

FAST FORBINDELSE OVER STORE BÆLT

BIND II

Bilag og tegninger til kapitel II



BETÆNKNING NR. 508

1968

BILAG TIL KAPITEL II

1. 2.2.2.
Liste over mastehøjder for skibe.
2. 2.2.3.
Skrv. af 20/3 1967 fra arbejdsudvalget til handelsministeriet vedr. gennemsejlingsforhold for broanlæg.
3. 2.2.3.
Protokol fra arbejdsudvalgets møde med handelsministeriet den 14/9 1967.
4. 2.2.3.
Skrv. af 20/11 1967 fra arbejdsudvalget til handelsministeriet vedr. eventuel anvendelse af en hængebro over Østerrenden.
5. 2.2.3.
Handelsministeriets svar af 29/12 1967 på bilag 4.
6. 2.2.3.
Skrv. af 20/11 1967 fra arbejdsudvalget til forsvarsministeriet vedrørende gennemsejlingsforhold for broanlæg.
7. 2.2.3.
Forsvarsministeriets svar af 5/4 1968 på bilag 6.
8. 2.2.3.
Protokol fra arbejdsudvalgets møde med forsvarsministeriet og handelsministeriet den 21/5 1968.
9. 2.4.2.2.
Vejdirektoratets redegørelse af 6/5 1968 vedrørende det sandsynlige antal nedbrudte automobiler.
10. 2.6.
Skrv. af 8/3 1962 fra Det kongelige danske Søkortarkiv til arbejdsudvalget vedr. vanddybder for sejlruiter gennem dansk farvand til Østersøen.
11. 2.8.
Skrv. af 25/1 1968 fra justitsministeriet til arbejdsudvalget (generaldirektoratet for DSB) vedr. mulighederne for anvendelse af den faste trafikforbindelse til overføring af olie- og gasledninger.
12. 3.10.
Skrv. af 31/1 1968 fra vandbygningsinstituttet til arbejdsudvalget vedr. saltvandsstrømning gennem Store Bælt.
13. 3.10.
Skrv. af 2/5 1964 fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser til fiskeriministeriet vedr. saltvandsstrømning gennem Store Bælt.
14. 3.10.
Skrv. af 8/4 1968 fra arbejdsudvalget til fiskeriministeriet vedr. saltvandsstrømningen.
15. 3.10.
Skrv. af 5/7 1968 fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser til fiskeriministeriet vedr. saltvandsstrømning gennem Store Bælt.
16. 4.1.
Skrv. af 29/7 1964 fra Geoteknisk Institut til arbejdsudvalget vedr. funderingsforholdene i tunnellinien i Østerrenden.
17. 5.1.3.
Detaljeret overslag over udgifterne til fælles bro for vej og bane over Østerrenden og Vesterrenden.
18. 5.2.3.
Specificeret overslag over udgifterne til fælles tunnel for vej og bane under Østerrenden og Vesterrenden.

19. 5.3.4.
Specificeret overslag over udgifterne til en dobbeltsporet jernbanetunnel under Østerrenden og Vesterrenden.
20. 5.4.4.
Specificeret overslag over udgifterne til et tunnelfærganlæg med 4 spor under Østerrenden og Vesterrenden.
21. 7.2.
Hængebro med 800 m spændvidde for vej og bane over Østerrenden.

TEGNINGER TIL KAPITEL II

1. Oversigt over bro- og tunnellinier.

Bro for vej og bane.

2. Østerrenden. Længdeprofil.
3. Vesterrenden. Længdeprofil.
4. Facade og plan.
5. Tværsnit.
6. Østerrenden. Betonfag på lav dæmning.
7. Østerrenden. Pille nr. 10. Type 1, D = -10 m.
8. Vesterrenden. Pille nr. 4. Type II, D = -28 m.
9. Østerrenden. Pille nr. 1. Type III, D = -55 m.
10. Østerrenden. Alternativ brooverbygning for gennemsejlingsfag.
11. Vesterrenden. Alternativ brooverbygning. Tværsnit m.v.
12. Vesterrenden. Alternativ brooverbygning. Længdeprofil.
13. Landforbindelser.

Tunnel for vej og bane.

14. Normaltværsnit.
15. Østerrenden. Længdeprofiler.
16. Vesterrenden. Længdeprofiler.
17. Landforbindelser.

Bro for vej.

18. Østerrenden. Længdeprofil.
19. Vesterrenden. Længdeprofil. Nordlig linie.
20. Tværsnit.

Tunnel for bane.

21. Tværsnit. Forslag A og B.
22. Længdeprofil. Forslag A.

Tunnelfærganlæg.

23. Normaltværsnit.
24. Længdeprofil.
25. Landforbindelser.

Hængebro for vej.

26. Østerrenden. Længdeprofil.
27. Østerrenden. Facade og tværsnit.

Hængebro for vej og bane.

- 28.** Østerrenden. Længdeprofil.

Røsnæs-Hov-linien.

29. Oversigtskort.
30. Længdeprofil.
31. Tværsnit.

A/S SHIPPING CONSULTANTS

Fridtjof Nansens pl. 6

Oslo I, 14/5-68

Oppdrag : 1132

Oppdragsgiver: Christiani & Nielsen A/S
Kobenhavn*Ad: Bro over Storebelt:**Mastehoyder for fartoystyper som kan tenkes passere Storebelt*

Broforbindelse Storebelt

Mastehoyde

I følge sjoveisreglene (regel 2) behøver overste topplanterne ikke plasseres høyere enn 16,77 m over skipets overste gjennomgående dekk. For de største passasjerskip' vedkommende vil

hoyden vannlinje - overste dekk - neppe overstige 15,5 m (Queen Elizabeth II) og regelbunden mastehoyder for plassering av topplanter for de største passasjerskip blir som følger:

Vannlinje - overste gjennomgående dekk	15,50 m	
Overste dekk - laveste topplanterne	12,20	- (regelbunden)
Laveste topplanterne - høyeste topplanterne	4,57	- (regelbunden)
Mastetopp	ca. 5,00	-
		37,27 m

For de største passasjerskip vil det imidlertid ikke være topplanternenes regelbunden plassering som avgjør mastehøyden eller skipets høyeste punkt. På nyere skip er det helst skorsteinshoyder som er det avgjørende. Vi gir derfor en sammenligning mellom tre av verdens største passasjerskip.

	hoyde mastetopp over vannlinje	hoyde skorsteinstopp over vannlinje
Queen Mary.	64,5 m	49,0 m
Queen Elizabeth.	63,5 -	49,5 -
Queen Elizabeth II.	56,0 -	55,7 -

Som det fremgår av vedlagte liste over mastehoyder for forskjellige skip er det når det gjelder nyere tonnasje, oljeboringsskip og oljeboringsplattformer som har størst høyde over vannflaten. De oppgitte tall i tabellen angir høyde under fart eller slep. «Ocean Viking» har nedsenkbart tårn og den vil rake adskillig høyere enn 61 m når den er i arbeide.

Enkelte skip har teleskopmaster som kan senkes ved passering under bruer. Tallene i parentes for «Sagafjord» og «Oslofjord», angir mastetoppens høyde over vannlinje i nedsenket tilstand.

Bilag 1

Side 2

Liste over meterhoyder (airdraft) for forskjellige fartoy (listen angir mastetoppens, eller skipets høyeste punkts høyde over vannflaten når skipet er i ballast).

Fartoy	Byggeår	Hoyde i meter over vannflaten	Tons D. W. (G. R. T.*)	Skipstype
Oljeboringsskip og plattformer				
<i>Drillship ex Thorshövdi</i>		71,5		oljeboringsskip
<i>Ocean Viking</i>		61		o.b. plattform
Orlogsfartoyer				
(NATO flåtens høyeste).		65,5		hangarskip
Passasjerskip og ferger				
<i>Queen Mary</i>		64,5	81.237 *	passasjer
<i>Queen Elizabeth</i>		63,5	82.997 *	
<i>Queen Elizabeth II</i> 1968		56	58.000 *	
<i>Sagafjord</i> 1966		50 (39.5)	24.000 *	
<i>Oslofjord</i>		(39.5)		
<i>Kungsholm</i> 1966		47,7	25.700 *	»
<i>Ancerville</i>		35,5	14.225 *	
<i>Tor Anglia</i> 1966		34	7.645 *	pass./cont./car/ferry
<i>Spero</i> 1966		33,5	7.000 *	pass./cont./car/ferry
<i>Dragon</i> 1967		32,5	5.300 *	pass./car ferry
<i>Arveprins Knud</i>		32,5		ferry
<i>Sunward</i> 1966		32,5	6.880 *	pass./car ferry
<i>Citta di Napoli</i>		31,5	5.500 *	passasjer
<i>Finhansa</i>		31	7.482 *	pass./car ferry
<i>Stella Germanica</i>		28,5	5.072 *	pass. ferry
<i>Black Watch/Jupiter</i>		28,5	9.500 *	pass./car/cargo
(Tallene i parantes for »Sagafjord» og »Oslofjord» angir hoyde med nedsenket mastetopp. Disse skip har teleskopmast).				
Linje- og trampskip				
<i>Straat Frazer</i>		43,5	11.900	linjeskip
<i>Piram</i> 1966		41,5	13.600	
<i>Atlantic Song</i> 1967		40,5	15.755	container
<i>Strathartle</i> 1967		40,5	12.552	linjeskip
<i>Leuve Lloyd</i> 1966		39	12.000	
<i>Arosia</i> 1967		38	13.520	*
<i>Santa Fee</i> 1968		35	19.000	tramp (Lib. rep.)
<i>Dunhuang</i> 1967		33,5	15.340	linjeskip
<i>Majestic</i> 1967		33,5	13.680	
<i>Southland Star</i> 1967		33,5	13.470	»
» <i>Economist</i> « Class.		33	15.230	tramp (Lib. rep.)
(Sovjet design).		33	13.800	» >
(Italian design).		32,5	14.700	tramp (Lib. rep.)
<i>Taupo</i> 1966		32	11.300	linjeskip
(Hitachi Zosen design).		31,5	15.000	universal
<i>Oriental Queen</i> 1966		31,5	12.759	linjeskip
<i>Hondo</i> 1966		29,5	12.900	
(Oxford group design).		27	14.650	tramp (Lib. rep.)

Fartoy	Byggeår	Hoyde i meter over vannflaten	Tons D. W. (G. R. T.*)	Skibstype
Bulk carriers				
<i>Sigsilver</i>	1967	44	105.700	bulk
<i>World Soya</i>	1966	42	69.000	» (Panamax)
<i>Cetra Lyra</i>	1966	42	75.000	»
<i>Main Ore</i>	1966	40,5	70.000	>
<i>Bandak</i>		40,5	43.560	»
<i>Nuolja</i>	1966	39,5	72.500	ore carrier
<i>Malmanger</i>	1968	36,5	27.450	bulk
<i>Otto Hahn</i>	1968	35,5	15.030	ore carrier (atomic)
<i>Ziemia Bydgoska</i>	1968	33	24.150	bulk
<i>Cumbialano</i>	1967	33	25.500	bulk/lumber
<i>Wilfred</i>		32,5	20.000	bulk/car
<i>(Akers MIV design)</i>		32	18.540	»
Tankskip				
<i>Yamamizu Maru</i>	1964	44,5	100.000	tank
<i>Borgsten</i>		41,5	80.000	»
<i>Berge Bergersen</i>		41	91.375	»
<i>Raffaele Cafiera</i>		39,5	38.500	»
<i>Vestalis</i>		38,5	60.050	»
<i>Galileo Galilei</i>	1964	38	48.920	>
<i>Pacific Glory</i>	1966	37	77.648	»
<i>Esso Fawley</i>	1967	30	18.000	>

(Lib. rep. = liberty replacement vessel)

Bilag 2

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN STOREBÆLTSBRO

Den 20. marts 1967.

Handelsministeriet.

Vedr.: Gennemsejlingsbrofag for et broanlæg over Store Bælt

Som det vil være handelsministeriet bekendt, var det i Storebæltskommissionens betænkning af december 1959 (betænkning nr. 237, 1960) forudsat, at der i Østerrenden skulle tilvejebringes tre gennemsejlingsbrofag med spændvidder 300 m, 350 m og 300 m og med en fri gennemsejlingshøjde på 67 m. I Vesterrenden var forudsat tre gennemsejlingsbrofag med spændvidder mindst ca. 135 m og fri højde 35 m, idet det tillige var en forudsætning, at de nærmest tilstødende brofag også havde en spændvidde på ca. 135 m.

Under hensyntagen bl.a. til den i årene efter afgivelsen af kommissionsbetænkningen stedfundne udvikling af skibstonnagen, specielt de store tankbåde, har arbejdsudvalget ved udskrivningen af idékonkurrencen om Storebæltsforbindelsen i 1966 foreskrevet følgende vedrørende gennemsejlingsbrofagene i de to render, idet der i Østerrenden var forudset mulighed for en eventuel kanalisering af skibstrafikken.

I Østerrenden var foreskrevet tre løsninger:
Et brofag med spændvidde 450 m,
to brofag med spændvidder 325 m adskilt ved et fag med ca. 300 m spændvidde, eller
to brofag med 350 m spændvidde,
sidstnævnte to løsninger for eventuel kanaliseret skibstrafik.

I Vesterrenden var foreskrevet to løsninger, enten 5 brofag med spændvidder 150 m eller tre fag med sammenlagte spændvidder på 600 m (de enkelte fagvidder efter forslagsstillerens eget valg).

De frie højder var foreskrevet 68 m i Østerrenden og 36 m i Vesterrenden gældende fra D.V. i modsætning til højderne i kommissionsbetænkningen, der var regnet fra H.V. i kote + 1,0 m.

Resultatet af den nu afsluttede idékonkurrence om Storebæltsforbindelsen har bl.a. været, at der ikke vil være betydende tekniske vanskeligheder ved udførelsen af broanlæg med spændvidder som ovenfor angivet.

I forbindelse med spørgsmålene om broerne over Øresund blev der, som det vil være handelsministeriet bekendt, foretaget en række undersøgelser vedrørende radar-afmærkning af broanlæg, hvilke undersøgelser så vidt vides fortsættes ved handelsministeriets foranstaltning.

Arbejdsudvalget skal i løbet af indeværende år afslutte udarbejdelsen af skitseprojekter og overslag, som sammen med udvalgets trafikale og økonomiske undersøgelser kan danne grundlaget for en principiel stillingtagen til den faste forbindelse fra regeringens og folketingets side.

Det er derfor nødvendigt nu at fastlægge de spændvidder m.v. for gennemsejlingsfagene, som skal lægges til grund for skitseprojekteringen, og man vil gerne erkyndige sig om de synspunkter, som man ud fra søfartsmæssige hensyn bør søge imødekommet herved.

Man kan i øvrigt oplyse, at der fra den russiske regering er fremkommet en anmodning om oplysninger om planerne om bygningen af transportanlæg over stræderne til Østersøen, herunder oplysninger om foreslåede sejlbare dimensioner, og der kan i besvarelse heraf eventuelt blive tale om at tage afstand fra de i betænkningen af 1959 angivne spændvidder, hvis disse ikke længere kan anses for tilfredsstillende under hensyn til Store Bælts karakter af internationalt farvand, jfr. betænkningen, bilag 26.

Da en hurtig klarlæggelse af de omhandlede spørgsmål således er ønskelig, skal man tillade sig at foreslå, at sagen snarest gøres til genstand for en mundtlig drøftelse mellem repræsentanter for handelsministeriet og nærværende udvalg.

sign. K. Bang.

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Møde nr. 42. Torsdag den 14. september 1967

Til stede var:

Banechef S. Thorning Christensen og
overvejningsingenør K. O. Larsen.

Fra sekretariatet deltog:

Afdelingsingeniør Chr. L. Knudsen,
afdelingsingeniør P. Vedel og
afdelingsingeniør P. Bertelsen.

Vejdirektør K. Bang og fuldmægtig M. Clante
var forhindrede i at deltage. De øvrige medlem-
mer og sekretærer var ikke indkaldt til møde.

Endelig deltog:

Civilingeniør C. H. Simonsen fra brokontoret
og for handels- og søfartsministeriet:
Kontorchef S. Kirkman-Møller og
sekretær T. R. Funder.

Thorning Christensen bød velkommen, især
til handelsministeriets repræsentanter.

Arbejdsudvalget sigter på at få arbejdet frem-
met således, at lovforslaget vil kunne fremsættes
i folketinget før sommerferien 1968. Man
mangler endnu endelig afgørelse af bredder og
højder for gennemsejlingsfagene i Østre- og
eventuelt Vestre Rende og nævnedes de i be-
tænkningen af Storebæltskommissionen fore-
slåede højder, 68 m for Østerrenden og 35
(eventuelt 25) m for Vesterrenden.

1. Østre Rende.

Knudsen fremlagde en plan med indtegnede
farver, inddelinger for gennemsejlingerne dels
den i betænkningen forudsatte på 300-350-
300 m, dels de i idékonkurrencen foreskrevne
på 350-350, 325-300-325 m eller 450 m. Tre-
fagsforslagene forudsætter ensrettet sejlads i
yderfagene og ingen sejlads i midterfaget.

Der har ikke efter betænkningens offentlig-

gørelse været nogen indsigelser imod de angivne
gennemsejlingsbredder.

Thorning Christensen: Den seneste udvikling
inden for de store tankskibe kan motivere over-
vejelser om forøgede bredder. Selv om handels-
ministeriet var repræsenteret i Storebæltskom-
missionen, kunne den stiltiende aksept ikke be-
trages som bindende. En forøgelse af gennem-
sejlingsbredderne vil forøge anlægsudgiften,
men ikke i en sådan grad, at den bør influere
på valget, som inden for rimelige økonomiske
grænser må bestemmes af navigationshensyn.

Kirkman-Møller: Der er jo sket en stærk ud-
vikling i skibenes (tankskibe) tonnage, og det
må nu forventes, at der i Østersøområdet vil
blive benyttet skibe på 100.000-150.000 tons
dødvægt og et dybgående på 14-15 m, hvilket
kræver en vanddybde på 16-16,5 m, som kan
opnås ved en overkommelig uddybning de en-
kelte steder, hvor farvandene i dag har en no-
get mindre gennemsejlingsdybde. På internatio-
nalt plan har der været ført forhandlinger om
regulering af skibstrafikken i smalle og stærkt
trafikerede farvande. Dette er resulteret i en
rapport til den internationale organisation
INCO, hvori er angivet visse retningslinier for
sejladsen i sådanne farvande, gående ud på
ensretning, så vidt muligt adskilt ved en mel-
lemzone uden trafik, som allerede er indført i
Doverstrædet, og foreslået anvendt i den nord-
lige del af Øresund. Ud fra dette princip må et
trefagsbrofag være at foretrække, og søfarts-
rådet og skibsfører- og styrmandsforeningen er
enige heri. Handelsministeriet kan følgelig til-
træde 325-300-325.

På forespørgsel fra *Knudsen* oplyste *Kirk-
man-Møller*, at en nedsættelse af midterfagets
bredde til 200 å 250 m ville være en afgjort
forringelse, hvorimod man intet ville have imod
en forøgelse af bredden til 325 m.

Thorning Christensen mente herefter ikke, man burde nedsætte bredden 300 m af midterfaget, og pegede på muligheden for at benytte visse standardelementer i konstruktionen, såfremt de tre fag alle udføres med 325 m's bredde.

Knudsen henledte opmærksomheden på, at de angivne teoretiske gennemsejlingsbredder er målt i broens retning, som ikke er vinkelret på sejrenden, hvorved den effektive bredde dels som følge heraf, dels som følge af pillernes bredder bliver noget mindre.

Kirkman-Møller var indforstået hermed.

K. O. Larsen forespurgte om største strømhastighed i Store Bælt og udtalte sin betænkelighed ved faren for påsejling af et manøvreudygtigt skib, når gennemsejlingsbredderne ikke er væsentlig større end længden af et tankskib på 100-150.000.

Kirkman-Møller var tilfreds med de foreslåede bredder (325-300-325 m) ud fra et skibsfartsmæssigt synspunkt, men skibsfarten ville selvfølgelig foretrække en tunnel i Østerrenden med stor afstand mellem ventilations-tårnene i stedet for brokonstruktioner.

K. O. Larsen forespurgte, om 68 m's gennemsejlingshøjde kunne nedsættes.

Thorning Christensen mente ikke, dette ville være tilrådeligt bl.a. af hensyn til de over for udlandet allerede givne oplysninger.

2. Vesterrenden.

Knudsen oplyste, at der i betænkningen ikke var påregnet egentlige gennemsejlingsfag. Spændvidder for de brofag (3 stykker), hvor den maksimale højde på 35 m skulle være til stede, fandt kommissionen dog burde være mindst ca. 135 m ligesom de nærmest tilstødende fag. Ved idékonkurrencen foreskrevs 5 fag à 150 m eller 3 fag med selvvalgte bredder på tilsammen 600 m.

Kirkman-Møller: Også her bør der være mulighed for ensretning. Søfartsrådet ønsker 5X150 m for at sprede trafikken, medens navigatørforeningerne går ind for en tredeling. Dette sidste kunne ministeriet støtte. Tre ens fag må foretrækkes, idet det er mindre sandsynligt, at der i Vesterrenden vil blive etableret ensretning af skibstrafikken, 3 X 200 m kan tiistrædes, men de 200 m pr. fag må betragtes som minimumsmål.

Ministeriet mener ikke at kunne gå med til en nedsættelse af gennemsejlingshøjden i de 3 fag til 25 m, og navigatørforeningerne tilslutter sig dette standpunkt. Søfartsrådet ønsker højden sat op til 45 m, men ministeriet mener ikke, der er noget reelt behov herfor.

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Den 20. november 1967.

Handelsministeriet.

Vedr.: Gennemsejlings brofag for et broanlæg over Store Bælt

Under henvisning til skrivelse herfra af 20/3 1967 og de med handelsministeriet førte forhandlinger skal man meddele, at nu foretagne undersøgelser synes at vise, at en udformning af den faste forbindelse for så vidt angår strækningen over Østerrenden, således at jernbanen her overføres i tunnel og vejen på bro i økonomisk henseende vil være nogenlunde ligestillet med den hidtil forudsatte udformning med såvel bane som vej på bro.

Den ændrede udformning åbner mulighed for en broløsning med et enkelt gennemsejlingsbrofag med væsentlig større spændvidde end de hidtil angivne 450 m, måske henved ca.

800 m, inden for en økonomisk rimelig grænse, og tunnelanlægget udføres uden fritstående ventilationstårne i farvandet.

Man har under de således foreliggende forholdt ment at måtte indhente handelsministeriets udtalelse om, hvorvidt løsningen med et enkelt gennemsejlingsbrofag med spændvidde indtil ca. 800 m i søfartsmæssig henseende måtte være acceptabelt - eller måske at foretrække - fremfor den vedtagne løsning med kanaliseret skibstrafik gennem to brofag med 325 m spændvidde, adskilt ved et neutralt fag med mindst 300 m spændvidde.

Man vil være handelsministeriet taknemmelig for en snarlig besvarelse.

sign. K. Bang.

Bilag 5

HANDELSMINISTERIET

(Ministeriet for handel, håndværk,
industri og søfart)

København K., den 29. december 1967.
Slotsholmsgade 12.

Journal nr. 816-1-60

Arbejdsudvalget vedrørende en Storebæltbro

I skrivelse af 20. november 1967 har udvalget ønsket oplyst, hvorvidt et broanlæg over Østerrenden i Store Bælt med et enkelt gennemsejlingsfag med en spændvidde på ca. 800 m vil være at foretrække fremfor det påtænkte broanlæg med to gennemsejlingsfag hver med 325 m spændvidde adskilt ved et brofag med mindst 300 m spændvidde.

I denne anledning skal man efter stedsfunden

brevveksling med Søfartsrådet meddele, at man finder at kunne acceptere en løsning med et enkelt gennemsejlingsfag med en spændvidde på ca. 800 m, men at der efter ministeriets opfattelse ikke er knyttet særlige besejlingsmæssige fordele hertil.

P.M.V.

E. B.

sign. S. Kirkman-Møller.

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Den 20. november 1967.

Forsvarsministeriet.

*Vedr.: Gennemsejlingsbrofag for et broanlæg
over Store Bælt*

Som det vil være forsvarsministeriet bekendt, var det i Storebæltskommissionens betænkning af december 1959 (betænkning nr. 237, 1960) forudsat, at der i Østerrenden skulle tilvejebringes tre gennemsejlingsbrofag med spændvidder 300 m, 350 m og 300 m og med fri gennemsejlingshøjde på 67 m. I Vesterrenden var forudsat tre gennemsejlingsbrofag med spændvidder mindst ca. 135 m og fri højde 35 m, idet det tillige var en forudsætning, at de nærmest tilstødende brofag også havde en spændvidde på ca. 135 m.

For så vidt angår den frie gennemsejlingshøjde på 67 m (over H.V. i kote + 1,0 m) i Østerrenden var det en forudsætning i kommissionsbetænkningen, at man ved anlæggets eventuelle gennemførelse skulle have opmærksomheden henledt på muligheden af en lavere brohøjde og de dermed forbundne tekniske og økonomiske fordele. Spørgsmålet om eventuel reduktion af den frie højde 35 m i Vesterrenden til 25 m var i betænkningen henvist til nøjere prøvelse i forbindelse med en eventuel detailprojektering af broanlægget.

Arbejdsudvalget skal i løbet af indeværende år afslutte udarbejdelsen af skitseprojekter og overslag, som sammen med udvalgets trafikale og økonomiske undersøgelser kan danne grundlaget for en principiel stillingtagen til den faste forbindelse fra regeringens og folketingets side.

Det er derfor nødvendigt ud fra nu foreliggende forhold med hensyn til størrelsen af skibstonnagen m.v. at fastlægge de spændvidder m.v. for gennemsejlingsfagene, som skal lægges til grund for skitseprojekteringen, og man vil gerne erkendte sig om de synspunkter,

som man ud fra søfartsmæssige hensyn bør søge imødekommet herved.

Spørgsmålene om spændvidderne for gennemsejlingsbrofagene og de frie gennemsejlingshøjder har været forelagt handelsministeriet og været behandlet ved arbejdsudvalgets møde den 14. september 1967. Som det vil fremgå af vedlagte referat fra dette møde, finder handelsministeriet det rigtigst at forudsætte en kanalisering af skibstrafikken i begge render med heraf følgende ændringer af hidtil forudsatte spændvidder, og at man bør fastholde betænkningens frie gennemsejlingshøjder 67 m og 35 m over H.V. i kote + 1,0 m.

På vedlagte planer, »bilag 8« for Østerrenden og »bilag 9« for Vesterrenden, er de påtænkte brolinier indtegnet og forslag til placering af de nu foreslåede gennemsejlingsbrofag angivet.

Medens brolinien i Vesterrenden er sammenfaldende med betænkningens, er brolinien over Østerrenden ved Sprogø drejet lidt mod syd for herved at undgå de betydelige vanskeligheder, der er forbundet med at have høje broanlæg liggende i kurve.

Den foreslåede placering af gennemsejlingsbrofagene i Østerrenden er den i funderingsmæssig henseende gunstigste, en flytning af fagene ud over ca. 25 m til den ene eller anden side vil, så vidt man kan slutte ud fra de foretagne grundundersøgelser, kunne medføre betydelige forøgelser af vanskelighederne ved funderingen af broanlæggets piller. De foreslåede gennemsejlingsbrofag i Vesterrenden vil kunne flyttes inden for langt videre grænser uden væsentlig indflydelse på broanlæggets pris eller udformning.

Som det vil fremgå af vedlagte genpart af skrivelse af dags dato, har man forelagt han-

delsministeriet et spørgsmål om anvendelse af et enkelt gennemsejlingsbrofag i Østerrenden med spændvidde indtil ca. 800 m i stedet for de hidtil vedtagne to fag å 325 m med mellemiggende neutralt fag med mindst 300 m spændvidde. Af funderingsmæssige grunde kunne man ønske det 800 m fag placeret som angivet på den vedlagte plan »bilag 8« med gul farve, men en flytning medfører ikke væsentlige forøgelser af udgifterne eller vanskelighederne ved af bropillerne.

Man tillader sig at anmode om forsvarsministeriets bemærkninger til de foreslåede spændvidder for gennemsejlingsbrofagene og disses placering i farvandet.

Der vedlægges en genpart af nærværende skrivelse med tilhørende bilag til brug for forsvarsministeriet ved sagens videre behandling.

sign. *K. Bang.*

FORSVARSMINISTERIET
Slotsholmsgade 10, København K.

Den 5. april 1968.

Til Arbejdsudvalget vedrørende en Storebæltsbro xnr. 1

Eft.: Søværnskommandoen	xnr. 2
Søkortarkivet	xnr. 3
Fyrdirektoratet	xnr. 4
Lodsdirektoratet	xnr. 5

Emne: Gennemsejlingsbredde for et broanlæg over Store Bælt

Ved skrivelse af 20. nov. 1967 har arbejdsudvalget anmodet om forsvarsministeriets bemærkninger til de foreslåede spændvidder for gennemsejlingsbrofagene og disses placering på de med førnævnte skrivelse fremsendte broplaner for Store Bælts Østerrenden og Vesterrenden.

Forsvarsministeriet har indhentet nedenstående udtalelser fra de af nærværende sag berørte myndigheder under forsvarsministeriet, hvortil man intet yderligere har at tilføje.

Søværnskommandoen.

I hvorvel den oprindelige foreslåede gennemsejlingsbredde på ca. 300 m må anses for tilstrækkelig i enhver henseende for Søværnets enheder, er det Søværnskommandoens opfattelse, at hensynet til faren for bropillernes påsejling ved svigtende styring og/eller fremdrivning, og det rimelige i, at radarnavigation mellem bropillerne lettes mest muligt, gør det ønskeligt, at der foretrækkes en 800 m gennemsejlingsbredde.

Søkortarkivet.

Det påpeges, at spørgsmålet vedr. skibsfartens passage af den kommende Storebæltsbro ikke tidligere har været forelagt Søkort-Arkivet,

der derfor ikke er bekendt med de relevante overvejelser, der i øvrigt måtte være knyttet til brobygningsprojektet.

1. Østerrenden.

1.a. Gennemsejlingsbredden.

Søkort-Arkivet mener ikke, at der normalt skulle være uoverkommelige navigationsvanskeligheder ved at etablere ensrettet besejling gennem 2 brofag på hver 325 m bredde med et mellemliggende brofag på 300 eller 325 m.

Det er imidlertid en kendsgerning, at der i dag bygges meget store skibe, og at det må kunne forventes, at skibe med dødvægttonnage på ca. 175.000 tons skal kunne passere Store Bælt. Hoveddimensionerne for et skib af denne størrelse vil være følgende: længde ca. 305 m, bredde ca. 48 m, sidehøjde ca. 23,5 m og dybgang ca. 16,5 m. Når et skib af denne størrelse skal passere under broen, må tages i betragtning, at der i Østerrenden kan forekomme kraftig strømsætning, og ikke mindst om vinteren kan et tankskib, som ikke tåler forcering i is, komme i besæt og i fare for af strømmen at blive ført ind mod bropillerne. Da risikoen for at tørne imod en bropille må være mindst med største gennemsejlingsåbning, vil Søkort-Arkivet mene, at 1 gennemsejlingsbrofag med en spændvidde på ca. 800 m er

bedre end 3 brofag å ca. 325 m. Når teknikerne siger god for et brofag med 800 m gennemsejlingsåbning, kan Søkort-Arkivet derfor af navigatoriske hensyn anbefale et sådant brofag, idet der ikke ses at være noget til hinder for at etablere ensrettet sejlads på begge sider af brofagets midterlinie.

l.b. Placeringen.

Til brofagernes placering har Søkort-Arkivet intet at bemærke, idet de efter skitsen er anbragt bedst muligt for sejlads i den dybe rende.

l.e. Gennemsejlingshøjden.

Søkort-Arkivet har for sit vedkommende intet at bemærke til den foreslåede gennemsejlingshøjde på 67 m.

2. Vesterrenden.

2.a. Søkort-Arkivet har intet at bemærke til, at der i Vesterrenden etableres 3 gennemsejlingsfag for skibe af mellemstørrelse, idet brofagene ligger, hvor den gennemgående trafik normalt foregår. Disse gennemsejlingsbrofag skulle hver blive ca. 200 m brede med ensrettet trafik i de 2 yderste brofag og med et mellemliggende brofag uden trafik. Fiskerfartøjer og mindre skibe må vel antages at få tilladelse til eller påbud om at passere mellem andre brofag for at sprede trafikken og derved gøre passage af gennemsejlingsbrofagene lettere for de noget større skibe.

2.b. Placeringen.

Til brofagernes placering i farvandet har Søkort-Arkivet ingen bemærkninger, da de efter skitsen er placeret der, hvor den normale skibstrafik foregår.

2.c. Gennemsejlingshøjden

på 35 m må efter Søkort-Arkivets opfattelse anses for tilfredsstillende, da skibe med en større mastehøjde kan henvises til Østerrenden. En gennemsejlingshøjde på kun 25 m forekommer for ringe og kan derfor ikke anbefales.

Fyrdirektoratet.

Fyrdirektoratet kan til de rejste spørgsmål om Storebæltsbroen bemærke følgende, idet anføres, at Fyrdirektoratet i lighed med Søkort-

arkivet ikke tidligere har været hørt eller orienteret i sagen.

1. Vedr. Østerrenden.

a. Anbringelsen af en bro med bropiller i et besejlet farvand vil altid være til gene for skibsfarten, og antallet af bropiller i et så begrænset og stærkt befærdet farvand som Storebælts Østerrende vil være af afgørende betydning for sejladsen, idet bropillerne må betragtes som væsentlige sejladshindringer navnlig for store skibe, hvorfor man ved bestemmelse af antallet af bropiller og deres placering bør søge opnået de bedst mulige forhold for besejlingen.

Fyrdirektoratet er bekendt med, at der af I.M.C.O. er foreslået ensretning af sejladsen i visse danske farvande, og at der eventuelt senere kan fremkomme forslag herom gældende for passage af Storebælt, herunder passage under eventuel Storebæltsbro, men at man af denne grund skulle vælge en løsning, hvor separationen af sejladsretningerne foretages ved hjælp af bropiller kan ikke anbefales af Fyrdirektoratet, hverken af hensyn til skibsfartens eller til broens sikkerhed. Fyrdirektoratet mener, at det vil være muligt rent afmærkningsmæssigt at foretage separationen på fuldt betryggende måde i overensstemmelse med IALA's rekommandation af november 1967 angående afmærkning af broer over stræder og flodmundinger. Fyrdirektoratet kan jfr. ovenstående tilslutte sig det af Søkortarkivet i sagen anførte og foreslå broens gennemsejlingsfag udført som et fag med maksimum bredde (800 m). Ved at vælge dette forslag vil det til sin tid være væsentlig lettere at sikre såvel sejladsen som arbejdspladserne under byggeperioden.

I forbindelse med det anførte finder Fyrdirektoratet det af betydning, at mindre skibe (evt. kun for nordgående) har mulighed for at passere broen i en østligere gennemsejling end det egentlige besejlingsfag (uanset sejladsbestemmelser for dette/disse fag), hvorved denne trafik, der ved passage langs i Storebælt sædvanligvis holder østligere end skibe i hovedruten, vil undgå at genere trafikken i det/de egentlige gennemsejlingsfag.

b. Vedrørende gennemsejlingsfagets/fagernes placering finder Fyrdirektoratet intet at bemærke, idet dog anføres, at en broføring, hvor

broen var faldet nærlig vinkelret på sejlretningen, havde været at foretrække.

I forbindelse med Fyrdirektoratets igangværende planlægning for udskiftning af fyrskibe og lystønder med bundfaste fyr forestiller man sig Halsskov Rev F/S afløst af 2 faste fyr udsat henholdsvis N. for brolinien i vestsiden af besejlingsfaget/fagene (Sprogø E. Rev) og S. for brolinien i østlige side af besejlingsfaget/fagene (Halsskov Rev). Dette passer sammen med besejlingsfaget/fagene, uanset om trafikken ensrettes. Fyrene vil af økonomiske årsager blive forsøgt etableret (bygget) uden hensyn til tidspunktet for broens opførelse.

c. Fyrdirektoratet finder intet at bemærke til gennemsejlingshøjden på 67 m. For den foreslåede østlige gennemsejling for mindre skibe må højden (ca. 35 m) forventes at være tilgode-set.

2. Vesterrenden.

a. Fyrdirektoratet finder intet at bemærke vedrørende de foreslåede gennemsejlingsfag henset til, at der i Vesterrenden er tale om en væsentlig mindre trafik med betydeligt mindre skibe i forhold til Østerrenden.

b. Gennemsejlingsfagenes placering giver ikke Fyrdirektoratet anledning til bemærkninger.

(Fyrdirektoratet kan tilslutte sig det af Søkortarkivet udtalte vedrørende trafik med min-

dre skibe udenfor de egentlige gennemsejlingsfag).

c. Fyrdirektoratet kan ikke anbefale en gennemsejlingshøjde på kun 25 m men må anbefale de foreslåede 35 m. Herved vil Østerrenden kunne aflastes noget mere, og gennemsejlingshøjden vil være tilpasset højden ved Svendborgsundbroen (33 m).

Vedrørende det anførte angående den eventuelle afmærkningsmæssige separation i trafikken i et enkelt brofag over Østerrenden vil Fyrdirektoratet være indforstået med at orientere/drøfte forslag til en sådan afmærkning med arbejdsudvalget og Handelsministeriet før endelig stillingtagen til spørgsmålet om et eller flere gennemsejlingsfag.

Lodsdirektoratet.

Lodsdirektoratet kan i det store og hele tilslutte sig Søkortarkivets udtalelse.

Det skal dog understreges, at man anser »tunnelløsningen«, som medfører en gennemsejlingsåbning på 800 m i Østerrenden, for at være så meget gunstigere for skibsfarten end løsningen med brofag på 325 m, at den sidste ikke bør komme til udførelse.

P. M. V.
sign. K. G. Konradsen
Afdelingschef

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Møde nr. 62. Tirsdag den 21. maj 1968

Vedrørende gennemsejlingsbrofag for et broanlæg over Store Bælt

Fra handelsministeriet mødte:

Kontorchef S. Kirkman-Møller,
sekretær Funder.

Fra forsvarsministeriet mødte:

Orlogskaptajn Otzen.

Fra søkortarkivet:

Direktør Kjærgaard.

Fra fyrdirektoratet:

Skibsinspektør Olesen,
civilingeniør Gredal.

Fra lodsdirektoratet:

Lodsinspektør Rasmussen.

Af udvalgets medlemmer var til stede:

Vejdirektør K. Bang, formand,
fhv. banechef S. Thorning Christensen,
direktør, civilingeniør M. Lassen-Nielsen.

Fra udvalgets sekretariat mødte:

Afdelingsingeniør Chr. L. Knudsen,
afdelingsingeniør P. Vedel,
ekspeditionssekretær M. Clante.

Endelig mødte:

Civilingeniør C. H. Simonsen, brokontoret.

Bang bød velkommen og redegjorde for baggrunden for mødet.

I Storebæltskommissionens betænkning af december 1959 var det forudsat, at der i Østerenden skulle tilvejebringes 3 gennemsejlingsbrofag med spændvidder 300, 350 og 300 m. Handelsministeriet og forsvarsministeriet havde været repræsenteret i kommissionen.

Der havde ikke efter betænkningens offentliggørelse været nogen indsigelser imod de angivne gennemsejlingsbredder.

Under hensyn til den siden skete udvikling af skibstonnagen foreskrev arbejdsudvalget ved idékonkurrencen i 1966 tre alternative løsninger:

Et brofag med spændvidde 450 m,
to brofag med spændvidder 325 m, adskilt ved et fag med 300 m spændvidde eller to brofag med 350 m spændvidde.

Spørgsmålet om spændvidderne blev i september 1967 forhandlet med handelsministeriet, der kunne tiltræde 3 brofag med spændvidder på 325 - 300 - 325 m, idet handelsministeriet af hensyn til kanalisering af skibsfarten måtte foretrække en sådan løsning.

Under det videre tekniske arbejde var man imidlertid blevet klar over, at der var såvel teknisk som økonomisk mulighed for at udforme broanlægget som hængebro med ét gennemsejlingsfag på 800 m.

Man forelagde dette spørgsmål for handelsministeriet, som imidlertid i skrivelse af 29. december 1967 udtalte, at ministeriet efter brevvæksling med søfartsrådet kunne acceptere en sådan løsning, men at der efter ministeriets opfattelse ikke var knyttet særlige besejlingsmæssige fordele hertil.

Forsvarsministeriet, som endvidere var blevet hørt af arbejdsudvalget, svarede i skrivelse af 5. april 1968 efter brevvæksling med søværnskommandoen, søkortarkivet, fyrdirektoratet og lodsdirektoratet. Af skrivelsen fremgår, at de nævnte institutioner, til hvis udtalelse forsvars-

ministeriet henholdt sig, alle kraftigt anbefaler løsningen med 800 m spændvidde.

Da det har vist sig, at der er større økonomisk forskel på de to typer broanlæg (ca. 2-300 mill. kr.), end det hidtil var forudsat, har udvalget ment det nødvendigt at tage en drøftelse med såvel forsvarsministeriet som handelsministeriet for at nå frem til en afgørelse.

Otzen (forsvarsministeriet) bemærkede, at forsvarsministeriets deltagelse i kommissionsarbejdet udelukkende havde haft relation til militære hensyn. 3-fags løsningen havde man taget som et fait accompli, og et hængebrofag var ikke dengang inde i billedet.

Thorning Christensen gjorde opmærksom på, at forsvarsministeriet dog havde været repræsenteret i det tekniske udvalg under Storebæltskommissionen.

Kjærgaard (søkortarkivet) udtalte, at der ikke ville være uoverkommelige vanskeligheder med at etablere ensrettet besejling og dermed kanalisering med 3 brofag, men vanskelighederne ville med de meget store skibe, der bygges nu, være væsentligt mindre, hvis gennemsejlingen skete gennem et 800 m-fag. Han pegede særligt på, at der i den vestlige side af sejlløbet er talrige puller med forholdsvis ringe vanddybde.

Rasmussen (lodsdirektoratet) udtalte, at direktoratet ud fra besejlingsmæssige hensyn måtte foretrække 800 m-faget. Han fremhævede faren ved skibe, der driver med isen mod bropillerne. Han var dog enig i, at det er muligt at gennemføre besejlingen med de 3 mindre fag.

Olesen (fyrdirektoratet) fremhævede, at man ved afgivelsen af fyrdirektoratets udtalelse var gået ud fra, at der ikke var større økonomiske forskelle på de to projekter. Det ville være forkert at etablere bropiller blot for kanaliseringens skyld. Kanaliseringen ville kunne finde sted ved afmærkning.

Gredal (fyrdirektoratet) fjøede til, at sagen naturligvis lå anderledes, hvis der var betydelige økonomiske forskelle. Han oplyste i øvrigt, at der skal afsættes afmærkning på broen i begge tilfælde. Hvis der er tale om det store spand, skal der være afmærkning oppe ved selve brobanen.

Ved begge løsninger vil det være muligt at lave en fornuftig afmærkning.

Forsvarsministeriets repræsentanter bekræftede vedrørende et eventuelt tunnelanlæg, at de

to udluftningstårne, der ligger i ca. 2300 m afstand, ikke vil være til gene.

Kirkman-Møller (handelsministeriet) nævnte mødet i september og derefter handelsministeriets udtalelse af 29. december 1967, hvorefter der efter handelsministeriets opfattelse ikke var besejlingsmæssige fordele ved 800 m-faget, som man dog på den anden side kunne acceptere. Han nævnte kanaliseringen, som fandt sted gennem tre-fagsløsningen og pegede på vanskelighederne ved at følge en sejllinie, der alene var etableret ved afmærkning, i tåge.

Thorning Christensen nævnte statsbanernes overvejelser i forbindelse med Halsskov-Knudshoved rutens etablering, hvor man havde overvejet, om skibene Korsør-Nyborg og Halsskov-Knudshoved midtvands kunne sejle i hver sin linie. Søfartskyndige havde for en sådan løsning forlangt en indbyrdes afstand mellem de to sejllinier på mindst 1,0 km, og da dette ville nødvendiggøre betydelige uddybningsarbejder, havde man opgivet tanken om separate sejllinier.

Kjærgaard fandt, at 3-fags løsningen ville være mere acceptabel, hvis der var lodstvang.

Rasmussen oplyste, at man ikke kan pålægge skibe at benytte lods i de internationale stræder.

Kirkman-Møller oplyste, at Øresundstraktaten af 1857 pålægger Danmark pligt til at sikre fredelig passage. Dette fortolkes således, at man ikke kan pålægge skibene at benytte lods gennem Øresund og Store Bælt.

Rasmussen fjøede til på Bangs forespørgsel, at der ikke er lodstvang hverken i Flinterenden eller Drogden.

Otzen oplyste, at krigsskibe principielt ikke skal have tilladelse til gennemsejling af Øresund, herunder Drogden, Store Bælt eller Lille Bælt.

Kirkman-Møller oplyste, at handelsministeriet havde haft møde med svenskerne om uddybning af danske farvande af hensyn til de store tankskibe.

Kjærgaard gjorde opmærksom på, at man ved store tankskibe måske kunne indfortolke adgang til lodstvang i »fredelig passage« af hensyn til faren for olieskader.

Kirkman-Møller bemærkede, at der for øjeblikket ikke kan kræves nationale søregler overholdt af udenlandske skibe.

Olesen oplyste, at i praksis fulgte skibene afmærkningerne, f.eks. nævnte han afmærkningerne i Øresund (kanaler i 100 m bredde) og

Store Bælt i forbindelse med bundundersøgelserne.

Kirkman-Møller bemærkede hertil, at det var rent midlertidige foranstaltninger.

Kjærgaard spurgte, om det var muligt at pålægge skibene at tegne forsikring mod kollision med broen.

Kirkman-Møller oplyste, at skibserstatningerne er meget begrænsede. Spørgsmålet om erstatning for olieskader forhandles for tiden på internationalt plan.

Thorning Christensen forespurgte, hvor stort et enkelt fag skulle være. Kunne man gå under 800 m til f.eks. 700 eller 600 m.

Gredal mente i hvert fald ikke, man kunne gå under 700 m.

Chr. L. Knudsen oplyste på forespørgsel, at en løsning med snævert midterfag og to forholdsvist brede yderfag eller med f.eks. to brede midterfag på 450 m også ville medføre væsentlige merudgifter.

Bang spurgte, om det var realistisk at regne med et større antal store tankskibe gennem Store Bælt.

Kirkman-Møller oplyste, at såvel svenskerne som finnerne faktisk byggede disse store skibe, og at man byggede oliehavn syd for Stockholm. Svenskerne og finnerne var interesserede i ud-

dybning af de danske farvande for at kunne komme igennem med disse skibe, der har et dybtgående på indtil 16,6 m. Man havde hidtil afvist at deltage i udgifterne til en sådan udbygning.

Kjærgaard oplyste, at man indtil Gedser hidtil kun havde kunnet garantere dybtgående på 12,0 m. Der kunne sejles med indtil 17 m dybtgående indtil Gedser, men omfattende ændringer af afmærkningerne og fjernelse af visse vrage ville være påkrævet. Det største kendte dybtgående for et gennemsejlende skib har været 13,5 m.

Bang og Thorning Christensen konkluderede som resultat af mødet

- 1) at begge løsninger er acceptable, men at forsvarsministeriets repræsentanter dog ud fra besejlingsmæssige hensyn fortrækker løsningen med et enkelt gennemsejlingsfag,
- 2) at man ved anvendelsen af et enkelt gennemsejlingsfag ikke bør gå under 800 m spændvidde samt
- 3) at størrelsen af forskellen i udgifterne ved valget mellem løsningerne må spille en væsentlig rolle.

Der ville i udvalgets redegørelse blive gjort rede for de førte forhandlinger.

Den 6. maj 1968.

Antallet af nedbrudte automobiler på en fremtidig Storebæltsbro.

I Research on Road Traffic, 1965, er givet følgende oplysninger om antallet af nedbrudte automobiler på forskellige vejstrækninger.

1. Preston by-pass (England), 8 km lang strækning, december 1958-oktober 1959.
1 nedbrudt vogn pr. 37.000 køretøjskm.
2. London-Birmingham motorvej, 117 km lang strækning, november 1959-oktober 1960.
Antallet af nedbrudte vogne varierede de enkelte måneder mellem 30 og 44 pr. 1,0 mill. køretøjskm, i gennemsnit for hele tiden 38 pr. 1,0 mill. køretøjskm d.v.s.
1 nedbrudt vogn pr. 26.000 køretøjskm
(i sommermånederne 1 pr. 23.000 køretøjskm).
3. New Jersey Turnpike, året 1959.
I nedbrudt vogn pr. 40.000 køretøjskm.

Alle ovenstående tal omfatter kun standsninger, hvor hjælp var nødvendig, altså ikke stands-

ninger hidrørende fra punkteringer eller andre mindre fejl, som bilisten selv kunne udbedre. Det fremgår ikke af oplysningerne i Research on Road Traffic, om sidstnævnte standsninger er inkluderet i efterfølgende tal.

4. New York State, 256 km landevej (rural roads), kl. 8,00-20,00 hverdage.
1 nedbrudt vogn pr. 19.000 køretøjskm.
Dette tal svarer nøje til resultatet fra en tidligere undersøgelse af landeveje (rural highways) i New Jersey.

For en fremtidig Storebæltsbro kan man formentlig ud fra disse tal regne med *1 nedbrudt vogn pr. 20.000 køretøjskm.*

I nedenstående tabel er antallet af nedbrudte vogne på en fremtidig Storebæltsbro herefter udregnet, idet broens længde er regnet til 20 km og trafikmængderne i overensstemmelse med den opstillede prognose.

Broanlæg	med afgift			uden afgift		
	1980	2000	2020	1980	2000	2020
År						
Årstrafik mill. vogne	4,9	9,4	14,0	9,2	18,1	27,1
Årsdøgntrafik	13.400	25.800	38.400	25.200	49.600	74.200
Køretøjskm. pr. årsdøgn	268.000	516.000	768.000	504.000	992.000	1.484.000
Antal nedbrudte vogne pr. døgn ..	14	26	39	26	50	75

K. O. Larsen.

DET KONGELIGE DANSKE SØKORT-ARKIV
Esplanaden 19, København K.

DIREKTØREN

Den 8. marts 1962.

Til

Statsbanerne, Baneafdelingen, Sølvgade 40, K.

*Emne: Svenske søfartsinteresser i at få fastlagt
ruter til Østersøen gennem dansk farvand til
meget dybtgående skibe*

Søkort-Arkivet skal til orientering meddele følgende:

I dagene den 23. og 24. marts 1961 afholdtes møde mellem den svenske sjofartsstyrelse repræsenteret af generaldirektør Widell m.fl. og direktørerne for Fyrvæsenet, Vandbygningsvæsenet, Lodsvæsenet og Søkort-Arkivet.

De svenske ønsker gik ud på at få mulighed for at kunne tage skibe med dybgående op til 14 m igennem dansk farvand - Store Bælt - til Østersøen, hvorfor der regnes med, at det vil være påkrævet at kunne garantere mindst 16 m i en sådan sejlroute.

Efter det foreliggende vil en sådan rute kunne findes gennem Store Bælt, generelt følgende den nuværende minestrøgne rute, der blandt andet fører E om Sprogø, dog har Søkort-Arkivet påtaget sig at foretage en nærmere opmåling af de dele af ruten, hvor vanddybden nærmer sig den ønskede minimumdybde.

(sign.) *Henrik Madsen.*

I (sign.) Tegner.

JUSTITSMINISTERIET
Slotsholmsgade 10

København, den 25. januar 1968.

*Ministeriet for offentlige arbejder,
generaldirektoratet for statsbanerne.
Baneafdelingen,
Sølvgade 40, K.*

I skrivelse af 11. februar 1965 (Ih 04) har generaldirektoratet i anledning af en henvendelse fra firmaet A. P. Møller anmodet om en foreløbig udtalelse fra justitsministeriet vedrørende spørgsmålet om mulighederne for at overføre olie- og/eller gasledninger over den eksisterende Lillebæltsbro, over den kommende vejbro over Lillebælt samt over en eventuel Storebæltsbro eller gennem et eventuelt tunnelanlæg under Store Bælt.

Efter justitsministeriets opfattelse må det rejste spørgsmål ses i sammenhæng med det videregående spørgsmål om, i hvilket omfang og på hvilke betingelser fremføring af ledninger af den nævnte art her i landet eventuelt vil kunne tillades. Dette spørgsmål har ikke tidligere været aktuelt, og der findes derfor hverken i dansk lovgivning eller i administrativt udfærdigede forskrifter bestemmelser herom.

Justitsministeriet har i anledning af den foreliggende henvendelse bl.a. søgt spørgsmålet belyst ved tilvejebringelse af udenlandsk materiale, ligesom sagen har været forelagt justitsministeriets konsulent for brandfarlige stoffer til udtalelse.

Det fremgår af de fra udlandet tilvejebragte oplysninger, der dog ikke kan anses for udtømmende, at en række lande nærer afgørende betænkeligheder ved at tillade fremføring af olie/gasledninger over broer. I flere lande findes forskrifter, hvorefter fremføring af ledninger ikke må finde sted inden for en nærmere

angiven sikkerhedsafstand fra broer, jernbanelinier og andre samfærdselsårer.

Konsulenten for brandfarlige stoffer har bl.a. udtalt, at fremføring af ledninger gennem tunnelanlæg ikke bør tillades.

Justitsministeriet har endnu ikke endeligt afsluttet sine overvejelser vedrørende det foreliggende spørgsmål, men må dog - særlig på grundlag af det allerede tilvejebragte udenlandske materiale - nære betænkelighed ved de foreslåede projekter. Justitsministeriet lægger herved vægt ikke alene på de risici med hensyn til brand- og eksplosionsfare, der måtte være forbundet med en ledningsføring som den ønskede, men tillige på de konsekvenser en imødekommende besvarelse måtte indebære i forhold til eventuelle fremtidige andragender fra anden side om tilsvarende eller lignende tilladelser.

Man skal i den anledning henlede opmærksomheden på, at spørgsmålet i den ovenfor nævnte videre sammenhæng eventuelt vil kunne gøres til genstand for behandling i det udvalg, der af ministeriet for offentlige arbejder agtes nedsat til behandling af spørgsmål i forbindelse med eventuel indvinding af olie eller naturgas i Danmarks undergrund.

P.M.V.

(sign.) Vilhelm Boas.

(sign.) Boye.

VANDBYGNINGSINSTITUTTET
Akademiet for de tekniske videnskaber
Øster Voldgade 10, København K.

Den 31. januar 1968.

*Hen banechef S. Thorning Christensen,
Generaldirektoratet for Statsbanerne,
Sølvgade 40,
1307 K.*

Vedr.: Fast forbindelse over Store Bælt

Med skrivelse af 19/1 1965 har hr. banechefen for arbejdsudvalget vedrørende en Storebæltsbro fremsendt et af entreprenørfirmaet Christiani & Nielsen på udvalgets foranledning udarbejdet »Memorandum om saltvandsstrømning«, der belyser en eventuel Storebæltstunnels indflydelse på strømningsforholdene i Storebælt, specielt på tilførslen af salt til Østersøens vand. I samme skrivelse anmoder udvalget Vandbygningsinstituttet om at gennemgå det nævnte memorandum og fremkomme med en udtalelse med instituttets eventuelle bemærkninger.

Vedrørende det modtagne memorandum skal man bemærke, at den i memorandumet givne fænomenologiske fremstilling af strømningsforholdene i Storebælt og disses betydning for salttilførslen til Østersøen på kortfattet, men med hensyn til det væsentlige, fyldestgørende form gengiver den på basis af de foreliggende data herskende opfattelse af disse forhold. Det må dog bemærkes, at de til grund herfor liggende observationsdata med hensyn til strømningsforholdene dels er meget sparsomme, dels er af ældre dato og som følge heraf behæftet med en ikke ringe måleusikkerhed, idet de er udført med en nu forældet måleteknik.

Som grundlag for vurderingen af en eventuel tunnels indflydelse på strømningsforholdene har Christiani & Nielsen udført en række hydrauliske beregninger såvel med som uden tunnel. Disse beregninger har værdi derved, at de illu-

strerer, hvor lidt en lokal forøgelse af strømningsmodstanden, selv ved en tunnel, der blokerer en ret betydelig del af tværsnittet, vil påvirke den samlede strømningsmodstand i et langt, snævert strømløb som Storebælt. Imidlertid må der mod beregningerne rejses den principielle indvending, at de ikke tager hensyn til vandets lagdeling på korrekt vis, således at beregningerne i visse tilfælde giver en alt for lille indflydelse af tunnelen på strømningen i bundlaget.

Ikke desto mindre er man fra instituttets side overbevist om, at memorandumets konklusion, der går ud på, at selv en ret højt beliggende tunnel kun vil have forsvindende indflydelse på salttilførslen til Østersøen, er korrekt. For så vidt angår en tunnel, der på det dybestliggende punkt har oversiden i kote -37, må man derfor anse det for givet, at strømningsforholdene ikke vil blive påvirket i en sådan grad, at det vil medføre målelige, endsige skadelige virkninger for de hydrografiske forhold i Østersøen.

Instituttet må imidlertid anbefale, at man, dersom et sådant tunnelprojekt agtes gennemført, til dokumentation af denne bedømmelse iværksætter en dyberegående undersøgelse, omfattende dels observationer i naturen, dels videregående hydrauliske beregninger.

(sign.) H. Lundgren, (sign.) Torben Sørensen.

Bilag 13

DANMARKS FISKERI- OG HAVUNDERSØGELSER
Charlottenlund Slot, Charlottenlund

Charlottenlund, den 2. maj 1964.

*Til fiskeriministeriet,
Borgergade 16, K.*

Med henvisning til sag Fisk. J. 1964 nr. H 2/22 I skal vi bemærke følgende:

Fra Østerrenden i Storebælt på den lokalitet, hvor tunnelanlægget er projekteret, foreligger der kun ganske få strømmålinger. Disse målinger viser, at der foregår nogen indstrømning til Østerrenden af Kattegatsvand med høj saltholdighed også under kote - 34,5 m, der svarer til overkanten af den projekterede undervands-tunnel.

Det er derfor ret sikkert, at bygningen af en tunnel som projekteret vil reducere indstrømningen af salt vand til Østersøen noget, men det er ikke muligt på grundlag af de foreliggende målinger at beregne størrelsen af denne reduktion og dens indflydelse på saltholdigheden i Østersøen.

Med hensyn til de øvrige spørgsmål fra arbejdsudvalget vedrørende en storebæltsbro, kan vi oplyse følgende:

1. **Det** er ganske normalt, at man i den dybe del af Storebælt samtidig har nordgående overfladestrøm med ringe saltholdighed og sydgående strøm af vandmasser med høj saltholdighed i de dybere vandlag.
2. **Det** vil sikkert være ret sjældent, at der

samtidig forefindes sydgående strøm i den ene rende og nordgående i den anden, da strømrretningen væsentlig er betinget af vandstands-forskellen mellem den vestlige Østersø og Kattegat.

3. Opmærksomheden henledes på, at den største indstrømning af salt vand til Østersøen sikkert foregår gennem Østerrenden, idet der her findes større vanddybder end i Vesterrenden.

4. Det anbefales, at arbejdsudvalget vedrørende en storebæltsbro kontakter Kystlaboratoriet, Rævehøjvej 15, angående udførelse af strømmålinger i Store Bælt til belysning af saltvandsindstrømningen til Østersøen gennem Store Bælt.

Det må antages, at fiskebestanden i Østersøen er ret følsom for en formindskelse af saltholdigheden, navnlig det svenske, finske, polske og russiske fiskeri vil kunne påvirkes heraf. Arbejdsudvalget vedrørende en Storebæltsbro bedes undersøge, om det er tilladeligt at udføre sådanne bygningsarbejder i Store Bælt, som muligvis kan påvirke andre nationers fiskeri.

Ovenstående sag tilbagesendes hermed (4 aktstykker).

(sign.) *Frede Hermann.*

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Den 8. april 1968.

*Fiskeriministeriet,
Borgergade 18.
København K.*

Ved skrivelse af 13. maj 1964 - brev nr. 3.174, journalnummer 1964 nr. H 2/222 _ har fiskeriministeriet besvaret arbejdsudvalgets henvendelse af 18. marts 1964 vedrørende spørgsmålet om den indflydelse, som et tunnelanlæg under Østerrenden i Store Bælt eventuelt kunne have på saltholdigheden i Østersøen.

Siden da har firmaet Christiani & Nielsen i forbindelse med arbejdet med udarbejdelse af projekt til tunnelanlægget foretaget en undersøgelse vedrørende dette spørgsmål. Resultatet af undersøgelsen er indeholdt i vedlagte »Memorandum om saltvandsstrømning« af december 1964. Undersøgelserne har i hovedsagen været baseret på foreliggende litteratur, jfr. fortegnelsen side 57 i memorandummet, men strømmålinger foretaget af Geoteknisk Institut i forbindelse med grundundersøgelserne har også været draget ind i overvejelserne.

Det nævnte memorandum har været forelagt Vandbygningsinstituttet til udtalelse, idet det samtidig blev oplyst, at tunnelen under Østerrenden i givet fald ville blive udført med oversiden på det dybeste sted i kote -f 37 m mod de i memorandummet forudsatte 25 m.

Som det vil fremgå af vedlagte genpart af

Vandbygningsinstituttets svarskrivelse af 31. januar 1968, anser instituttet det for givet, at et tunnelanlæg med oversiden i kote -f 37 m på det dybeste sted ikke vil kunne påvirke strømningsforholdene i en sådan grad, at det vil medføre målelige endsige skadelige virkninger for de hydrografiske forhold i Østersøen. De af instituttet anbefalede dyberegående undersøgelser til dokumentation af denne bedømmelse vil i givet fald blive iværksat i forbindelse med de fornødne grundundersøgelser for tunnelanlægget.

Arbejdsudvalget er opmærksom på det i skrivelse af 2. maj 1964 fra Danmarks fiskeri- og havundersøgelser til fiskeriministeriet rejste spørgsmål om tilladeligheden af at udføre bygningsarbejder i Store Bælt, som kan påvirke andre nationers fiskeri, men man er af den formening, at der ikke kan rejses berettigede indvendinger mod den projekterede tunnel med overkanten i kote — 37 m.

Arbejdsudvalget har herefter ikke på nuværende tidspunkt fundet grundlag for at foretage videre.

(sign.) K. Bang.

Bilag 15

DANMARKS FISKERI- OG HAVUNDERSØGELSER

Charlottenlund Slot

2920 Charlottenlund

Charlottenlund, den 5. juli 1968.

*Fiskerim in isteriet,
Borgergade 16,
1300 K.*

Vedr.: Fast forbindelse over Store Bælt

Med henvisning til ministeriets skrivelse nr. 2.995 og 5.052, journal 1968, H 2122 1 og de tilsendte aktstykker, skal jeg bemærke følgende:

Det observationsmateriale, hvorpå det modtagne memorandum bygger, lider af den alvorlige mangel, at det ikke indeholder strømmålinger fra den dybe del af Østerrenden, hvor den eventuelle tunnel skulle placeres. Den flere steder nævnte påstand, at hastighederne i den dybe del af Østerrenden er små, er næppe rigtig. Påstanden er delvis baseret på analogislutninger fra forholdene i det nordlige Øresund. Nyere strømmålinger her viser imidlertid, at der selv med nordgående overfladestrøm kan forekomme ret kraftig sydgående dybdestrøm.

De udførte hydrauliske beregninger forudsætter, at vandmasserne enten er homogene, eller at de kan opdeles i to homogene lag. I naturen vil vandmasserne næsten altid være lagdelte, og det må derfor formodes, at beregningerne giver for lave værdier for tunnelens indflydelse på strømmingen i bundlaget.

Tunnelen vil ikke alene bevirke, at den indstrømmende vandmasse formindskes, men også at den gennemsnitlige saltholdighed af det indstrømmende vand bliver mindre. Salttilførslen til Østersøen formindskes derfor forholdsvis mere end vandføringsevnen.

Det må imidlertid anses for at være rigtigt, at en væsentlig del af saltvandstilførslen til Østersøen finder sted, når strømmen i Store Bælt er sydgående i hele tværsnittet, og at en dybtliggende tunnel kun har ringe indflydelse på strømforløbet i denne situation.

Jeg kan derfor tilslutte mig Vandbygningsinstituttets konklusion, at en tunnel, der på det dybestliggende punkt har oversiden i kote $\rightarrow$ 37 m, ikke vil påvirke strømningsforholdene i en sådan grad, at det får betydning for de hydrografiske forhold i Østersøen.

Hvis tunnelen ønskes lagt højere, mener jeg, der bør foretages mere omfattende målinger og beregninger.

(sign.) *Frede Hermann.*

Den 29. juli 1964.

Til Arbejdsudvalget vedrørende en Storebæltsbro.

Vedr.: Funderingsforholdene i tunnellen i Østerrenden

Vi har modtaget Deres brev af 27. juli 1964 (med et bilag), hvori De forespørger, om de udførte seismiske undersøgelser giver grundlag for vurdering af bundforholdene langs en nu påtænkt tunnellinie ca. 750 m nord for »bro-linien«.

Da den nu aktuelle tunnellinie ligger 150-350 m nord for den nordligste af de udførte seismiklinier, giver det foreliggende materiale ikke grundlag for en helt sikker vurdering.

Imidlertid varierer forholdene tilsyneladende kun forholdsvis lidt i nord-sydlig retning inden for det undersøgte område (jfr. f.eks. bilagene

nr. D-5, D-7 og D-9 til vore rapporter nr. 6 eller 7), således at det må antages, at bundforholdene langs den nu aktuelle tunnellinie ikke afviger væsentligt fra, hvad der er mødt i den nordlige del af det undersøgte område.

Opmærksomheden henledes dog specielt på forholdene omkring boring nr. 27, hvor der er truffet over 8 m mægtige postglaciale lag (jfr. bilag nr. D-5 og nr. B-23). Udstrækningen af dette postglaciale bassin er *ikke* bestemt mod nord, hvor den nu aktuelle tunnellinie passerer.

(sign.) *J. Brinch Hansen.*

ARBEJDSUDVALGET VEDRØRENDE EN
STOREBÆLTSBRO

Overslag for
fælles bro for vej og bane over
Østerrenden og Vesterrenden, jfr. afsnit 5.1.3.

Byggepris pr. 1. januar 1968, eksklusive moms.

De samlede udgifter til denne løsning vil beløbe sig til følgende:

I. Strækningen over Østerrenden	1330 mill. kr.
II. Strækningen over Vesterrenden	1170 » »
III. Tilsluttende anlæg i land og diverse arbejder	100 » »
I alt _____	2600 mill. kr.

1. Strækningen over Østerrenden.

Samlet længde fra kyst til kyst 8,300 km, der fordeler sig som følger:

Høje dæmninger ved Halsskov og Sprogø	0,845 km
Jernbetonbroer på lave dæmninger	2,160 km
Stålbros	5,295 km

Høje dæmninger ved Halsskov og Sprogø.

Vejbelægninger og spor-			
konstruktioner m.v.	845 m	å 3.400 kr.	2,873 mill. kr.
Storsten.	19.000 m ³	» 70 »	1,330 » »
Ral	7.600 m ³	» 45 »	0,342 » »
Sandfyld	970.000 m ³	» 11 »	10,670 » »
Muldjordsbeklædning	37.000 m ²	» 5 »	0,185 » »
Håndstensbelægning	15.000 m ²	» 70 »	1,050 » »
Spunsvægge af træ	7.800 m ²	» 100 »	0,780 » »
Vej langs skråningsfod	845 m	» 400 »	0,338 » »
Diverse			0,432 » »
Tilsammen			18,000 mill. kr.

Lave dæmninger under jernbetonbrofag.

Storsten	90.000 m ³ å	70 kr.	6,300 mill. kr.
Ral	110.000 m ³ »	45 »	4,950 » »
Sandfyld	600.000 m ³ »	8 »	4,800 » »
Håndstensbelægning	43.000 m ² »	70 »	3,010 » »
Spunsvægge af træ	11.000 m ² »	100 »	1,100 » »
Spunsvægge af stål	20.000 m ² »	350 »	7,000 » »
Adgangsvej under broen	2.160 m »	400 »	0,864 » »
Grusbelægning under bro	60.000 m ² »	5 »	0,300 » »
Tillæg for dæmningsender og overgang til høje dæmninger			2,000 » »
Diverse			0,676 » »
Tilsammen .			31,000 mill. kr.

Jernbetonbrofag.

Vejbelægninger og spor- konstruktioner på bro	2.160 m å	4.700 kr.	10,150 mill. kr.
Jernbetonpæle	37.500 m »	140 »	5,250 » »
Jernbeton i fundamenter	11.700 m ³ »	200 »	2,340 » »
Jernbeton i søjler	21.000 m ³ »	240 »	5,040 » »
Forspændt beton i brodæk	52.000 m ³ »	280 »	14,560 » »
Forskalling	300.000 m ² »	70 »	21,000 » >
Tentorstål eller kamstål	6.600 t »	2.400 »	15,840 » »
Forspændingsstål	4.000 t »	5.500 »	22,000 » »
Isolation+puds med net	65.000 m ² »	50 »	3,250 » »
Tillæg for 2 endepiller			3,000 » »
» » 2 overgangspiller			5,000 » x
Diverse			1,570 » .
Tilsammen			109,000 mill. kr.

*Stålbrotækningen.**a. Brooverbygningerne.*

Vejbelægninger og spor- konstruktioner m.v.	5.295 m å	4.900 kr	25,945 mill. kr.
Stål i overbygninger og pyloner	94.000 t »	5.000 »	470,000 » »
Skråstagskabler	2.400 t »	9.000 »	21,600 » »
Lejer, stålstøbegods	1.250 t »	10.000 »	12,500 » »
Fugekonstruktioner			11,000 » »
Diverse			3,955 » »
Tilsammen			545,000 mill. kr.

b. Pilleskifter.

Beton B 350 med granitskærver	70.000 m ³ å	280 kr	19,600 mill. kr.
Forskalling	175.000 m ² »	80 »	14,000 » »
Armering	7.000 t »	2.500 »	17,500 » »
Efterbehandling af betonflader	80.000 m ² »	15 »	1,200 » »
Diverse udstyr			0,700 » »
Andel i fællesudgifter			4,000 » »
Tilsammen			57,000 mill. kr.

c. Piller.

Udgravning for bropiller.	250.000 m ³ å	40 kr.	10,000 mill. kr.
Udgravning gennem rørceller.	25.000 m ³ »	100 »	2,500 » »
Udgravning inden for spunsvægge.	20.000 m ³ »	30 »	0,600 » »
Ralbanket for piller af type II og IIa_____	20.000 m ³ »	200 »	4,000 » »
Ralkastning om piller.	75.000 m ³ »	60 »	4,500 » »
Håndstensafdækning om piller.	75.000 m ³ »	100 »	7,500 » »
Spunsvægge om piller af type I.	3.600 t »	3.500 »	12,600 » »
Graverør for piller af type III.	2.500 t »	8.000 »	20,000 » »
Stutse for graverør og skær for piller af type III.	250 t »	4.000 »	1,000 » »
Jernbeton i sænkasker.	80.000 m ³ »	300 »	24,000 » »
Beton under vand.	25.000 m ³ »	280 »	7,000 » »
Colcrete beton.	160.000 m ³ »	300 »	48,000 » »
Beton i celler i dagen.	74.000 m ³ »	250 »	18,500 » »
Beton i øvrigt i piller.	60.000 m ³ »	300 »	18,000 » »
Parement på bropiller.	17.000 m ² »	300 »	5,100 » »
Beklædning på overside af piller.	7.000 m ² »	100 »	0,700 » »
Transport og sænkning af sænkasker	25 stk.		25,000 » »
Udstøbning af rallag under piller.	14.000 m ³ å	250 kr.	3,500 » »
Forskalling	420.000 m ² »	80 »	33,600 » »
Armering.	15.000 t »	2.500 »	37,500 » »
Diverse arbejder og udstyr på piller.			6,400 » »
Andel i dok, arbejdshavne, arbejdsøer m.m.			60,000 » »
Tilsammen_____			350,000 mill. kr.

Samlede udgifter til strækningen over Østerrenden.

Høje dæmninger ved Halsskov og Sprogø	18,0 mill. kr.
Lave dæmninger under jernbetonbrofag	31,0 » »
Jernbetonbrofag	109,0 » »
Stålbrosrækningen	
a. Brooverbygninger	545,0 » »
b. Pilleskafter	57,0 » >
c. Piller	350,0 » »
Tilsammen	1.110,0 mill. kr.
Administration og tilfældigt og uforudseeligt, ca. 20 %	220,0 » »
I alt_____	1.330,0 mill. kr.

II. Strækningen over Vesterrenden.

Samlet længde fra kyst til kyst 8,190 km, der fordeler sig som følger:

Høje dæmninger ved Sprogø og Knudshoved	2,170 km
Stålbros	6,020 km

Høje dæmninger ved Sprogø og Knudshoved.

Vejbelægninger og spor-			
konstruktioner m.v.	2.170 m	å 3.400 kr.	7,378 mill. kr.
Storsten	111.000 m ³	» 70 »	7,770 » »
Ral	144.000 m ³	» 45 »	6,480 » »
Sandfyld	2.110.000 m ³	» 11 »	23,210 » »
Muldjordsbeklædning	58.000 m ²	» 5 »	0,290 » »
Håndstensbelægning	39.000 m ²	» 70 »	2,730 » »
Spunsvægge af træ	4.900 m ²	» 100 »	0,490 » »
» af stål	27.700 m ²	» 400 »	11,080 » »
Vej langs skråningsfod	4.400 m	» 250 »	1,100 » »
Diverse			1,472 » »
	Tilsammen		62,000 mill. kr.

Stålbrosstrækningen.

a. Brooverbygningerne.

Vejbelægninger og spor-			
konstruktioner m.v.	6.020 m	å 4.900 kr.	29,498 mill. kr.
Stål til brooverbygninger	96.700 t	» 4.800 »	464,160 » »
Lejer, stålstøbegods	535 t	» 10.000 »	5,350 » »
Fugekonstruktioner			11,000 » »
Diverse			1,992 » »
	Tilsammen		512,000 mill. kr.

b. Pilleskafter.

Beton B 350 med granitskærver	30.000 m ³	å 280 kr.	8,400 mill. kr.
Forskalling	85.000 m ²	80 »	6,800 » »
Armering	3.000 t	» 2.500 »	7,500 » »
Efterbehandling af betonflader .	40.000 m ²	15 »	0,600 » »
Diverse udstyr			0,700 » »
Andel i fællesudgifter			2,000 » »
	Tilsammen		26,000 mill. kr.

c. Piller.

Udgravning for piller	350.000 m ³ å	40 kr.	14,000 mill. kr.
Udgravning gennem rørceller	15.000 m ³ »	100 »	1,500 » »
Udgravning inden for spunsvægge	10.000 m ³ »	30 »	0,300 » »
Ralbanket for piller af type II og IIa	42.000 m ³ »	200 »	8,400 » »
Ralkastning om piller	100.000 m ³ »	60 »	6,000 » »
Håndstensafdækning om piller	100.000 m ³ »	100 »	10,000 » »
Spunsvægge om piller af type I	1.400 t »	3.500 »	4,900 » »
Graverør for piller af type III	1.100 t »	8.000 »	8,800 » »
Stutse for graverør og skær for piller af type III	150 t »	4.000 »	0,600 » »
Jernbeton i sænkekasser	110.000 m ³ »	300 »	33,000 » »
Beton under vand for piller af type I	12.500 m ³ »	280 »	3,500 » »
Colcretebeton i sænkekasser	150.000 m ³ »	300 »	45,000 » »
Beton i celler udstøbt i dagen	84.000 m ³ »	250 »	21,000 » »
Beton i øvrigt i piller m.v.	45.000 m ³ »	300 »	13,500 » »
Parement på piller	20.000 m ² »	300 »	6,000 » »
Beklædning på overside af piller	7.000 m ² »	100 »	0,700 » »
Transport og sænkning af sænkekasser		42 stk.	24,000 » »
Udstøbning af rallag under piller	30.000 m ² å	250 kr.	7,500 » »
Forskalling	580.000 m ² »	80 »	46,400 » »
Armering	19.000 t »	2.500 »	47,500 » »
Diverse arbejder og udstyr på piller			8,400 » »
Andel i dok, arbejdshavne, arbejdsøer m.m.			64,000 » »
Tilsammen _____			375,000 mill. kr.

Samlede udgifter til strækningen over Vesterrenden.

Høje dæmninger ved Sprogø og Knudshoved	62,0 mill. kr.
Stålbrosrækningen	
a. Brooverbygninger	512,0 » »
b. Pilleskafter	26,0 » »
c. Piller	375,0 » »
Tilsammen . . .	975,0 mill. kr.
Administration og tilfældigt og uforudseeligt, ca. 20 %	195,0 » »
I alt	1.170,0 mill. kr.

III. Tilsluttende anlæg i land og diverse arbejder.*Inklusive tillæg for administration m.v.**Jernbaneanlæg.*

Sjælland	23,5 mill. kr.
Sprogø	3,0 » »
Fyn	20,5 » »
	47,0 mill. kr.

Vejanlæg.

Sjælland	14,0 mill. kr.
Sprogø	8,0 » »
Fyn	11,0 » »
	33,0 » »

Diverse arbejder.

Belysning af vejbaner.	5,0 mill. kr.		
Afmærkning af broen	5,0 » »		
Tjenesteboliger, værksteder og foranstaltninger for sikring af vejtrafikken m.v.	10,0 » »	20,0 mill. kr.	
	I alt	100,0 mill. kr.	

*Beregning af udgifter til vejbelægninger og sporkonstruktioner m.v.**På dæmningsstrækninger:*

Kørebanebelægning	24 m ² å	55 kr.	1.320 kr.
Belægning på nødspor.	7 m ² »	50 »	350 »
Enkelt auto-værn.	4 m »	50 »	200 »
Rækværk mellem vej og bane.	2 m »	100 »	200 »
Skiltning og afmærkning	1 m »	15 »	15 »
Afvanding af vejbaner.	1m »	100 »	100 »
Afvanding af jernbane.	1 m »	50 »	50 »
Tillæg for kantbaner.	4 m »	35 »	140 »
Spor og ballast	2 m »	500 »	1.000 »
Diverse.			25 »
	Tilsammen _____		3.400 kr./m

På stålbrostrækninger.

Vejbelægning	28 m ² å	75 kr.	2.100 kr.
Epoxybelægning på sporareal.	11 m ² »	40 »	440 »
Jernbanespor.	2 m »	600 »	1.200 »
Rækværker mellem vej og bane.	2 m »	100 »	200 »
Yderrækværker.	2 m »	250 »	500 »
Auto-værn	4 m »	100 »	400 »
Afvanding af brodæk.	1 m »	15 »	15 »
Skiltning og afmærkning	1 m »	15 »	15 »
Diverse.			30 »
	Tilsammen _____		4.900 kr./m

På jernbetonbrofag.

Der regnes samme mængder som for stål- konstruktioner, men vejbelægningerne regnes at koste 65 kr./m ² , og afvandingen af brodækket 95 kr./m.			
Prisen pr. lbd.m bliver herefter	Tilsammen	4.700 kr./m	

Beregning af Fællesudgifter til dokker og flydende materiel m.v.

Dokanlæg for støbning af sænkekasser.	45,0 mill. kr.		
Arbejdshavne.	20,0 » »		
Arbejdsplatforme på søen (hub-insler).	45,0 » »		
Ankre, bøjler og fyr.	10,0 » »		
Geotekniske undersøgelser.	10,0 » »		
	Tilsammen _____	130,0 mill. kr.	

Beløbet er fordelt med omtrent lige store beløb på **piller+pilleskifter** i Østerrenden og Vesterrenden.

Bilag 18

Side 1

CHRISTIANI & NIELSEN A/S

18. april 1968

Overslag.**Fælles tunnel for vej og bane under Østerrenden.**

Byggepris pr. 1. januar 1968, eksklusive moms.

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Tørdokker, havne m.m.</i>					.100
Uddybning	m ³	6.500.000	9	58	
Fyld	m ³	400.000	25	10	
Spunsvægge	m ²	44.000	500	22	
Diverse og afrunding	sum			10	
<i>Rampe ved Halsskov.</i>					.105
Dæmning	m ³	750.000	35	26	
Spunsvægge	m ²	47.000	700	33	
Beton	m ³	61.000	300	18	
Forskalling	m ²	70.000	100	7	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding	sum			11	
<i>Rampe ved Sprogø.</i>					.130
Dæmning	m ³	1.400.000	30	42	
Spunsvægge	m ²	58.000	600	35	
Beton	m ³	66.000	300	20	
Forskalling	m ²	70.000	100	7	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding	sum			16	
<i>Portalbygninger.</i>					.35
Dæmning	m ³	100.000	50	5	
Spunsvægge	m ²	11.000	1.000	11	
Beton	m ³	18.000	350	6	
Forskalling	m ²	45.000	110	5	
Armering	ton	2.000	2.600	5	
Diverse og afrunding	sum			3	
<i>Ventilationsøer.</i>					.95
Dæmning	m ³	850.000	50	42	
Beton	m ³	47.000	350	16	
Forskalling	m ²	130.000	90	12	
Armering	ton	5.000	2.600	13	
Diverse og afrunding	sum			12	

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Sænketunnel</i>					1.055
Uddybning	m ³	5.400.000	16	86	
Tilbagefyld	m ³	2.400.000	25	60	
Beton	m ³	1.280.000	280	358	
Forskalling	m ²	1.300.000	80	104	
Armering	ton	100.000	2.200	220	
Profiljern	ton	17.000	1.500	26	
Sænkning og sandunderskylning	stk.	48	2,5 mill.	120	
Membran med beskyttelse	m ²	553.000	110	61	
Diverse og afrunding	sum			20	
<i>Tekniske installationer</i>					80
BYGGEPRIS					1.600

Byggeprisen omfatter ikke sporanlæg, anlæg i land samt 20% tillæg for administration m.v., jfr. afsnit 5.2.3.

Bilag 18

Side 3

CHRISTIANI & NIELSEN A/S

24. april 1968

Overslag.**Fælles tunnel for vej og bane under Vesterrenden.**

Byggepris pr. 1. januar 1968, eksklusive moms.

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Tørdokker, havne m.m.</i>					90
Uddybning	m ³	5.700.000	9	51	
Fyld	m ³	400.000	25	10	
Spunsvægge	m ²	44.000	500	22	
Diverse og afrunding . .	sum			7	
<i>Rampe ved Nyborg . . .</i>					95
Dæmning		650.000	35	23	
Spunsvægge		45.000	600	27	
Beton		64.000	300	19	
Forskalling		70.000	100	7	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding . .	sum			9	
<i>Rampe ved Sprogø . . .</i>					110
Dæmning	m ³	1.000.000	30	30	
Spunsvægge	m ²	47.000	600	28	
Beton	m ³	64.000	300	19	
Forskalling	m ²	70.000	100	7	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding . .	sum			16	
<i>Portalbygninger</i>					35
Dæmning	m ³	100.000	50	5	
Spunsvægge	m ²	11.000	1.000	11	
Beton	m ³	18.000	350	6	
Forskalling	m ²	45.000	110	5	
Armering	ton	2.000	2.600	5	
Diverse og afrunding . .	sum			3	
<i>Ventilationsøer</i>					105
Dæmning	m ³	1.600.000	35	56	
Beton	m ³	51.000	350	18	
Forskalling	m ²	135.000	90	12	
Armering	ton	5.000	2.600	13	
Diverse og afrunding . .	sum			6	

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Sænketunnel.</i>					1.085
Uddybning	.m ³	4.650.000	16	74	
Tilbagefyld	.m ³	2.200.000	25	55	
Beton	.m ³	1.350.000	280	378	
Forskalling	.m ²	1.380.000	80	110	
Armering	.ton	105.000	2.200	231	
Profiljern	.ton	17.000	1.500	26	
Sænkning og sandunderskylning	.stk.	52	2,5 mill.	130	
Membran med beskyttelse	.m ²	600.000	110	66	
Diverse og afrunding	sum			15	
<i>Tekniske installationer.</i>	sum				80
BYGGEPRIS.					1.600

Byggeprisen omfatter ikke sporanlæg, anlæg i land samt 20% tillæg for administration m.v., jfr. afsnit 5.2.3.

Bilag 19

Side 1

CHRISTIANI & NIELSEN A/S

24. april 1968

Overslag.**Jernbanetunnel. (Forslag A).**

Byggepris pr. 1. januar 1968, eksklusive moms.

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Tørdokker m.m.</i>					115
Uddybning	m ³	6.500.000	9	59	
Fyld	m ³	500.000	25	13	
Spunsvægge	m ²	60.000	500	30	
Diverse og afrunding	sum			13	
<i>Rampe ved Halsskov</i>					80
Dæmning	m ³	500.000	35	18	
Spunsvægge	m ²	47.000	700	33	
Beton	m ³	35.000	300	10	
Forskalling	m ²	63.000	100	6	
Armering	ton	3.000	2.500	8	
Diverse og afrunding	sum			5	
<i>Rampe ved Sprogø Øst</i>					95
Dæmning	m ³	1.000.000	30	30	
Spunsvægge	m ²	58.000	600	35	
Beton	m ³	37.000	300	11	
Forskalling	m ²	63.000	100	6	
Armering	ton	3.000	2.500	8	
Diverse og afrunding	sum			5	
<i>Rampe ved Sprogø Vest</i>					90
Dæmning	m ³	700.000	30	21	
Spunsvægge	m ²	52.000	700	36	
Beton	m ³	40.000	300	12	
Forskalling	m ²	73.000	100	7	
Armering	ton	3.000	2.500	8	
Diverse og afrunding	sum			6	
<i>Rampe ved Knudshoved</i>					65
Dæmning	m ³	400.000	35	14	
Spunsvægge	m ²	26.000	600	16	
Beton	m ³	37.000	300	11	
Forskalling	m ²	67.000	100	7	
Armering	ton	3.000	2.500	8	
Diverse og afrunding	sum			9	

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Portalbygninger.</i>					35
Dæmning	.m ³	100.000	50	5	
Spunsvægge	.m ²	21.000	900	19	
Beton	.m ³	7.000	350	2	
Forskalling	.m ²	17.000	110	2	
Armering	.ton	600	2.600	2	
Diverse og afrunding	sum			5	
<i>Sænketunnel Øst.</i>					410
Uddybning	.m ³	2.300.000	16	37	
Tilbagefyld	.m ³	1.600.000	25	40	
Beton	.m ³	370.000	280	104	
Forskalling	.m ²	500.000	80	40	
Armering	.ton	26.000	2.200	57	
Profiljern	.ton	4.000	1.500	6	
Sænkning og sandunderskylning	.stk.	48	2 mill.	96	
Membran med beskyttelse	.m ²	268.000	110	29	
Diverse og afrunding	sum			1	
<i>Sænketunnel Vest.</i>					435
Uddybning	.m ³	1.650.000	16	26	
Tilbagefyld	.m ³	1.550.000	25	39	
Beton	.m ³	400.000	280	112	
Forskalling	.m ²	540.000	80	43	
Armering	.ton	29.000	2.200	64	
Profiljern	.ton	4.500	1.500	7	
Sænkning og sandunderskylning	.stk.	52	2 mill.	104	
Membran med beskyttelse	.m ²	291.000	110	32	
Diverse og afrunding	sum			8	
<i>Tekniske installationer.</i>	sum				25
BYGGEPRIS.					1.350
Byggeprisen omfatter ikke sporanlæg, anlæg i land samt 20% tillæg for administration m.v., jfr. afsnit 5.3.4.					

CHRISTIANI & NIELSEN A/S

24. april 1968

Overslag.

Tunnelfærganlæg.

Byggepris pr. 1. januar 1968, eksklusive moms.

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Tørdokker, m.m.</i>					.115
Uddybning	m ³	7.500.000	9	67	
Fyld	m ³	400.000	25	10	
Spunsvægge	m ²	60.000	500	30	
Diverse og afrunding	sum			8	
<i>Rampe ved Halsskov.</i>					90
Dæmning	m ³	600.000	35	21	
Spunsvægge	m ²	47.000	700	33	
Beton	m ³	50.000	300	15	
Forskalling	m ²	80.000	100	8	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding	sum			3	
<i>Rampe ved Sprogø Øst.</i>					.115
Dæmning	m ³	1.150.000	30	34	
Spunsvægge	m ²	58.000	600	35	
Beton	m ³	60.000	300	18	
Forskalling	m ²	100.000	100	10	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding	sum			8	
<i>Rampe ved Sprogø Vest.</i>					.105
Dæmning	m ³	800.000	30	24	
Spunsvægge	m ²	52.000	700	36	
Beton	m ³	64.000	300	19	
Forskalling	m ²	100.000	100	10	
Armering	ton	5.000	2.500	12	
Diverse og afrunding	sum			4	
<i>Rampe ved Knudshoved.</i>					80
Dæmning	m ³	450.000	35	16	
Spunsvægge	m ²	26.000	600	16	
Beton	m ³	57.000	300	17	
Forskalling	m ²	100.000	100	10	
Armering	ton	4.000	2.500	10	
Diverse og afrunding	sum			11	

Beskrivelse	Enhed	Mængde	Enhedspris kr.	Pris mill. kr.	Sum mill. kr.
<i>Portalbygninger.</i>					.35
Dæmning	m ³	150.000	40	6	
Spunsvægge	m ²	21.000	900	19	
Beton	m ³	10.000	350	4	
Forskalling	m ²	21.000	110	2	
Armering	ton	1.000	2.600	3	
Diverse og afrunding	sum			1	
<i>Sænketunnel Øst.</i>					.600
Uddybning	m ³	3.000.000	16	48	
Tilbagefyld	m ³	1.700.000	25	42	
Beton	m ³	670.000	280	188	
Forskalling	m ²	700.000	80	56	
Armering	ton	48.000	2.200	106	
Profiljern	ton	7.000	1.500	10	
Sænkning og sand under skylning	stk.	48	2,2 mill.	106	
Membran med beskyttelse	m ²	384.000	110	42	
Diverse og afrunding	sum			2	
<i>Sænketunnel Vest.</i>					.635
Uddybning	m ³	2.400.000	16	38	
Tilbagefyld	m ³	1.700.000	25	42	
Beton	m ³	730.000	280	204	
Forskalling	m ²	780.000	80	62	
Armering	ton	50.000	2.200	110	
Profiljern	ton	7.000	1.500	10	
Sænkning og sandunderskylning	stk.	52	2,2 mill.	114	
Membran med beskyttelse	m ²	416.000	110	46	
Diverse og afrunding	sum			9	
<i>Tekniske installationer.</i>	sum				25
BYGGEPRIS.					.1.800

Byggeprisen omfatter ikke sporanlæg, rullende materiel, anlæg i land samt 20 % tillæg for administration m.v., jfr. afsnit 5.4.4.

Hængebro med 800 m spændvidde for vej og bane over Østerrenden.

I det følgende er der givet en orienterende redegørelse for sikkerhedsforholdene ved en hængebro for vej og bane over Østerrenden i såvel styrkemæssig som trafikmæssig henseende. Talangivelser i () henviser til litteraturfortegnelsen sidst i dette bilag.

1. Almindeligt.

Broer med spændvidde over 550 m er indtil nu udelukkende udført som hængebroer og kun beregnet for vejtrafik, i enkelte tilfælde dog også for let bybanetrafik. Største spændvidde, 1300 m, har 'Narrows Bridge' i New York. De europæiske broer over Tajo, Firth of Forth og Severn, alle tre med spændvidder på omkring 1000 m, indtager 5., 6. og 7. pladsen i rækken af store broer.

Området med spændvidder fra 550 m og ned til 300 m domineres af de to historiske jernbanebroer, Quebec-broen (549 m) og den gamle Firth of Forth-bro (521 m), begge gitterkonstruktioner, samt enkelte buebroer med spændvidder på omkring 500 m.

Den omstændighed, at der indtil i dag blandt verdens store sporbærende broer ikke forekommer en eneste hængebro, gør det nødvendigt at overveje, om det overhovedet vil være muligt på forsvarlig måde at bygge en hængebro for tung og hurtig jernbanetrafik.

Spørgsmålet er - efter indgående undersøgelser - besvaret bekræftende af de to kendte brokonstruktører D. B. Steinmann (USA) og Fr. Dischinger (Tyskland). De har fremlagt projekter til sporbærende hængebroer med 1525 og 1280 m spændvidde henholdsvis over Messinastrædet (1) og svarende til Golden Gate (2),

men anser i øvrigt spændvidder på 2-3000 m for at være opnåelige, omend i en fjernere fremtid.

2. Konstruktiv sikkerhed.

På grund af hængebroers særlige karakter kan man ved beregningerne ikke altid anvende de almindelige normer og bestemmelser.

Bærekablerne dimensioneres almindeligvis for en sikkerhedskoefficient, der er 30-40 % højere end normalt for stålkonstruktioner.

For hængerne er det ikke ualmindeligt at regne med en endnu større sikkerhed.

På den anden side er der en tendens til at anvende en med indtil ca. 15 % reduceret sikkerhed ved dimensioneringen af afstivningsdragere, idet denne ikke er noget primært bærende led, men først og fremmest gennem sin stivhed tjener til fordeling af belastningen og til at holde deformationerne på et tåleligt niveau.

De af vinden fremkaldte svingninger, lodrette bøjningssvingninger kombineret med torsionssvingninger om broaksen, frembød tidligere et alvorligt sikkerhedsmæssigt problem. Nedstyrtningen af Tacoma-broen i 1940 satte et omfattende forskningsarbejde i gang. Forholdene må i dag siges at være afklarede i en sådan grad, at man tør udelukke gentagelser. Ved et foreløbigt projekt vil man ved hjælp af visse af forskningsresultaterne udlede 'kendetal' hurtigt kunne få et begreb om, hvor stor sikkerheden i denne henseende er.

Også trafikbelastningen fremkalder svingninger, men disse vil selv for jernbanebelastningers vedkommende, som påvist i (7), være uden be-

tydning for moderne større hængebroers sikkerhed.

3. Deformationer.

På grund af bærekabernes bevægelighed er det for hængebroer vanskeligt, og i alt fald kosteligt, at overholde de sædvanlige normkrav til brooverbygningers stivhed.

Som anført i dommerkomiteens betænkning (aktstykke 1, 'Konkurrencens udfald', side 7) må den traditionelle begrænsning af nedbøjningen af brooverbygninger for den bevægelige belastning til en vis brøkdel af spændvidden anses for at være 'utilstrækkelig og næppe tilstrækkelig begrundet'. Bestemmelsen er da også udeladt i den sidste udgave (1965) af 'Berechnungsgrundlagen' (BE) fra Deutsche Bundesbahn.

Der synes dog endnu ikke fra nogen officiel instans at foreligge nye mere relevante bestemmelser, men der kan fra den tekniske faglitteratur samles en del oplysninger om emnet, jfr. (2)-(9) i litteraturfortegnelsen, hvorved det skulle være muligt at indkredse de krav, som det nu måtte være rimeligt at stille.

a. Overholdelse af en vis mindste krumningsradius i brobanens længdeprofil.

I (3) angives for vejtrafik $R_{\min} = 600-1800$ m og i (6) for jernbanetrafik $R_{\min} = 1000-2000$ m.

b. Overholdelse af visse maksimalværdier for 'knækvinkler' i brobanens længdeprofil ved fuger i brobanen.

For norske hængebroer for hovedveje anbefales i (4) en maksimal knækvinkel ved enden af afstivningsdrageren på $1/30 = 33 \text{ ‰}$.

For meget hurtig jernbanetrafik ($V = 200$ km/h) fastsættes i (5) den tilladelige grænseværdi for knækvinklen ved en fuge til $1,38^\circ - 1,59^\circ = 24-28 \text{ ‰}$, afhængig af lokomotivets type.

c. Begrænsning af brobanens vandrette udbøjning for vindtryk.

For vejbroer er ikke fundet talangivelser for den tilladelige udbøjning.

Af (2), side 112, fremgår, at man for hurtig

jernbanetrafik uden risiko skulle kunne tillade en vandret udbøjning af samme størrelsesorden som den lodrette nedbøjning.

d. Begrænsning af brobanens tværhældning for trafikbelastningen.

Der er ikke fundet angivelser af tilladelige værdier, men tilsyneladende - efter opgivelser i beskrivelser af projekterede og udførte broer - anses en tværhældning på $15-20 \text{ ‰}$ for at være acceptabel.

e. Begrænsning af accelerationen i lodret retning for trafikbelastningen.

I (8) anbefales for vejbroer med stor fodgængertrafik $g_{\max} = 0,10-0,15 \text{ m/sek}^2$, hvorimod der for rene vejbroer skulle kunne tillades $0,20-0,30 \text{ m/sek}^2$.

I (9) angives for jernbanetrafik en grænseværdi på $0,31 \text{ m/sek}^2$.

4. Sikkerhedsforhold for en hængebro med 800 m spændvidde for vej og jernbane over Østerrenden.

Med hensyn til sikkerheden af en bærende hængebro-konstruktion i styrkemæssig henseende bemærkes, at denne med de i afsnit 2 foran nævnte sikkerhedsgrader, alle forhold taget i betragtning, ikke står tilbage for den sikkerhed, der gælder for de tilstødende stålbrofag med mindre spændvidde.

Et af de i afsnittet nævnte kendetil for sikkerheden overfor svingninger af brobanen bliver for en hængebro af sædvanlig type (type 1 på vedheftede skitse), uden kontinuitet af afstivningsdrageren ved tårnene og med tværsnit af denne drager som ligeledes vist på skitsen, ca. 1000 mod en påkrævet mindsteværdi på ca. 600. For den nedstyrtede Tacoma-bro var kendetallet ca. 170.

For tårnpillernes vedkommende bliver den maksimale funderingsdybde under D.V. ca. 45 m mod ca. 55 m for skråstagsbroen på tegning nr. 2.

Tårnpillerne får uden særlig forøgelse af dimensionerne samme sikkerhed overfor skibsstød som skråstagsbroens piller.

Forankringspillernes funderingsdybde bliver ca. 25 m og ca. 30 m. Afgørende for disse pillers dimensioner bliver normale belastnings-

tilfælde, for hvilke der er regnet med normal sikkerhed. Belastningstilfælde med skibsstød vil være af ret underordnet betydning.

Med hensyn til de i afsnit 3 omhandlede deformationer bemærkes, at man ved efterfølgende udregninger, med undtagelse af udbøjningen for vind i 3 c, har forudsat en sædvanlig hængebro uden kontinuitet af afstivningsdrageren (type 1 på vedføjede skitse) og uden anvendelse af afbardunering af bærekablerne (som type 2, Steinmann-type) eller delvis anvendelse af skråstag ved tårnene (som type 3, Dischinger-type), alt sammen foranstaltninger, der i givet fald vil medføre væsentlige reduktioner af deformationerne uden større merudgifter.

Ved udregningerne af deformationerne er der regnet med fuld trafikbelastning anbragt i farligste stilling, og således, at der ikke er regnet med nogen belastning på de brostrækninger, hvor en belastning ville medføre en formindskelse af deformationerne. Såvel hvad belastningens størrelse som også dens placering angår, vil man således være på den sikre side. Under normal trafikmæssig belastning vil deformationerne derfor være langt mindre end udregnet.

Med hensyn til de enkelte deformationer bemærkes følgende:

Ad. 3. a. *Krumningsradius i brobanens længdeprofil.*

Ved en sædvanlig hængebro som foran nævnt, med tværsnit som angivet på vedheftede skitse, er den mindste krumningsradius for drageren udregnet til ca. 7000 m. Krumningsradien er således af samme størrelsesorden som de afrundingskurver i længdeprofilet, som sædvanligvis foreskrives.

Særlige foranstaltninger i form af anvendelse af en kontinuerlig afstivningsdrager m.v. for forøgelse af krumningsradien synes således ikke direkte påkrævet.

Ad. 3. b. *Knækvinkler i brobanens længdeprofil.*

Deformationer af afstivningsdrageren, nedbøjninger eller opbøjninger, for trafikbelastningen medfører ændringer af stigningsforholdene på broen. For en afstivningsdrager, der ikke er

kontinuerlig, medfører de ændrede stigningsforhold knæk i brobanens længdeprofil ved tårnene. Hvis afstivningsbjælken derimod er kontinuerlig får man intet knæk. Ved afslutningen af hængebroen over forankringspillerne undgår man ikke knæk i nogen af tilfældene. Den maksimale størrelse af knækvinklen ved tårnene (for en bro uden kontinuerlig afstivningsdrager) er bestemt til ca. 28 ‰, d.v.s. samme værdi som anset for tilladeligt i (5) for hurtig jernbanetrafik ($V = 200$ km/h). Anvendelsen af en kontinuerlig afstivningsdrager må under disse forhold dog anses for ønskelig.

Den maksimale knækvinkel ved afslutningen af hængebroen er bestemt til 22 ‰, men der foreligger her flere muligheder for en reduktion.

Som foran anført medfører afstivningsdragerens deformationer for trafikbelastningen en ændring af stigningsforholdene på broen, og da der både kan være tale om nedbøjninger og opbøjninger, vil såvel formindskelser som forøgelser af de normale stigninger på broen være mulig. Stigningsændringerne skønnes uden sikkerhedsmæssig betydning og kun af ringe betydning i færdselsmæssig henseende.

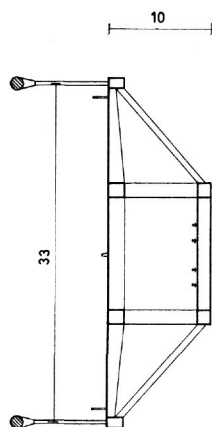
Ad. 3. c. *Brobanens vandrette udbøjning for vindtryk.*

Den maksimale værdi af udbøjningen ved belastet bro og under forudsætning af, at der anvendes en kontinuerlig afstivningsdrager, bliver af størrelsesordenen ca. 1,5 m, hvilket skønnes uden betydning i sikkerhedsmæssig henseende for færdselen på broen.

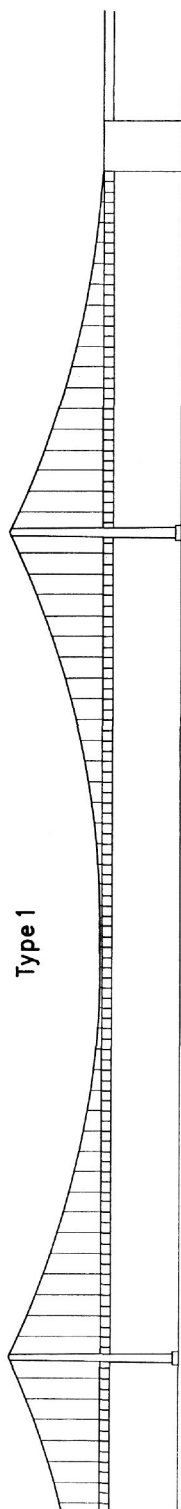
Ad. 3. d. *Brobanens tværhældning.*

En nøjagtig bestemmelse af den sidehældning af brobanen, som fremkommer ved ensidig belastning på broen, vil først være mulig, når detailudformningen af denne foreligger. En undersøgelse hvor der, på den sikre side, er set bort fra afstivningsdragerens vridningsstivhed og regnet med en ikke kontinuerlig afstivningsdrager, har givet som resultat, at sidehældningen kan beløbe sig til ca. 20 ‰. DSB's forskrifter vedrørende den normale overhøjde for spor i kurve svarer ikke til fuld udligning af centrifugalkraften. For $R = 2000$ m og $v = 140$ km/h er afvigelsen således 36 mm, svarende til

Tværsnit



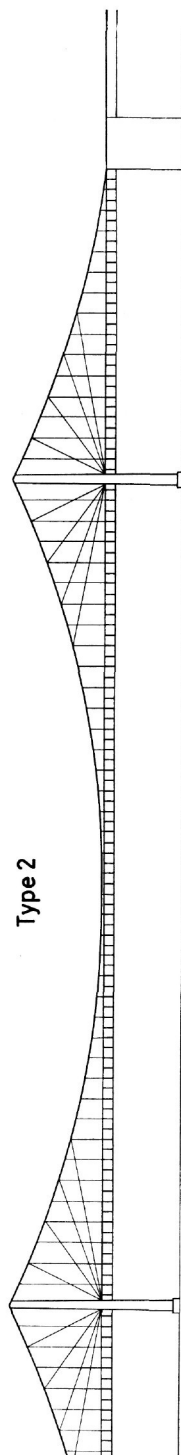
Type 1



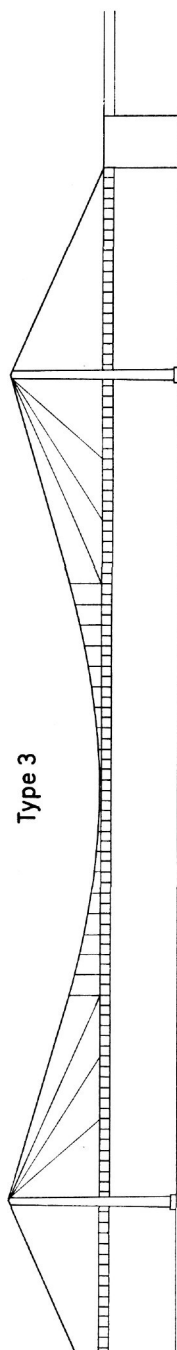
800

350

Type 2



Type 3



en hældning på 24 ‰. En langsomt og sjældent optrædende sidehældning på indtil 20 ‰ for et retlinet spor må derfor anses for at være acceptabel.

Ved en maksimal sidehældning af brobanen på 20 ‰ som følge af ensidig trafikbelastning forøges eller formindskes de to vejbaners normale tværfald på 15 ‰ til henholdsvis 35 ‰ og 5 ‰ i modsat retning af det normale fald. Da ændringen af tværfaldet for trafikbelastningen som før nævnt foregår langsomt, og da maksimumsværdien på 20 ‰ er sjældent forekommende og desuden af kortere varighed, skønnes forholdet uden større betydning for vejtrafikken.

Ad. 3. e. Accelerationen i lodret retning for trafikbelastningen.

Den maksimale nedbøjning for trafikbelastningen er bestemt til ca. 3,0 m under de i indledningen gjorde forudsætninger. Ved anvendelse af de her nævnte foranstaltninger for reduktion af deformationerne skønnes det, at denne nedbøjning vil kunne reduceres til under halvdelen, og det må endvidere erindres, at alle deformationer fremkommer ret langsomt. Trafikanterne vil kun bemærke deformationerne i form af en

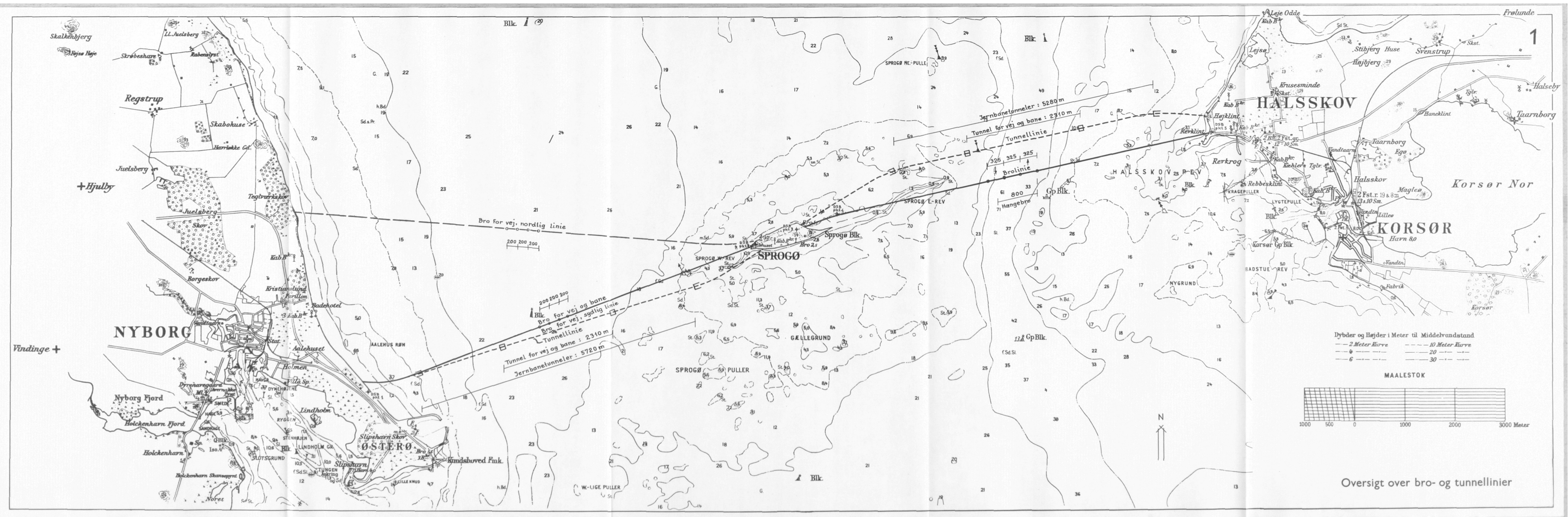
ændring af horisontens beliggenhed i forhold til rækværker og vejbane og ved hastighedsændringer i lodret retning.

Accelerationen i lodret retning uden hensyntagen til massekræfter er udregnet til maksimalt ca. 0,085 m/sek² for en hastighed på 120 km/h, altså betydelig mindre end den i (9) angivne grænseværdi på 0,31 m/sek² for jernbanetrafik.

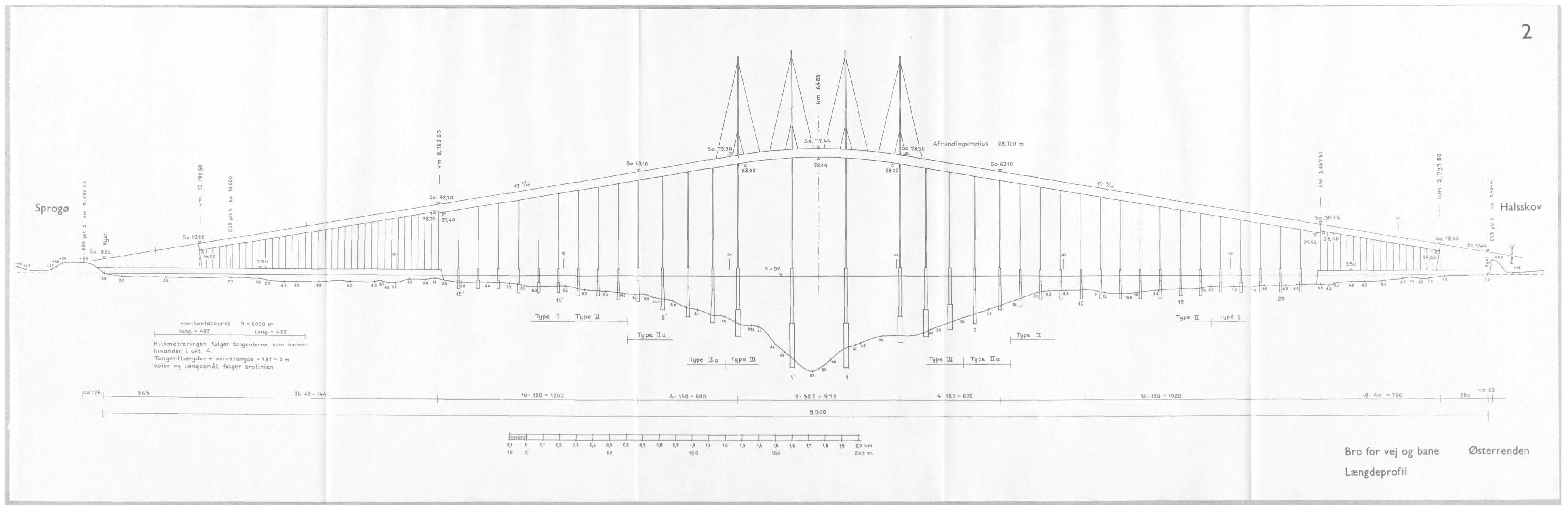
Til sammenligning kan anføres, at den tilsvarende acceleration for simpelt understøttede bjælkebroer, der netop opfylder det sædvanlige stivhedskrav $f \leq L/900$, andrager 0,283 m/sek² for $L = 20$ m og 0,056 m/sek² for $L = 100$ m.

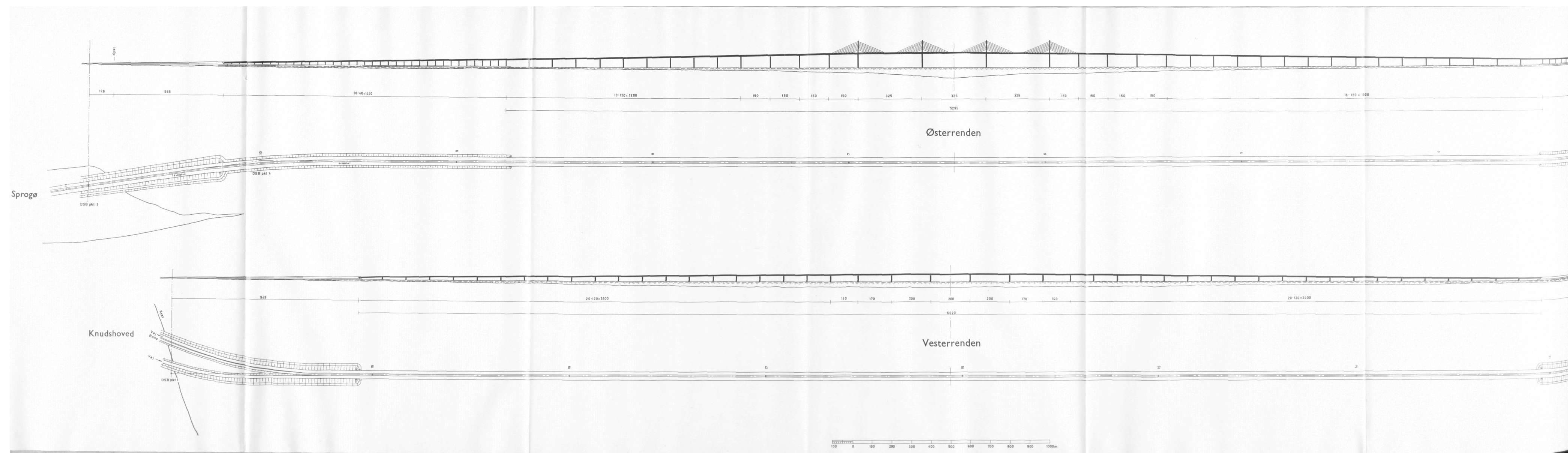
Litteraturfortegnelse:

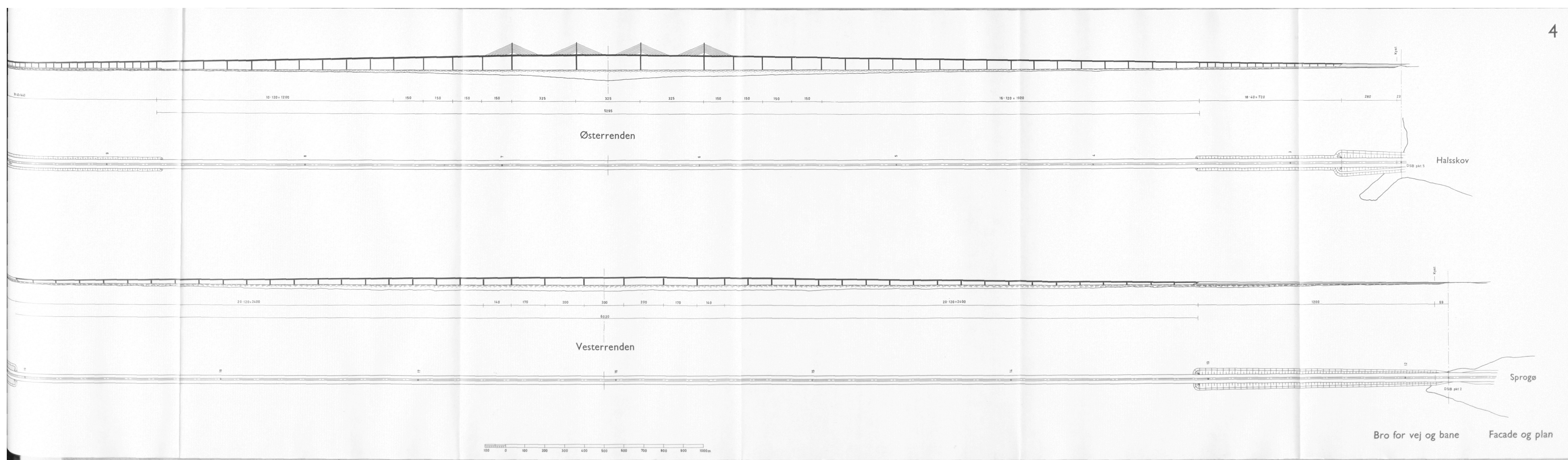
- (1) Stahlbau 1951, s. 29 (Steinmann)
- (2) Bauingenieur 1949, s. 65. (Dischinger)
- (3) Bauingenieur 1951, s. 230 (Leonhardt)
- (4) Arne Selberg: Design of suspension bridges. 1946.
- (5) Archiv für Eisenbahntechnik 1962, s. 45 (Popp)
- (6) Stahlbau-Handbuch 2, 1964, s. 609
- (7) Ingenieur-Archiv 1942, s. 211 (Kloppel)
- (8) Stahlbau 1954, s. 97 (Selberg)
- (9) Stahlbau 1954, s. 39 (Kollmar)



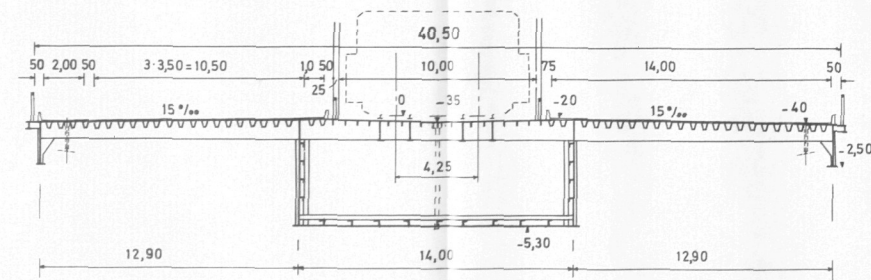
Oversigt over bro- og tunnellinier



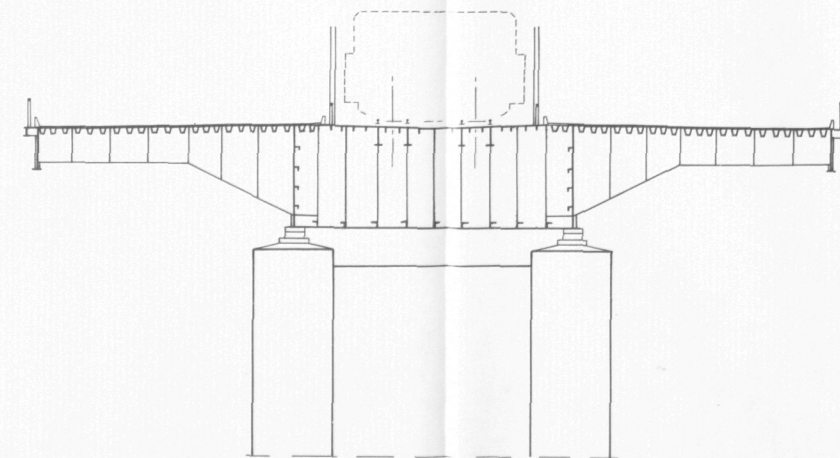




Tilslutningsfag, L= 120 m

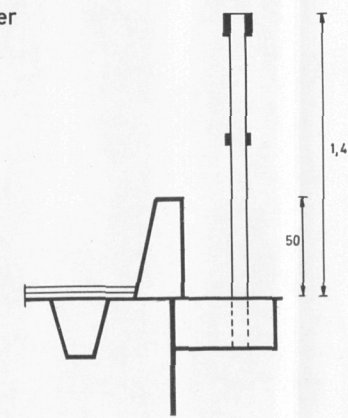
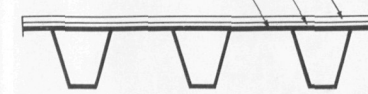


Snit ved understøtning

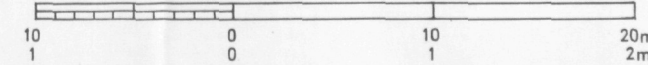
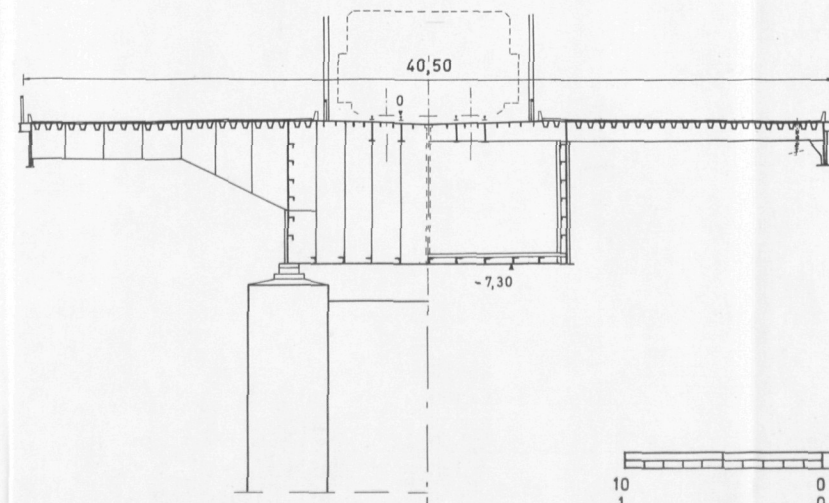


Detaljer

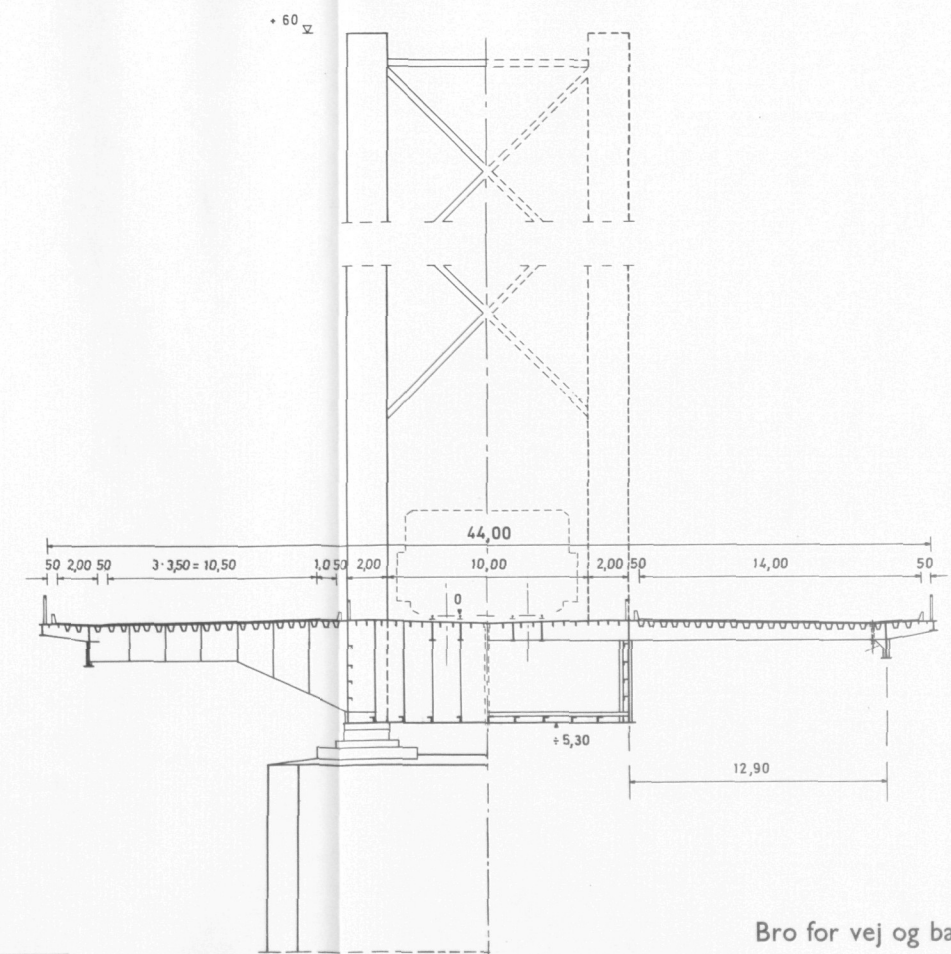
10 mm hård støbeasfalt
med nedtræk, skærver
10 mm blød støbeasfalt
3 mm gummi-fasfatmastix
Primer på sandblæst
flade



Gennemsejlingsfag, Vesterrenden, L=200 m

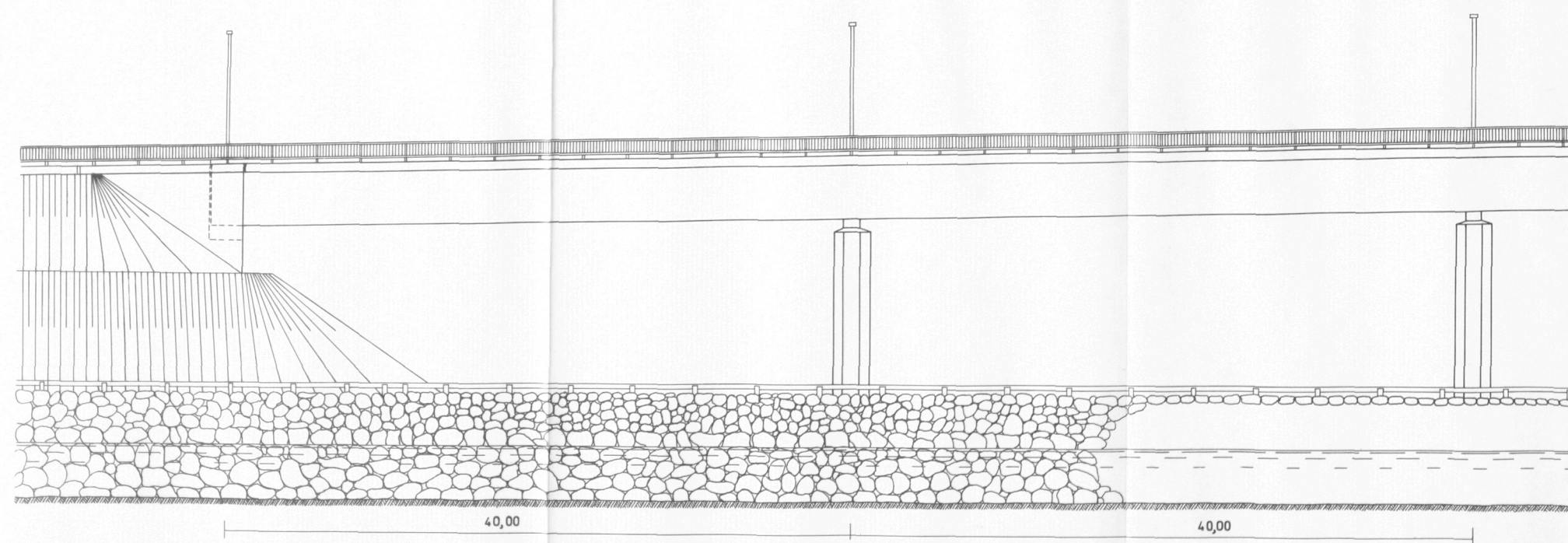


Gennemsejlingsfag, Østerrenden, L=325 m

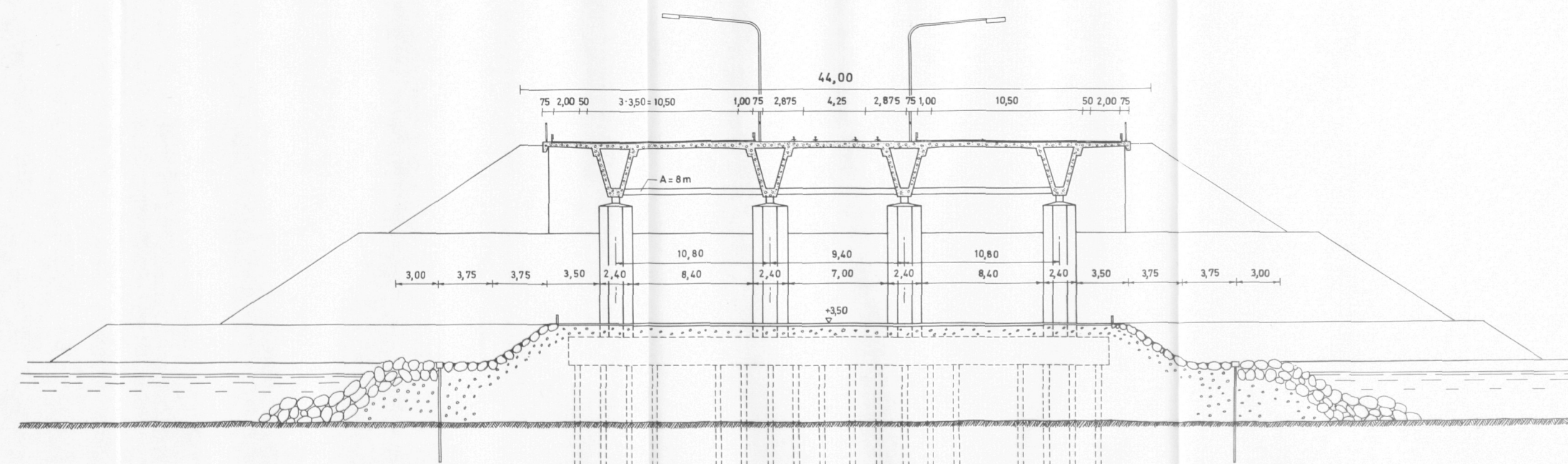


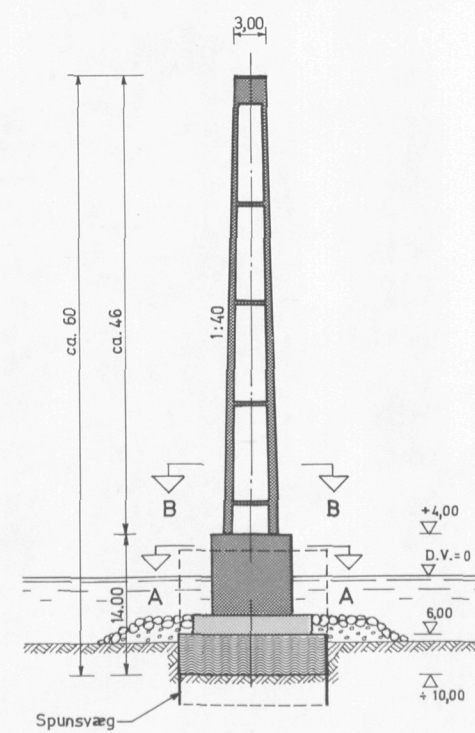
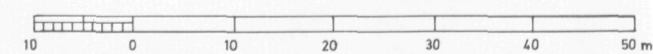
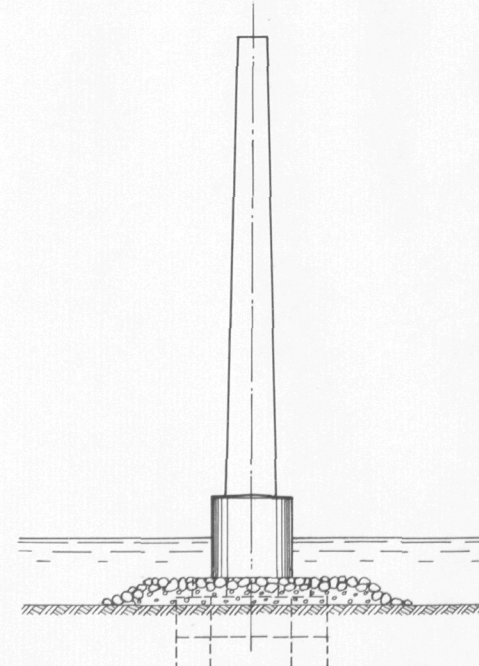
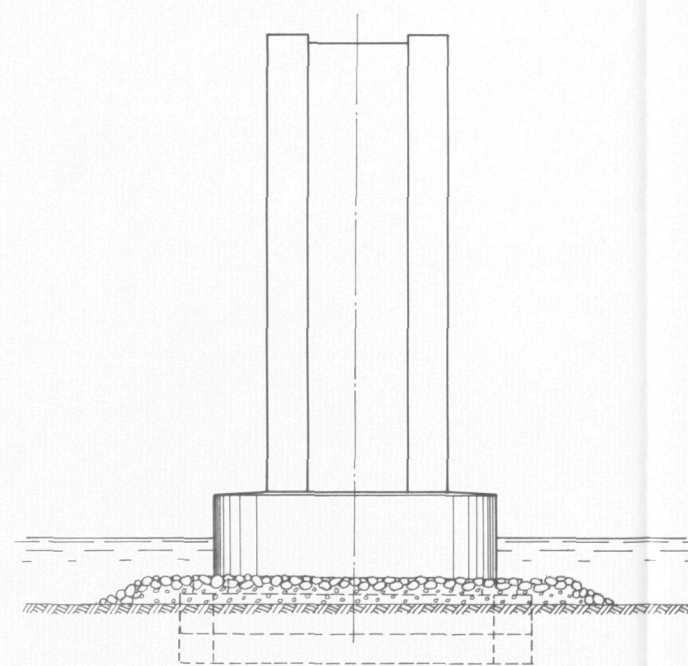
Bro for vej og bane
Tværsnit

Facade

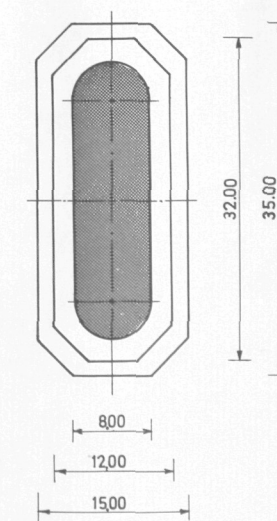


Tværsnit

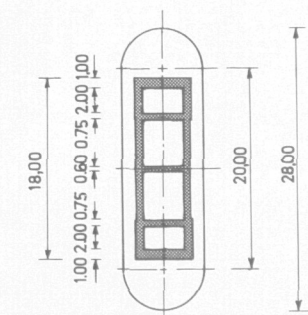




Snit A-A

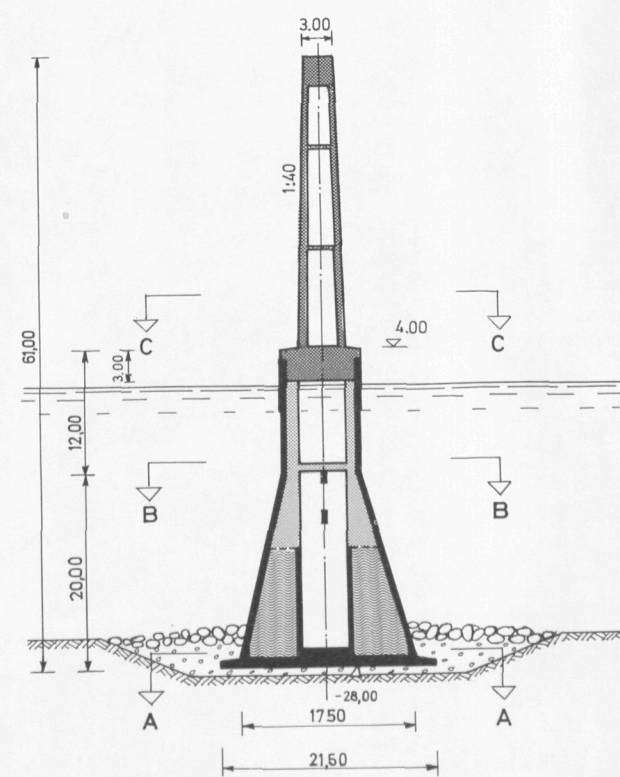
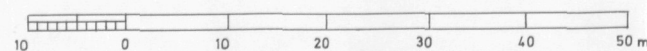
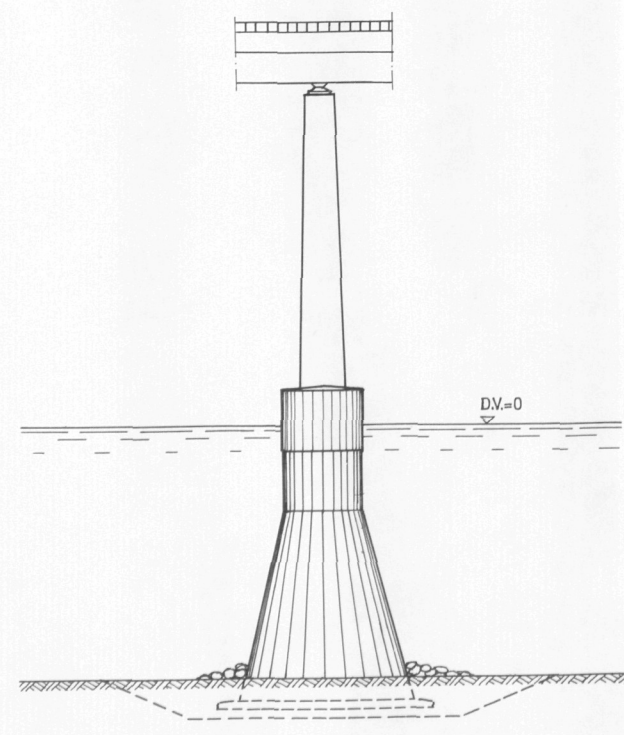
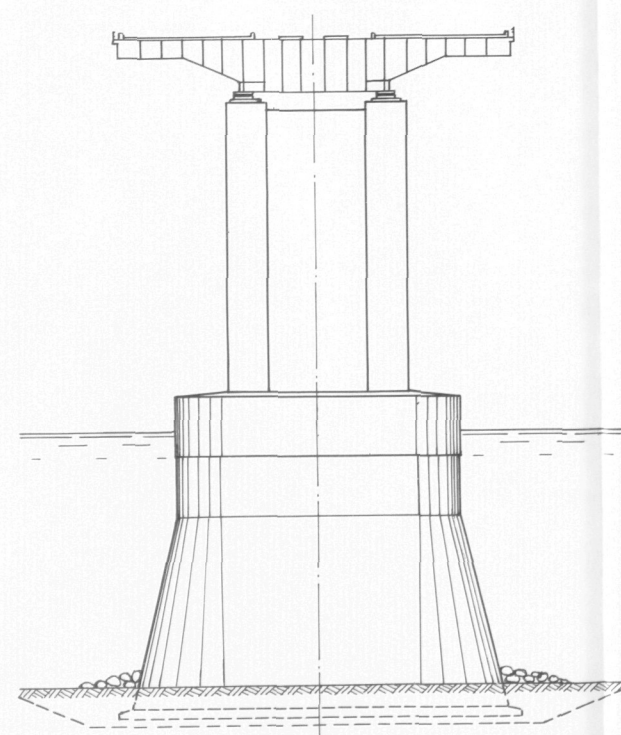


Snit B-B

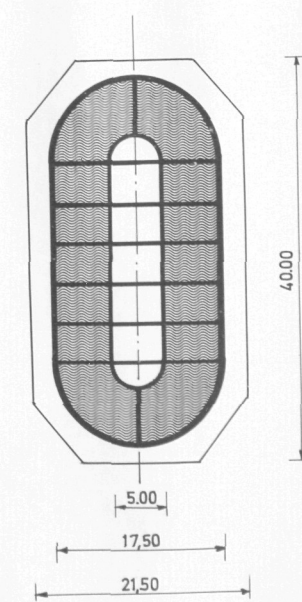


Signaturer: som på tegning nr. 8

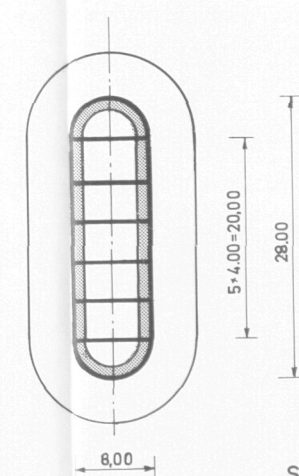
Bro for vej og bane Østerrenden
Pille nr. 10 Type I, D = -10 m



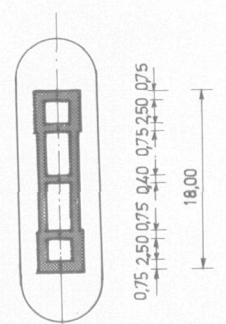
Snit A-A



Snit B-B



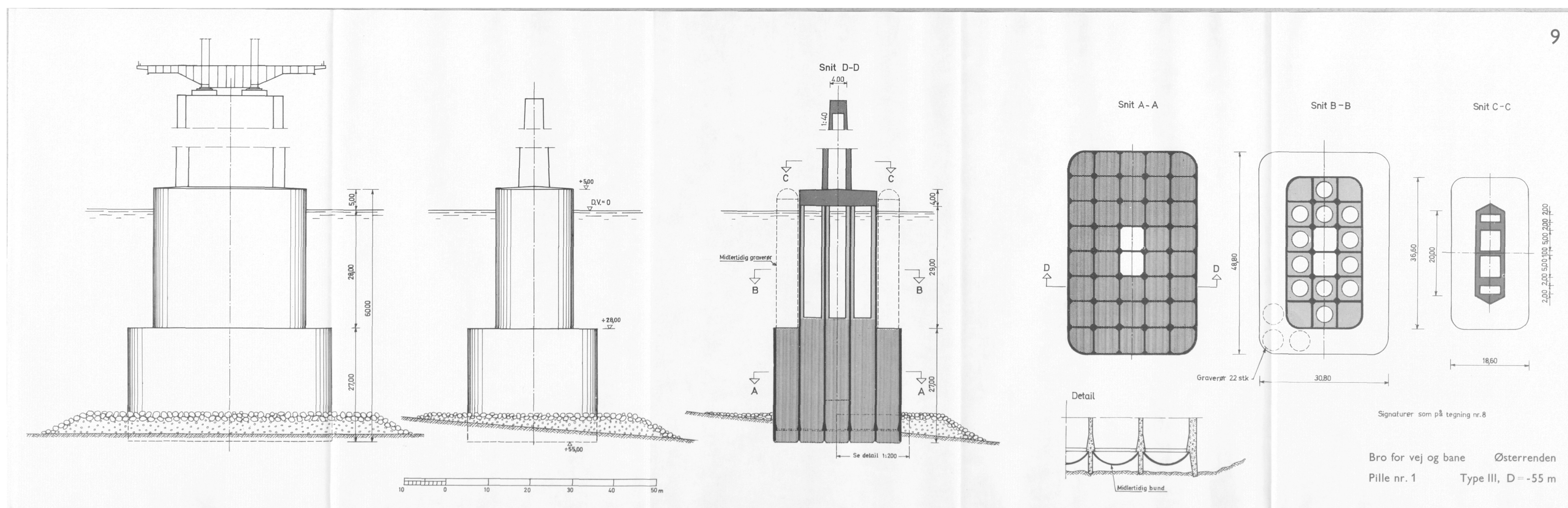
Snit C-C

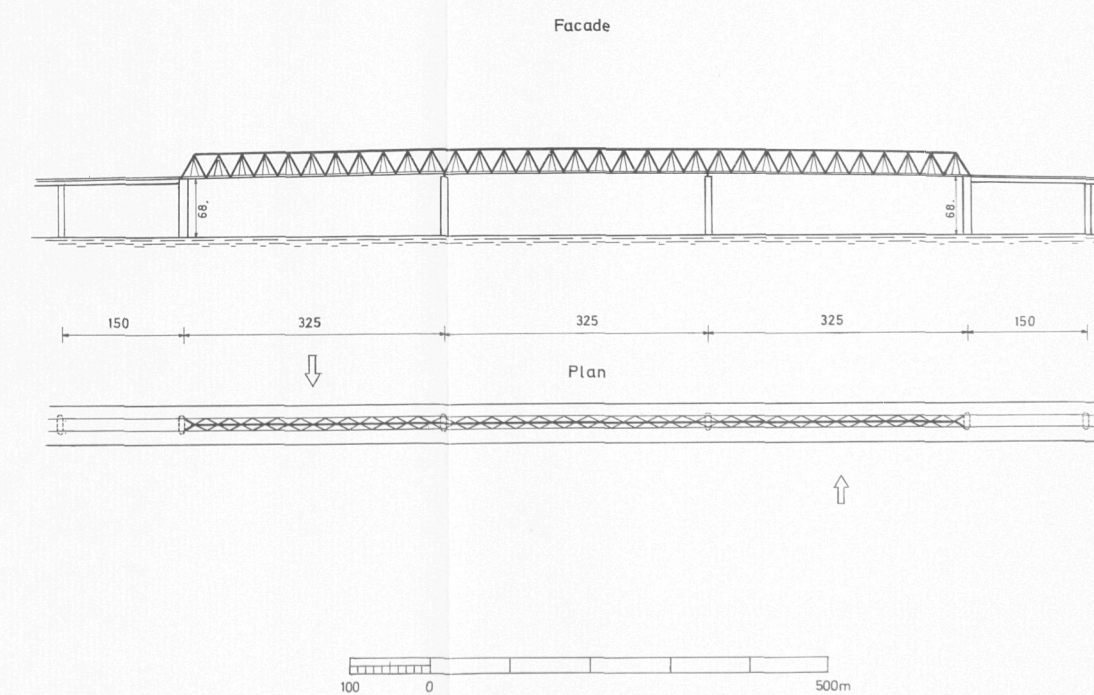
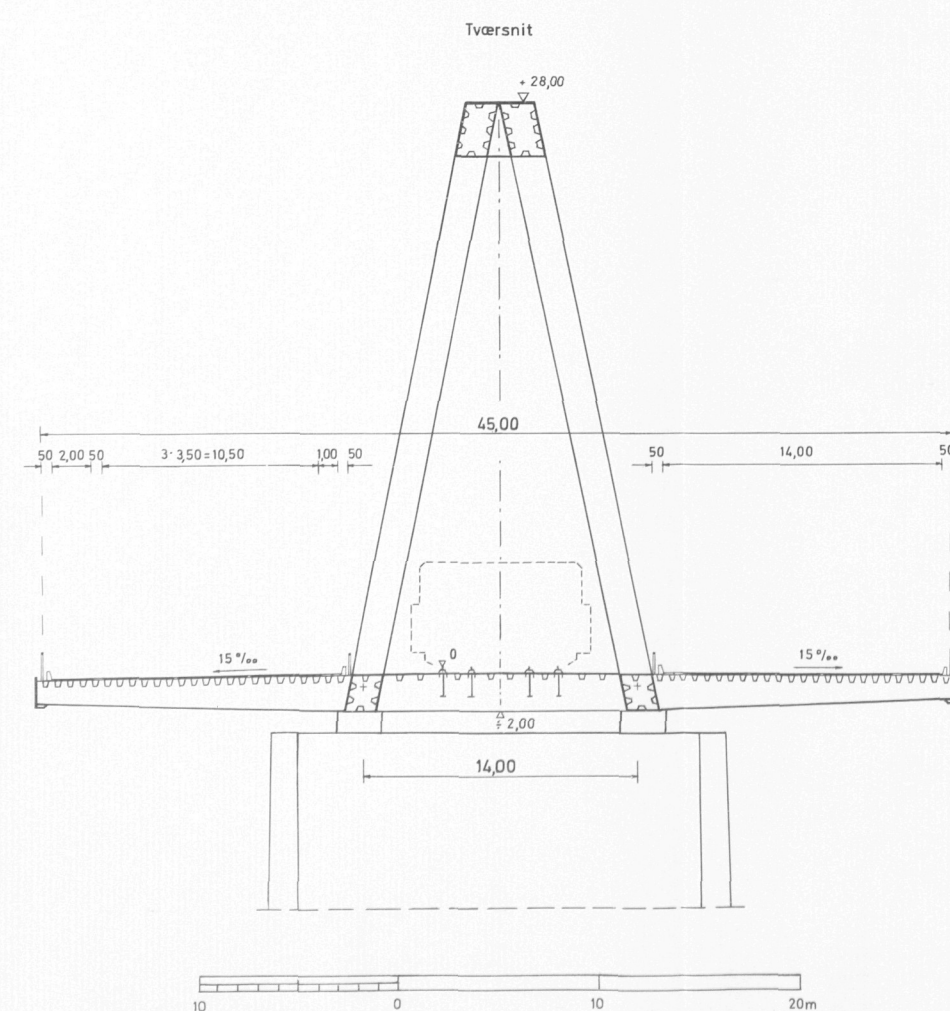


Signaturer:

- Jernbeton i sønkekasser
B 350 med skærver
- Jernbeton i plinte og pilleskaffer
B 350 med skærver
- Beton støbt i dagen
B 300 med singels
- Beton støbt under vand

Bro for vej og bane Vesterrenden
Pille nr. 4 Type II, D = -28 m

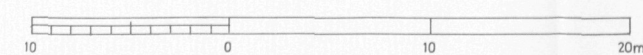
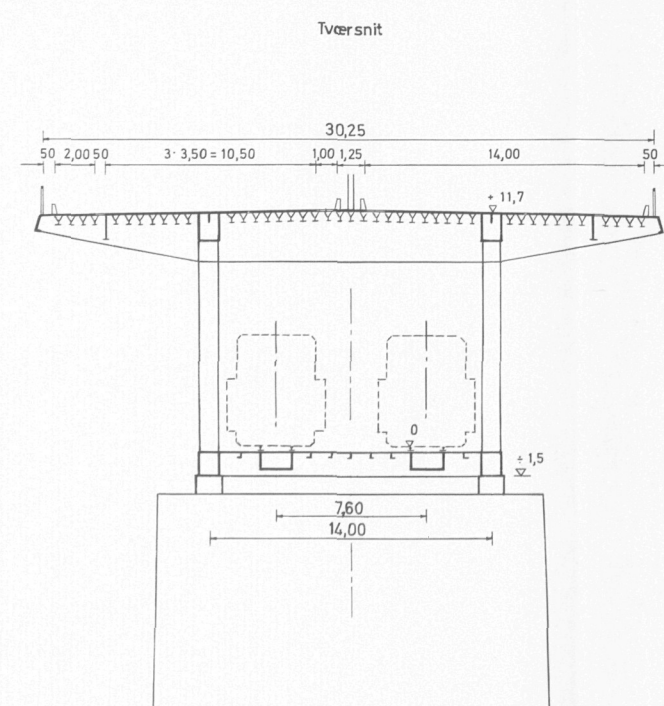




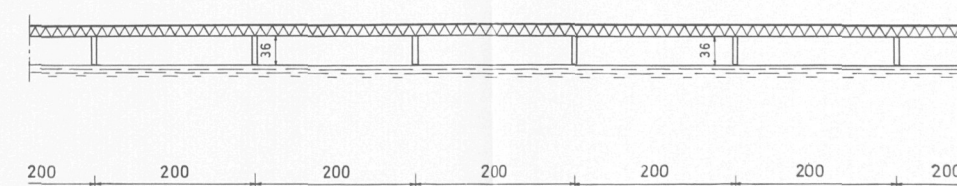
Bro for vej og bane

Østerrenden

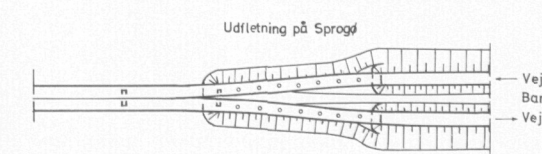
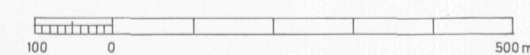
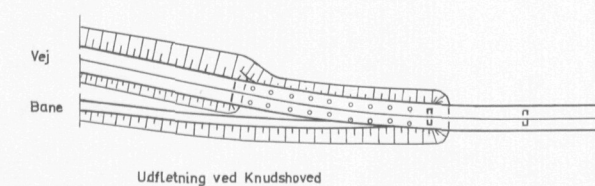
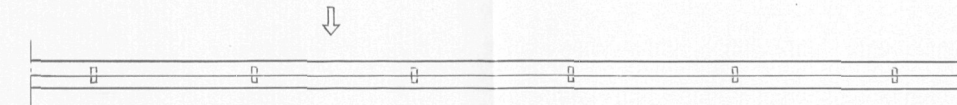
Alternativ brooverbygning for gennemsejlingsfag



Facade

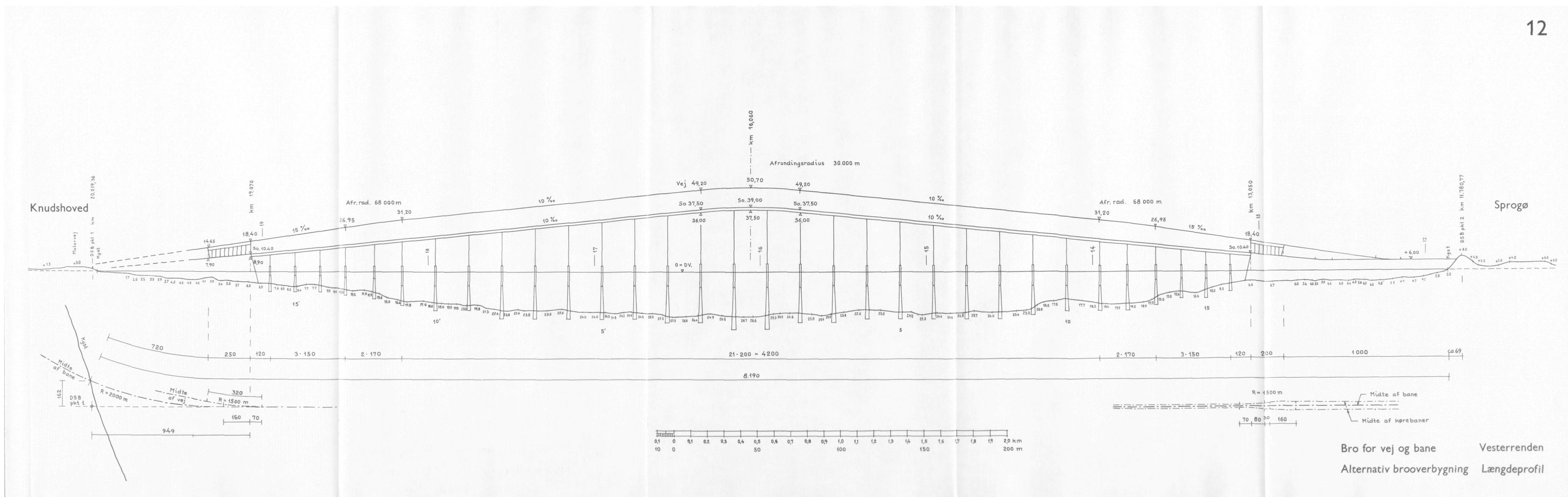


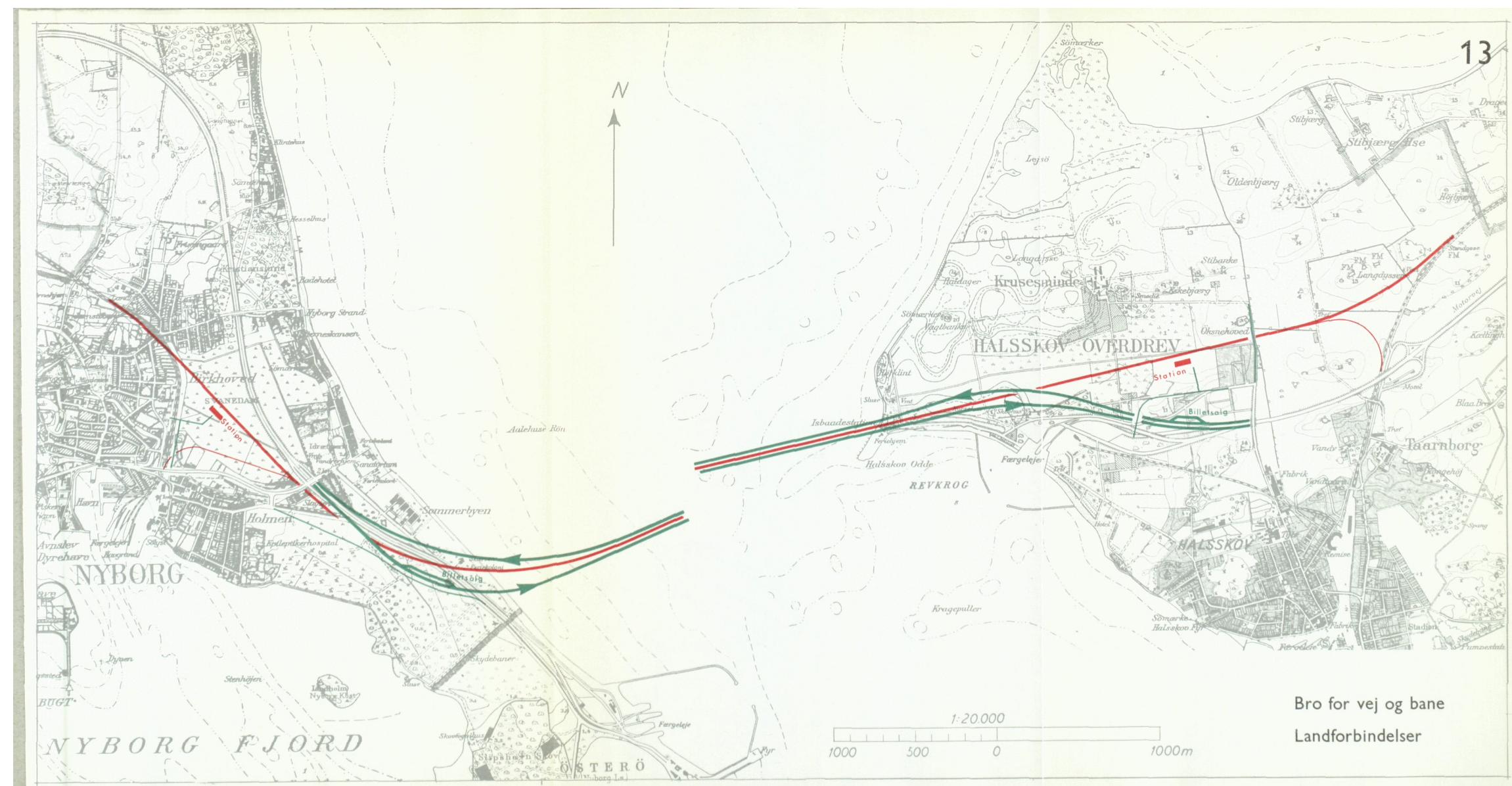
Plan



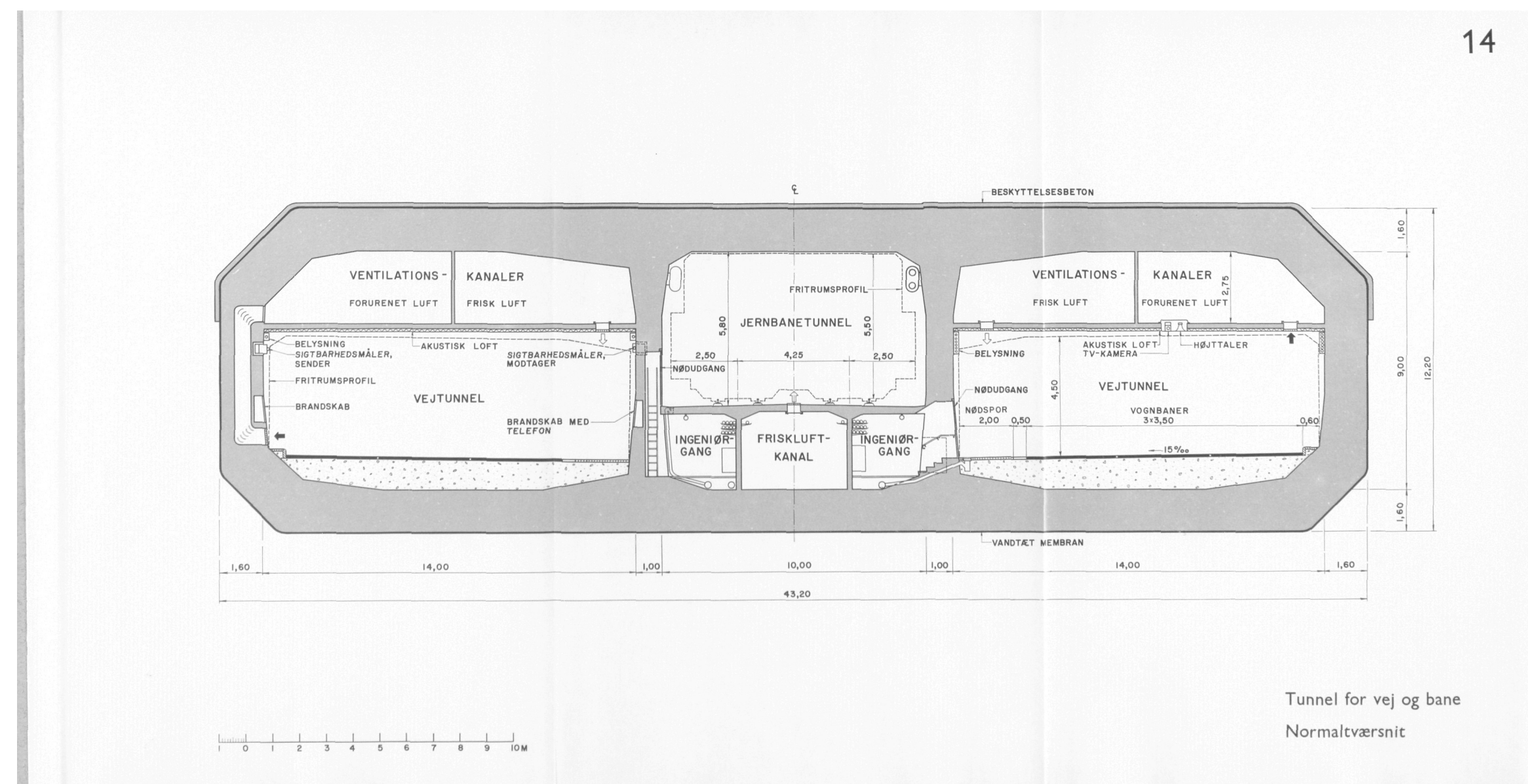
Bro for vej og bane
Alternativ brooverbygning

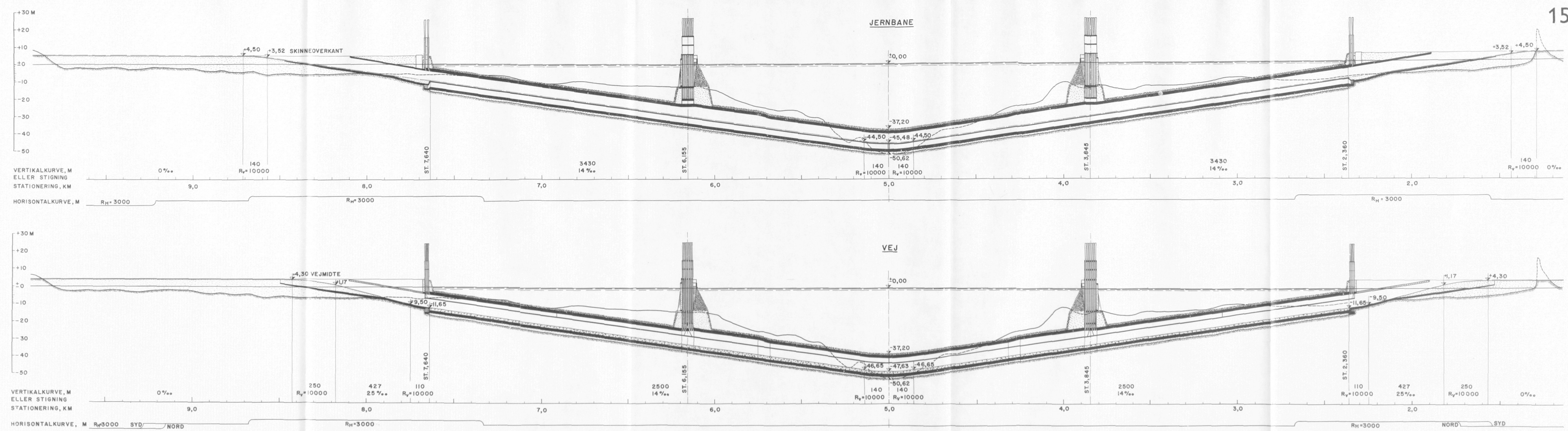
Vesterrenden
Tværsnit m.v.

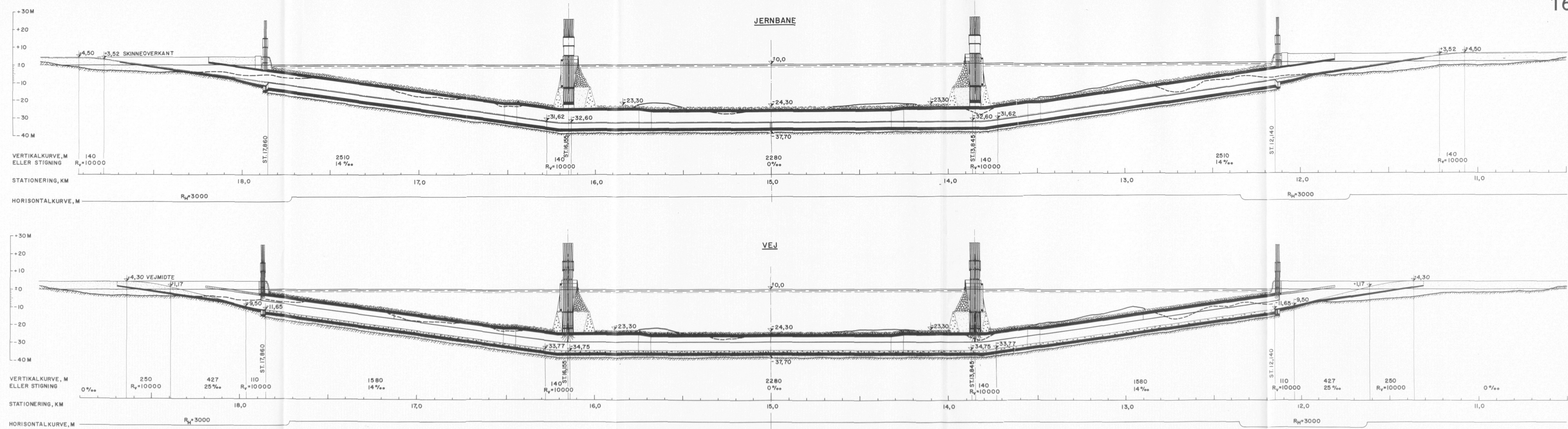


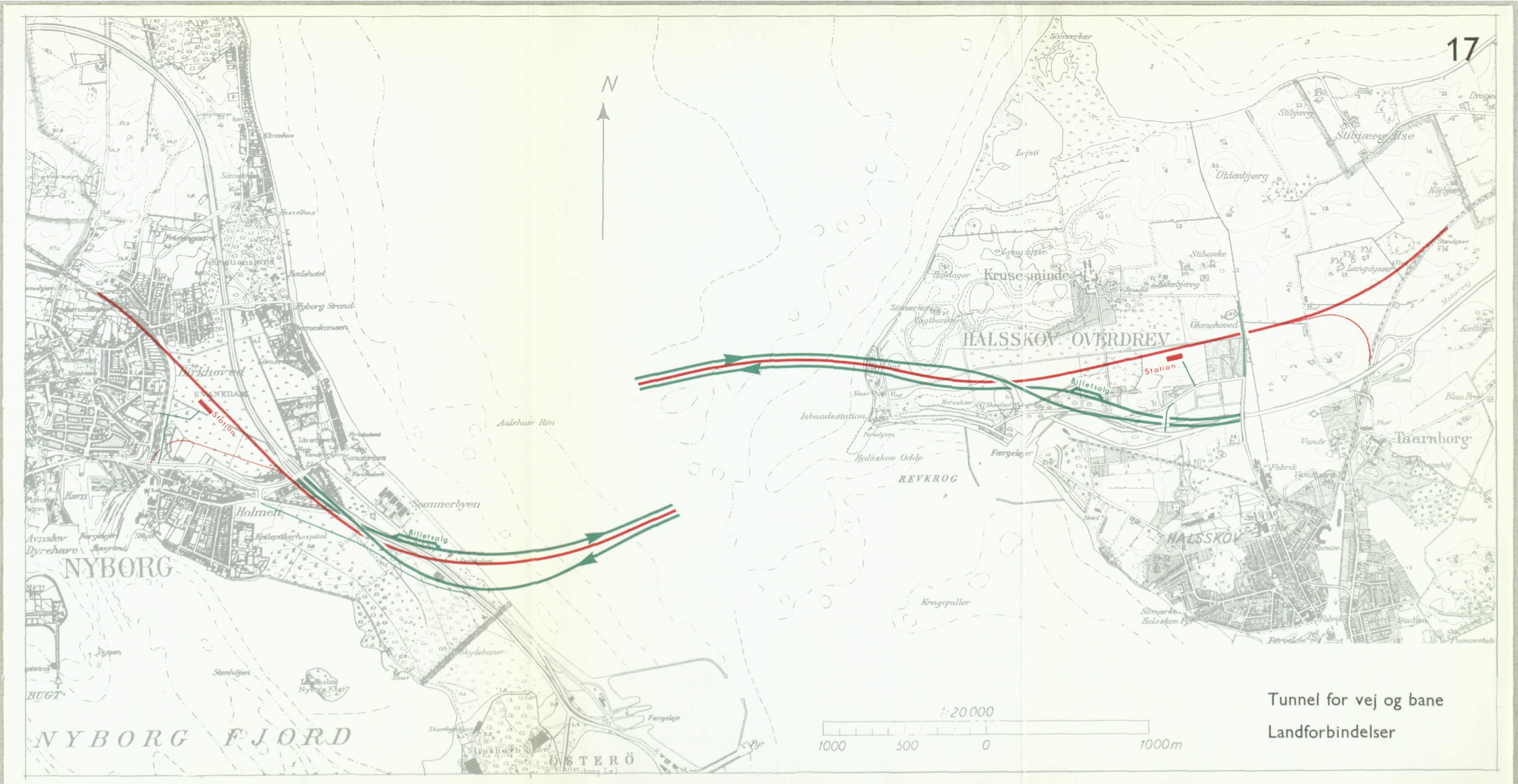


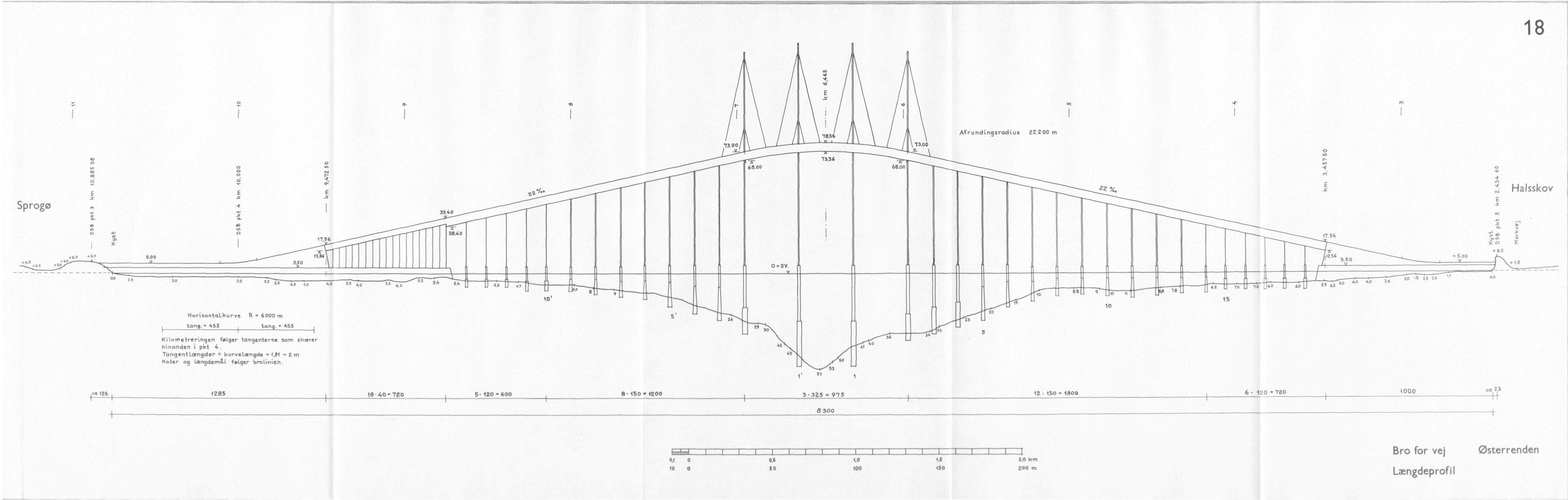
A

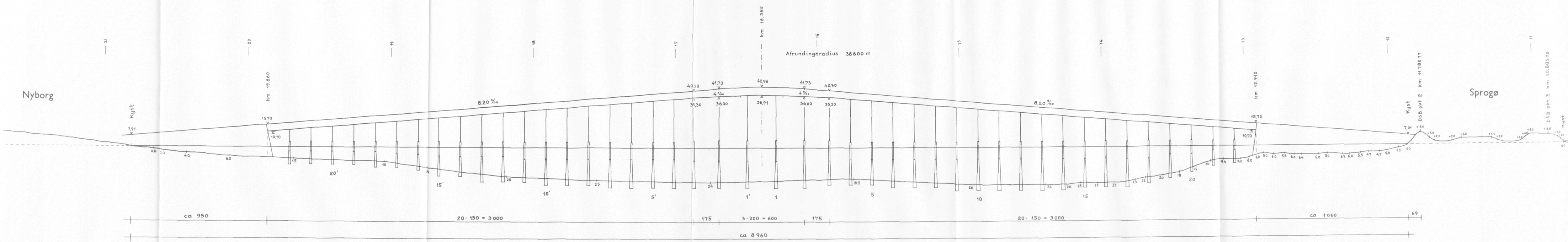


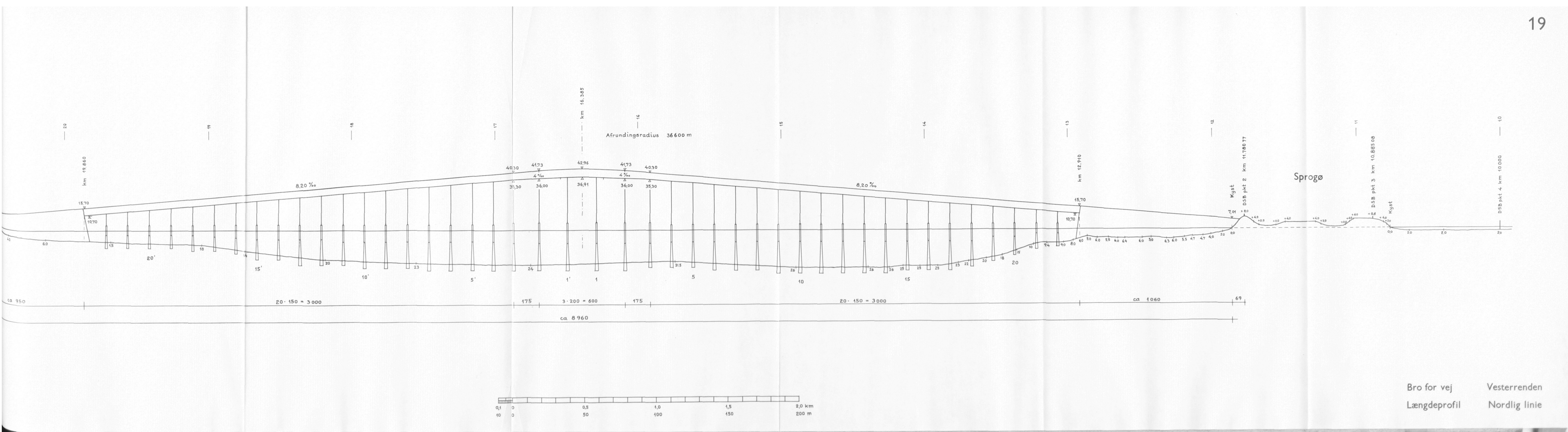




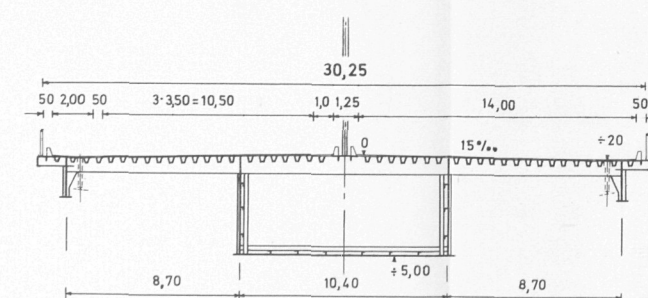




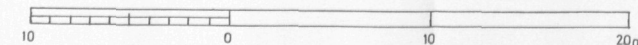
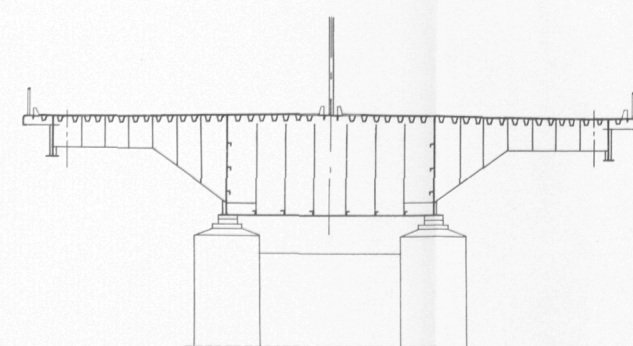




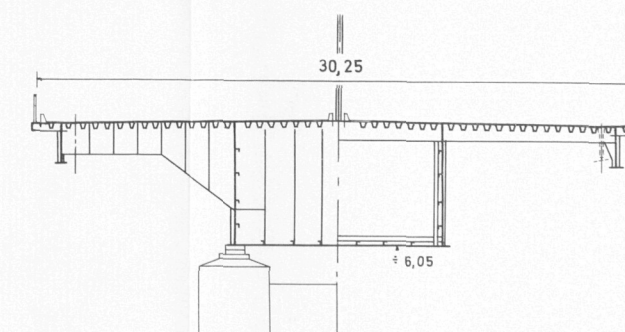
Tilslutningsfag, L = 120 og 150 m



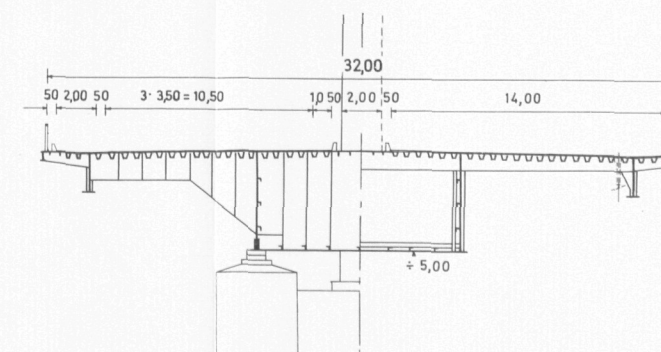
Snit ved understøtning



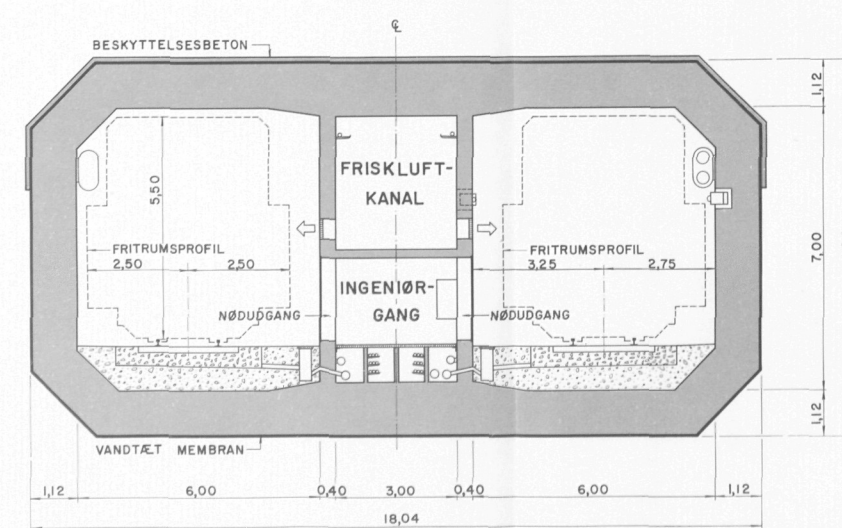
Gennemsejlingsfag, Vesterrenden, L = 200 m



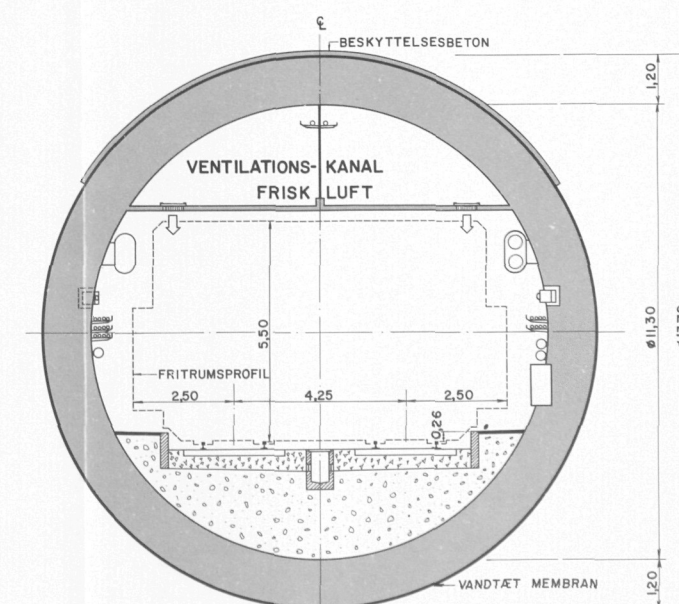
Gennemsejlingsfag, Østerrenden, L = 325 m



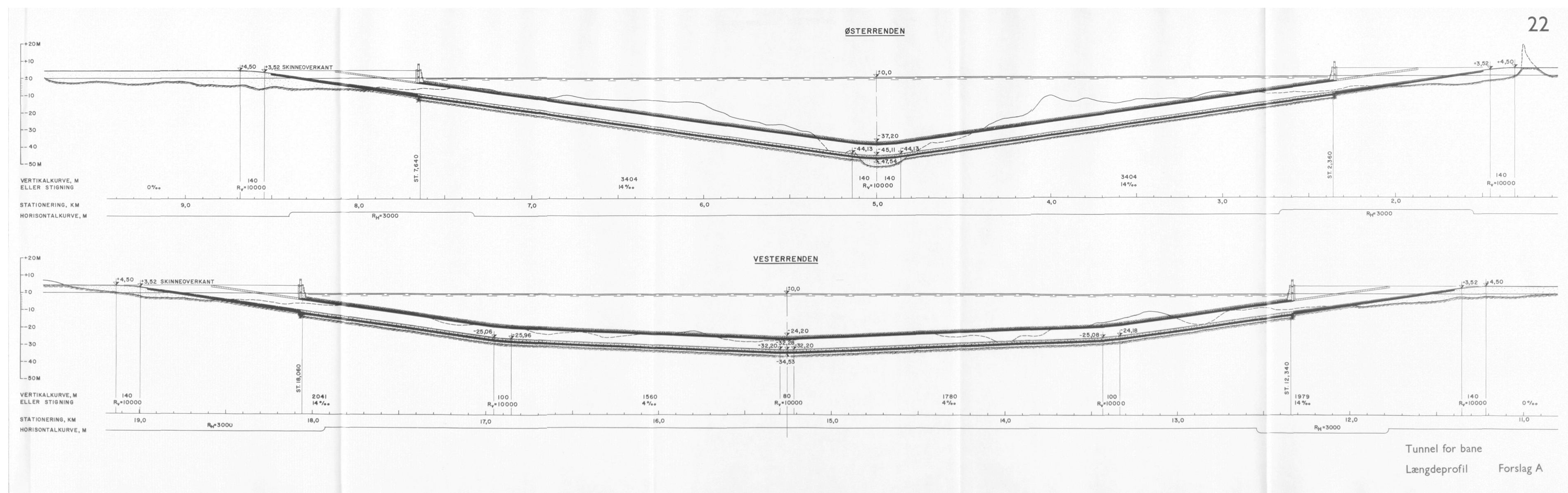
FORSLAG A

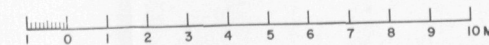
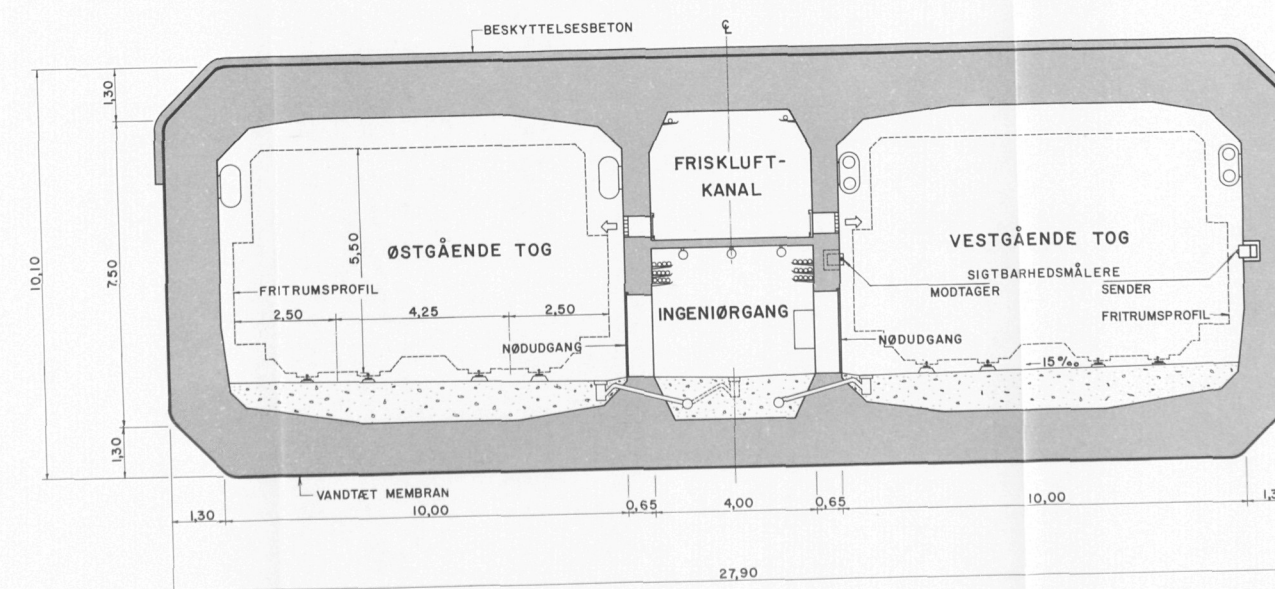


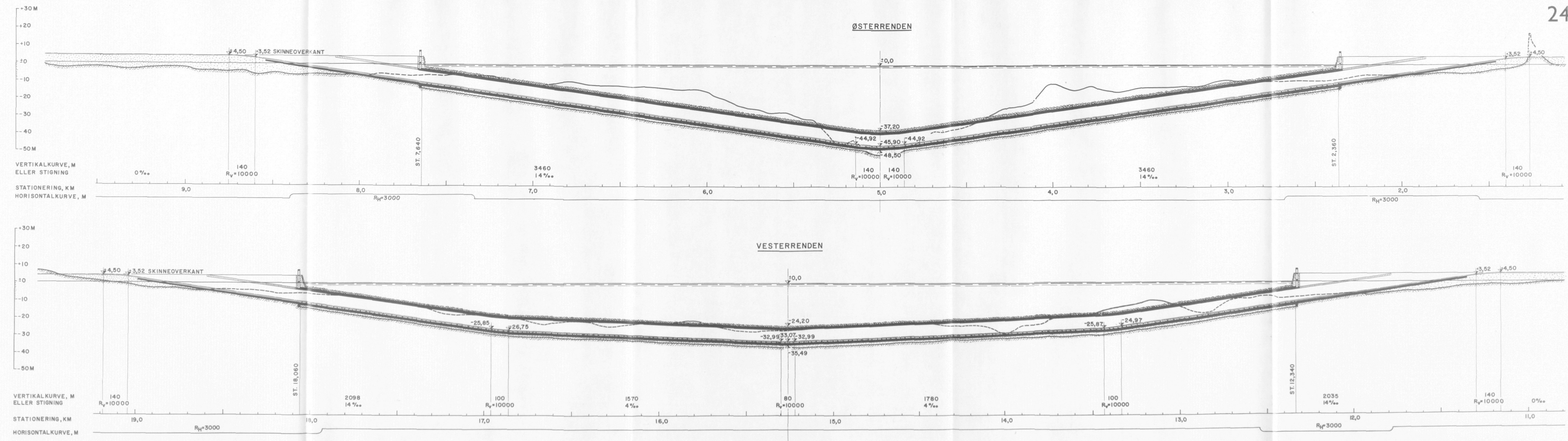
FORSLAG B



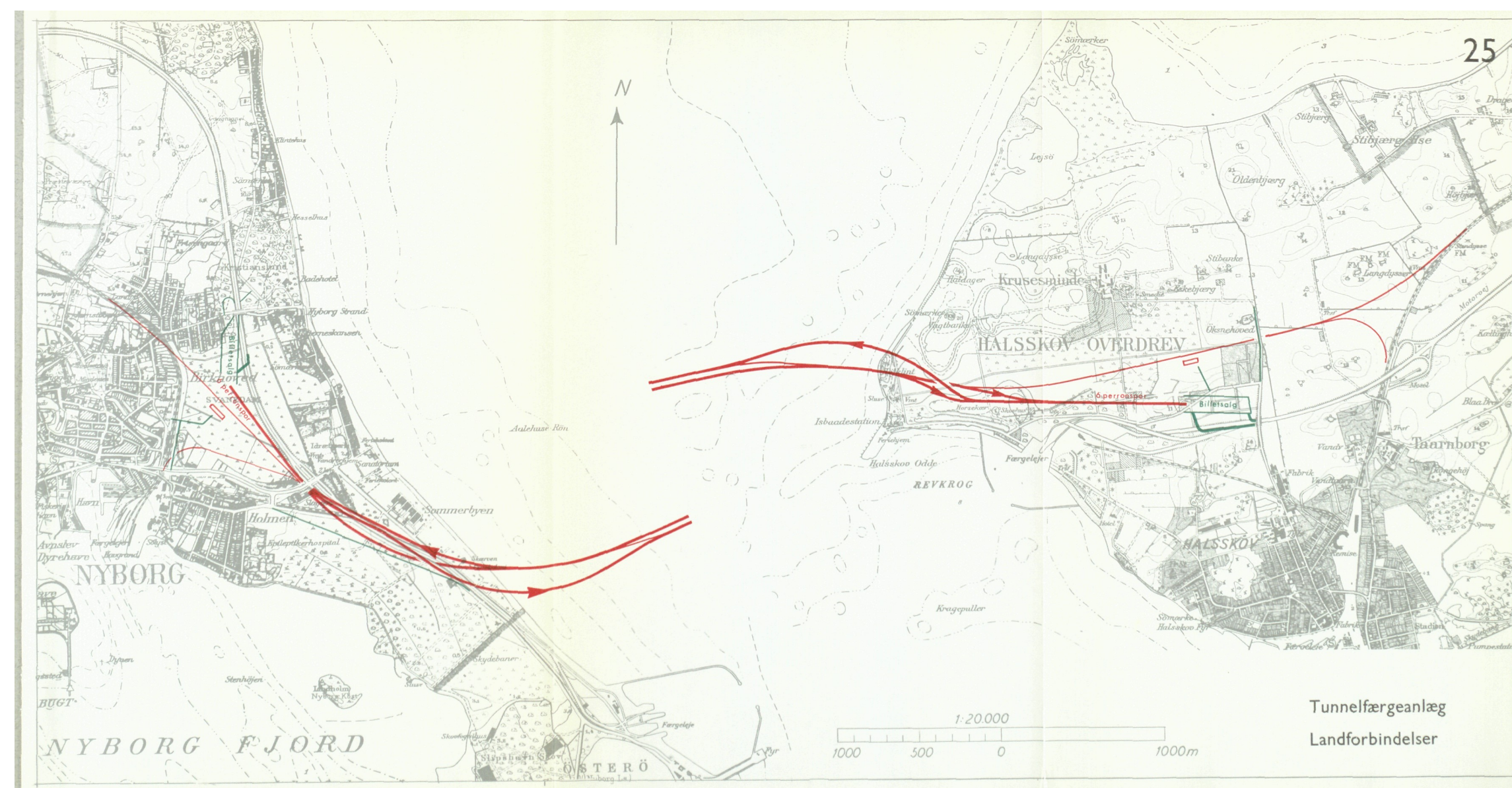
Tunnel for bane
Tværsnit Forslag A og B

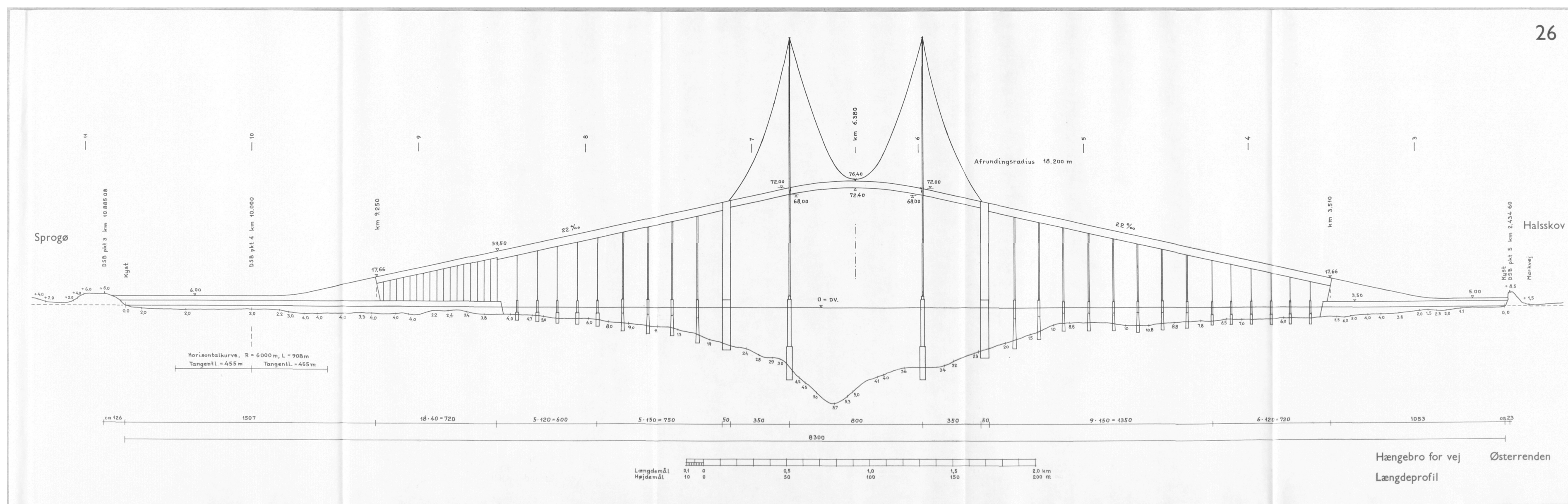


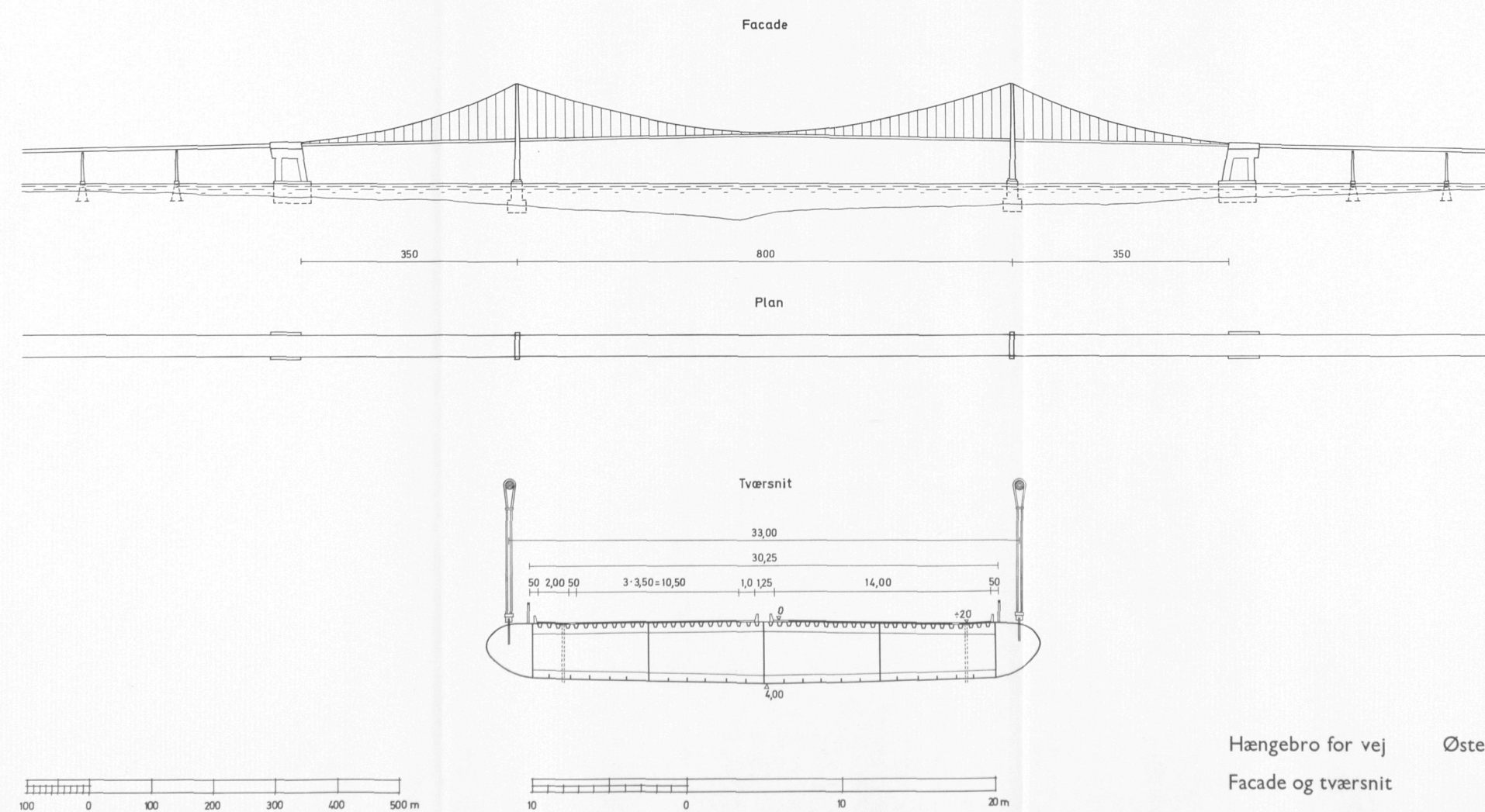


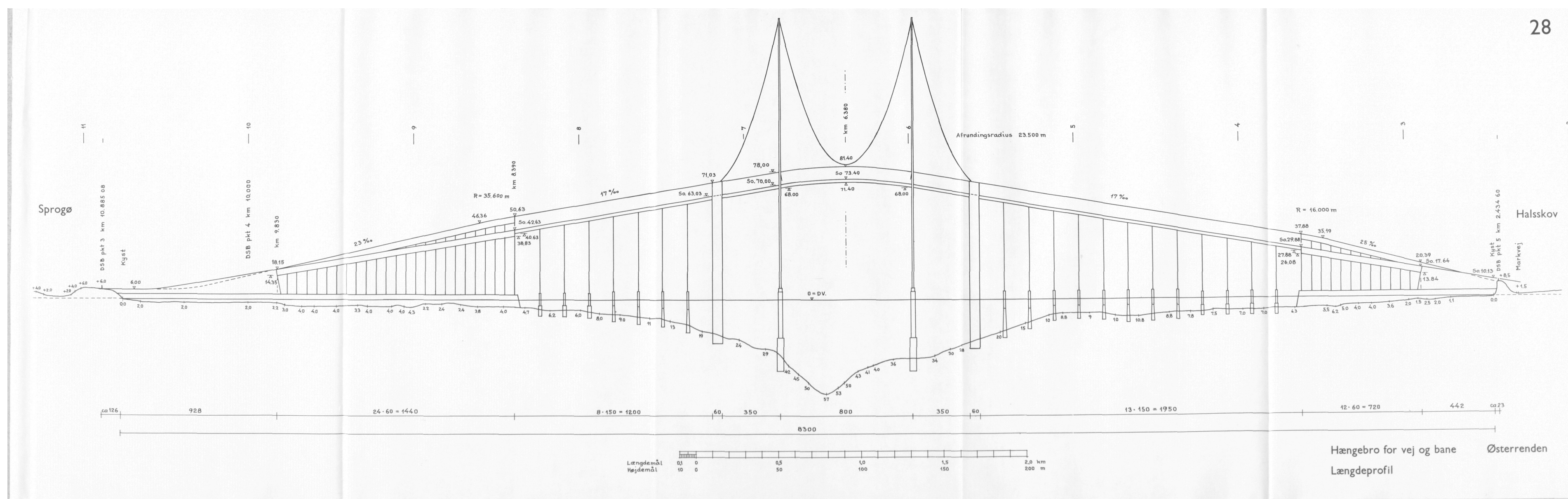


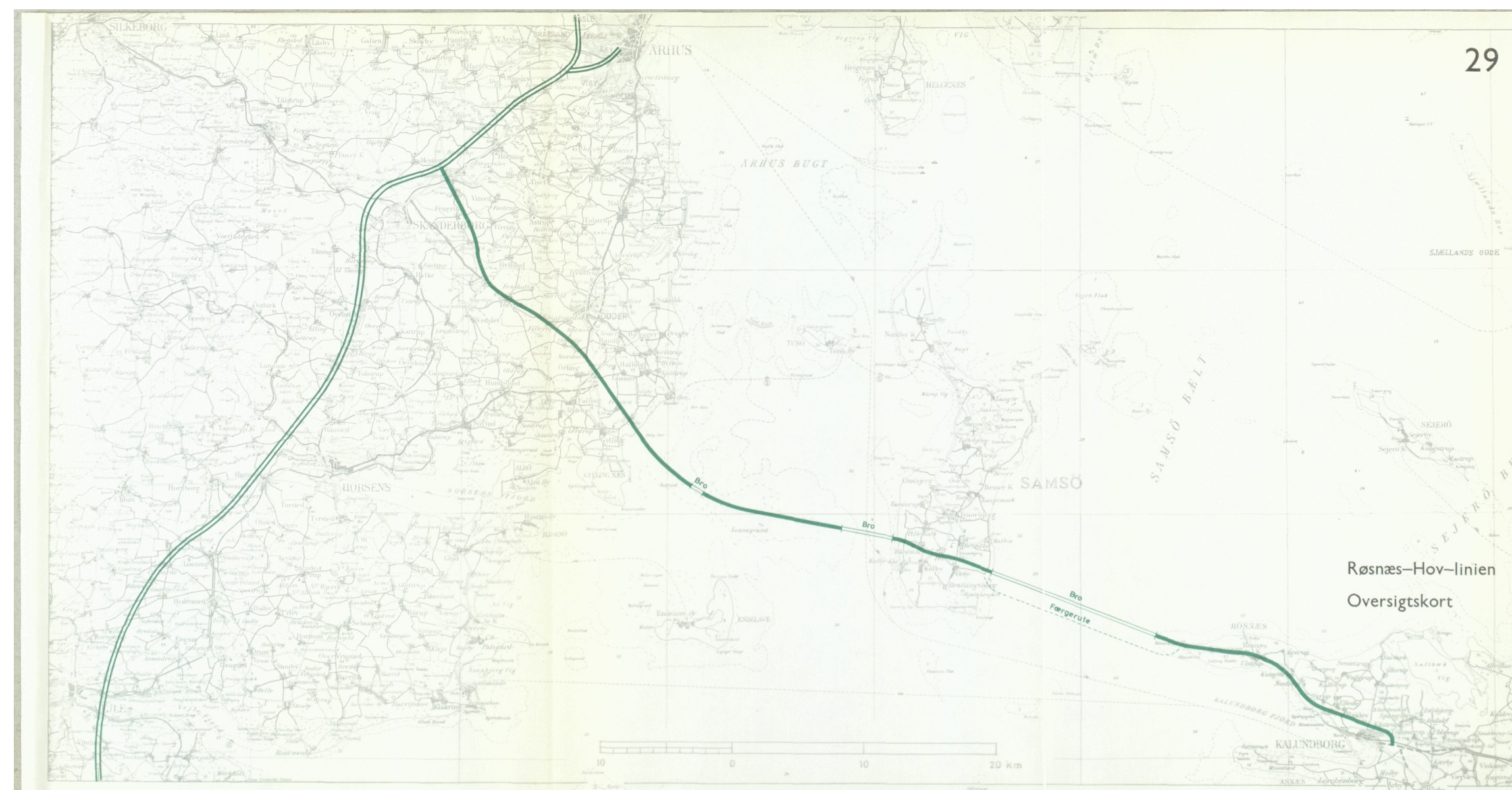
Tunnelfærganlæg
Længdeprofil





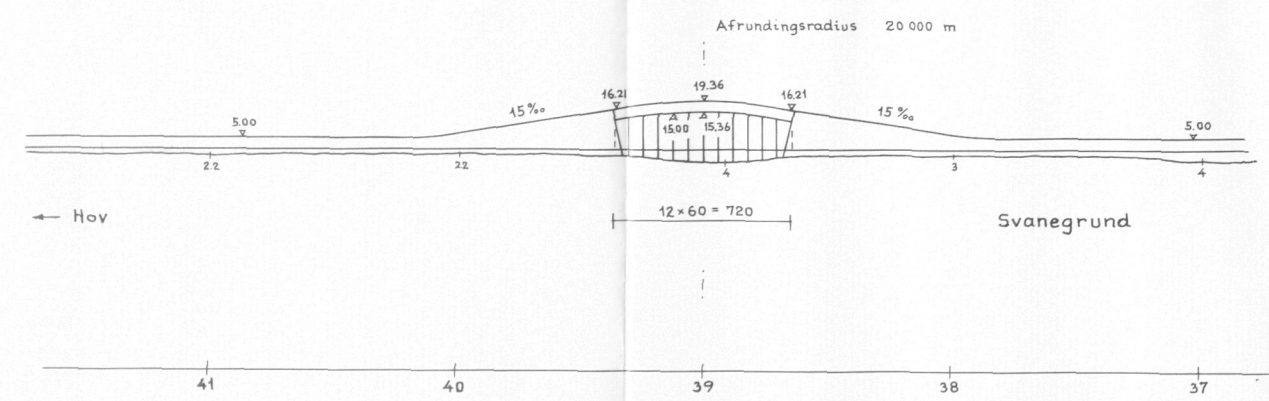




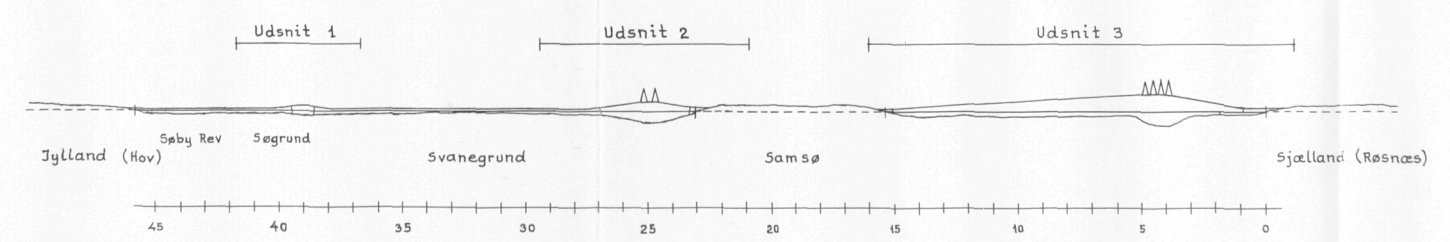


Højder 1:2000
Længder 1:20000

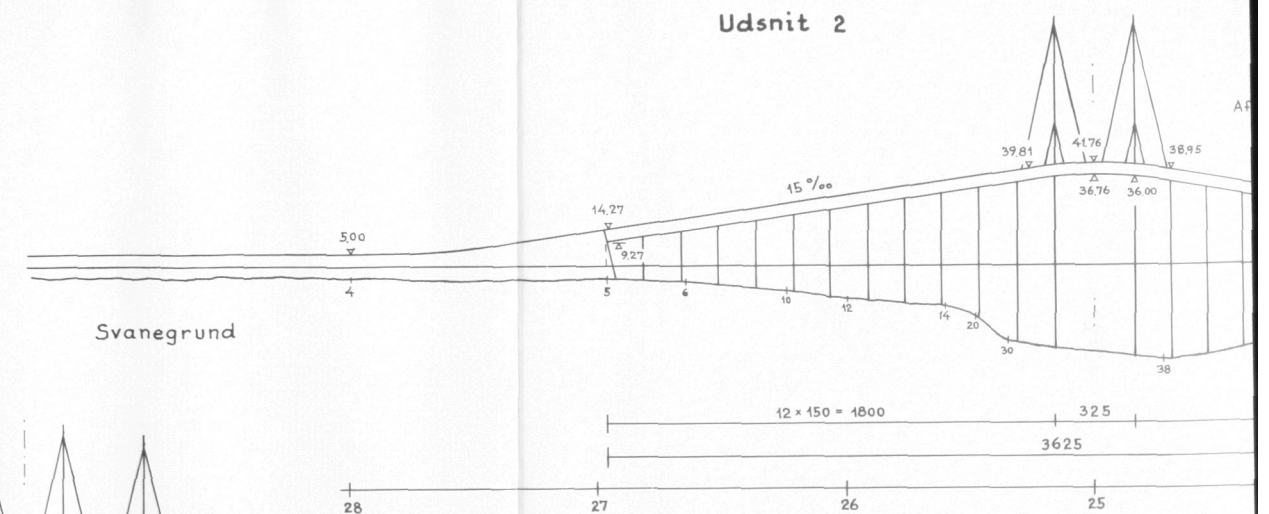
Udsnit 1



Øversigt



Udsnit 2



Udsnit 3

