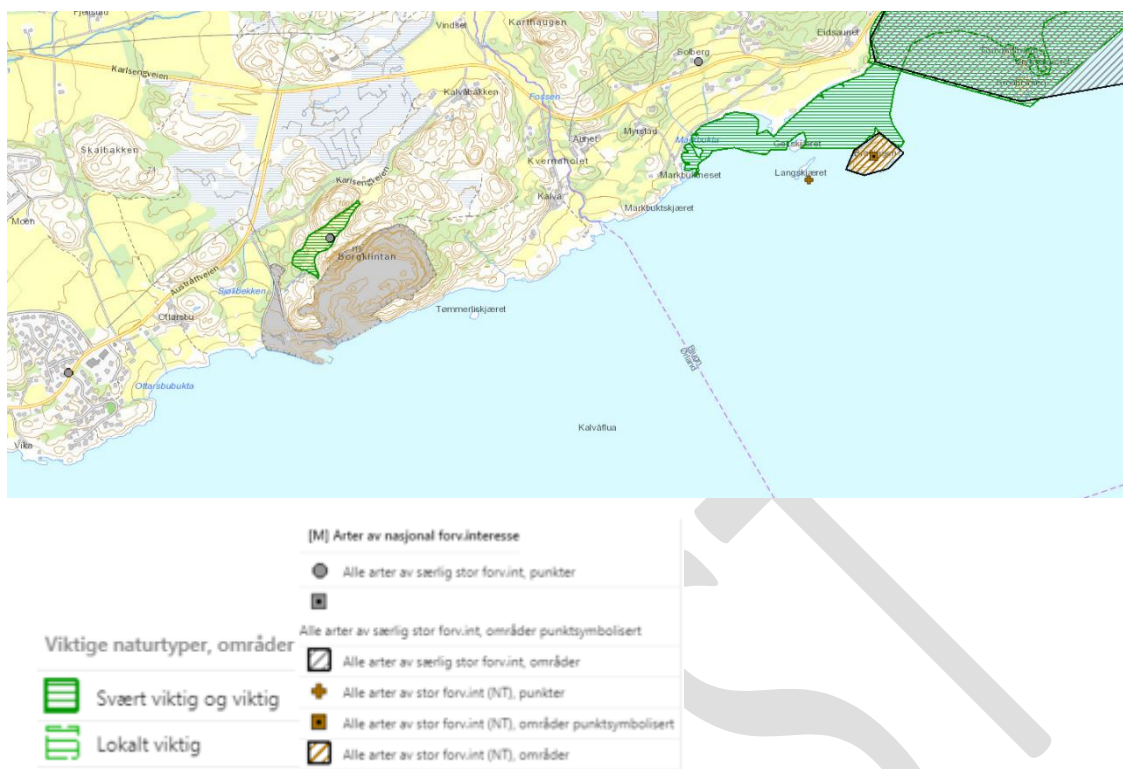
5.1.4 ANDRE INTERESSER

Området består i dag av både boligbebyggelse og fritidsbebyggelse. Hovedtyngden ligger øst for Baksteinen.

5.2 Ørland/Bjugn

5.2.1 NATURMILJØ

- I Eidsbukta og frem til Markbuktneset er det registrert bløtbunnsområde i strandsonen. Området er vurdert som viktig. I selve Eidsbukta er det funnet tangvoller som er vurdert som viktig. Det er også observert en rekke fuglearter i området, bla. havørn, ærfugl og havelle.
- På Brattingen er hekkeområde for fiskemåke. Arten er nær truet i Norsk rødliste.
- Rett sør for Borgklinten er det registrert hagemark som er definert som svært viktig.

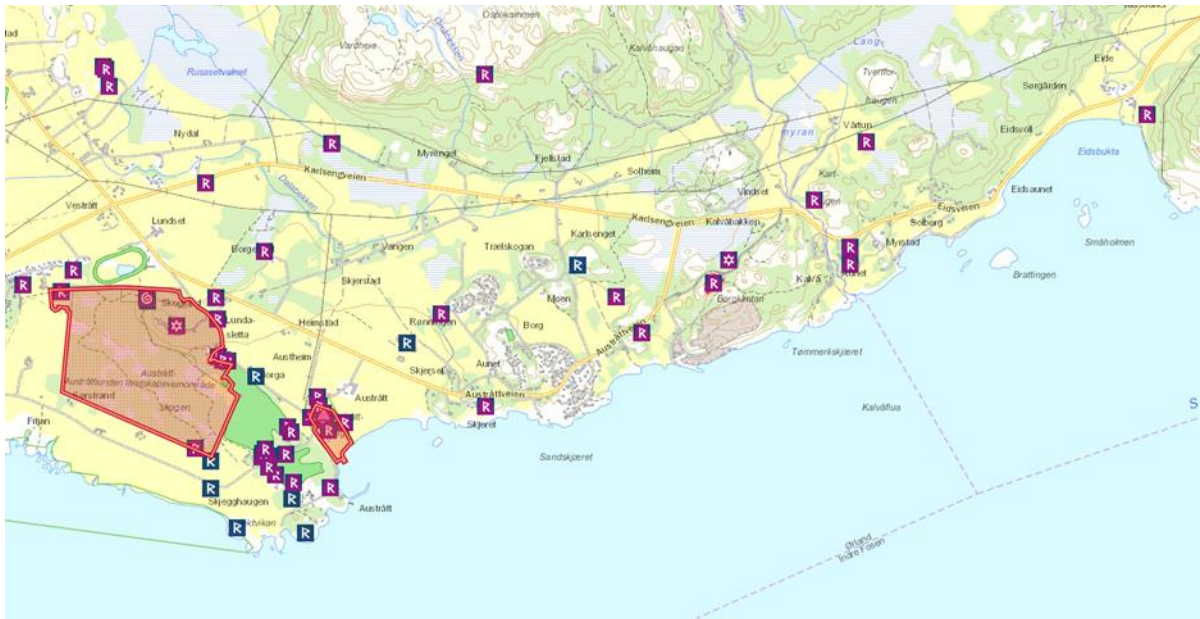


Figur 16 Kartlagt naturmiljø i Ørland og Bjugn. Blotbunnsområder markert med grøn skravur.

5.2.2 KULTURMILJØ

Borgklinten er det største enkeltminnet som ligger innenfor influensområdet på Ørland/Bjugn siden. Dette er et tidligere forsvarsanlegg fra eldre jernalder. Steinmurer inne i området er tidligere restaurert. Tilknyttet dette området ligger også Borgklintvegen som ikke er automatisk fredet, men som er vurdert som særdeles verneverdig, da det er «en meget bra veg fra før første verdenskrig».

Utover dette er det et gravminne ved Aunet som er automatisk fredet og ei røys ved Karlsenget som er fredet. De andre markeringene viser til funn av løse gjenstander fra eldre tider, hvor tidsperioden er uavklart.



Figur 17 Registrerte kulturminner og kulturlandskap

5.2.3 KOMMUNALE PLANER

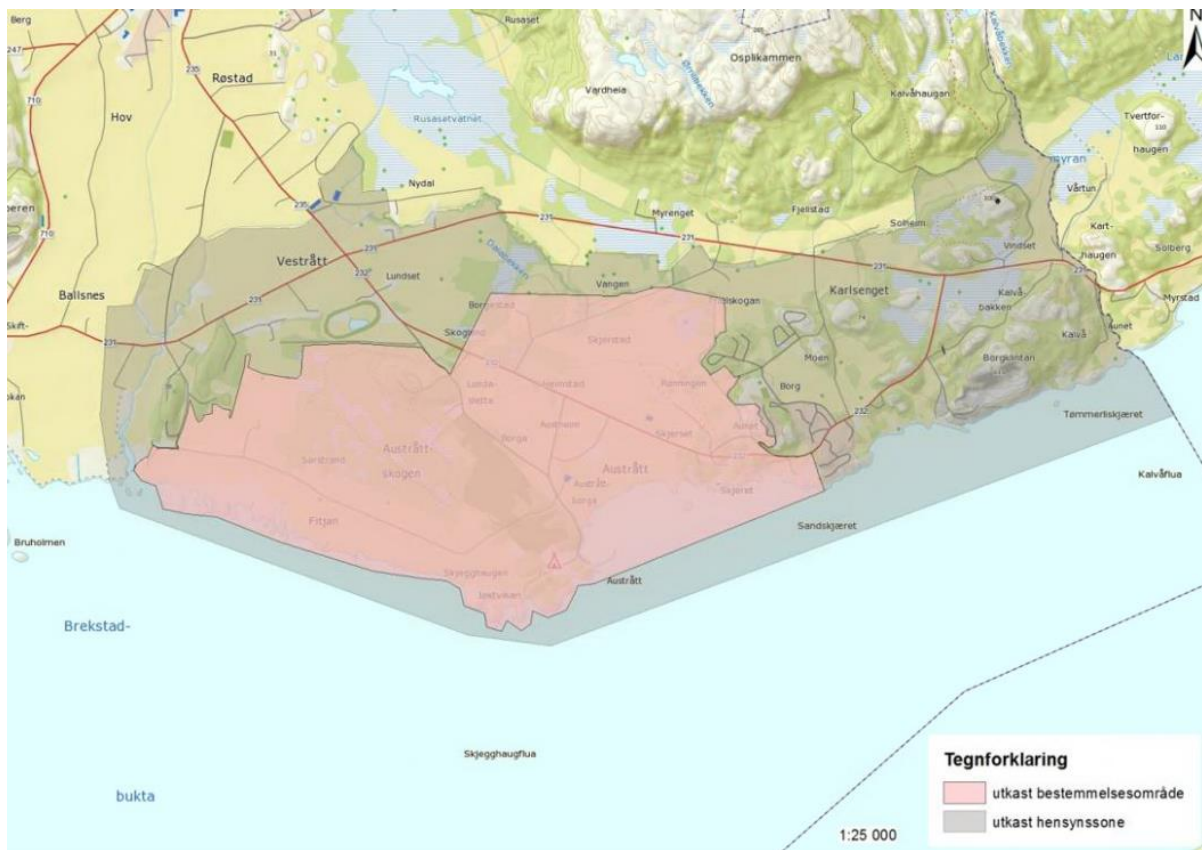
Utvidelsen av Ottersbo pukkverk og tilhørende kaianlegg som er regulert til næringsformål. Det ligger store utbyggingsområder for bolig nord og vest for pukkverket.



Figur 18 Gjeldende reguleringsplaner i Østlandet

Kommunedelplan for Austråttområdet

Det pågår et planarbeid med ny kommunedelplan for Austråttområdet. Hensikten med arbeidet er å legge premisset for vernet rundt herregårdslandskapet og forvalte det nasjonalt viktige kulturmiljøet på en god måte.



Figur 19 Forslag til bestemmelsesområde og hensynssone i planprogram for Austråttområdet.

Bruk av hensynssone og retningslinjer er ment å gi et bedre og mer helhetlig grunnlag for den avveiningen kommunen skal foreta. Riksantikvaren og fylkeskommunen har spilt inn forslag om å legge to ulike nivå av vern over området, der et bestemmelsesområde skal verne herregårdslandskapet, ha høy prioritet og reguleres gjennom bestemmelser. Det andre nivået er en større hensynssone der tiltak skal reguleres gjennom retningslinjer.

Hvilke bestemmelser og retningslinjer som vil bli gjeldene for området må undersøkes nærmere når kommunedelplanen blir vedtatt.

Andre interesser

Ottersbo pukkverk ligger sør for Borgklienten ut mot sjøen. Den har på kort sikt en reserve på 1 mill m³ fast masse. Ytterligere masse er tilgjengelig mot nord og øst. Forekomsten er av nasjonal betydning. Anlegget har egen kai og stort knuseanlegg.

Lengre vest ligger området Austrått, med Austråttborgen og Austråttskogen. Det er knyttet særlig høy nasjonal verdi til forholdet mellom borgen, jordbrukslandskap, jaktpark, fjorden som kommunikasjonsåre og naturgitte rikdommer. Det er ifølge Riksantikvaren viktig at det sikres at dette også kan oppleves og forstås i fremtiden. Austrått herregårdslandskap er Ørland kommune sin viktigste turistattraksjon.

5.3 Vurdering av konsekvenser

Basert på de faktorer som er gjennomgått ovenfor virker det som at området vest for Baksteinen er det området ved Fevåg som er minst konfliktfylt. Det vil trolig være behov for arkeologiske utgravinger dersom vegen legges her, men det vil ikke hindre en fremtidig utvikling av Fevågområdet som fritidssted. Bløtbunnsområdet vil trolig kunne ivaretas ved evt. landkar.

På Ørland/Bjugn-siden ligger allerede eksisterende fv. 232 og området ned til grusuttaket ved Borgklintan og peker seg ut som en mulig tilkomst veg. Ulempene er at vegen vil komme relativt nært fremtidig planlagt bebyggelse. Alternativt kan man legge vegtraseen på motsatt side av Borgklintan, men dette vil føre til mer terrenginngrep da terrenget er kupert og man må krysse Karlsengveien/Borgklintveien. Uavhengig av trasé vil ikke disse komme i konflikt med kjente natur- eller kulturmiljø.

UTKAST

6. VEGLINJER

For kryssing med tunnel er det i prinsippet bare en løsning som er aktuell når det er et mål å få kortest mulig tunnel. Begge påhuggene kan justeres noe, men må ligge i samme område.

For bru over fjorden er det flere mulige tekniske løsninger og traseer. Vi har valgt å presentere tre traseer basert på flytebru. Vi regner med at flytebru med lengde på ca 2 km blir betydelig billigere enn hengebru med hovedspenn på opp mot 2 km. Den ene flytebrutraseen kan kombineres med seilløp under fast bru på nordsida av fjorden.

For alle brualternativa kan det benyttes ulike vegtraseer på land, særlig på sørsida ved Fevåg er det flere mulige løsninger.

6.1 Alternativ 1 Tunnel



Figur 20 Alternativ 1. Tunnel

Figur 20 viser foreslått trase for tunnel. Den blir omkring 12,9 km lang med dypeste punkt ca 300 meter under havnivå. Den blir altså noe dypere enn Hitratunnelen, men ikke så dyp som Rogfast som nå er under bygging. Det kan ikke utelukkes krav om parallell rømmingstunnel, men slikt krav er ikke konkretisert når den aktuelle trafikkmengden på mindre enn 4000 i ÅDT i dimensjoneringsåret. En risikoanalyse vil det uansett være krav om å gjennomføre. Andel tungtrafikk er en viktig faktor med tanke på hvor stor risiko det er for alvorlig brann med stort skadepotensial.

Viktigste parameter for planlegging av tunnel er å følge den fjellryggen som er identifisert med laveste punkt ca. 240 meter under havnivå, noe som gir et laveste punkt på tunnelen ca. 300 meter under havnivå. Fjellnivået er kartlagt fra dette området og til begge sider inn mot land, men kartlegginga stopper ved sjødjup på ca. 25 meter. Overflatetopografien indikerer likevel at det til begge sider er fjell med tilstrekkelig overdekning fram til de foreslått påhuggene. Nærmere befaring kan muligens bekrefte dette. Om det ikke kan bekreftes ved befaring, kan mer detaljert kartlegge være aktuelt på et relativt tidlig tidspunkt i planprosessen. Før endelig vedtak om bygging av tunnel, bør hele traseen kartlegges ved hjelp av refraksjonsseismikk. Slik undersøkelse gir også relativt detaljert informasjon om fjellforhold med knusingssoner.

Tunnelen vil tilfredsstillere alle gjeldende krav til linjeføring. Foreslått trase tilfredsstillere disse kravene med minimum lengde på tunnelen. Det innebærer i praksis at andre plasseringer av påhogg lett vil resultere i lengre tunnel og høyere kostnader.

I nord knyttes tunnel og veg til Fv 710 ved Reitan i et kryss. Der er det kanskje vanskelig å finne en bedre plassering. I sør ved Hassel er den foreslått med trase som er tilpasset en 6,5 km lang tunnel til Skaugadalen. Plassering av påhogg for tunnel er relativt fleksibelt i nordøst-sørvest-retning, både i dalføret ved Hasselvika og for en eventuell framtidig tunnel til Skaugadalen. Med foreslått plassering trengs en midlertidig veg fram til kryss med Fv

(bør vurdere kart med noe bedre målestokk i påhuggsområdene?)

Etter det vi kan se ut fra foreliggende grunnlag, vil tunnelen og vegen i begge ender være teknisk kurant å bygge. Den vil ikke være i konflikt med kjente sårbare natur- eller kulturmiljø. Den er heller ikke i konflikt med kartlagte kommunale planer.

6.2 Alternativ 2 Flytebru nord med fastbru seilløp.

Figur 21 viser trase for alle skisserte flytebruer.

Alternativ 1 Flytebru nord gir den korteste flytebrua med lengde på 1,9 km. Flytebrua krysser fjorden fra Kalvåflua til Sjøflua. Begge steder er det mindre enn 30 meter til fjell, så tradisjonell metode for landkar i form av senkekasse på fjell kan benyttes.

Ved land på nordsida vil det være mulig å anlegge fast bru som kan passeres av skip med høyde på inntil 30 meter. I nord er det vist to prinsipptraseer, en som gir fastbru på ca 700 meter, men som krever tunnel med lengde på ca 400 meter gjennom Borgklintan. Det er også mulig å gå vest for Borgklintan, men da blir det en fastbru som er ca 1000 meter lang. Den siste løsningen legges til grunn for kostnadsregninger.

Mellom flytebru og land på sørsida blir det en 0,5 km lang fylling. Her kan det også tenkes bjelkebru på deler av strekningen. De skisserte traseene fra landkaret for flytebrua til land, vil være i konflikt med våtmarksområdet. Det er ingen forskjell mellom alternativene.

På nordsida av fjorden vil begge traseer kunne komme i konflikt med steinbruddet, men det antas uansett å være mulig å finne tilfredsstillende løsninger med tanke på videre drift. Den valgte hovedtraseen synes også komme i konflikt med tre registrerte kulturminner, men ved mer detaljert planlegging bør det være mulig å finne løsninger der konflikten unngås.

Over halvøya ved Fevåg, er det vist tre prinsipp med tanke på linjeføring:

1. Øst for Baksteinen.
2. 1 km lang tunnel gjennom Baksteinen
3. Vest for Baksteinen.



Figur 21 Alternativ 2-4. Flytebruer

Løsningen øst for Baksteinen vil gi en veg relativt nær Fevåg. Den synes ikke være i konflikt med sårbare natur- eller kulturmiljø, men kan bli i konflikt med dagens aktivitet i området og kommunale planer for utvikling. Dette er også den løsningen som synes komme i mest i konflikt med jordbruksareal.

Løsningen med tunnel gjennom Baksteinen og Bjørnahaugen er kortest og uten konflikter med spesielt sårbare natur- eller kulturmiljø. Her unngås i stor grad konflikten med kommunale utviklingsplaner. Denne løsningen er også gunstigst med tanke på konflikten med jordbruksareal.

Løsningen vest for Baksteinen likner mye på tunnelløsningen, men siden veglinja blir lengre og liggende i dagen, vil det bli større konflikt med jordbruksareal og annen eksisterende virksomhet.

I vedlegg 2 er det lagt inn mer detaljerte kart for de tre traseene.

6.3 Alternativ 3 Flytebru midt med åpningsseilløp.

Figur 21 viser trase for alle skisserte flytebruer.

Alternativ 3 Flytebru midt gir den nest lengste flytebrua med lengde på 2,7 km. Den krysser fjorden fra grunne nordvest for Baksteinen til Sandskjæret sørvest for Rosenlundskjæret. Begge steder er det mindre enn 30 meter til fjell, så tradisjonell metode for landkar i form av senkekasse på fjell kan benyttes.

På nordsida av fjorden blir det en 0,3 km lang fylling (eller delvis fastbru) til vegen føres inn på land og koples samme med Austråttveien (Fv 6394). I dette området vil det kunne bli konflikt med dagens bebyggelse. Det er ikke konflikt med sårbar natur, men det kan ikke utelukkes konflikt med kulturminne ut fra hva som er registrert.

På sørsida av fjorden vil vegen føres til land via en 0,5 km lang fylling eller delvis fastbru. Videre sørover til sammenkopling med Fv718 vil vegen føre ei linje som er relativt lik det for alternativ 1 vest for Baksteinen.

Alternativet krever konstruksjon av ledd som kan åpnes i fastbru eller flytebru. Nær landkarene på begge sider av fjorden kan det lages løsninger som del av eventuell fastbru. Men det er også utviklet prinsipløsninger som kan brukes til å åpne ledd i flytebrua, f. eks. midt på. Under flytebrua vil det være mulig for mindre båter å passere. Antatt høyde på seilløpene der vil være 6 meter.

6.4 Alternativ 4 Flytebru sør med åpningsseilløp.

Figur 21 viser trase for alle skisserte flytebruer.

Alternativ 4 Flytebru midt gir den lengste flytebrua med lengde på 2,9 km. Den krysser fjorden fra grunne nordvest for Baksteinen til grunne sør for Skjeret. Begge steder er det mindre enn 30 meter til fjell, så tradisjonell metode for landkar i form av senkekasse på fjell kan benyttes.

På nordsida av fjorden blir det en 0,6 km lang fylling (eller delvis fastbru) til veggen føres inn på land og koples samme med Austråttveien (Fv 6394). Traseen på land kan legges mellom bebygd område og jordbruksareal. Det er ikke konflikt med sårbar natur eller kulturminner ut fra hva som er registrert.

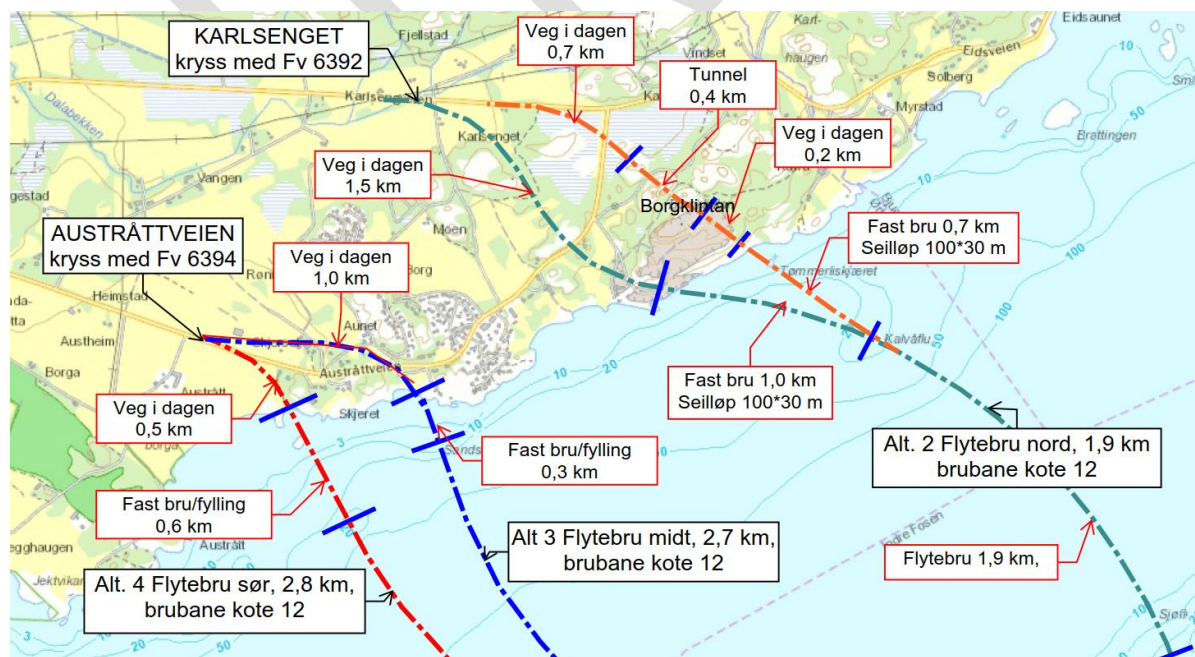
På sørsida av fjorden vil veggen føres til land via en 0,5 km lang fylling eller delvis fastbru. Videre sørover til sammenkopling med Fv718 vil veggen føre ei linje som er relativt lik det for alternativ 1 vest for Baksteinen.

Alternativet krever konstruksjon av ledd som kan åpnes i fastbru eller flytebru. Nær landkarene på begge sider av fjorden kan det lages løsninger som del av eventuell fastbru. Men det er også utviklet prinsipløsninger som kan brukes til å åpne ledd i flytebrua. Under flytebrua vil det være mulig for mindre båter å passere. Antatt høyde på seilløpene der vil være 6 meter.

6.5 Detaljering av ilandføringer på nordside.

Ilandføring blir i hovedsak styr av hvor landkar for flytebru kan plasseres og retningen på veglinja for flytebrua der den passerer landkaret. Flytebrua må ha en kurve med radius mindre enn 2500 meter. Det er i prinsippet valgfritt hvilken retning buen utover skal ha, men med tanke på korteste mulig ilandføring på sørsida, er det valgt å vende buen nordover for alternativ 2 og sørover for alternativene 3 og 4.

For alternativ 2 er premisen at det bygges fast bru med seilløp mellom landkar for flytebru og land. I det aktuelle området for seilløp er det sjødjupner mellom 20 og 25 meter. Som følge av kravene til høyde og vertikalkurvaturen vil det være naturlig å bygge bru hele veggen fra landkar til et lite stykke inn på land. Det antas å være billigst å bygge bru i betong som fritt frambygg, i alle fall knyttet til hovedspennet for seilåpningen. Bjelkebru er normalt billigere der det ikke trengs større spennlengder enn ca. 50 meter. Det er skissert to løsninger der den nordligste krever en cirka 400 meter lang tunnel gjennom Borgklintan.



Figur 22 Ilandføring på nordside.

For alternativene 3 og 4 i sør er det naturlig å velge tilnærmet rettlinjert ilandføring fra landkar. Alternativ 3 midt (blå linje) har ilandføring med maksimalt dyp på ca. 10 meter. Her vil fylling i utgangspunktet være naturlig og billigst. Ilandføring for alternativ 4 sør (rød linje) vil ha et dyp på inntil 20 meter. Her kan bru være mer naturlig på deler av strekningen. Se Figur 22.

UTKAST

7. KOSTNADER OG ANBEFALING

7.1 Metode for kostnadsregning

På et så tidlig stadium i en planprosess er det ikke mulig å beregne kostnader med god nøyaktighet. Men basert på erfaringstall for hva ulike typer hovedkonstruksjoner koster per løpemeter veg, er det mulig å sette opp et overslag som indikerer nivået for kostnader. Normalt bør nøyaktighetene være i området pluss/minus 40 %. Formelt sett skal det da være 70% sannsynlighet for at sluttkostnadene ligger i dette intervallet.

Ved kostnadsoverslag for investeringer i bygg og anlegg er det vanlig å skille mellom entreprisekostnader, totalkostnader eksklusiv mva og totalkostnader inklusive mva. Ved kalkyler for statlig vegbygging m.v. er det totalkostnad inkl. mva som skal beregnes. For veg som bygges i regi av kommune eller fylke, som får refusjon for mva, er det mer naturlig å beregne kostnad eks. mva. Det er også denne kostnaden som skal være grunnlaget for eventuelle samfunnsøkonomiske analyser. Infrastruktur som bygges i regi av et selskap er uvanlig i Norge. I dag vil et selskap som bygger slikt anlegg ikke få refundert mva. Det kan imidlertid ikke utelukkes at dette blir endret. Det er også nødvendig å skille ut mva både fordi dette er kostnad som ikke skal inngå i en eventuell samfunnsøkonomisk beregning.

Entreprisekostnaden er det som betales til entreprenørene for bygging av et anlegg. De kostnadene som normalt kommer i tillegg, er byggherrens administrasjonskostnader, plan- og prosjekteringskostnader, grunnverv og erstatninger, finansieringskostnader m.v. Summen av slike kostnader kan for et vanlig anlegg representere et påslag på 20-30 % eller mer i tillegg til entreprisekostanden. Særlig grunnverv og erstatninger kan variere mye.

Vi har tatt utgangspunkt i vegelement slik det framgår av For hvert element har vi målt lengde om multiplisert med anslått enhetskostnad. Vi har altså definert ulike typer vegelement som kostnadsdrivere. De totale lengdene er ganske nøyaktige, men fordelingen på ulike typer vegelement vil ha større usikkerhet. Det er likevel enhetskostnaden som er mest usikker. Våre anslag på enhetskostnader framgår av Tabell 1. Alle tall er totalkostnad eks. mva.

Tabell 1 Kostnadsdrivere og enhetskostnader. Totalkostnad eks. mva

	Mill kr/km
Veg i dagen	50
Fast bru/fylling	200
Fastbru	400
Flytebru	800
Åpningsledd, ekstra kostnad per stk	150
Tunnel under sjø, ett løp	160
Tunnel på land, ett løp	140

Kostnad for åpningsledd er det mest usikre anslaget. Der finnes det lite relevante erfaringstall. Det er gjort en del anslagsberegninger som indikerer en kostnad på mellom 50 og 100 mill kroner. Beregnet kostnad antas å ta høyde for risiko knyttet til konstruksjon der erfaringstall mangler.

For flytebru er kostnaden basert på kostnaden for Bergsøybrua som ble bygd i 1992. Den har også vist seg å fungere godt. Den er 914 meter lang og kostet i sin tid 340 mill inkl. mva. Dette

tilsvarende omtrent 300 mill 1992-kroner eks. mva. Da var mva-satsen 20 %, men leverte tjenester og arbeid på anleggsstedet var fritatt fra mva. Det måtte imidlertid betales mva på leverte varer. For vanlig veganlegg var reell mva-belasting 8-10 %. For anlegg med større andel vareleveranser, som bruer, var den høyere. Vi har lagt 12 % til grunn for beregningene.

Flytebru over Stjørnfjorden vil få nøyaktig samme bredde som Bergsøybrua, 13 meter for kjørebane og gang/sykkelveg. LMG Marin har beregnet et kasseprofil i stål til 6,0 tonn per meter mens det for Bergsøysundbrua er 6,6 tonn. Dette er basert på at brua sideforankres på midten slik at det ikke blir krav om stivere konstruksjon enn for Bergsøybrua. Hvis man lar være å sideforankre på midten, må det bygges en stivere konstruksjon. Det antas overslagsmessig at stålvekta vil øke med 30 % og kostnaden med 20 %.

Bru tilsvarende Bergsøysundbrua vil med 2018-prisnivå koste 760 mill kroner inklusive 25 % mva. Meterprisen vil være 660 000 kroner. I beregningen er faktisk kostnad i 1992 oppskalert basert på SSB sin kostnadsindeks for veganlegg der totalindeksen er tillagt 50 % vekt og indeksen for materiellkjøp er tillagt 50 % vekt. Dette mener vi er en bra balanse mellom disse innsatsfaktorene for denne typen konstruksjon. Dette gir en prisvekst på 103 % fra 1992 til 2018. I tillegg tas det hensyn til at brua bygges uten sideforankring. Da blir løpemeterprisen beregnet til 796 tusen som rundes av til 800 tusen kroner eks. mva.

Bergsøysund brua var et pionerprosjekt i Norge med store overskridelser i forhold til opprinnelig kalkyle, mer enn dobling av kostnaden. I dag er det betydelig større erfaring med denne typen konstruksjoner. Og hvis det kan legges til rette for at stålkonstruksjon til brua kan bygges i en effektiv serieproduksjon, må det være grunn til å regne med en bedre produktivitet i dag enn i 1992, altså lavere meterkostnad. Markedsforhold vil også påvirke kostnader, men disse endres over tid og kan vanskelig konkretiseres på et tidlig planstadium.

For øvrige enhetskostnader finnes det mye erfaring. Her har vi angitt kostnader som bør være midt på treet, altså P50. Da er det like sannsynlig lavere høyere som med høyere kostnader.

I kostnadsanslag på mer detaljert grunnlag legges det normalt inn avsetninger for forventet tillegg og risiko for overskridelser. Men når det benyttes erfaringstall for hva ulike typer konstruksjonselement koster per løpemeter veg, er slike kostnader del av grunnlaget, så de skal ikke påplusses. Men usikkerheten i anslagene blir større, i begge retninger. Dessuten vil element som ikke er spesifisert, heller ikke inngå i beregningene, f. eks. betydelige omlegginger av lokalveger som følge av ny hovedveg. I en tidlig prosjektvurdering er det vanskelig å identifisere slike behov, men de vil eventuelt bli konkretisert senere med kostnadsøkning for prosjektet som resultat. Utbedring av tilstøtende hovedveger er et annet element som heller ikke inngår. Det er kanskje kostnader som uansett burde komme på et tidspunkt, men de blir aktualisert som følge av mer trafikk.

7.2 Kalkulerte lengder

Bru over Stjørnfjorden skal være del av en hovedveg mellom Brekstad og Botngård i Ørland/Bjugn og Rissa/IndreFosen/Trondheim. Med de skisserte alternativene blir veglengda fra Botengård/Brekstad til elva Skauga ved Uddu i Rissa cirka 32 kilometer og ca 38 km til krysset ved Leira. Tabell 2 Veglengder per alternativ Tabell 2 gir en oversikt over lengder per vegelement og alternativ.

Vegløsning med bru vil benytte ca. 7 km ny veg og ca 25 km eksisterende veg. Tunnelløsningen vil medføre 14 km ny veg og 19 km eksisterende veg som benyttes.

Dagens veg mellom Brekstad og krysset ved Leira er ca. 66 km. Det blir en innkorting på 28 km mellom disse stedene. En framtidig tunnel mellom Hassel og Skauga vil kunne gi en ytterligere innkorting i lengde og relativt mer i reisetid.

Tabell 2 Veglengder per alternativ

	1. Tunnel	2. Bru nord	2. Bru nord m tunneler	3. Bru midt	4. Bru Sør
<i>Eksisterende veg til Botengård</i>	7	8,5	8,5	9	9
<i>Eksisterende veg til Brekstad</i>	7	8,5	8,5	8,5	8,5
Veg i dagen	1,1	4	2,5	3,1	2,6
Tunnel	12,9	0	1,4	0	0
Fast bru/fylling	0	0,5	0,5	0,8	1,2
Fastbru	0	1	0,7	0	0
Flytebru	0	1,9	1,9	2,7	2,8
Åpningsledd	0	0	0	0,1	0,1
<i>Eksisterende veg til Skauga</i>	<i>11,7</i>	<i>16,3</i>	<i>16,3</i>	<i>16,3</i>	<i>16,3</i>
Nyveg	14	7,4	7	6,7	6,7
<i>Eksisterende</i>	<i>18,7</i>	<i>24,8</i>	<i>24,8</i>	<i>24,8</i>	<i>24,8</i>
Totalt	32,7	32,2	31,8	31,5	31,5

Behovet for lengder på ny veg er kalkulert relativt presist. Her vil avvikene være mindre enn +- 5%. Eventuelt større lengder av betydning vil komme som følge av at man kan ønske å erstatte dagens veg med nye og bedre løsninger

7.3 Kalkulerte kostnader

Tabell 3 gir en oversikt over totale kostnader per alternativ basert på enhetskostander i Tabell 1 og lengder i Tabell 2. Vi ser at tre løsninger kommer relativt likt ut i kostnadsbildet, de to løsningene med flytebru i nord og tunnel. De to løsningene med flytebru i midten og sør, blir 400-500 mill kroner dyrere.

Tabell 3 Kalkulerte investeringskostnader per alternativ. Eks. mva.

	1. Tunnel	2. Bru nord	2. Bru nord m tunneler	3. Bru midt	4. Bru Sør
Veg i dagen	55	200	125	155	130
Tunnel	2064	0	196	0	0
Fast bru/fylling	0	100	100	160	240
Fastbru	0	400	280	0	0
Flytebru	0	1520	1520	2160	2240
Åpningsledd	0	0	0	150	150
	2119	2220	2221	2625	2760

Enhetsprisene bør være innen +/- 25 % med dagens markedsforhold, men om man tar hensyn til mange forhold der noen viktige er markedssituasjon som kan endre seg, volumendringer som ofte gir økninger og produktivetsforbedringer som kan gi reduksjoner. Normal usikkerhet i aktuell kalkyletype er +/- 40%. Sannsynlighetsfordeling vil normalt være skjev slik at det er noe større sannsynlighet for økt enn for redusert kostnad.

Med usikkerhet på +/- 40 % vil kostnadsspennet være fra 1,3 til 3,1 mrd kroner for alternativene 1 og 2, og fra 1,6 til 3,9 mrd kroner for alternativene 2 og 3. I tillegg kommer eventuelle mva.

For alternativ 1 (tunnel) er det en ikke ubetydelig usikkerhet knyttet til trafikkmengde og eventuelt krav om rømmingstunnel eller tunnelloøsning med to løp. Slikt krav vil eventuelt føre til doubling av kostnaden for dette alternativet.

7.4 Anbefaling for videre arbeid

Det er skissert tre-fire bruløsninger. Alternativ 2 Flytebru nord er klart billigere enn alternativ 2 og 3. Alternativ 1 med tunnel gjennom Borgkrintan synes være den mest interessante løsningen av de to som er skissert. Vi velger derfor å sammenlikne den med alternativ 2 Tunnel som i utgangspunktet er billigst.

Det er noen åpenbare kvalitetsforskjeller på brualternativene og tunnel. Tunnel bidrar til å få ny veg på en lengre del av strekningen mellom Ørland og Rissa. Ca 6 km eldre fylkesveg av varierende standard erstattes med ny veg. Om ny veg skulle bygges i dagen, ville den koste ca 300 mill kroner. Men dette er en investering som kan utsettes, noe som både vil redusere kostnaden og nytten for trafikantene.

Tunnelloøsningen vil ikke gi gang- og sykkelveg over fjorden, noe bruløsningen vil gi. Kanskje med attraktive fiskeplasser i tillegg slik erfaringene er for Bergsøysundbrua.

Bru oppleves normalt som mer attraktiv for trafikantene enn tunnel.

Det blir en tunnel med stor høydeforskjell. Selv om maksimal stigning og fall er relativt gunstig, vil det likevel medføre lavere kjørefart for tunge kjøretøy og større brannfare. Energiforbruket for all trafikk blir også større enn for flat bru.

Bru vil representere en ulempe for skipstrafikken uansett løsning.

Dette er igjen uttømmende opplisting av relevante forhold, men illustrer noen viktige sider ved de to prinsipløsningene. Med omtrent lik investeringskostnad (kalkulert forskjell er mindre enn 5 %) i favør av tunnel, må man også regne med betydelig høyere levetidskostnad for tunnel enn bru.

Vi vil klart anbefale grundigere utredning av alternativ 1 Tunnel og alternativ 2 Flytebru nord. For tunnelloøsningen er det i første omgang tilstrekkelig å avklare om den må bygges med ett eller to tunnellop. Om den må bygges med to løp, kan dette alternativet forkastes. Da gjenstår i så fall flytebru som den eneste realistiske løsningen der alternativ 2 Flytebru Nord i utgangspunktet framstår som det beste. Det har den laveste kostnaden og gir best mulighet for ulike løsninger for skipstrafikken. Det har dette også gode mulighetene for alternative vegløsninger på land med relativt beskjedne konflikter, særlig om det velges tunnel gjennom Baksteinen. Dette alternativet bør utredes nærmere med tanke på:

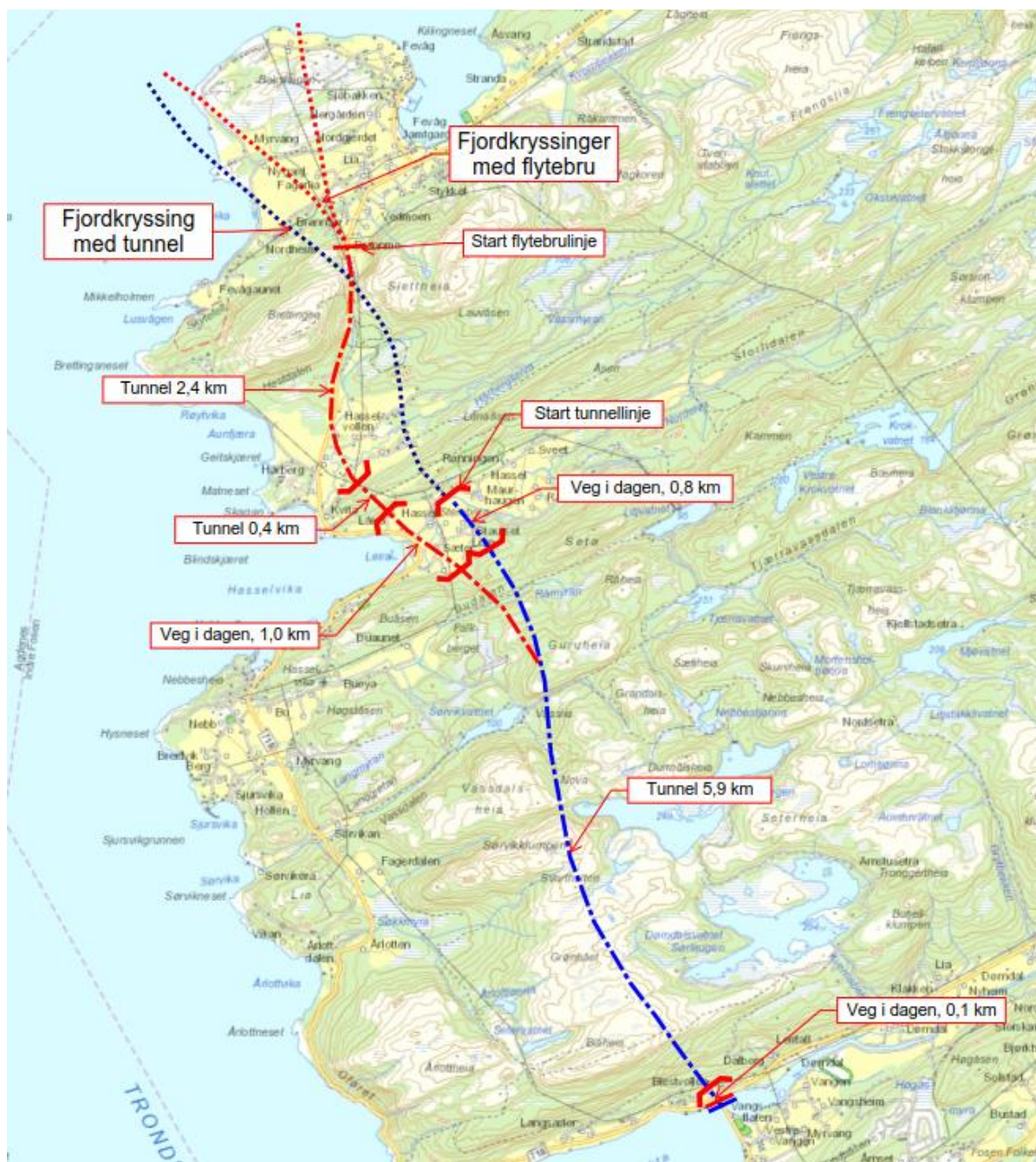
- analyse av vind- og bølgepåkjenninger på flytebrua
- mer detaljert kartlegging av dybder til fjell for landkar og fastbrudelen av fjordkryssinga
- linjeføring og brukonstruksjon med eller uten sideforankring på midten
- detaljering av fastbruløsning på nordsida
- kartlegging av geotekniske forhold i traseen for fastbru og mulige plasseringer av anker for sideforankring av brua midtfjords
- mer detaljert analyse av veglinjer forbi Fevåg
- mer detaljert beregning av investeringskostnader
- beregne årlige drifts- og vedlikeholdskostnader
- kalkulere samfunnsøkonomiske konsekvenser av løsningen(e).

Om det blir naturlig å gå videre med Alternativ 1 Tunnel, vil vi anbefale en mer detaljert analyse av påhuggsområder og traseen under fjorden. Det bør deretter gjennomføres en kartlegging av fjellkvaliteten for traseen med bruk av refraksjonseismikk. Slik undersøkelse vil gi et godt grunnlag for kostnadsoverslag med større nøyaktighet. Årlige drifts- og vedlikeholdskostnader bør beregnes som viktig grunnlag for samfunnsøkonomiske beregninger.

Ved samfunnsøkonomiske beregninger bør man i alle fall beregne de postene man vet normalt betyr mye. For infrastrukturen er det investeringskostnader og årlige drifts- og vedlikeholdskostnader. For trafikantene er det kjøretøykostnader, tidskostnader og ulykkeskostnader. For investering som gjøres av stat, fylke eller kommune, er skattekostnaden også et betydelig beløp.

8. NY VEG FEVÅG - UDDU

Dagens veg mellom Fevåg og Uddu har ikke en standard som man forventer til veg med aktuelle trafikkmengder med bru over Stjørnfjorden. Det vil gi negative konsekvenser både med tanke på trafikksikkerhet og reisetider. Fosenbrua AS har derfor bedt om enkel første vurdering av hvilke veglinjer som kan være aktuelle med grovt kostnadsoverslag. Det er benyttet tilsvarende metode som for kryssing av Stjørnfjorden.



Figur 23 Mulig veglinje mellom Fevåg og Sund.

Figur 23 viser ei mulig veglinje mellom kalkulerte endepunkt for henholdsvis tunnel og flytebru inn mot eksisterende Fv 718 i kryss ved Skaugabrua nær Uddu.

Med tanke på videreføring av veg med god standard i retning Rørvik og Trondheim, trenger ikke dette være et optimalt sted for å avslutte linja med et tunnelutløp. Både bebyggelse, topografi, grunnforhold, vernebehov med mer kan by på komplekse utfordringer for en videreføring uansett hvor man ender tunnelen i Skaugadalen. Dette stedet valgt som det mest naturlige inn mot dagens veg.

Linja fra endepunktet for flytebruløsningene inn mot Fv 718 blir 9,8 km lang, av det 6,3 km i tunnel, og med kalkulert kostnad på knapt 1,1 mrd kroner eks. mva.

Linja fra endepunktet for tunnelløsningen inn mot Fv 718 blir 6,8 km lang, av det 5,9 km i tunnel, og med kalkulert kostnad på under 0,9 mrd kroner eks. mva. Det er en kostnadsforskjell på 220 mill kroner mellom de to linjene.

Strekningen mellom Stjørnfjorden og Rissa er utfordrende med tanke på vegbygging. Det skyldes delvis at korteste linje går på tvers av terrengformasjonene. Men på deler av strekingen er det bebyggelse og gode jordbruksareal. Enkelte steder kan det sikkert være vanskelige grunnforhold, verneverdige kulturminner, verdifulle naturtyper m m. Det vil trolig være mange hensyn å ta ved planlegging av prosjektet. Der vegen naturlig bør legges i tunnel, slipper man mange konflikter, men det gir normalt også relativt stor investering.

Det anbefales å legge en betydelig innsats i planlegging av denne linja, men da sett i sammenheng med mulige løsninger for videreføring mot Rørvik og Trondheim med bru over fjorden mot Flakk.

VEDLEGG 1
[VEDLEGG TITTEL]

UTKAST