

KYSTVEGEN MÅLØY-FLORØ AS

Bru over Ytre Nordfjord ved Almenning Skisseprosjekt



1	21.05.15	Endelig rapport	SFE	SEJ	SEJ
0	16.04.15	Første utsendelse, høringsutkast	SFE	SEJ	SEJ
Rev	Dato/Date	Beskrivelse/Reason for issue	Utført/ Made by	Kontr./ Checked	Godkjent/ Approved
11588-01 Dok.nr /Doc. no.		Bru over Ytre Nordfjord ved Almenning Skisseprosjekt Tittel /Title			

 **AAS-JAKOBSEN**

Lilleakerveien 4, 0283 OSLO, Tel +47 22 51 30 00 www.aas-jakobsen.no

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Prosjekt/Project	16.04.15	21.05.15	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning			
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	1

REVISJONSLISTE

Rev	Endringer
1	Kostnader, vedlegg

	Rev	Dato
Rapport	1	21.05.15
Vedlegg 1: Skisser og plott	1	21.05.15

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 2

INNHALDSFORTEGNELSE

REVISJONSLISTE	1
INNHALDSFORTEGNELSE	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER.....	3
1 BAKGRUNN OG FORUTSETNINGER.....	7
1.1 GENERELT	7
1.2 GRUNNLAG	7
1.3 VEGKLASSE.....	9
1.4 SEILINGSLED, SKIPSPÅKJØRSEL	9
1.5 GRUNNFORHOLD	9
1.6 VINDKLIMA	10
1.7 KOSTNADSOVERSLAG	10
2 ALTERNATIVER.....	12
2.1 HENGEBRU MED HOVEDSPENN 1080M (ALTERNATIV 1)	12
2.1.1 <i>Generelt</i>	12
2.1.2 <i>Teknisk beskrivelse av løsning</i>	14
2.1.3 <i>Beregninger</i>	16
2.1.4 <i>Bygging</i>	17
2.1.5 <i>Kostnadsestimat</i>	17
2.2 HENGEBRU MED HOVEDSPENN 1310M (ALTERNATIV 2)	19
2.2.1 <i>Generelt</i>	19
2.2.2 <i>Kostnadsestimat</i>	20
2.3 SKRÅSTAGBRU MED HOVEDSPENN 1080M (ALTERNATIV 3)	22
2.3.1 <i>Generelt</i>	22
2.3.2 <i>Teknisk beskrivelse av løsning for brustedet</i>	24
2.3.3 <i>Beregninger</i>	26
2.3.4 <i>Bygging</i>	26
2.3.5 <i>Kostnadsestimat</i>	26

VEDLEGG 1: SKISSER, PLOTT, KART

	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 3

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Som tilleggsoppdrag fra Kystvegen Måløy-Florø AS har Aas-Jakobsen AS utarbeidet et skisseprosjekt for kryssing av Ytre Nordfjord ved Almenning med en bruforbindelse. Brua er en del av en fergefri forbindelse over Nordfjord mellom Måløy og Florø. Denne kryssingen er et alternativ til tidligere utarbeidet skisseprosjekt over fjorden litt lenger vest, - mellom Tangane på Rugsundøy i sør og Biskjelneset i nord.

Prosjektet har tatt utgangspunkt i en kryssing av fjorden mellom Etreskallen ved Rugsundøy i Bremanger kommune i sør og Almenningen i Vågsøy kommune i nord.

Det er sett på tre alternative løsninger i skisseprosjektet. Disse er:

- Hengebru med hovedspenn 1080m med fundamentering av forankring nord og viadukter på relativt dypt vann (alternativ 1)
- Hengebru med hovedspenn 1310m med fundamentering av forankringer og viadukter på land (alternativ 2)
- Skråstagbru hovedspenn 1080m med fundamentering av viadukter på relativt dypt vann (alternativ 3)

Alle 3 alternativene følger samme veglinje som vist i plan i figur 0.1 som den østligste linja.



Figur 0.1: Alternative veglinjer

Det er arbeidet fram tekniske løsninger og kostnadsestimater for de tre alternativene. Den største usikkerheten i løsninger og kostnadsestimater ligger på fundamentering mellom land og hovedfundamenter på hver side.

Det er grunn til å tro at bruløsninger ved Almenning blir vesentlig dyrere enn ved Biskjelneset.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	4

Det er i tabellen under gjort en sammenstilling av kostnadene for de ulike alternativene (november 2013).

Alternativ		Entreprensekostnad (MNOK)	Totalkostnad (MNOK)
1	Hengebru 1080m	2130	3574
2	Hengebru 1310m	2455	4119
3	Skråstagbru 1080m	2190	3676

Som vist over er det ikke veldig sprik i kostnadene, og med den usikkerhet som foreligger, har vi ikke rangert dem.

Skisseprosjektene er ikke optimalisert med hensyn på:

- Veggeometri
- Terrengtilpasning
- Estetiske tiltak
- Fundamenteringsmetode

Det anbefales at en slik optimalisering utføres i en senere planfase.

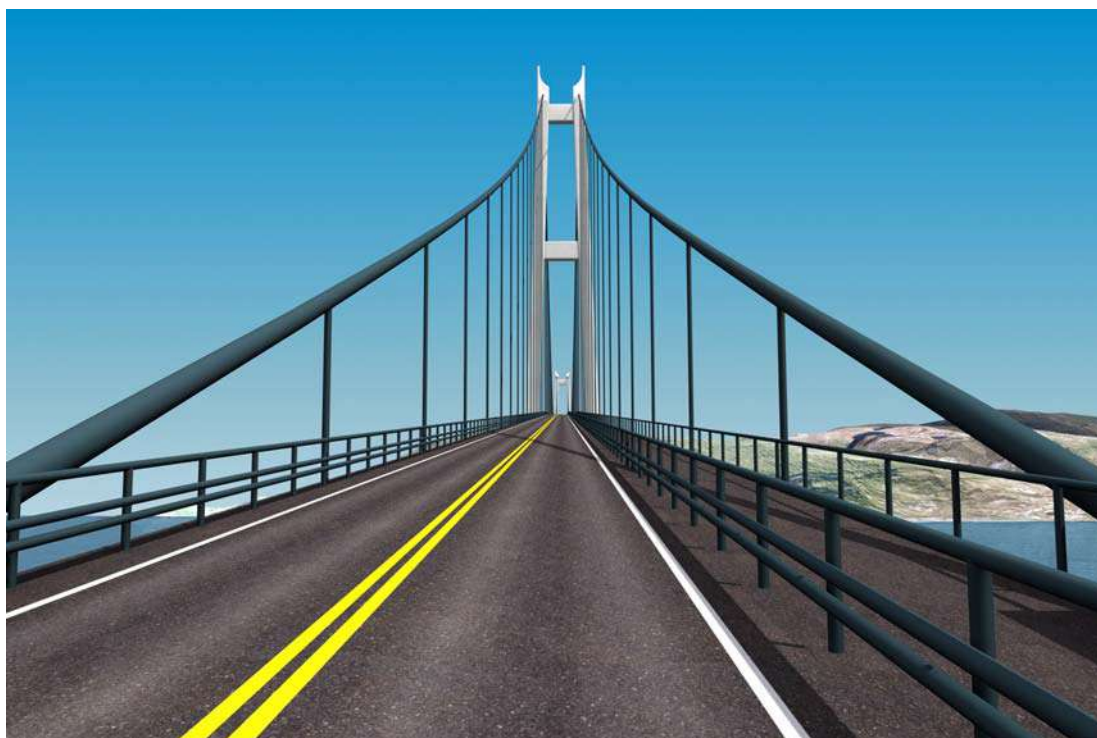


Figur 0.2: Hengebru fra Biskjelneset med 860m spenn nærmest, hengebru ved Almenning med 1310m spenn skissert inn bak.

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 5



Figur 0.3: Hengebru fra Biskjelneset med 860m spenn sett fra sørøst er vist, dette plottet er også relevant for hengebru ved Almanning med 1080m spenn sett fra nordvest.



Figur 0.4: Hengebrualternativ, brubanen

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 6



Figur 0.5: Skråstagbru fra Biskjelneset med 860m spenn sett fra sørøst er vist, dette plottet er også relevant for skråstagbru ved Almanning med 1080m spenn sett fra sørøst eller nordvest.



Figur 0.6 Alternativ 3, skråstagbru med 1080m spenn, brubanen

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	7

1 BAKGRUNN OG FORUTSETNINGER

1.1 Generelt

Som tilleggsoppdrag fra Kystvegen Måløy-Florø AS har Aas-Jakobsen AS utarbeidet et skisseprosjekt for kryssing av Ytre Nordfjord ved Almenning med en bruforbindelse. Brua er en del av en fergefri forbindelse over Nordfjord mellom Måløy og Florø. Denne kryssingen er et alternativ til tidligere utarbeidet skisseprosjekt over fjorden litt lenger vest, - mellom Tangane på Rugsundøy i sør og Biskjelneset i nord.

Prosjektet har etter forespørsel fra Kystvegen Måløy-Florø v/ K.V.Førde tatt utgangspunkt i en kryssing av fjorden mellom Etreskallen ved Rugsundøy i Bremanger kommune i sør og Almenningen i Vågsøy kommune i nord. På grunn av begrensede budsjettmidler er det ikke utført noen grunnundersøkelser i forkant, og skisseprosjektet er noe forenklet i forhold til tidligere utført skisseprosjekt for bruløsninger ved Biskjelneset. Relative kostnader burde likevel bli rimelig bra belyst på dette stadiet.

Skisseprosjektet er utført hos Aas-Jakobsen AS i Oslo. Prosjektleder hos Aas-Jakobsen er Stein Fergestad som også har utarbeidet rapporten.

Prosjektleder for Kystvegen Måløy-Florø AS er Randi P.Humborstad. Kommunikasjonen i prosjektet har gått mot ordfører Karl Vidar Førde i Bremanger kommune som representant for Kystvegen Måløy-Florø AS.

1.2 Grunnlag

Som grunnlag for arbeidet er det anvendt forslag til krysningslinje foreslått i notat datert 19.09.2014 utarbeidet av siv.ing Ragnar Hagen.

Kartgrunnlag er tatt fra Kystverkets kartdatabase, - dette gjelder både i sjøen og på land. Videre har vi fått tilgang på det mest nøyaktige sjøkartet i området etter søknad innvilget av Forsvaret. Disse kartene angir ikke om sjøbunnen er berg eller løsmasse.

Det er ikke utført noen befarings av landområdene, eller dykkerundersøkelse av sjøbunn.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	9

1.3 Vegklasse

Følgende data er antatt:

Vegklasse : H_φ2, hovedveg
 ÅDT : 2000
 Dimensjonerende hastighet : 80 km/t
 Gang og sykkelbane : Adskilt gang og sykkelbane med delerekkverk

I henhold til Statens vegvesens håndbok 017 blir da :

Feltbredde : 3.0 m
 Skulderbredde : 0.75 m
 Vegbredde : 7.5 m
 Maksimal stigning : 8 %

1.4 Seilingsled, skipspåkjørsel

Kystvegen Måløy-Florø AS har for brukryssing ved Biskjelneset hatt en gjennomgang av bruprojektet med havnevesenet vedrørende seilingshøyde og oppgitt denne til å være minimum 70m i en bredde på 300m. Dette antas å gjelde også for brukryssing ved Almenning.

Skipspåkjørsel er ikke vurdert spesielt i denne fasen av prosjektet, men må utestå til neste fase. Hovedfundamentene er robuste konstruksjoner som vil ha stor kapasitet mot skipspåkjørsel. De kan i tillegg utstyres med fjellankre etter behov samt fendersystemer. Disse tiltakene er imidlertid ikke kostnadssatt eksplisitt.

For hovedfundamenter og eventuelle viaduktfundamenter må det i senere planfaser gjøres en risikoanalyse av skipstrafikken for vurdering av skipspåkjørsel for disse.

1.5 Grunnforhold

Kart er tatt ut fra Kystverkets kartdatabase. Nøyaktige sjøbunnskart er mottatt fra Kystverket etter søknad til Forsvaret.

Det er antatt at bunnforholdene i fundamentpunktene i vann ved Almenningsflua og Etreskallen er fjell med liten eller ingen overdekning av løsmasser. Det er antatt god fjellkvalitet.

For neste planfase anbefales det nærmere kartlegging av grunnforhold. Dette gjelder spesielt nord for Almenningsflua og sør for Etreskallen, der vi ikke vet noe om løsmasse over berg.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	10

1.6 Vindklima

Vindhastighet og vindspektra er beregnet i henhold til gjeldende regelverk NS-EN 1991-1-4:2005+NA:2009.

Vågsøy kommune.

$V_{ref} = 31 \text{ m/sek}$

Terrengkategori I

1.7 Kostnadsoverslag

Kostnadsoverslagene er basert på prisnivå i november 2013 for å sammenlignes med skisseprosjekt av brukryssing mellom Biskjelneset og Tangane. Prisene er hentet fra entrepriser fra tilsvarende arbeider i ulike deler av landet og utlandet, og i hovedsak ekstrapolert fra utført skisseprosjekt Biskjelneset – Tangane, Hardangerbrua, Hålogalandsbrua samt KVU Fv17 Helgeland.

Følgende kostnader er ikke prissatt eller tatt med i vurderingene:

- Grunnerverv, erstatninger og finansiering
- Kostnader for prisstigning fra år 2013 fram til en eventuell byggestart og i byggeperioden
- Kostnader for drift og vedlikehold

Teknisk kostnadsoverslag for ekstrapolerte prosjekter er basert på beregnede mengder for de sentrale prosesser og enhetspriser på disse. Antall prosesser er relativ høyt, noe som gjør at et påslag for usikkerhet kan begrenses. Dette er skjønnsmessig øket fra 10% til 15% av totalkostnaden pga ekstrapoleringen og mindre kunnskap om grunnen, og er det eneste %-påslaget som er øket fra kryssingen ved Biskjelneset.

Følgende sentrale enhetspriser nevnes:

Plasstøpt betong, unntatt tårn:	2000,-/m ³
Plasstøpt betong, tårn:	3000,-/m ³
Prefabrikerte senkekasser, totalt:	25.000,-/ m ³ betong
Forskaling:	1000,-/m ²
Hengebrukabel:	80.000,-/tonn
Skråstag m/forankringer:	140.000,-/tonn
Avstivningsbærer:	60.000,-/tonn

	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 11

Som riggpåslag på øvrige poster er valgt 25%. (Dette kan være i minste laget, da analyse av sammenlignbare prosjekter viser riggpåslag opp mot 30%. Bruker likevel 25% her, da det blir mest riktig i en innbyrdes sammenligning med kryssing ved Biskjelneset).

Påslag for moms er 25%.

Påslag for planprosesser, prosjektering, byggeledelse og grunnundersøkelser er valgt 15%.

Intern administrasjon er valgt til å være et påslag på 1.5%,

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	12

2 ALTERNATIVER

2.1 Hengebru med hovedspenn 1080m (alternativ 1)

2.1.1 Generelt

Hengebruene er de konvensjonelle langspennsbruene i verden, og den mest nærliggende løsningen for problemstillinger vi her står ovenfor. Det er også den mest velprøvde bruløsningen for de spennviddene som er aktuelle, og usikkerheten i kostnader bør således være minst, i alle fall usikkerheten i forhold til detaljeringsgrad og mht. overraskelser i byggeperioden.

De lengste hovedspennene for denne brutypen i verden og i Norge er som følger:

Verdens lengste spenn	Rang-ering	Navn	Sted	Hoved-spenn	Fullført
	[1]	Akashi-Kaikyo Bridge (Verdensrekord siden 1998)	Kobe-Naruto Route, Japan	1991m	1998
	[2]	Xihoumen Bridge	Zhoushan, Kina	1650m	2009
	[3]	Great Belt Bridge (Storebæltsbroen)	Halsskov-Sprogø, Denmark	1624m	1998

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Prosjekt/Project	16.04.15	21.05.15	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning			
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	13

	[4]	Yi Sun-sin Bridge (Storebæltsbroen)	Yeosu, Sør-Korea	1545m	2013
	[5]	Runyang Bridge	Yangtze River, China	1490m	2005
Norges lengste spenn		Navn	Sted	Hoved-spenn	Fullført
		Hardangerbrua	Hordaland	1310m	2013
		Askøybrua	Hordaland	850m	1992
		Stordabrua	Hordaland	677m	2001

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Prosjekt/Project	Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	14

		Gjemnessundet	Møre og Romsdal	623m	1992
		Osterøybrua	Hordaland	595m	1997
		Bømlabrua	Hordaland	577m	2001

2.1.2 Teknisk beskrivelse av løsning

Generelt

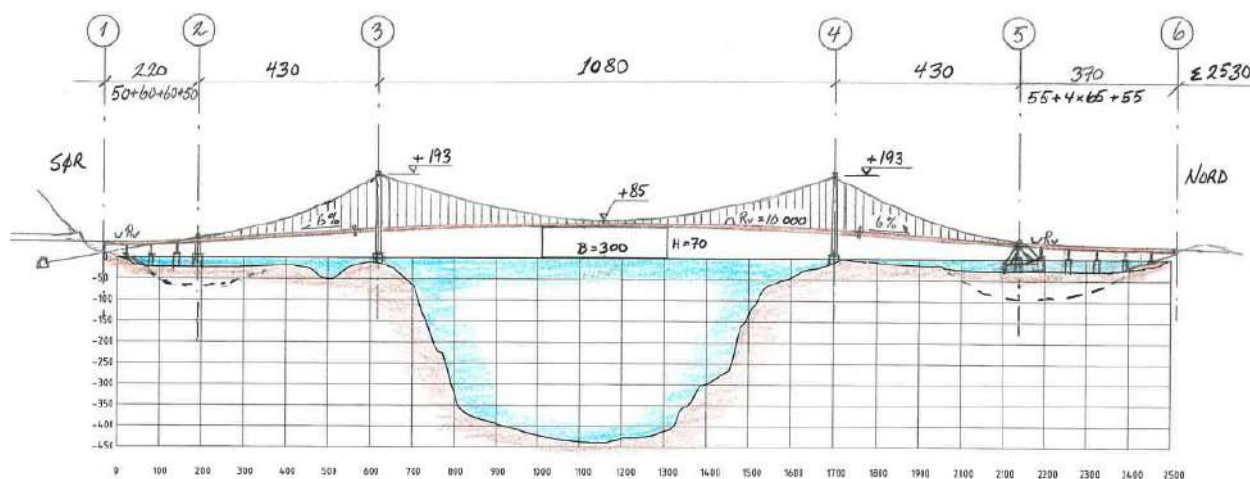
Brua består av en hengebru med 1060 meter hovedspenn og innhengte sidespenn begge sider på 430 meter. På sørsida går hengebrua over i en viadukt på 220 meter som lander på ca 30 meters terreng høyde på Rugsundøy i sør før vegen fortsetter videre inn i tunnel. På nordsida går brua over i en viadukt på 370 meter før brua lander i terrenget på ca. kote +45m. Det er mulig å tilpasse vertikal kurvaturen noe for å optimalisere kobling til terreng og vegsystem.

Bruas horisontallinje er plassert med tanke på å få et kortest mulig hovedspenn, samt ut i fra to markerte forhøyninger i sjøbunnen. Nær Almenningsflua på ca. kote -10 ca 750 meter fra land i nord utpeker seg som et naturlig sted for fundamentering av nordre tårn, samt en grunne på ca -20 (Etreskallen) ca 600 meter ut i fjorden fra sør utpeker seg som en naturlig plassering for det sørlige tårnet.

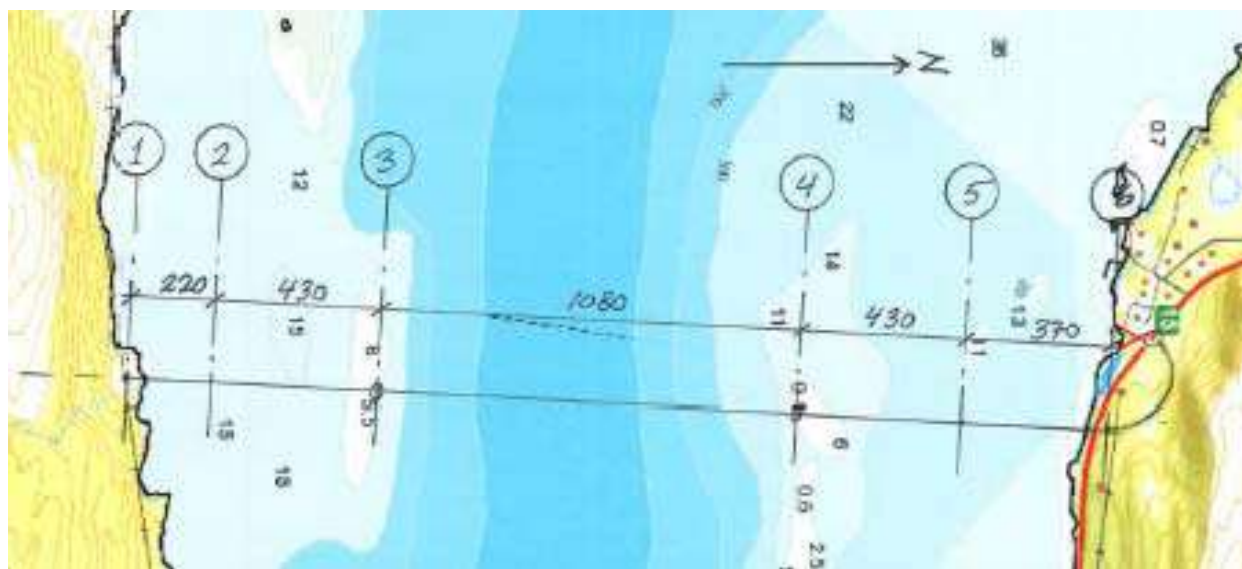
Brubanen for hengebrua består av en orthotrop stålkasse for to kjørefelt og en separat gangbane. Sidespennene består av viadukt i samvirkebru med kasse i stål og dekke i betong plassert på søyler i betong. Alternativt kan det være mulig med ren betongkassebru som viadukt. Linjepålegget muliggjør en seilingshøyde på 70m og landskapsmessig tilpassede landingsområder.

En skisse av forslått bruløsning er vist under.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	15



Figur 2.1: Skisse alternativ 1, oppriss



Figur 2.2: Skisse alternativ 1, plan

Brudetaljer

Tårn, kabler, hengestenger, avstivningsbærere og viadukter er tilsvarende som beskrevet i skisseprosjekt for hengebrualternativ 1 (hovedspenn 860m) for Biskjelneset, og det vises til den beskrivelsen. Prinsippene er de samme, men dimensjoner/antall vil være litt ulikt pga lengre hovedspenn.

	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 16

Forankringer

Forankring Sør

Forankringene på sørsida på Rugsundøy er prosjektert lignende bruene på Hardanger, Hålogaland og Trekantsambandet. De smale spredekamrene er innsprengt i fjellet slik at kun frontplata og en liten del av huset er synlig. For at forankringene ikke skal komme i konflikt med påhugget for vegtunnelen er kablene skrådd ut i horisontalplanet og har ved forankringene en senteravstand på 20 meter, mot 12 meter senteravstand ved tårntopp.

Forankringskammeret er tenkt plassert et stykke under vegtunnelen. Det er regnet med en adkomsttunnel med lengde ca. 100 m inklusive forankringskammer. Hvis svakheter i fjellet gjør det ugunstig med plassering av forankringskammer et stykke under vegtraseen kan det plasseres som tverrslag direkte i underkant av tunnelen, men dette nødvendiggjør en plasstøpt kulvert under vegtraseen.

Forankring Nord

Forankringer i nord er motvekts klosser i massiv betong plassert oppå to senkekasser fundamentert på fjell på 30 meters dyp. Løsningen er lignende løsning på Storebælt i Danmark og danner også fundament for første søyle på tilstøtende viadukt, se figur under.



Figur2.3: Tilsvarende forankringskloss foreslått på Izmit (bru i Tyrkia)

2.1.3 Beregninger

For dette alternativet er det ikke utført spesielle beregninger av krefter og mengder, men det er utført en ekstrapolering av det lengste hengebrualternativet for Biskjelneset (hovedspenn 980m).

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 17

2.1.4 Bygging

Brua bygges som en tradisjonell hengebru. Det er antatt riggområde på begge sider av kryssingen. Det er kurant å bygge anleggsveier på land fram til landkar på nordsida. Det vil være fordelaktig for brubyggingen at det er laget adkomst gjennom tunnel på sørsida på forhånd. Betong til fundamenter, søyler og tårn frembringes enten via eget blandeanlegg på flåte eller via betongbiler på flåter som taues ut fra land. Tårnene bygges med klatreforskaling eller glideforskaling. Elementene for avstivningsbærerne heises inn fra lektere eller direkte fra transportskip.

2.1.5 Kostnadsestimat

Kostnadsestimatene er basert på ekstrapolering av kostnader fra andre relevante prosjekter. Dette gjelder hengebrualternativ 2 for Biskjelneset (hovedspenn 980m), Hardangerbrua (hovedspenn 1310m) og KVVU Fv17 Helgeland.

Sammenstilling er vist i tabellen under.

 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 18

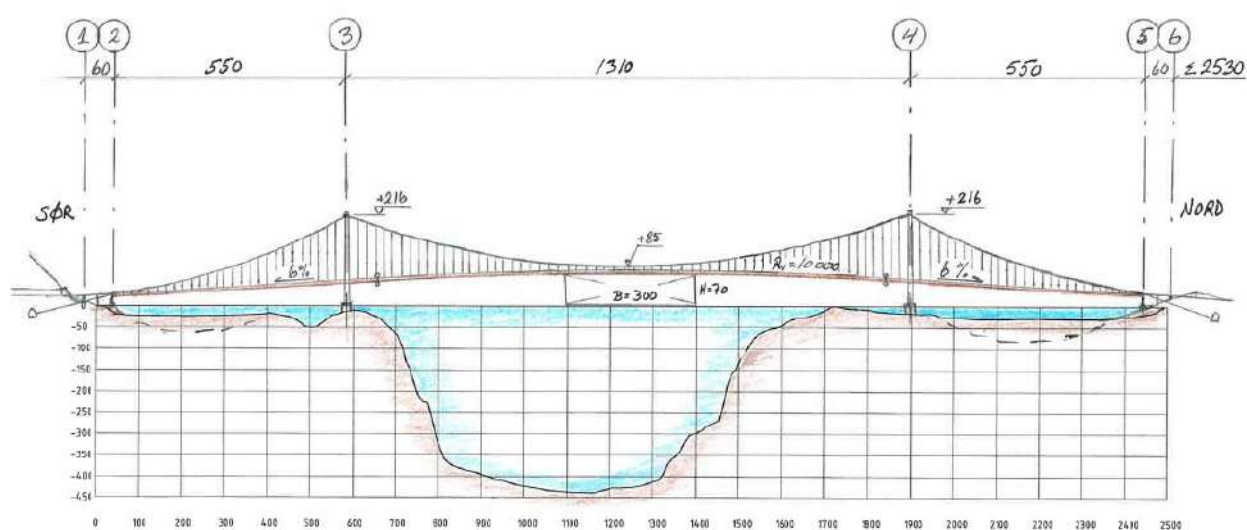
KOSTNADSOVERSLAG Brukryssing Ytre Nordfjord ved Almenning				
Alternativ - 1				
<i>Alternativ med hengebru og hovedspenn 1080m</i>				
Brua er her lagt for å minimalisere hovedspennet. Dette gir fundamentdybder på hovedfundamentene på hhv. 20m og 10m til berg. På grunn av stor avstand i sjø fra hovedfundament nord (A4) til land blir det behov for kabelforankring i sjøen / på løsmasse. Denne kostnaden er forbundet med stor usikkerhet.				
Brukostnader	Enh	Mengder	Enhetspris	Totalsum
Hovedbru med fundamentering og forankring	m	1 940	775 000	1 503 500 000
Viadukter	m	590	340 000	200 600 000
Andre kostnader:				
SUM				1 704 100 000
+Rigg og drift	25 %			426 025 000
= sum kalkulerte kostnader				2 130 125 000
+ påslag for uforutsette arbeider	0 %			0
"= Sum entreprisekostnader"				2 130 125 000
+ MVA	25 %			532 531 250
=Byggekostnad				2 662 656 250
+Plan, Prosjektering, grunnundersøkelser og byggeledelse	15 %			399 398 438
=Prosjektkostnad				3 062 054 688
+ Intern administrasjon	1,5 %			45 930 820
Grunnerverv, inkl. riving, skjønn med mer. Antatt kostnad.	RS	1		0
=Totalkostnad, uten usikkerhetspåslag				3 107 985 508
Usikkerhetspåslag	15 %			466 197 826
Estimert totalkostnad				3 574 183 334
Kr/løpemeter veg	m	2 530		1 412 721

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	19

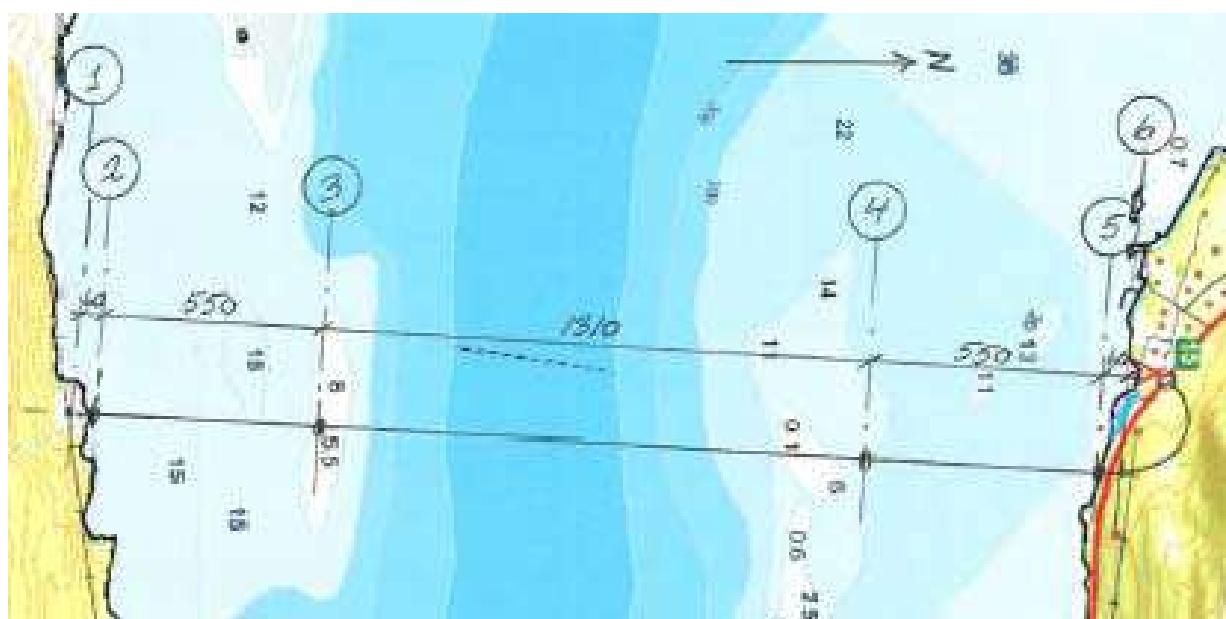
2.2 Hengebru med hovedspenn 1310m (alternativ 2)

2.2.1 Generelt

En skisse av forslått bruløsning er vist under.



Figur 2.3: Skisse alternativ 2, oppriss



Figur 2.4: Skisse alternativ 2, plan

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	20

Brua består av en hengebru med 1310 meter hovedspenn og innhengte sidespenn begge sider på 550 meter. På sørsida går hengebrua over i en viadukt på 60 meter som lander på ca 30 meters terrenghøyde på Rugsundøy i sør før vegen fortsetter videre inn i tunnel. På nordsida går brua over i en viadukt på 60 meter før brua lander i terrenget på ca. kote +45m. Det er mulig å tilpasse vertikalkurvaturen noe for å optimalisere kobling til terreng og vegsystem.

Bruas horisontallinje er den samme som for alternativ 1, og spennindelingen er gjort med tanke på å unngå fundamentering av viadukter i sjøen. Nær Almenningsflua på ca. kote -20 ca 550 meter fra land i nord er hovedfundament akse 4 plassert. Dette alternativets store usikkerhet er om det er vesentlig løsmasse i dette punktet. En grunne på ca -20 (Etreskallen) ca 550 meter ut i fjorden fra sør utpeker seg som en naturlig plassering for det sørlige tårnet. Hovedspennet er da strekt så langt at sidespennene når inn til sidespennsøyle på land eller i skvalpesonen

Brubanen for hengebrua består av en orthotrop stålkasse for to kjørefelt og en separat gangbane. Sidespennene består av viadukt i samvirkebru med kasse i stål og dekke i betong plassert på søyler i betong. Alternativt kan det være mulig med ren betongkassebru som viadukt. Linjepålegget muliggjør en seilingshøyde på 70m og landskapsmessig tilpassede landingsområder.

Detaljer tårn, kabler, hengestenger, avstivningsbærere og viadukter er tilsvarende som beskrevet i skisseprosjekt for hengebrualternativ 1 (hovedspenn 860m) for Biskjelneset, og det vises til den beskrivelsen. Prinsippene er de samme, men dimensjoner/antall vil være litt ulikt pga lengre hovedspenn.

Kabelforankringene består av tradisjonelle forankringer i spredekammer i berg. Disse er velkjente og vesentlig rimeligere enn gravitasjonsforankringer i sjøen.

Normalt vil det være økonomisk gunstigst å velge hovedspenn så kort som praktisk mulig. Dette alternativet er tatt med for å vise en teknisk /økonomisk mulig utforming med kjente elementer, forutsatt at det ikke viser seg å være umulig å fundamenter på berg i akse 4.

2.2.2 Kostnadsestimat

Kostnadsestimatene er basert på ekstrapolering av kostnader fra andre relevante prosjekter. Dette gjelder hengebrualternativ 2 for Biskjelneset (hovedspenn 980m), Hardangerbrua (hovedspenn 1310m) og KVU Fv17 Helgeland.

Sammenstilling er vist i tabellen under.

	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 21

KOSTNADSOVERSLAG Brukryssing Ytre Nordfjord ved Almenning

Alternativ - 2

Alternativ med hengebru og hovedspenn 1310m

Brua er her utformet for å unngå kabelforankring i sjøen . Dette gir fundamentdybder på begge hovedfundamentene på ca 20m til berg. Plassering av nordre hovedfundament et stykke nord for Almenningsflua medfører større risiko for at det kan lande på mye løsmasse.

Brukostnader	Enh	Mengder	Enhetspris	Totalsum
Hovedbru med fundamentering og forankring	m	2 410	800 000	1 928 000 000
Viadukter	m	120	300 000	36 000 000
Andre kostnader:				
SUM				1 964 000 000
+Rigg og drift	25 %			491 000 000
= sum kalkulerte kostnader				2 455 000 000
+ påslag for uforutsette arbeider	0 %			0
"= Sum entreprisekostnader"				2 455 000 000
+ MVA	25 %			613 750 000
=Byggekostnad				3 068 750 000
+Plan, Prosjektering, grunnundersøkelser og byggeledelse	15 %			460 312 500
=Prosjektkostnad				3 529 062 500
+ Intern administrasjon	1,5 %			52 935 938
Grunnerverv, inkl. riving, skjønn med mer. Antatt kostnad.	RS	1		0
=Totalkostnad, uten usikkerhetspåslag				3 581 998 438
Usikkerhetspåslag	15 %			537 299 766
Estimert totalkostnad				4 119 298 203
Kr/løpemeter veg	m	2 530		1 628 181

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	22

2.3 Skråstagbru med hovedspenn 1080m (alternativ 3)

2.3.1 Generelt

Skråstagbru er også en bruløsning som er aktuell for den gitte spennvidden. Både internasjonalt og i Norge kan skråstagbruer være konkurransedyktig med hengebruer av denne størrelsen, spesielt hvis hengebrualternativene må ha gravitasjonsforankring slik som her. I tillegg er skråstagbru ofte foretrukket av estetiske årsaker. Det er nå noen år siden en stor bru av denne typen ble bygd i Norge, men flere mindre er under bygging eller under prosjektering.

De lengste hovedspennene i verden og Norge er som følger:

Verdens lengste spenn	Rang- ering	Navn	Sted	Hoved- spenn	Fullført
	[1]	Russky Bridge	Vladivostok, Russland	1104m	2012
	[2]	Sutong Bridge	Shanghai, Kina	1099m	2008
	[3]	Stonecutters Bridge	Hongkong	1013m	2009

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	23

	[4]	E'dong Bridge	Kina	926m	2010
	[5]	Tatara Bridge	Seto Inland Sea, Japan	890m	1999
	[6]	Normandie Bridge	Frankrike	856m	1995
Norges lengste spenn		Navn	Sted	Hoved-spenn	Fullført
		Skarnsundet bru	Nord-Trøndelag	530m	1991
		Helgelandsbrua	Nordland	425m	1990

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	24

		Grenlandsbrua	Telemark	305m	1996
		Nordhordlandbrua	Hordaland	172m	1994

Som man ser av tabellene er det ikke utført skråstagsbruer av denne størrelsesorden i Norge før, mens det finnes etter hvert noen eksempler fra utlandet.

2.3.2 Teknisk beskrivelse av løsning for brustedet

Generelt

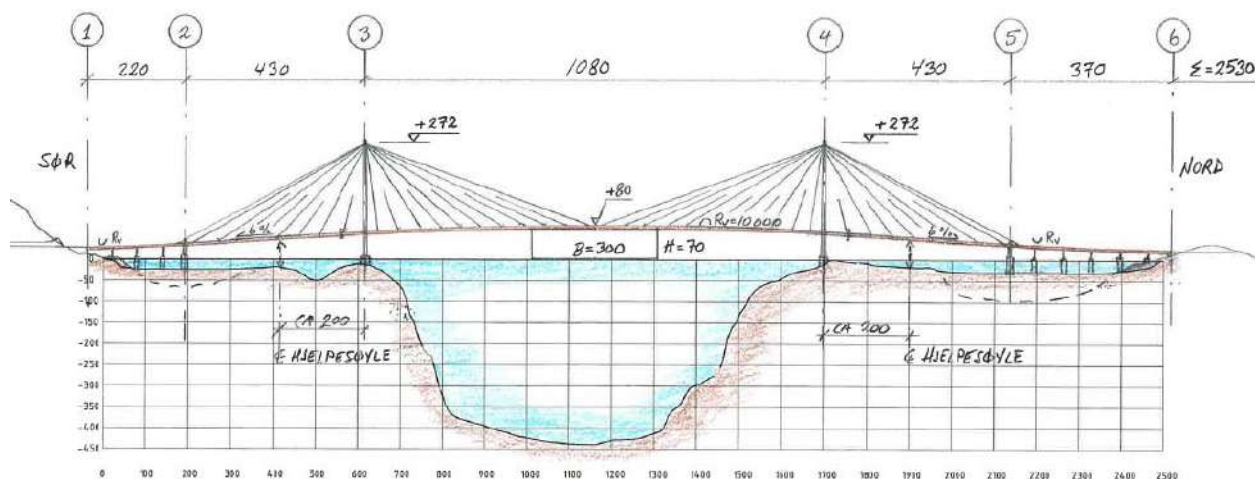
Skråstagalternativet er beskrevet med samme spennvidde på 1080m som hengebualternativ 1. Totallengden vil også være tilsvarende som for dette alternativet. Tårnhøyden vil imidlertid være høyere, omtrent 275m. Dette er grunngitt i minimum helninger på skråstagene, som normalt settes til ca. 20 grader for å unngå for mye heng i stagene.

Hovedfundamentene er plassert på markerte grunner som antas å ha bart berg eller liten løsmasseoverdekning. I akse 3 på Etreskallen antas en fundamentdybde på kt.-20, og i akse 4 ved Allmenningsflua antas en fundamentdybde på kt.-10. Dette er dybder der det normalt benyttes tradisjonelle senkekasser i betong.

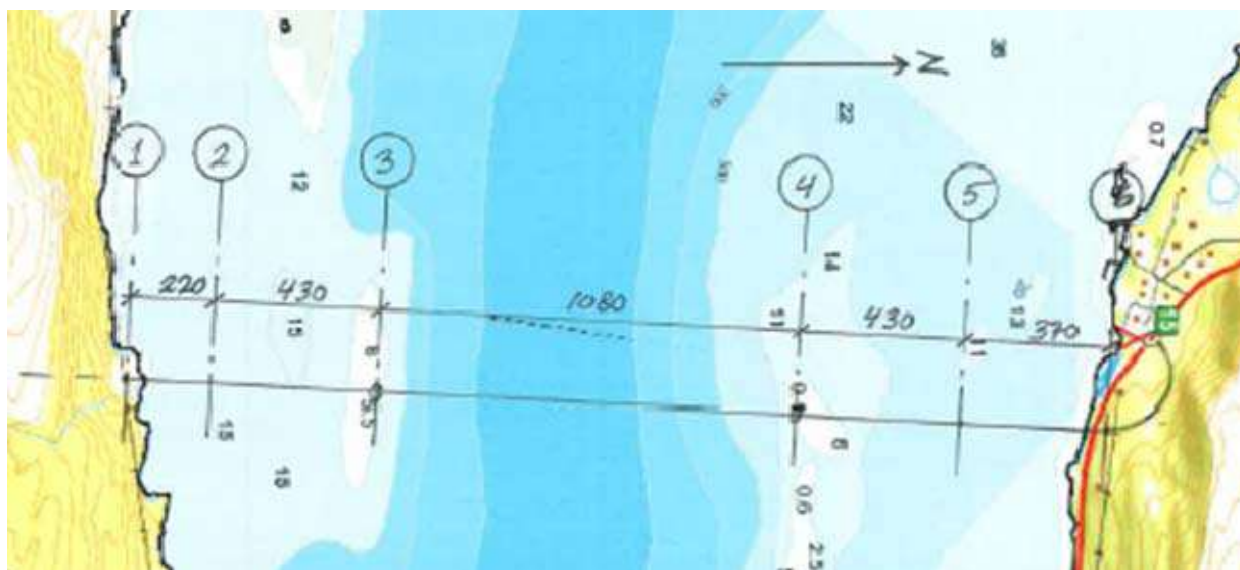
Det er antatt bruk av en hjelpesøyle i byggetida for å stabilisere konstruksjonen under fritt frambygging fra tårnet. Med gunstige grunnforhold kan det benyttes flere hjelpesøyler, eventuelt beholde dem som permanente.

En skisse av løsningen er vist under.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	25



Figur 2.5: Skisse alternativ 3, oppriss



Figur 2.6: Skisse alternativ 3, plan

Tårn

Det er antatt et tilsvarende tårn (tårnform) som for hengebrua, et "H" tårn. Tårnbenene er slakkarmerte, stagforankringssonen i toppen av tårnet er antatt spennarmert for å overføre krefter fra hovedspennstag til stag i sidespenn. Denne løsningen er benyttet for Nordhordlandsbrua og for Helgelandsbrua. Ett alternativ er å ha et diamantformet tårn. Dette har den fordelen at tårnbena samles i bunnen slik at fundamentet kan minimaliseres i tverretningen av brua. For denne spennvidden vil imidlertid fundamentstørrelsen bestemmes av de store veltemomentene fra vind, slik at vi ikke tror dette vil være særlig besparende. Det finnes også andre aktuelle tårnformer, som for eks. A-tårn, som benyttet på Skarnsundbrua.

	Pr.nr./Pr.no	Dok.nr./Doc.no	Rev.
	11588	11588-01	0
Prosjekt/Project	Dato/Date	Rev.dato/Date	
Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	16.04.15	21.05.15	
Tittel / Title	Utført/Prep.By	Rev. av/Rev by	Side/Page
Skisseprosjekt	SFE	SFE	26

Stag

Den mest vanlige løsningen internasjonalt i dag, er å benytte parallelle spenntau i bunter. Som korrosjonsbeskyttelse planlegges det med forsinking av trådene, plaststrømpe utenpå de individuelle tauene og beskyttelsesrør utenpå bunten.

Stagene er planlagt spent opp i fra tårnet. Hvis de skal spennes opp i fra brubanen og forankringene må sidespennsforankringene utformes noe annerledes enn planlagt.

De mest benyttede stagsystemene i dag har egne patenterte dempere i forankringene for å forhindre stagsvingninger. For de lengste stagene vil det sannsynligvis være behov for dette.

Brutverrsnitt hovedspenn

Det er valgt å regne med et rent ståltverrsnitt. Erfaring fra andre skråstagbruer med tilsvarende spennvidder, er at andre løsninger (samvirke stål/betong og betong) gir så stor belastning fra egenvekt slik at dette blir fordyrende med større mengder skråstag.

Forankringer

Skråstagbrua er selvforankrende, alle skråstagene forankres i tårn og i brubanen. De lengste bakstagene må forankres inntil en sidespennsøyle som er relativt tung og robust.

Viadukter

Viaduktene på hver side vil være tilsvarende som for hengebrua.

2.3.3 Beregninger

Det er ikke utført beregninger for dette alternativet, men antatt en ekstrapolering av skråstag-alternativet for Biskjelneset.

2.3.4 Bygging

Det er antatt at riggområde på nordsiden kan nås både med båt og fra veg. For riggområde på sørsiden vil det være en stor fordel om tunnelen er åpnet for vegadkomst. Tårnene bygges med klatreforskaling eller glideforskaling. Overbygningen bygges ved at stålelementene heises opp i fra sjøen (fra lekter) med en kran stående på tuppen av kragarmen. Normalt bygges spenn av denne størrelsesorden ved at bakspennet på et tidlig tidspunkt kobles til søyler eller landkar, før siste del av kragarmen i hovedspennet bygges. Dette kan løses med midlertidige eller permanente søyler for bakspennene. Fundamenteringsforholdene kan være problematiske her.

2.3.5 Kostnadsestimat

Kostnadsestimatene er basert på ekstrapolering av kostnader fra skråstagalternativet for Biskjelneset.

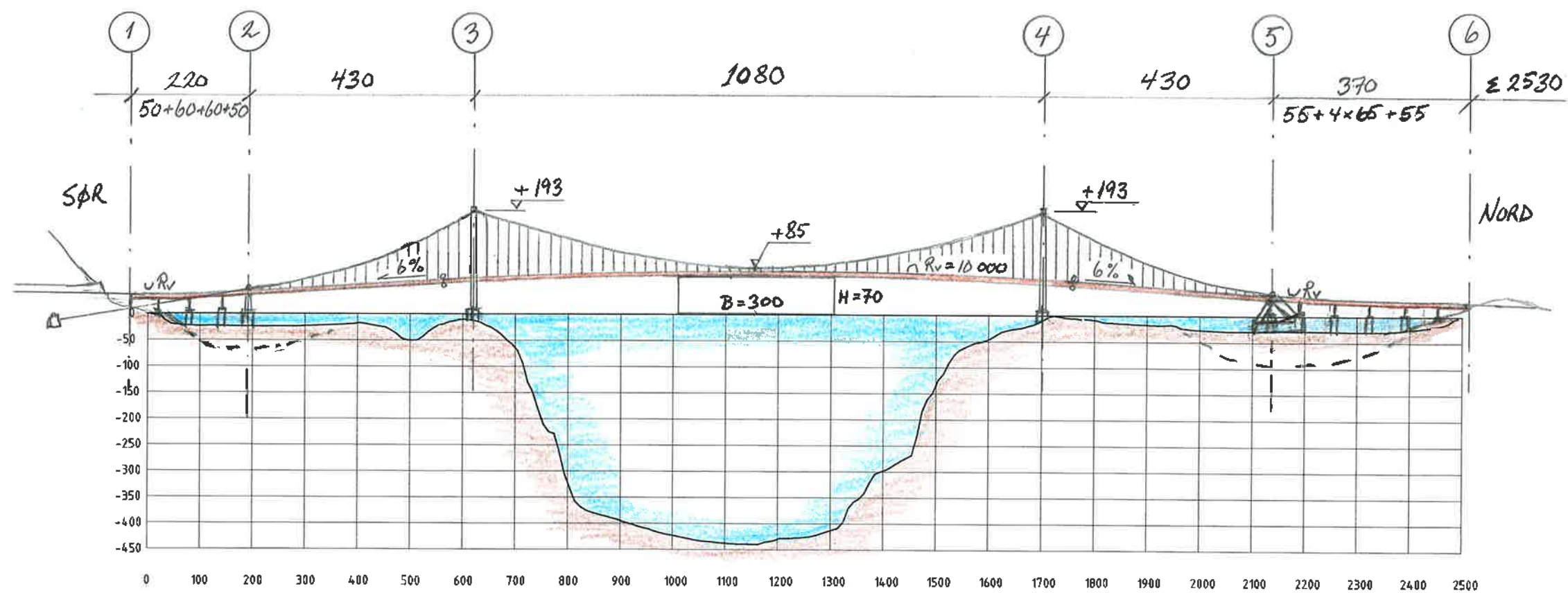
 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 27

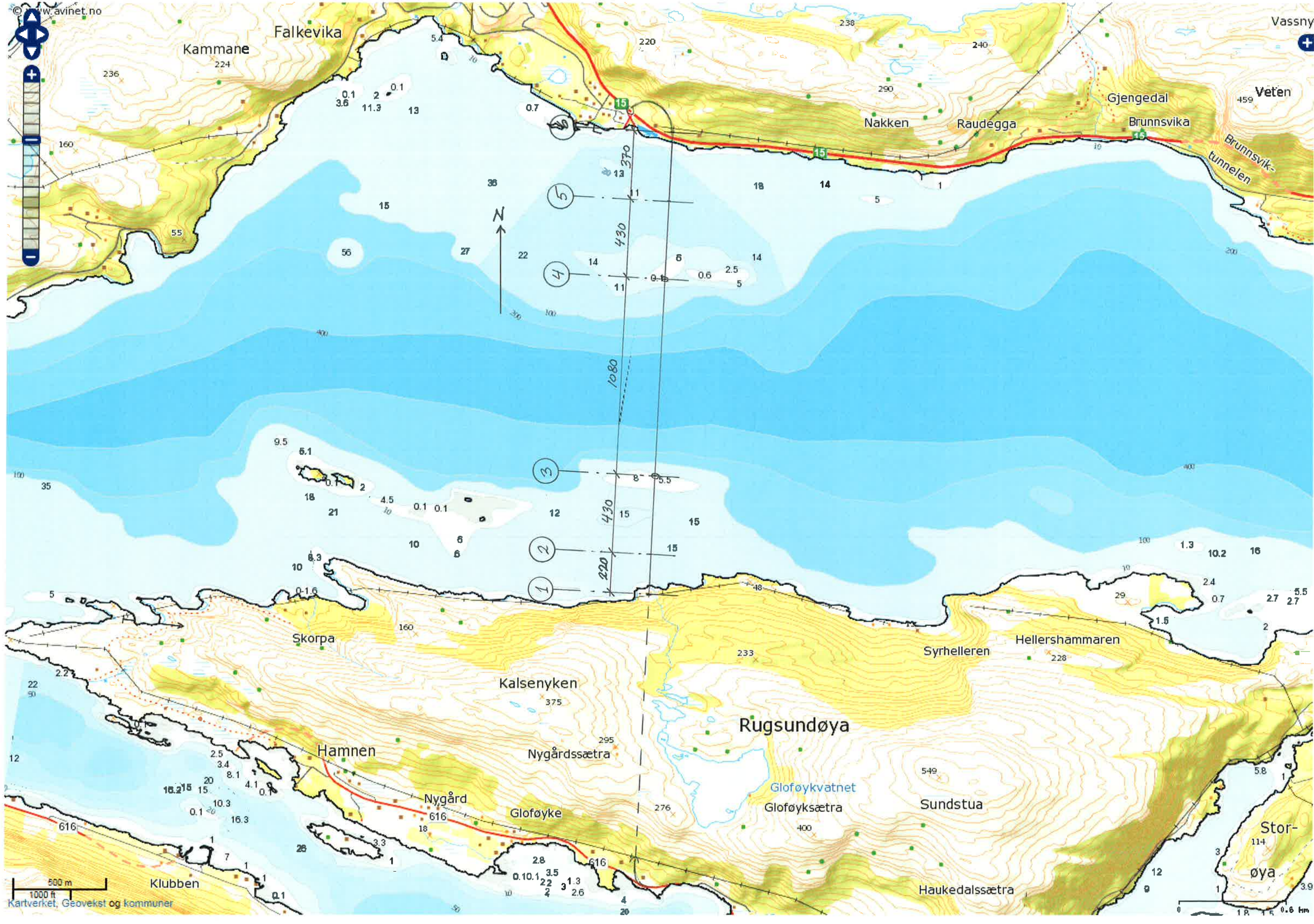
KOSTNADSOVERSLAG Brukryssing Ytre Nordfjord ved Almanning				
Alternativ - 3				
<i>Alternativ med skråstagbru og hovedspenn 1080m</i>				
Brua er her lagt for å minimalisere hovedspennet. Dette gir fundamentdybder på hovedfundamentene på hhv. 20m og 10m til berg. På grunn av store spenn og brutalt vindklima kan de være behov for mer enn 1 hjelpesøyle på landside av hvert tårn (evt. at de gjøres permanente). Denne kostnaden er forbundet med stor usikkerhet pga ukjente grunnforhold.				
Brukostnader	Enh	Mengder	Enhetspris	Totalsum
Hovedbru med fundamentering og forankring	m	1 940	800 000	1 552 000 000
Viadukter	m	590	340 000	200 600 000
Andre kostnader:				
SUM				1 752 600 000
+Rigg og drift	25 %			438 150 000
= sum kalkulerte kostnader				2 190 750 000
+ påslag for uforutsette arbeider	0 %			0
"= Sum entreprisekostnader"				2 190 750 000
+ MVA	25 %			547 687 500
=Byggekostnad				2 738 437 500
+Plan, Prosjektering, grunnundersøkelser og byggeledelse	15 %			410 765 625
=Prosjektkostnad				3 149 203 125
+ Intern administrasjon	1,5 %			47 238 047
Grunnerverv, inkl. riving, skjønn med mer. Antatt kostnad.	RS	1		0
=Totalkostnad, uten usikkerhetspåslag				3 196 441 172
Usikkerhetspåslag	15 %			479 466 176
Estimert totalkostnad				3 675 907 348
Kr/løpemeter veg	m	2 530		1 452 928

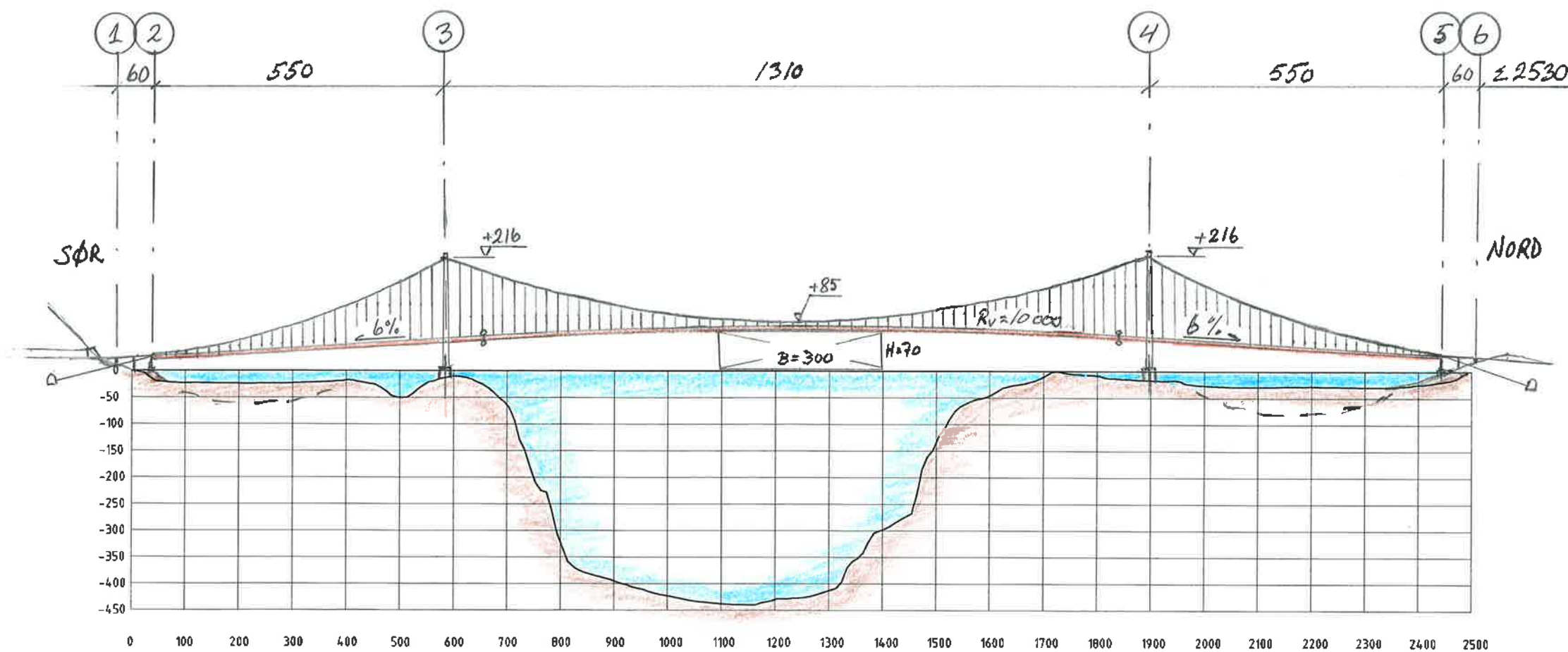
 AAS-JAKOBSEN	Pr.nr./Pr.no 11588	Dok.nr./Doc.no 11588-01	Rev. 0
Prosjekt/Project Bru over Ytre Nordfjord ved Allmenning	Dato/Date 16.04.15	Rev.dato/Date 21.05.15	
Tittel / Title Skisseprosjekt	Utført/Prep.By SFE	Rev. av/Rev by SFE	Side/Page 28

Vedlegg 1: Skisser, plott, kart

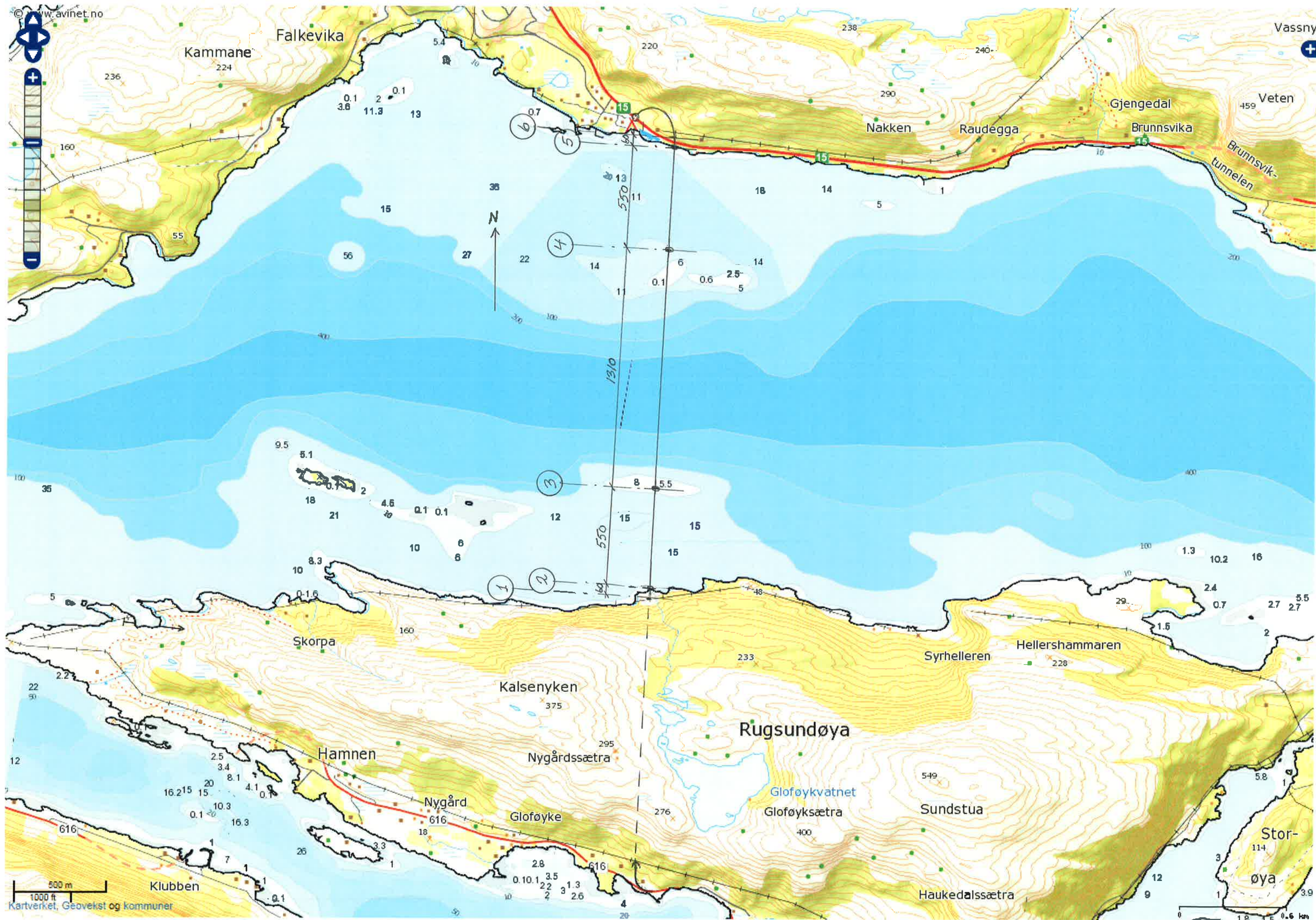


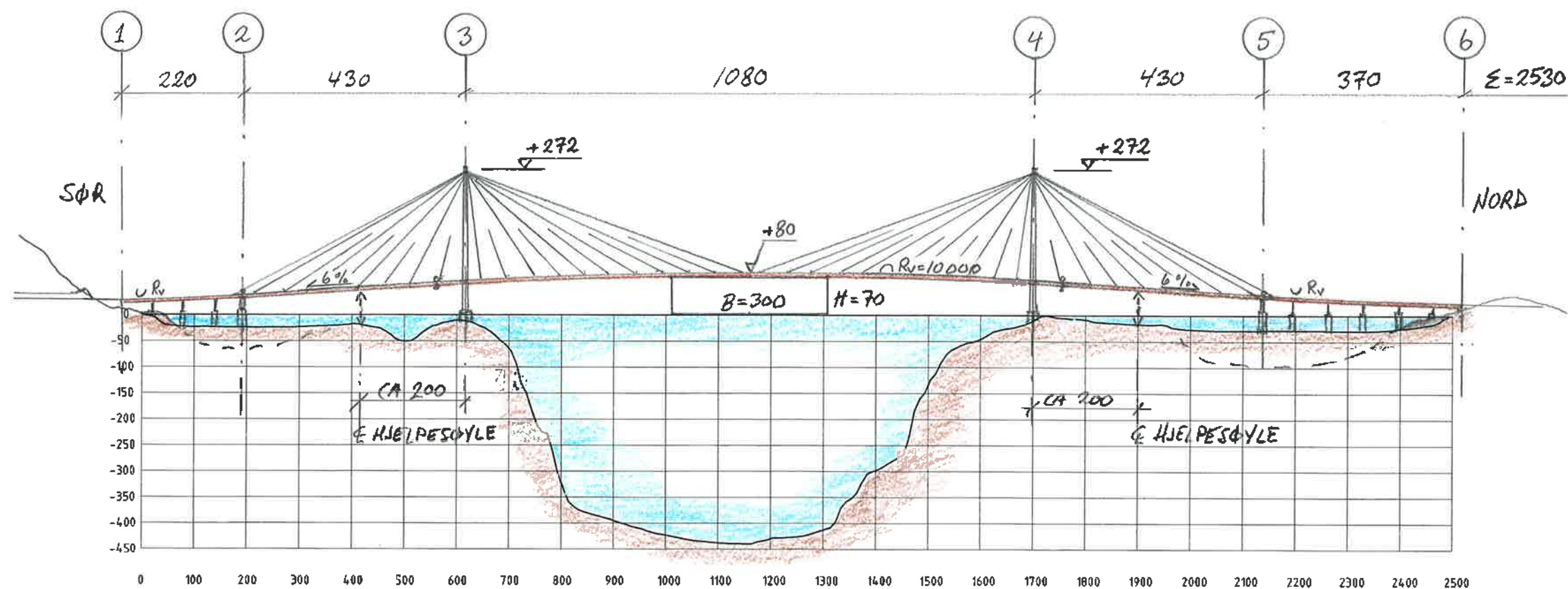






ALT. 2 HENGEBRU, HOVEDSPENN 1310m





ALT. 3 SKRÅSTAGBRU, HØVEDSPENN 1080m

