

20-2802 TANA BRU

FORPROSJEKT NY TANA BRU

-	Forprosjekt	25.06.2012	bam/elh	bam/elh	bjoris
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
Prosjekt: 20-2802 Tana bru					Revisjon -

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	ORIENTERING	3
2	BESKRIVELSE AV BRUSTEDET	3
3	VALG AV BRUTYPE.....	5
3.1	UTGANGSPUNKT.....	5
3.2	AKTUELLE BRUTYPER.....	6
3.3	SKRÅSTAGBRU – ET IKON SOM KAN ASSOSIERES MED TANA	8
3.4	ØKONOMI	9
4	KONTAKT MED OFFENTLIGE ETATER OG ANDRE INTERESSENER	10
5	GRUNNLAGSMATERIALE	10
5.1	REGULERING	10
5.2	DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	10
5.3	TEGNINGSGRUNNLAG	11
5.4	VEGKLASSE OG ÅRSDØGNSTRAFIKK	11
5.5	FØRINGSBREDDE	11
5.6	TRAFIKK.....	11
5.7	VIND.....	12
5.8	VANNFØRING OG ISGANG	13
5.9	GRUNNUNDERSØKELSER	13
6	TEKNISKE LØSNINGER	15
6.1	TÅRN	15
6.2	KABLER OG KABELFORANKRINGER	16
6.3	STÅLKASSE.....	16
6.4	LAGERLØSNINGER	17
6.5	REKKVERK	17
6.6	BELEGNING	17
6.7	KABELFØRINGER I KASSEN	17
6.8	OVERFLATEBEHANDLING	18
6.9	LYSSETTING	18
6.10	UNDERBYGNING	19
7	BYGGING.....	19
8	KOSTNADER.....	20
9	REFERANSER.....	21
10	VEDLEGG.....	21

1 Orientering

«Tana bru» (benytter klammer på tettstedet Tana bru for å skille det fra brua) er kommunesenteret i Tana kommune i Finnmark. Kommunesenteret ligger ved Tanaelva. Tana bru er også navnet på brua som krysser Tanaelva her, som en del av E6. Den er prosjektert som en såkalt myk hengebru, og ble fullført i 1948. Denne brua er imidlertid for smal og myk til å tilfredsstille dagens vegstandard.

Ny Tana bru planlegges nå som en skråstagbru med hovedspenn på ~180 m, og denne plasseres noe sør for dagens bru, som rives når ny bru står klar.

2 Beskrivelse av brustedet

Ny bru skal ligge ca. 100 m oppstrøms nåværende hengebru. Tanadalen er vid og åsene øst for brua når opp i en høyde på ca. 250 moh. På vestsiden er det litt høyere. Åssidene ned mot brua er slake.

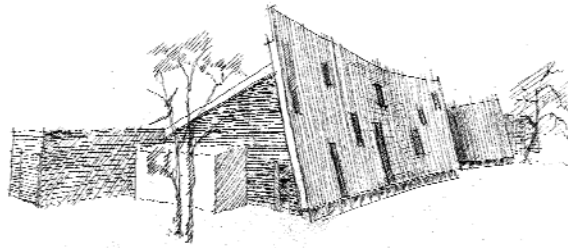


Figur 1: Kartutsnitt som viser brua i landskapet

Dagens bru ble plassert der total brulengde ble så kort som mulig. Isgangen i Tana kan noen ganger bli dramatisk. For å unngå fundamentering i elva, valgte man ei hengebru med hovedspenn på 195 m. NVE tillater ikke at det fundamenteres i elveløpet. Den frie høyden under brubjelken må også være så stor at oppstuet is eller vann ikke kan nå opp til brubjelken. Dersom underkant for ny bru ligger like høyt som underkant for dagens bru, anser NVE kravet for oppfylt, se pkt. 5.8.

Området ved brua er kjent som en god fiskeplass. Det fiskes fra land og fra elvebåter, og brua gir godt utsyn over det som foregår i elva. Når storfisken biter på kroken, kan det samle seg mange tilskuere på brua. Brua har dermed en viktig tilleggsfunksjon ut over det å være ei rasjonell E6-bru. Lokalt betraktes brua mer eller mindre som ei bybru.

Den nye linjeføringen for vegen vil innebære en rundkjøring på vestsiden av brua ved innkjøringen til tettstedet og en rundkjøring på østsiden i krysset mellom E6 og Fv. 890 til Båtsfjord/Berlevåg. Hastighetene på brua blir dermed lave og dette er bakgrunnen for at det er forutsatt å sette en hastighetsbegrensning på 50 km/t over brua. En viktig konsekvens av dette er mye større frihet med hensyn til rekkverksutforming. Minimumskravet til bredde av



Figur 3: Tana tingrett – nord for ny Tana bru

Ellers preges stedet av en sammensatt lav bebyggelse etablert gjennom de siste 50 årene. Det er et betydelig antall spredte trær av en viss størrelse.

3 Valg av brutype

3.1 Utgangspunkt

Tanaelva er nær 35 mil lang og renner gjennom Karasjokk og Tana kommuner. Over 25 mil er den grenseelv til Finland. Den største atlantiske laksen som er tatt med stang ble fanget i 1929. Tanamunningen er et av de største urørte deltaområdene i Europa. I deltaområdet er det store sandbanker som er i stadig bevegelse. I deltaet mellom «Tana bru» og Tanafjorden varierer vandybden raskt. Man kan ikke regne med å få større lektere opp til brustedet. Ny bru ligger oppstrøms eksisterende bru som dermed danner en hindring for transport langs elva. Isen på Tanaelva har i uminnelige tider vært brukt til ferdsel. Fremdeles går det isveger over Tanaelva om vinteren. I år åpnet isveien ved Rustefjelbma (Nedre Tana) 12. januar. Det kan være en mulighet å frakte konstruksjonselementer på Tanaelva.

Tanaelva er ei god lakseelv, med størst fangst av alle våre lakseelver. Der elva danner grense med Finland, har begge lands innbyggere under iakttagelse av visse regler, fiskerett på begge sider. Drivgarnfisket etter laks i Tanaelva er enestående og foregår kun i denne elva. Det er kun rettighetshaverne som kan delta i dette fisket. I 2002 ble det fanget 100 tonn laks med en gjennomsnittlig størrelse på 4,5 kg; sjørretfangsten var 4,5 tonn.

I tillegg til å være næringsfat har elva vært transportåre, sommer som vinter. Tanaelva er også kjent for isgangen som oppstår om våren. Noen år danner det seg isdemninger nedstrøms Tana bru. Når isdemningen gir seg, kan isgangen bli voldsom. Det har vært observert isflak oppå platået ved fiskestanga ved østre landkar.

Eksisterende Tana bru har en spesiell historie. Tettstedet «Tana bru» utviklet seg etter at nåværende hengebru ble åpnet i 1948. Brua ble først bygd i regi av tyskerne under 2. verdenskrig for så å bli sprengt natt til 6. november 1944 rett før den ble helt ferdig. Dette for å forsinke russernes framrykning. Brua ble gjenreist og sto ferdig i august 1948. Lenge kunne det observeres rester av den første brua i elva.

Etter at Polmak og Tana kommuner ble slått sammen i 1964 ble det bestemt at knutepunktet «Tana bru» skulle være administrasjonssenter for kommunen. Brua har vært et sentralt landemerke i kommunen som også har gitt stedet navn. Dette har medført at stedsidentiteten er sterkt knyttet til brua.

3.2 Aktuelle brutyper

Statens vegvesen har gjennom hele planleggingsprosessen samarbeidet nært med Tana kommune. Tilbakemeldingen har vært entydig. Dagens Tana bru er et landemerke, og det er et sterkt ønske om å erstatte eksisterende bru med ei bru som kan overta rollen til eksisterende bru.

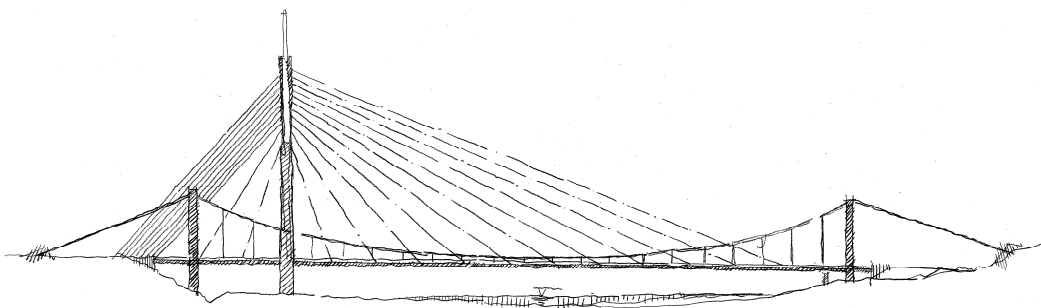
På grunn av forholdene i Tanaelva krever NVE at det ikke fundamenteres i elva. Spennet for dagens bru er 195 m. For å unngå fundamentering i elva må det være et hovedspenn på minst 180 m. Veglinja ligger ca. 10 m over normalt vannspeil i elva. Teoretisk ville det være mulig å klare spennet med ei fritt frembyggbru eller ei stålkasse med variabel høyde. Ulempen med disse brutypene er at kassehøyden ved hovedpilarene ville bli i størrelsesorden 6-7 m selv om man prioriterte lav kassehøyde. Teoretisk kunne brua løftes til man fikk tilstrekkelig fritt rom under brua til å takle flom og isgang, men det ville bli utfordrende å få til en akseptabel landskapstilpasning. Både av estetiske og praktiske grunner ønsker man en slank brubjelke, men proporsjonene er ikke slik at dette hensynet må tøyes til det ekstreme. Det visuelle inntrykket handler og om utforming av selve brubjelken: farge, form, lys og refleksjon av lys i ulike flater. I Tana er det lang mørketid. Belysningen vil i stor grad bestemme hvordan brua oppleves i mørketida. Materialvalg og konstruksjonens overflater er med på å bestemme premissene for effektbelysningen.



Figur 4: Dimensjoner for eventuell bjelke-/kassebru

Ulike former for buebruer med overliggende bue kunne være aktuelle. Brutypen vil normalt ikke være rimeligere enn skråstagsbruer. Buen måtte eventuelt settes sammen på stedet. Dette ville medføre aktivitet i elveløpet. Ferdig montert bue ville oppfylle krav til liten byggehøyde for brubjelken. Konstruksjonen kunne framstå som slank og transparent og ville langt på veg vært en grei teknisk løsning.

Tidlig i prosessen ble det ytret ønske fra lokalt hold om et landemerke/ikon. Ytringene hadde en undertone av at man var følelsesmessig knyttet til eksisterende hengebru, men det var litt vanskelig å vite om man ønsket en kopi av eksisterende bru eller om hovedpoenget var et særegent landemerke som ville assosieres med Tana. Under forsøk på å få klarhet i dette ble det presisert at man ønsket at konstruksjonen skulle gi assosiasjoner til lokal kultur.



Figur 5: Sammenligning av dimensjoner for skråstag- og hengebru

I et forsøk på å formidle hva dette kunne innebære ble det laget en modell av et utkast til ei skråstagsbru til et prosjektmøte i Tana der kommunen var representert. Idéene bak forslaget er

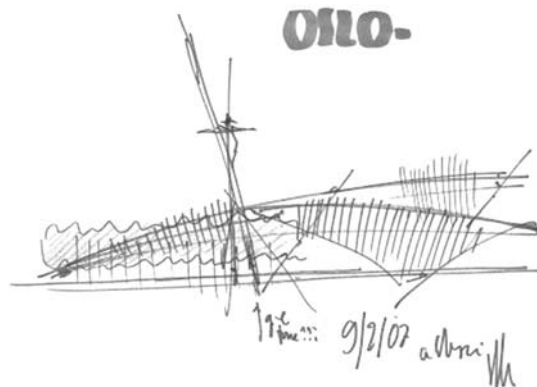
presentert i et eget notat «Tanker bak foreslått formgivning for ny Tana bru» /1/. Hovedpunktene i resonnetet bak valget av skråstagbru var følgende:

Skråstagalternativet gir større rom for å benytte et karakteristisk formspråk i stor skala uten at dette går på bekostning av rasjonell bæring i hovedkomponentene. De karakteristiske hovedformer bestemmer hvordan konstruksjonen oppleves på lang avstand. Dersom konstruksjonen skal gi tydelige assosiasjoner til lokal kultur, lokalt formspråk, så må koblingene ligge i hovedformene og være tydelige nok til at de fleste vil lese dem mer eller mindre ubevisst. For en brukonstruksjon må dette ikke gå på bekostning av et effektivt bæresystem og en lett leselig kraftgang. «Lavo-formen» er kanskje den formen som flest mennesker kobler til samisk kultur. Den tradisjonelle samiske lavoen er bygd opp av komponenter hentet i naturen. Rette linjer og perfekt symmetri er fraværende.



Figur 6: Formelementer som gir assosiasjoner til lokal kultur

Utfordringen var å omsette denne tankegangen i en rasjonell brukonstruksjon. Brikkene falt på plass da Renzo Pianos skisse til nytt Astrup Fearnley muséum dukket opp i media. Opprinnelig hadde han tenkt seg et sentralt asymmetrisk tårn i prosjektet, se figur 8. Konseptet er seinere endret, men det foreslåtte tårnet gav de assosiasjonene vi søkte. A-tårn er ikke uvanlig for skråstagbruer, mens asymmetriske A-tårn er sjelden. Et interessant aspekt ved lavoen er at bærevirkningen har klare likhetstrekk med virkemåten for brua.



Figur 7: Renzo Pianos skisse av nytt Astrup Fearnley museum på Tjuvholmen

Nærmere analyser av det tidlige konseptet viste at formen fungerte godt som bæresystem. Tårnformen gjorde det enkelt å få til en stabil og rasjonell konstruksjon. Når grunnidéen med asymmetri hadde trengt inn, har resten av prosessen bestått i å utvikle totalkonseptet, først de store linjene og så ned i detaljene. Slanghet i tårn og brubjelke samt rasjonell produksjon og montasje har vært viktige faktorer i arbeidet.

I 2009 presenterte regjeringen sin arkitekturpolitikk i dokumentet «Arkitektur.nå» /2/ med følgende visjon:

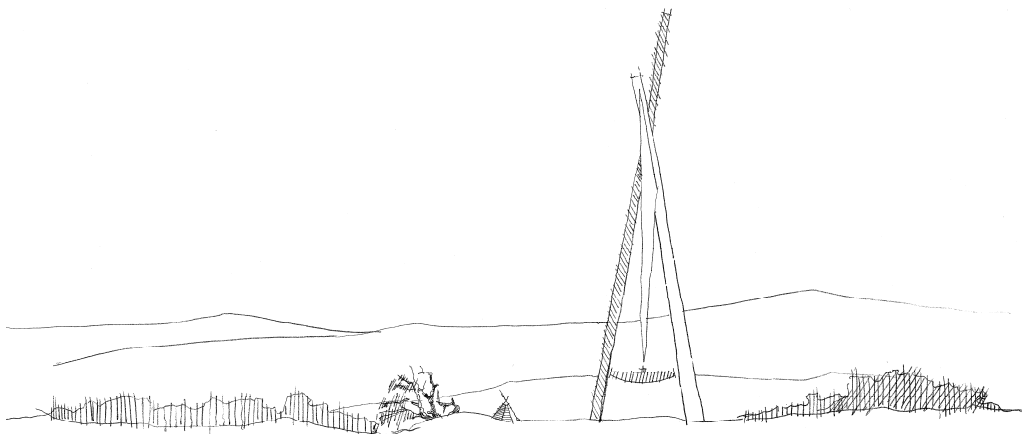
God arkitektur skal bidra til høy livskvalitet, og gi attraktive, funksjonelle og universelt utformede byggverk og omgivelser. God arkitektur skal uttrykke felles kultur og identitet. Arkitekturen skal bidra til velferd, bærekraft og verdiskaping, og inspirere til å bevare og berike. Arkitekturpolitikken skal innrettes mot helhet og sammenheng i våre fysiske omgivelser.

Etter vår oppfatning samsvarer Tana kommunes innspill til prosjektet godt med denne visjonen. Tingrettsbygningen i Tana, se figur 4, er brukt som fotoeksempel i «Arkitektur.nå» /2/. Det er og verdt og merke seg at regjeringen har avledet følgende seks innsatsområder:

- 1) Miljø- og energivennlige løsninger skal prege arkitekturen
- 2) Byer og tettsteder skal utvikles med arkitektur av god kvalitet
- 3) Staten skal ivareta kulturmiljø og bygningsarv
- 4) Kunnskap, kompetanse og formidling skal løfte arkitekturen
- 5) Staten skal være et forbilde
- 6) Norsk arkitektur skal være synlig internasjonalt

3.3 Skråstagbru – et ikon som kan assosieres med Tana

Når man nærmer seg ei skråstagbru, vil tårnene normalt være det første man legger merke til. For ei skråstagbru med den aktuelle spennvidden, kan det være vanskelig å si om det er konstruktivt optimalt med ett eller to tårn. Balanse mellom hoved- og sidespenn, fundamentforhold i de aktuelle aksene osv. bestemmer hva som er optimalt.



Figur 8: Tårn, asymmetrisk A-form

Velger man ett tårn blir tårntoppens høyde over kjørebanelen den doble av det den ville blitt med to tårn. For Tana bru er det vanskelig å si om det vil bli billigst med ett- eller to-tårns løsning, men med ett tårn blir tårnet langt mer markert og formspråket i tårnet blir langt sterkere eksponert. For å oppnå et slankt tårn og å få til koblingen mellom de to tårnbeina, er det valgt stål også i tårnet. Valget av stål i tårnet gjør det også enklere å føre kreftene gjennom tårnet, fra stagforankring for sidespenn til stagforankringene for hovedspenn.

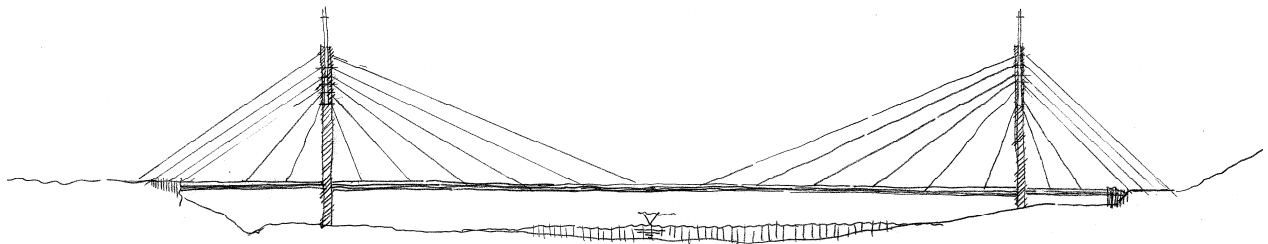
I Tana er det lang mørketid. I denne perioden vil lyssettingen av konstruksjonselementene i stor grad bestemme vår opplevelse av brua. Dagens lysteknologi gir store muligheter. I mørketiden vil landskapet oftest være snødekt, noe som vil forsterke effektene. Mulighetene for å få til spesielle effekter ved lyssettingen har hatt innflytelse på flere konstruktive valg, men det har hele tiden vært en forutsetning at bæresystemet skal være effektivt. Det er for eksempel valgt et sentrisk kabelplan. Dette gir en harmonisk og ryddig linjeføring noe som vil bli særlig merkbart når konstruksjonen lysesettes. I tillegg til å eksponere formene skal det

velges lys med fargetoner som vil forbindes med nordlys og samisk koloritt. Tårn og kabelplan med asymmetriske triangelformer vil bli særlig eksponert.

Sommerstid vil brukassen bli mer dominant. Avstanden mellom brubjelken og vannflaten er relativt liten. Brubjelken har fått en form som forsterker et slankt inntrykk. Overflaten og den lyse fargen vil reflektere lys og ytterligere understreke slankhet. Avstanden mellom plataet ved østre landkar og underkant brukasse er ca. tre meter. Ellers er avstanden fra vannflaten opp til brukassen så stor at hovedinntrykket blir en slank og lett konstruksjon. Sett fra et vedlikeholdssynspunkt vil den rene overflaten sikre enkelt vedlikehold. Innvendig er konstruksjonen mer kompleks med tverrskott og stivere, men her skal det benyttes avfuktningsanlegg som holder den relative fuktigheten så lav at innvendig korrosjon unngås.

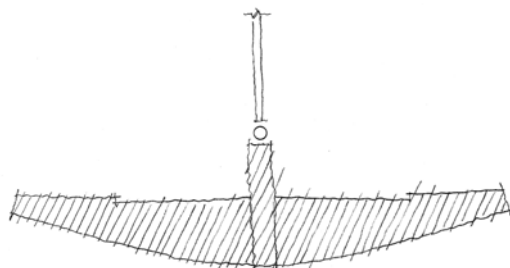
3.4 Økonomi

Kostnader pr. meter bru henger sammen med brubredde og spennvidde. Ulike varianter av bjelkebruer ville normalt gitt lavere byggekostnader enn den forslåtte skråstagbrua. Bjelkebruenes byggehøyde utelukker disse alternativene, se side 6. Både hengebru, buebru og skråkabel bru kunne være aktuelle brutyper. Kostnadene antas å ligge i samme område for alle disse brutypene. Skråstagsystemet er trolig i utgangspunktet det rimeligste alternativet. Med et moderat hovedspenn på 180 m vil fundamenteringsforholdene bestemme om det er mest økonomisk å velge ett eller to tårn.



Figur 9: Bru med to tårn

Valget av ett sentrisk kabelplan vil koste mer enn en optimalisert utgave med to kabelplan. Ekstrakostnadene ligger i en dyrere brubjelke. Ett kabelplan forutsetter en torsjonsstiv kasse, mens man med kabelplan på hver side kunne hatt en enkel betongplate med randbjelker, se for eksempel Kåfjordbrua. For å forbedre stabiliteten av brubjelken er stagforankringen hevet over brudekket. Ett kabelplan halverer antall kabler og forankringer. Alt i alt er nok dette likevel et fordyrende valg, men det er langt på veg dette grepet som skaper mulighetene for det særegne uttrykket og mulighetene for å lyssette konstruksjonen slik at formingsidéene trer klart fram, se notatet «Tanker bak foreslått formgivning for ny Tana bru» /1/.

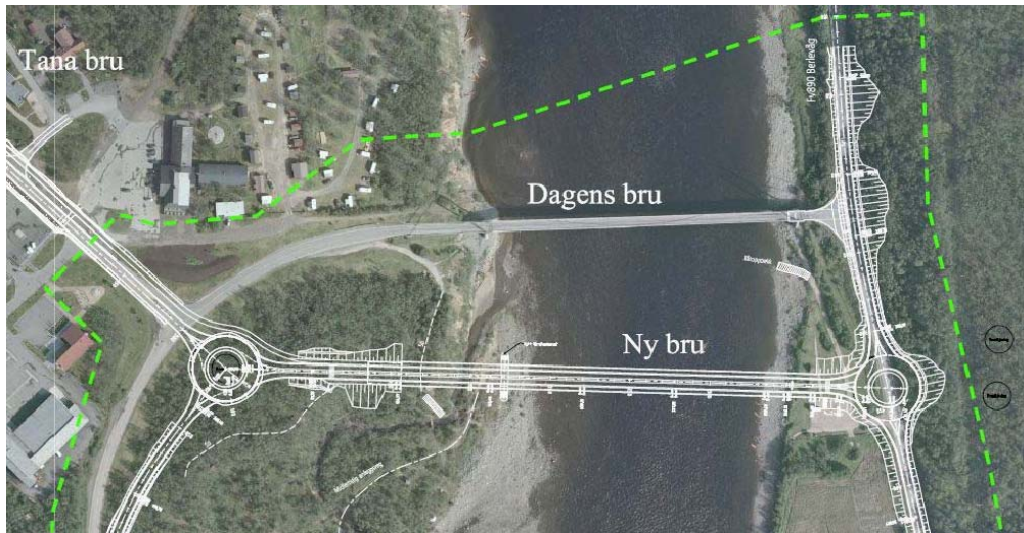


Figur 10: Kassetverrsnitt med sentrisk kabelplan

4 Kontakt med offentlige etater og andre interessenter

Tana kommune er sterkt engasjert i arbeidet med ny Tana bru, og deltar blant annet med to personer i prosjektgruppa, som jobber med ny bru og tilgrensende areal på begge sider av elva.

Det ble tidlig i forprosjektet avklart med NVE at det ikke tillates fundamenter i elva på ny bru. Planlagt bruplassering oppstrøms gammel bru med tårnplassering på elveøra mellom Tanaelva og Sieiddajohkas utløp tillates. Figur 11 viser ny bru og rundkjøringer inntegnet ca 100 meter sør for dagens bru.



Figur 11: Kart over elva og dagens Tana bru, med ny bru inntegnet.

Region nord har også kontakt med blant annet Tanavassdragets fiskeforvaltning for å kartlegge muligheter og begrensninger for å ivareta på best mulig måte både elva og laksen i byggeperioden.

5 Grunnlagsmateriale

5.1 Regulering

Region nord utarbeider for tiden detaljregulering for E6 ny Tana bru, og denne planlegges å være klar for politisk behandling i løpet av februar 2013. Rapporten «Forprosjekt Ny Tana bru» er utarbeidet som et innspill til denne prosessen.

5.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Ny Tana bru skal prosjekteres etter Statens vegvesens Håndbok 185 «Bruprojektering, Eurokodeutgave» /3/. Det innebærer at Eurokoden med tilhørende nasjonale tillegg (NA) er gjeldende regelverk.

5.3 Tegningsgrunnlag

Terrengmodell og veglinje for E6 Ny Tana bru består av veggeometritegninger utarbeidet av vegplanlegger i Region nord.

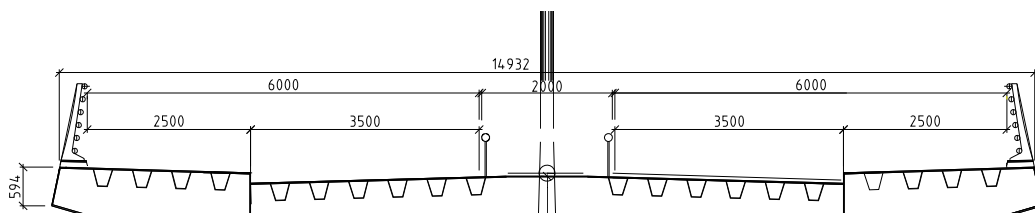
5.4 Vegklasse og årstdøgnstrafikk

Parsellen E6 ny Tana bru planlegges som Europaveg med standardklasse S1 og fartsgrense 50 km/t. Forventet ÅDT er beregnet til 2400 i år 2030.

Som omtalt tidligere er Tanaelva med sitt laksefiske et viktig element i lokalsamfunnet. Aktiviteten rundt fisket sommerstid, kombinert med at ny bru blir liggende tett opp til rundkjøringer på begge sider av elva, er utgangspunkt for at fartsgrensen er redusert til 50 km/t.

5.5 Føringsbredde

Ny bru planlegges med en kjørebane og ett fortau på hver side av det sentriske kableplanet. Kjørebane splittes av kableplanet plassert i et område med 2 meters bredde. Bredden på hver kjørebane er 3,5 meter, inkludert vegskulder på 0,5 meter, og 2,5 meter på hvert fortau, inkludert kantsteinsone på 0,5 meter. Se føringsbredder og tverrsnitt på figur 12.



Figur 12: Føringsbredder på ny Tana bru

Tverrprofilen tilfredsstiller ikke tverrprofil S1 i figur C.1 i HB 017 /4/, som krever 3,75 meter vegbane inkludert 0,75 meter vegskulder. Det er sendt inn fravikssøknad fra Region nord til Vegdirektoratet. Søknaden er i skrivende stund ikke behandlet.

5.6 Trafikk

Ny Tana bru får permanent atskilte kjørebane på grunn av den sentriske kabelplasseringen. På hver side av kableplanet er det kjørebane og fortau, totalbredde 6,0 meter. Midtfeltet på 2 meters bredde avskjermes med rekkverk og skal ikke belastes med trafikklast.

Det planlegges å kunne kjøre toveis trafikk på én side av kableplanet ved behov, for eksempel ved trafikkulykker eller større vedlikeholdsarbeid. Normalt vedlikehold vil ikke gi behov for slik stengning, det antas aktuelt kun ved større reparasjoner som for eksempel kabelutskiftning. I tilfeller med toveis trafikk på en side av kableplanet vil det ofte være mulig å tilrettelegge for gang- og sykkeltrafikk på den stengte siden.

Fortausbredde på 2,5 meter forutsetter at det ikke er rekkverk på grunn av brøyting. Ved å utelate rekkverk mellom fortau og vegbane gis det også mulighet for toveis trafikk på en side av kableplanet. Det foreslås i stedet at overkant fortau legges 16 cm over vegbanen. Med det ønsker vi å oppnå at det kan kjøres toveis trafikk uten at vi inviterer biler opp på fortauet til

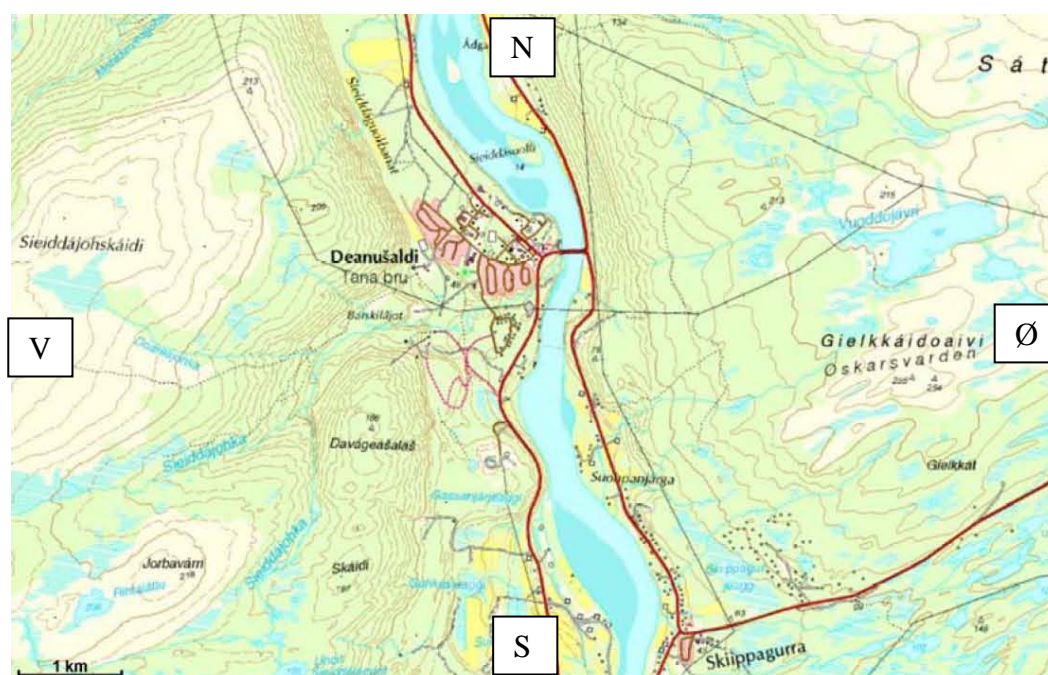
daglig. Ved fartsgrense lavere enn 60 km/t er dette en løsning som er i tråd med gjeldende regelverk.

Trafikklasten bestemmes etter Eurokodens standard for trafikkklaster /5/. Det sees spesielt på to situasjoner:

- Maksimal vertikal belastning: Trafikk på begge sider av kabelplanet, dvs. en kjørebane og ett fortau på hver side av kabelplanet.
- Maksimal torsjonsbelastning: Trafikk i to felt på en side av kabelplanet og ingen trafikk på den andre siden. Fortauet tas her i bruk som kjørebane.

5.7 Vind

Kjeller Vindteknikk AS har vurdert vindforholdene ved «Tana bru» og har utarbeidet notatet "Tana bru – Vurdering av vindforhold" /6/.



Figur 13: «Tana bru» med topografien i dalen og området rundt

Det kommenteres i notatet at vinden ved «Tana bru» vil være betydelig kanalisert, slik at det blåser fra sør og nord, mens det er mindre vind fra nordøst, øst og vest. Topografien i området fremgår av figur 13.

Alt i alt blir vinden i dalføret neppe spesielt sterk, ifølge notatet. Tabell 1 tallfester dette:

	N	NØ	Ø	SØ	S	SV	V	NV
U_{10min} [m/s], 10 år, 10m	18.6	10.7	10.7	14.9	18.6	18.6	13.3	18.6
U_{10min} [m/s], 50 år, 10m	20.7	11.9	11.9	16.6	20.7	20.7	14.8	20.7
U_{10min} [m/s], 100 år, 10m	21.5	12.3	12.3	17.2	21.5	21.5	15.4	21.5
$n(U_{10min})$	0.23	0.33	0.33	0.23	0.23	0.23	0.33	0.23
I_{10}	0.29	0.40	0.40	0.29	0.29	0.29	0.40	0.29
U_{3-s} [m/s], 10 år, 10m	32.2	21.4	21.4	25.8	32.2	32.2	26.8	32.2
U_{3-s} [m/s], 50 år, 10m	35.8	23.8	23.8	28.7	35.8	35.8	29.8	35.8
U_{3-s} [m/s], 100 år, 10m	37.2	24.8	24.8	29.8	37.2	37.2	31.0	37.2
$n(U_{3-s})$	0.15	0.19	0.19	0.15	0.15	0.15	0.19	0.15

Tabell 1: Ekstremvindforhold og turbulensparametre i 10 m høyde

5.8 Vannføring og isgang

Vannstanden i Tanaelva ved dagens bru det er ikke satt nøyaktig tall på fra NVEs side, men den ligger normalt mellom kote 6 og 7. Det betyr at området ved tårnfoten ikke normalt står under vann, men kun en kortere periode på mellom to og fire uker under vårfloppen.

Det finnes ikke flomsonekart for Seidastryket. Flomsonekart er derimot utarbeidet for område både oppstrøms og nedstrøms Seidastryket, og det antas ut fra disse at vannstanden ved Tana bru blir ca 12,8 meter ved 500-årsflom. NVE tilrår at ny bru har underkant brukasse minst like høyt over havet som underkant for dagens bru.

Dagens bru har kotehøyde underkant brubjelke på ca. kote 14,8 meter, ca 2 meter over 500-årsfloppen. Erfaring lokalt tilsier også at floppen ikke har vært i nærheten av høyden på brubjelken på gammel bru. Ny bru får laveste høyde underkant brukasse på kote 14,9, altså noe høyere enn dagens bru.

Det er kommentert fra NVE at Tanaelva er et «vårflomvassdrag», men at det kan også være isgang på andre tider av året. Vinterisgang (stålis) kan være tøffere mot tårnbein og andre konstruksjonsdeler sammenlignet med våris (slusj).

Is og isgang er ikke regnet på i forprosjektet. Dette sees imidlertid på som et dimensjoneringsspørsmål, i hovedsak på tårnfoten og tårnfundamentet, som lar seg løse da flytespenningen til stål vil være høyere enn den fasthet is kan oppnå. En alternativ mulighet kan være å bryte opp isen i forkant av tårnfoten, ved hjelp av «isbrytere».

5.9 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger for ny Tana bru. De siste undersøkelsene inkluderer syv totalsonderinger, samt opptak av tre prøveserier for korngradering og vanninnhold. Resultater og vurderinger av fundamenteringsforhold utføres av geotekniker og rapporteres i egne rapporter:

- Geoteknisk datarapport /7/
- Geoteknisk vurderingsrapport /8/

I sistnevnte rapport er det også gjort anbefalinger og foreløpige beregninger av fundamentering i hver enkelt akse på ny Tana bru.

Brua er inndelt i 5 akser, hvor:

- akse 1 til 2 er ballastkassen (anbefalt sålefundamentert)
- akse 3 er tårnfundamentet (anbefalt fundamentert på stålrørspeler med dimensjon Ø711x14,2)
- akse 4 er søylefundamentet på østsiden av elven (anbefalt fundamentert på stålrørspeler med dimensjon Ø711x14,2)
- akse 5 er landkaret på østsiden av elven (anbefalt sålefundamentert)

På vestsiden av elven (akse 1-3) er det utført fire totalsonderinger og tatt to prøveserier. Undersøkelsene viser faste, homogene sandmasser til stor dybde, med innslag av grus i de øverste meterne. Den dypeste sonderingen er kjørt til 80 meters dyp uten å treffe berg. Det er

ønskelig med supplerende undersøkelser i form av trykksondering under tårnfundamentet for å bedre kunne beregne rammeforløpet og nødvendig lengde av pelene. Utførelsen av trykksonderingen må trolig kombineres med forboring og bruk av foringsrør.

På østsiden av elven (akse 4 og 5) er det utført tre totalsonderinger og tatt opp én prøveserie. Undersøkelsene indikerer morenemasser. Berg er påtruffet for alle sonderingene, men i forskjellig dybde. Ut fra sonderingene heller berget med helning ca. 1:2 fra akse 5 ned mot akse 4. Det er ønskelig med supplerende sonderinger rundt søylefundamentet i akse 4 for å kartlegge bergforløpet bedre.

6 Tekniske løsninger

6.1 Tårn

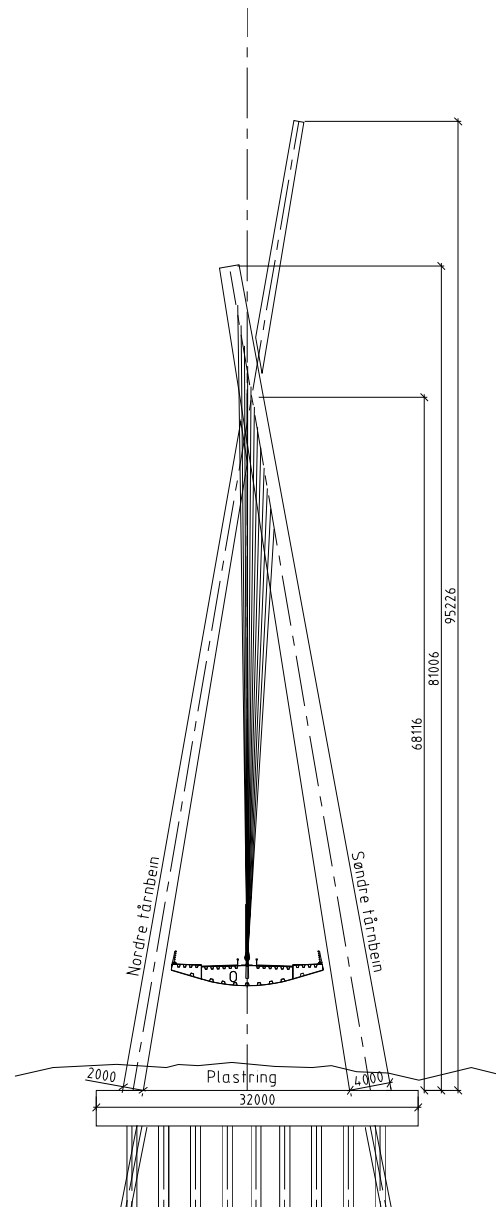
Tårnet planlegges utformet som to skrånende tårnbein i stål med ulikt tverrsnitt. Tårnbeina krysser hverandre i en høyde på ca. 68 meter over elvebunnen.

Selve kryssingen løses ved at det slankeste tårnbeinet (heretter kalt nordre tårnbein) skal «skjære gjennom» det kraftigste tårnbeinet (heretter kalt søndre tårnbein). Søndre tårnbein har en høyde på ca 81 meter over elvebunnen, og nordre tårnbein har en tilsvarende høyde på ca 95 meter.

Tårnbeina står på en fundamentplate som er plassert under nivået på elvebunnen, og fundamentet vil ikke bli synlig og vil heller ikke pådra seg vann- og iskrefter.

Tårnbeina foreslås med følgende dimensjoner (bredde * dybde i figur 14)

- Søndre tårnbein:
4*4 meter i bunn
2*4 meter i topp
- Nordre tårnbein:
2*4 meter i bunn
1*1 meter i topp



Figur 14: Oppriss tårn

Foreløpige beregninger med platetykkelser på 50 mm viser tilfredsstillende kapasiteter med foreslåtte tverrsnitt. I detaljprosjekteringen optimaliseres ståltverrsnittene med innvendige avstivninger og fornuftige tykkelser.

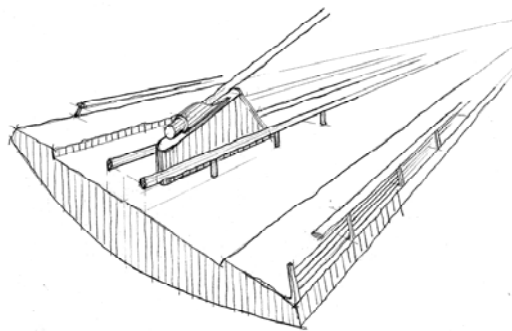
Kablene forankres i søndre tårnbein, med sju festepunkter under krysningpunktet og fire over. Det kreves tilkomst til kabelforankringene for inspeksjon og vedlikehold, og søndre tårnbein utstyres innvendig med belysning, trapp og luftavfuktning.

Nordre tårnbein kan vurderes utført lukket i tårndelen over krysningspunktet for å unngå inspeksjon og luftavfuktning. Tårnbeinet under krysningspunktet utføres med åpning til søndre tårnbein i krysningspunktet slik at også luften i nordre tårnbein avfuktes.

6.2 Kabler og kabelforankringer

Det planlegges å benytte lukket spiralslåtte kabler, eksempelvis FLC 136 med diameter 136 mm og minimum bruddlast på 18910 kN.

Ved kassen forankres kablene sentrisk på brukassen med 15 meter mellom hver forankring. Denne enden av kablene skal ha justeringsmuligheter, såkalt aktiv kabelforankring. Forankringen løftes over kassetverrsnittet for å øke konstruksjonens torsjonsstivhet. Forslag til utforming av forankringsklosser er vist på figur 10 og 15.



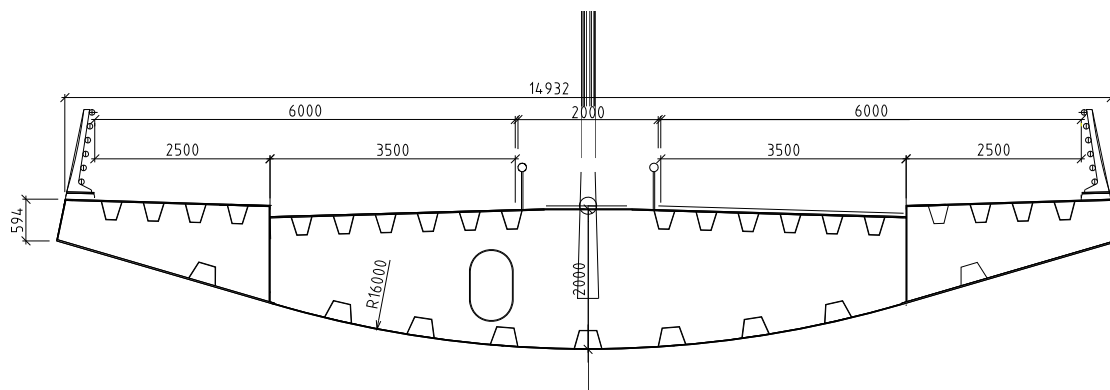
Figur 15: Kassetverrsnitt med forslag til forankringskloss

I tårnet skal kablene ha forankring uten justeringsmuligheter, såkalt passiv kabelforankring, med ca 2 meter mellom hver forankring. For å få et mest mulig «rent» tårn trekkes forankringene inn i tårntverrsnittet og vil ikke bli synlig fra utsiden.

6.3 Stålkasse

Stålkassen på ny Tana bru planlegges som en lukket ortotrop stålkasse med kassehøyde på 2 meter i senter kasse. 2 meter kassehøyde er en nedre begrensning i regelverket for å gi gode forhold for innvendig inspeksjon og vedlikehold.

Total lengde på stålkassen blir 239 meter fra ballastkasse akse 2 til landkar akse 5. Kabelforankringene plasseres sentrisk på kassen, se figur 16.



Figur 16: Kassetverrsnitt med sentrisk kabelforankring

Tverrsnittet planlegges utført i tre deler, et sentrisk kassetverrsnitt og ett kassetverrsnitt under hvert fortau. Midterste kassetverrsnitt utformes med buet underkant med konstant radius på 16 meter.

Det skal være tverrskott for hver ~3,75 meter og to tverrskott ved hver kabelforankring. Alle skott har mannhull, også de to vertikale langsgående skottene. Kassetverrsnittet har innvendig kontinuerlige trapesstivere i bunn- og toppplate i lengderetning.

Kassen utføres med lufttette luker i hver ende og skal ha innvendig luftavfuktning.

Foreløpige beregninger med platetykkelser på 16 mm i dekke, 10 mm i bunnplate og langsgående stivere gir akseptable spenninger i bruddgrense samt maksimale nedbøyninger fra trafikklast som tilfredsstiller krav i regelverket.

6.4 Lagerløsninger

Stålkassen fastholdes i lengderetning ved innstøping i ballastkasse ved akse 2.

Ved tårn akse 3, ved søyle akse 4 og ved landkar akse 5 har stålkassen to lager, ett allsidig lager og ett sideveis styrt lager som fastholder kassen i tverretning. Lagrene plasseres eksentrisk i forhold til tverrsnittets senterakse.

6.5 Rekkverk

Ny Tana bru vil være et naturlig utsiktspunkt for å se på laksefisket i elva under, og det er et sterkt ønske fra kommunens side at det er mulig å krysse brua på tvers. Samtidig skal det av trafikksikkerhetshensyn sikres at for eksempel barn som krysser brua ikke skal komme brått på bilførere fra bak forankringsklossene. Dette løses med å ha et 60 cm høyt rørrykkverk inn mot kabelplanet og forankringsklossene. Ved midten av elveløpet vil det bli åpning i rekkverket og fotgjengerfelt.

På brutverrsnittets sidekanter planlegges det «wire-rekkverk» for å oppnå et slankest mulig uttrykk.

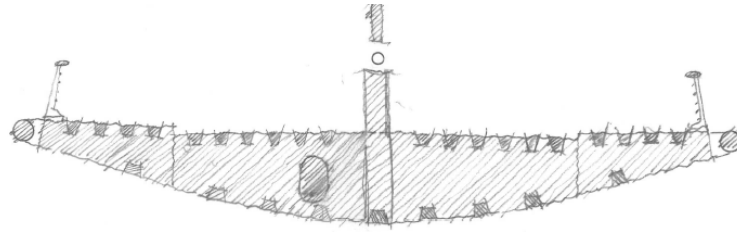
6.6 Belegning

Tverrsnittet skal ha tett brudekke av stål på både fortau og vegbane, og regelverket /3/ stiller da krav om asfaltlitelag og fuktisolering.

6.7 Kabelføringer i kassen

Det tilrettelegges for kabelføringer ved å legge trekkør på elektrobru innvendig i kassen.

Det kan også bli aktuelt å føre vannledning over brua. I utgangspunktet er det lite ønskelig med slike rør inni kassen, på grunn av fare for lekkasje og oppsamling av vann i kassen. Disse bør prosjekteres som en integrert del av designet, for eksempel som vist i figur 17.



Figur 17: Forslag til plassering av vannledninger på utsiden av kassen

6.8 Overflatebehandling

Alle ståloverflater skal overflatebehandles utvendig etter Statens vegvesens System 1 /9/ i en lys farge som gir gode muligheter for lyssetting.

Det finnes eksempler på andre typer overflater som kan vurderes, for eksempel titan som er benyttet på Tromsø Kulturhus. Dette gir en helt spesiell overflate som kan egne seg for lyssetting. Foreløpige undersøkelser tyder på at det er en del dyrere en vanlig overflatebehandling, men at det derimot skal kreve mindre vedlikehold.

6.9 Lyssetting

Lyssetting har hele tiden vært en premiss for formgivningen av ny Tana bru. Stedet «Tana bru» har lang mørketid, og det er et målsetting at brua skal framstå med de samme karakteristiske former i mørketida som sommertid.

Eksempelvis ble Smaalenene bru påkostet effektbelysning, se figur 18. Vi har i kostnadsoverslaget anslått at elektroarbeid inkludert effektbelysning kan komme på rundt 2 500 000,- ut fra erfaringer fra Smaalenene.



Figur 18: Smaalenene bru, lyssatt

6.10 Underbygning

Ny Tana bru planlegges som en ikke-symmetrisk skråstagbru der bakkabler må forankres for å gi tilstrekkelig motvekt til midtspennet med sine laster. Det finnes ikke muligheter for å forankre i berg, og det bygges av den grunn en ballastkasse mellom akse 1 og 2 for å få motvekt.

Ballastkassen bygges i betong og fylles med tilgjengelig lokal stein med tilstrekkelig tyngde. Kablene forankres sentrisk i kassen over et innvendig rom som gir tilgang til oppstramming og inspeksjon. Stålkassens endetverrbærer støpes fast i ballastkassens endevegg ved hjelp av dybler, og overgangen utføres med luke i vegg mellom rommet i ballastkassen og stålkassen.

Tårnfundament akse 3 og søylefundament akse 4 bygges på stålrørspeler og plasseres under bakkenivå for ikke å pådra seg iskrefter fra elva. Tårnfundamentet får en størrelse på ca 13*32 m². Begge disse fundamentene plastres etter NVEs anvisninger.

Landkar akse 5 sålefundamenteres.

Vurderinger og beregninger av fundamentering i alle akser er utført av geotekniker, se egen rapport /8/.

7 Bygging

Kasse og tårn bygges i stål i passe seksjonsstørrelser. De fraktes på lekter til nærliggende kai og videre til byggeplass for endelig montasje.

Undersøkelser utført i forprosjektet tyder på at Smalfjord tre mil nord for «Tana bru» kan ha en kai som er aktuell til ilandføring av stålkonstruksjonene. Alternativt kan Varangerfjorden øst for «Tana bru» ha en brukbar dypvannskai.

Entreprenør bestemmer seksjonsinndeling i samarbeid med prosjekterende og ansvarlig for montasjen. Der det er mulig transporteres vanligvis store seksjoner på lekter til brustedet og løftes på plass med kran. «Tana bru» er imidlertid ikke tilgjengelig fra sjø og siste transportetappe må foregå på vei. Denne transportetappen med aktuell vegkurvatur og eventuelle overgangsbruere vil bli avgjørende for stålkonstruksjonenes seksjonsstørrelser.

Byggingen på stedet vil trolig foregå over to sommersesonger, med fundamenteringsarbeid (spunting og peling) og støp av peler og underbygning én sommer/høst/vinter og påfølgende montasje av tårn, kabler og kasse neste sommersesong. Montasjesveising av stålseksjoner krever telting og oppvarming og det anses ikke aktuelt å utføre slikt arbeid vinterstid i Tana med forventet temperaturer ned mot -45 °C.

Laksen i Tanaelva skal ivaretas i byggeperioden. Det kan derfor bli begrensninger på arbeid som gir støy eller vibrasjoner i den perioden laksen går opp elva for gyting. Det vil også være begrensninger på arbeid i elva.

Én mulig metode for tårnmontasje kan være å montere deler av tårnet på bakken bakover der ballastkassa skal stå, for så å vippe/trekke det opp ved hjelp av kran. Ved å legge nedre deler av sideelva Sieidajohka i rør og fylle opp med masser til en rett, skrå flate ned mot

tårnfundamentet, oppnås både en god tilkomstveg for bygging av tårnfundamentet samt en god riggplass for tårnmonasje. Metoden krever imidlertid at bygging av ballastkasse avvendes til tårnet er på plass. Det er avklart med NVE at Sieidajohka kan legges i rør med fylling over i byggeperiode.

8 Kostnader

Kostnadsoverslag er vedlagt og viser entreprisekostnader, antatte påslag og byggherrekostnader. Det er gitt påslag for uforutsett, MVA og byggherrekostnader. Til slutt er det angitt total kostnader pr. løpemeter bru. Rundkjøringer, vegbygging og landskapsforming er ikke tatt med. Tabell 2 gir kostnadene for hovedelementene.

Element – kfr. prosesskode	Mill. kr.
Rigg	34,5
Motvektshus (ballastkasse vestside)	8,4
Peler og pelehode ved tårn akse 3	18,1
Peler, pelehode og søyle akse 4	1,6
Landkar akse 5	0,9
Stålkasse	77,1
Ståltårn	35,6
Kabler	20,4
Slitelag/fuktisolasjon	1,9
Utstyr	5,3
Elektro inkl. effektbelysning	2,5
Sum entreprisekostnader	207
Uforutsett (10%)	20,6
Antatt tilbudsbeløp	227
Uforutsette endringer under byggeprosessen (3%)	6,8
Produksjonskostnader eks. m.v.a.	234,0
MVA (8%)	16,4
Produksjonskostnader	250,4
Byggherrekostnader (15%)	37,6
Totalkostnader	287,9

Tabell 2: Kostnader for hovedelementene

Det antas at brua vil fange internasjonal interesse både på grunn av bruas utforming og prosjektets størrelse. En stor del av arbeidet er knyttet til stålkomponenter som kan produseres nær sagt hvor som helst i verden. Produksjon og monasje av tårn og stålkasse utgjør omtrent halvparten av kostnadene. Enhetsprisene på ferdige stålelementer vil avhenge av prisutviklingen i det internasjonale stålmarkedet. Vår enhetspris er basert på antatt sammenlignbare bruer som er levert de siste årene. Brustedet ligger sentralt og det er halvannen time til Kirkenes lufthavn med direkte forbindelse til Gardermoen.

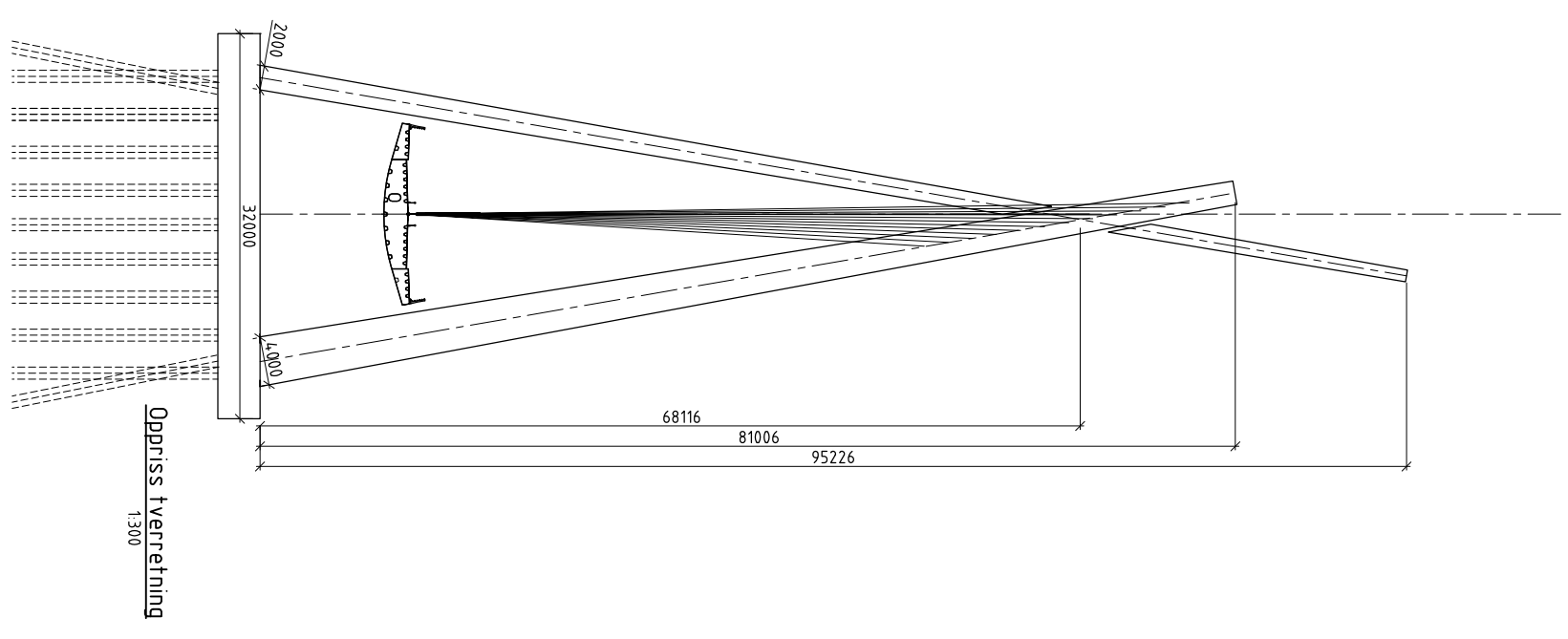
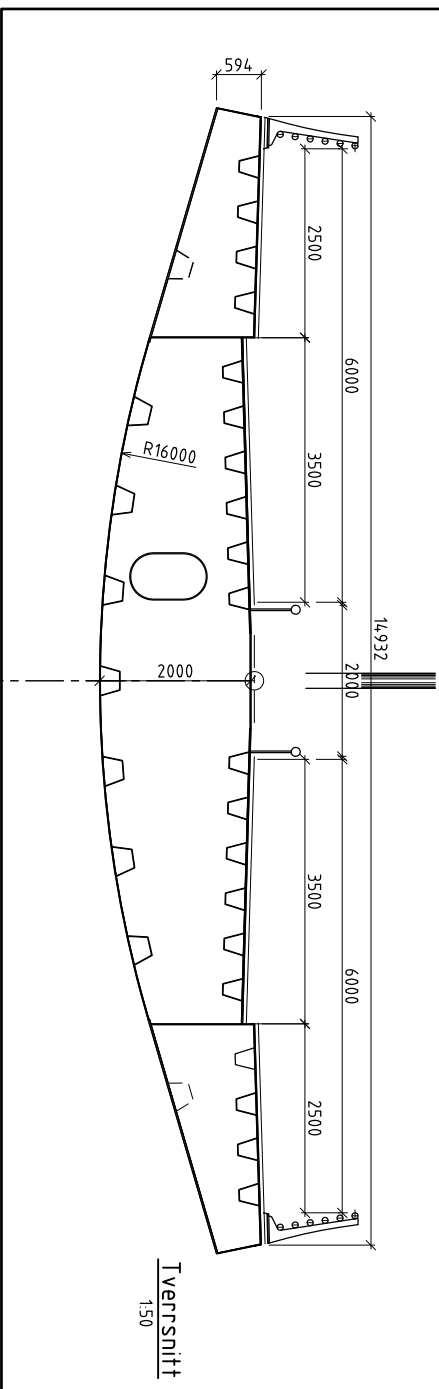
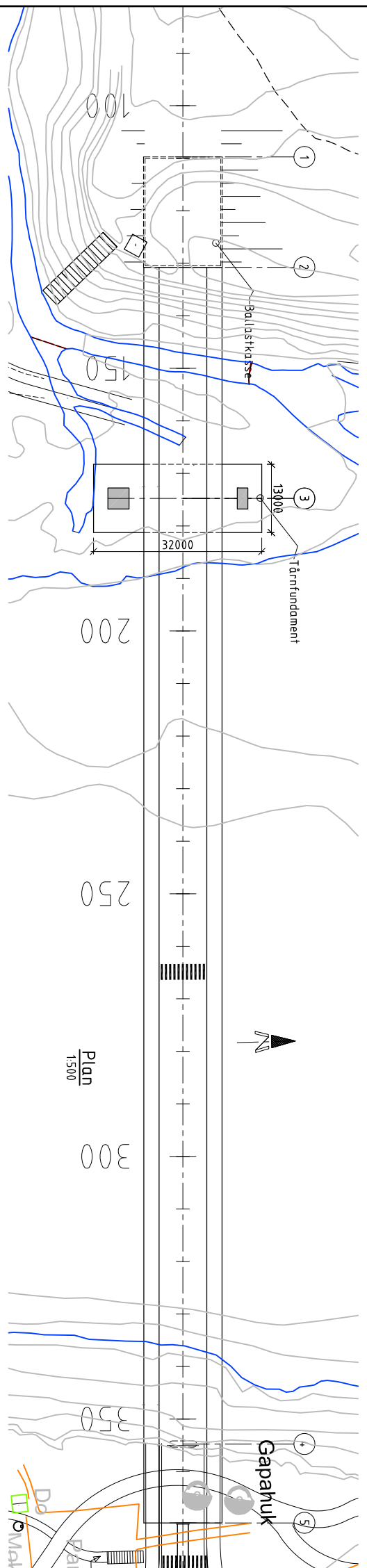
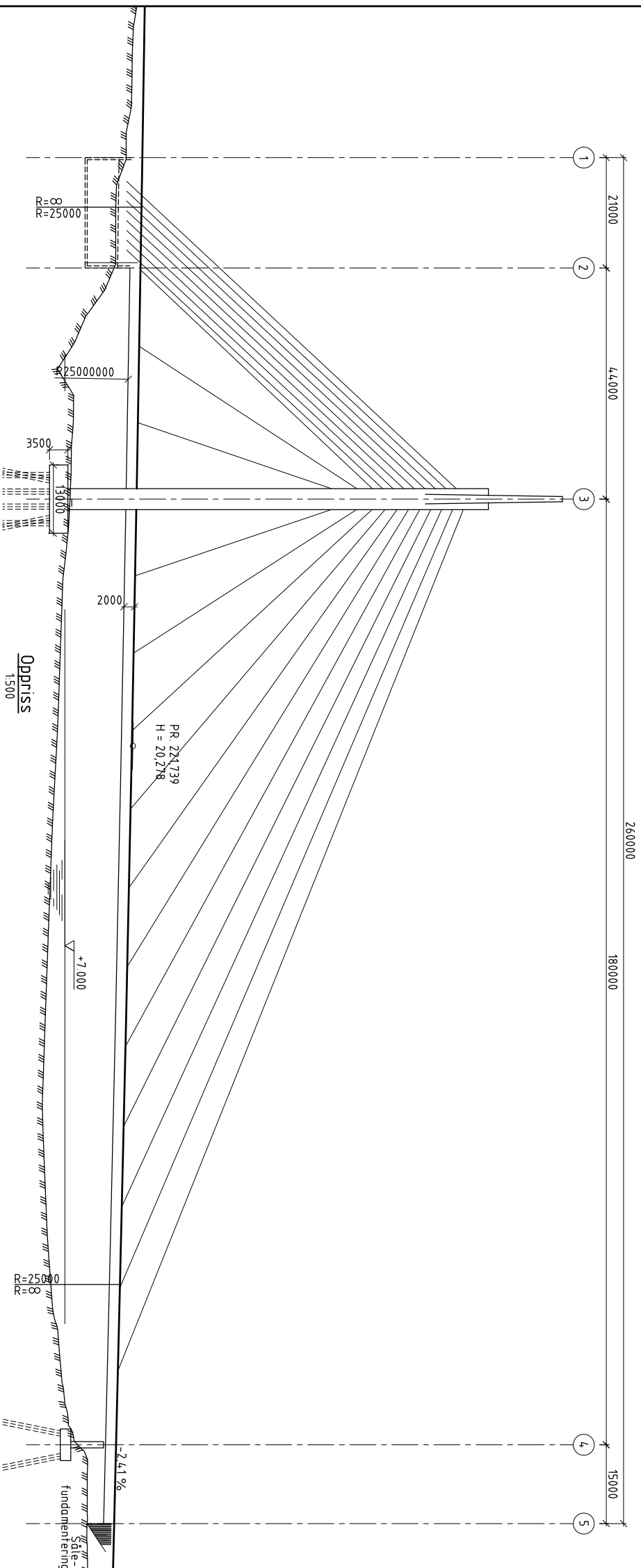
9 Referanser

- /1/ Statens vegvesen: «Tanker bak foreslått formgivning for ny Tana bru», saksnr. 2010/015809-36.
- /2/ Kulturdepartementets dokument «Arkitektur.nå» datert august 2009.
- /3/ Statens vegvesens Håndbok 185 «Bruprosjektering, Eurokodeutgave», datert 2011.
- /4/ Statens vegvesens Håndbok 017 «Veg og gateutforming», datert mai 2008.
- /5/ NS-EN 1991-2:2003+NA:2010 Laster på konstruksjoner, Trafikkklaster.
- /6/ Kjeller Vindteknikk AS: «Tana bru – Vurdering av vindforhold», datert 16.06.2009.
- /7/ Statens vegvesen: «Geoteknisk datarapport», saksnr. 2010/015809-6.
- /8/ Statens vegvesen: «Geoteknisk vurderingsrapport», saksnr. 2010/015809-68.
- /9/ Statens vegvesens Håndbok 026 «Prosesskode 2. Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier», datert november 2007.

10 Vedlegg

- Vedlegg 1: Oversiktstegning K101 ny Tana bru
- Vedlegg 2: Kostnadsoverslag

PROFILNØYDER	109.766	119.203	130.766	174.766	324.258	354.766	369.766
TERRENGHØYDER	22.06		21.72	20.96		17.07	16.71
VERTIKALKURVE	R=∞	~19.0		~8.3		~9.8	~11.5
HORISONTALKURVE			R=∞		R=∞		
TVERRFALL	VS	2%					
	HS	2%					



MERKNADER

- STANDARDKLASSE: S1, Fartsgrense 50 km/h
- DIMENSJONERINGSGRUNNLAG: Håndbok 185; Brukprosjektering, Eurokodeutgave 2011
- MATERIALER:
 - Brukasse og tårn i stål. Ballastkasse og fundament i betong.
 - Ballastkasse fylt med lokal stein med tilstrekkelig vekt.
- FUNDAMENTERTING:
 - Akse 1-2: Sælfundamenterting
 - Akse 3 og 4: Pelerfundamenterting, til fjell i akse 4
 - Akse 5: Sælfundamenterting
- SLITTELAG: Asfalt på veibanen og fortau

Revisjon	Revisjonen gjelder	Urn	Kont	Godknt	Rev. dato
	Forprosjekt	bedlla	eldant	bjps	19.06.2012
Systemet reguleres					
20-2802 Ny Tana bru Forprosjekt Oversikt					
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentfirma		
bedlla	eldant	bjps			
Prosjektinformasjon Prosjekt nr: 20-2802 Region: nord Byggesaksnummer: 150.1300.1500 Målestokk: A1 Tegningsnummer: K101					

KOSTNADSOVERSLAG PR. MAI 2012BRU NR. **20-2802**

NAVN: TANA BRU

FYLKE: **FINNMARK****Tekniske data:**

Brutype:

Skråstagbru med ståltårn
Ortotrop stålkasse med sentrisk kabeloppheng
2-feltsbru med fortau på hver side

Totallengde: 260,0 m

Totalbredde: ca 15 m

Største spenn: 180,0 m

Total tårnhøyde ca 95,0 m

1. Teknisk kostnadsoverslag (Antatt anbudssum pr. dato, se vedlegg)	mill. kr	206,5
2. Uforutsett (Normalt 0-15%. Anvendt 10%)	mill. kr	20,7
3. Antatt anbudsbeløp	mill. kr	<u>227,2</u>
4. Uforutsette endringer under byggeprosessen (Normalt 0-5%. Anvendt 3%)	mill. kr	6,8
5. Produksjonskostnader eks. m.v.a.	mill. kr	<u>234,0</u>
6. M.V.A. (Normalt 5-10%. Anvendt 8.0 %)	mill. kr	16,4
7. Produksjonskostnader	mill. kr	<u>250,4</u>
8. Byggherrekostnader (Normalt 10-25%. Anvendt 15%)	mill. kr	37,6
9. Totalkostnader	mill. kr	<u>287,9</u>
10. Totalkostnader pr. løpemeter bru	kr.	<u>1 107 000</u> (avrundet)

Tana_kostnadsoverslag_120605

Prosess	Beskrivelse	Arm. fakt.	Enhet	Mengde	Ehets- pris	Delsum	Sum
	Overført fra side 2	(kg/m ³)					29 011 139
	Stålkasse (S355)						
85.1	Levering av materialer		tonn	1400,0	15 000	21 000 000	
85.2	Bearbeiding og sammenføyning av ståldeler		tonn	1400,0	30 000	42 000 000	
85.3	Overflatebehandling		m ²	4500,0	800	3 600 000	
85.4	Transport og montasje		tonn	1400,0	7 500	10 500 000	
						77 100 000	77 100 000
	Ståltårn (S355)						
85.1	Levering av materialer		tonn	800,0	15 000	12 000 000	
85.2	Bearbeiding og sammenføyning av ståldeler		tonn	800,0	20 000	16 000 000	
85.3	Overflatebehandling		m ²	2000,0	800	1 600 000	
85.4	Transport og montasje		tonn	800,0	7 500	6 000 000	
						35 600 000	35 600 000
	Kabler (f. eks. FLC 136)						
85.6	Levering av brukabler		tonn	200,0	40000	8 000 000	
85.7	Transport og montasje		tonn	220,0	40000	8 800 000	
	Levering av kabelhoder		tonn	20,0	180000	3 600 000	
						20 400 000	20 400 000
	Slitelag/fuktisolasjon						
87.1	Slitelag (asfalt) og membraner , veg		m ²	1900	500	950 000	
87.1	Slitelag og membraner , fortau		m ²	1600,0	500	800 000	
87.1	Membran midtfelt		m ²	478,0	400	191 200	
						1 941 200	1 941 200
	Utstyr						
87.2	Rekkverk ytterkant inkl. ballastkasse og landkar		m	530,0	4000	2 120 000	
87.2	Rekkverk mot kabler inkl ballastkasse og landk		m	550,0	3000	1 650 000	
	Lagere og fuger						
87.3	Glidelager		stk	6,0	100 000	600 000	
87.4	Fugestål		m	15,0	30000	450 000	
	Trekkør + diverse		RS			500 000	
						5 320 000	5 320 000
	Tilleggsutstyr						
87.6	Elektroarbeider inkl avfuktn.anlegg og effektbelysn		RS			2 500 000	
						2 500 000	2 500 000
	Sum eks. rigg						171 872 339
	Rigg						
	15% kostnader stålkasse og ståltårn					16 905 000	
	30% av sum andre elementer					17 751 702	
						34 656 702	34 656 702
	Sum entreprisekostnader						206 529 041
	Sum entreprisekostnader (mill. kr)						206,50

Tana_kostnadsoverslag_120605

Nøkkeltall							
Entreprisekost pr. m. bru		794 000	kr/m				
Entreprisekost pr. m2 bru		53000	kr/m2				
Stålvekt pr. l.m. bru (akse 1-5) inkl ståltårn		8500	kg/m				
Entreprisekost pr. kg. stål (15% rigg)		58,9	kr/kg				