



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
INSTITUTIONEN FÖR VATTENBYGGNAD

DALA KANAL

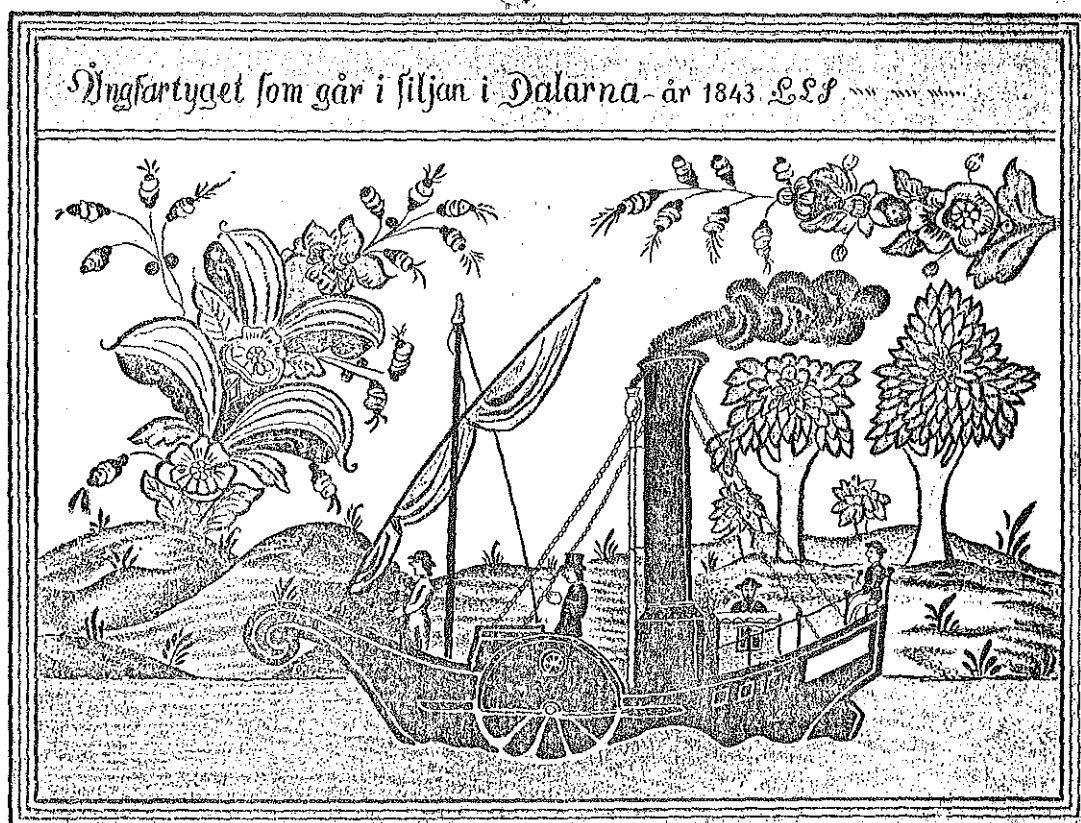
av

Bengt Norén Jan Snis

Examensarbete 1974:2

Göteborg

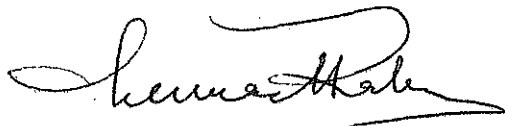
Dala Ranar



Föreliggande examensarbete har initierats i samarbete med Dala Kanalsällskap och avser en preliminärstudie över möjligheten att ordna en kanalförbindelse från havet till Siljan. Uppgiften är avsevärt större än vad som krävs för ett examensarbete, detta trots att utredningen ej beaktar alternativa fartygsstorlekar utan efter en förberedande studie genomförts för en av teknologerna i samråd med Dala Kanalsällskap vald fartygsstorlek. Såsom av examensarbetet framgår påverkas utformning och kostnader synnerligen kraftigt av framförallt den fria segelhöjden vilken följaktligen bör tas under allvarlig omprövning vid fortsatt utredningsverksamhet.

Uppgiften har omfattat många varierande och intressanta problemställningar, gett tillfälle till såväl teoretiska som ingenjörspraktiska överväganden och animerat till kontakter med myndigheter, verk, kommuner och industrier. Det är därför min uppfattning att examensarbetet varit i hög grad lärorikt och utvecklande, varför jag vill uttrycka min tacksamhet till Dala Kanalsällskap för att detta elevarbete kommit till stånd.

Flygbilder och berörda planskisser godkända för publicering av Försvarsstaben resp. Lantmäteriverket.



Lennart Rahm

Prof.

DALA KANAL

1. ALLMÄNT

1.1 Äldre påtänkta kanalförbindelser i Dalarna

Tanken att bygga en vattenled i Dalälven och på detta sätt skapa en sjöfartsförbindelse till Dalarna har gamla anor. I S. O. U. 1923:11 kan man läsa att planer fanns redan i slutet av 1700-talet att förbinda Siljan och Dalälven med Strömsholms kanal. Vattenvägen skulle då utsträckas från Smedjebacken västerut till sjön Väsman och Ludvika och vidare till sjöarna Björken och Bysjön i Grangärde (se fig. 1.1 och 1.2). Från Grangärde skulle sedan en kanal byggas till Nås. På detta sätt skulle gruvor, hyttor och bruk vid dessa sjöar komma i förbindelse med Mälaren.

Ett annat förslag bestod i att framdraga en farled från Smedjebacken genom Järsjön, Lilla och Stora Ulsjön och mindre sjöar till Fors-huvud vid Dalälven. Farleden skulle sedan fortsätta längs älven förbi Grådaforsen till Siljan.

Norra Barken - Orsasjön.

I en utredning från den s k kungl. strömränsningskommittén, som fram-lades för Kungl. Maj:t, framhöll kommittén särskilt betydelsen av den 100 km långa farleden från Båtstad längs Dalälven och genom Siljan. Far-leden avbröts i Gagnef av Kvarnforsen och Gagnefsgrådan. Gagnefsborna föreslog beredande av genomfart förbi dessa forsar och kostnaden be-räknades till 25 000 riksdaler banko. Kungl. Maj:t biföll ansökan och kanalarbetet påbörjades samma år, 1824. Det visade sig emellertid att medlen var otillräckliga och 26 mars 1828 beslutades på stor-amiralsämbetets framställan att kanalarbetena skulle inställas.

I statsverkspropositionen till 1840-41 års riksdag äskade Kungl. Maj:t årligt anslag på 100 000 riksdaler att utgå under 5 år för kommunika-tioner och andra allmänna arbeten, var i Gråda kanal och vattenvägen Norra Barken - Siljan skulle ingå som en del. Hela kostnaden beräk-nades till 1 559 305 riksdaler och Gråda kanal 100 000 riksdaler.

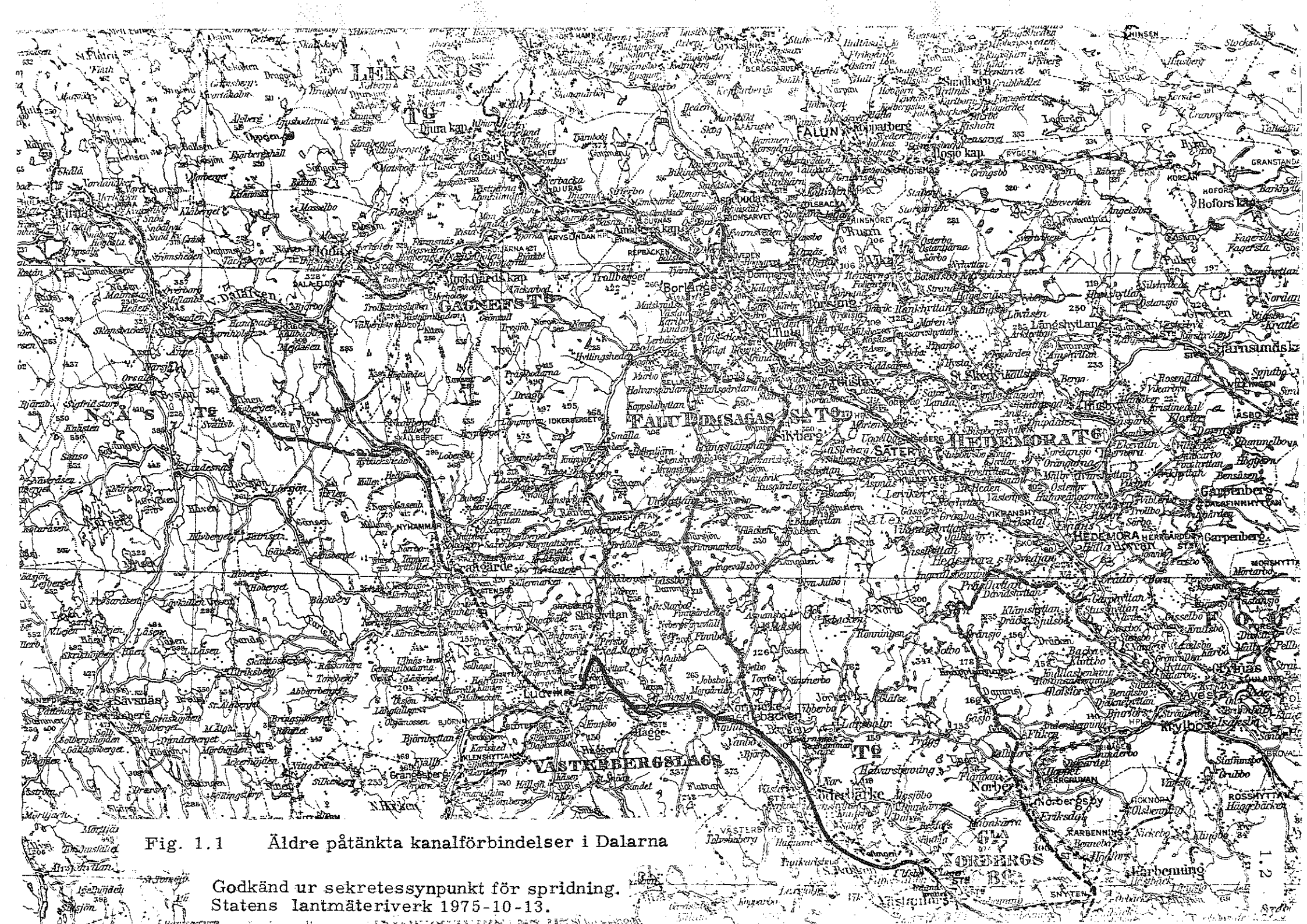


Fig. 1.1 Äldre påtänkta kanalförbindelser i Dalarna

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

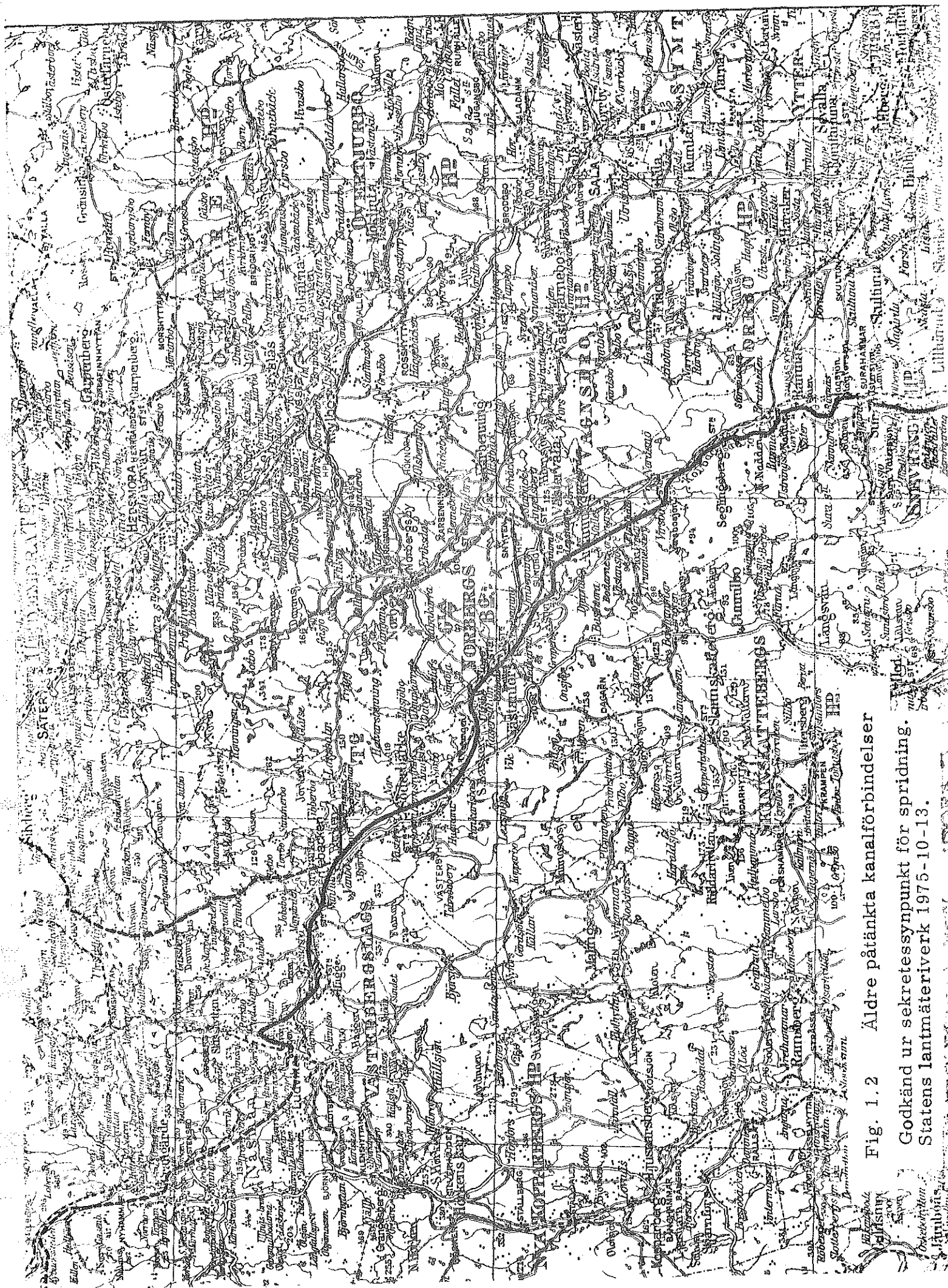


Fig. 1.2 Äldre påtänkta kanalförbindelser

Godkänd ur sekretesssynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

Rikets ständer avslog framställan om hela vattenvägens fullbordande men beviljade 50 000 riksdaler för färdigställande av Gråda kanal, under förutsättning att ett bolag bildades som förband sig att tillskjuta resterande belopp. Något bolag bildades emellertid inte och senare motioner blev avslagna av rikets ständer.

Alternativa sträckningar föreslogs till nyss nämnda kanal mellan Norra Barken och Forshuvud. Ett förslag innebar att en vattenväg framdrogs från Åmänningen genom Snyten och utefter Norbergsåns dalgång genom sjöarna Noren, Gäsen och Dammsjön till Knapp-tjärnarna samt därifrån genom sjön Grycken österut till Dalälven söder om Hedemora.

År 1916 utförde majoren Ingemar Petersson på uppdrag av general-konsul Axel Ax:son Johnson en utredning angående en vattenväg från Åmänningen genom Snyten och Bysjön till Dalälven, 1 km uppströms Avesta Storfors. Farleden var avsedd för pråmar med 2 m djupgående. Nivåskillnaderna skulle övervinnas genom att Dalälvens nivå höjdes ca 3 m. och sjön Snyten sänktes ca 2 m. Detta medförde att endast en sluss på ca 8 m var nödvändigt vid Åmänningen.

1.2 Framtidens tänkta Dala kanal

1.2.1 Intresseförening.

Dagens förespråkare för en sjöfartsförbindelse med havet har bildat Dala kanalsällskap. Syftet med denna intresseförening kan uttryckas i följande punkter:

1. Verka för att undersökningar utföres beträffande möjligheten att bygga och finansiera en kanal.
2. Om en sådan undersökning ger positivt besked, verka för att kanalen kommer till stånd.

Mål och begränsningar.

En utredning som ger ett någorlunda korrekt svar kräver ett omfattande utredningsarbete inom områden som påverkas av och skall betjäna av en kanal. Syftet med detta examensarbete är att ge en första orientering om Dalälvens förutsättning att tjänstgöra som transport-

led för fartyg av storleksordningen 3500 t, dw. Av naturliga skäl kan inte några exakta "siffror" presenteras av oss. För detta skulle krävas omfattande fältstudier och mättningsarbeten under en längre tidsperiod. Exempelvis borde en så pass vital fråga som strömningshastigheten studeras vid skilda tidpunkter och i olika delar av älven. Bottentopografi och provborrningar skulle vidare ge värdefull information.

Först ges en beskrivning av det dimensionerande fartyget och de krav på farleden detta medför.

De arbetsmetoder och hjälpmedel som använts beskrivs och vi har även ansett det som viktigt att ta med något om kustsjöfartens villkor i Sverige. Detta för att ge någon upplysning om de förhållanden som råder inom den skeppssjöfart som passar en eventuell kanaltrafik på Dalälven.

Litteraturstudier om tekniska krav på farleder presenteras och en jämförelse göres med det dimensionerande fartyget. Nedsänkning (squat), farledsbredd m m berörs. En redogörelse lämnas om älven och dess nuvarande tillstånd. Därefter beskriver vi de platser efter älven som kräver åtgärder ur vattenbyggnadsteknisk synpunkt. Slutligen görs ett försök till ekonomisk kostnadskalkyl över erforderliga byggnadsarbeten, drift- och underhåll.

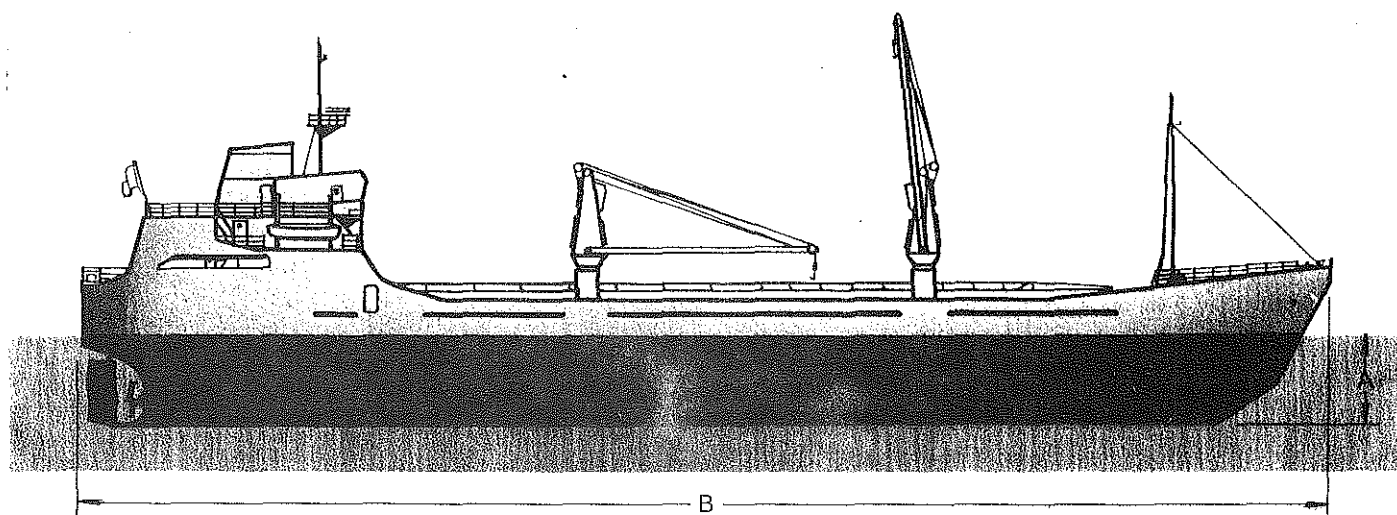
1.3 Dimensionerande fartyg

Det fartyg som valts har ansetts ha sådana egenskaper att en stor godskvantitet skulle kunna medtagas. Transportekonomin borde på detta sätt bli den bästa, då det är frågan om kanaltransporter på upp till 30 mil (Orsa).

Tendensen inom sjöfarten idag pekar på en större båtstorlek för att erhålla bättre ekonomi. En jämförelse kan här göras med Trollhätte Kanal, där utvecklingen är just denna.

I samråd med kanaldirektör Tage Färnert, Trollhätte Kanalverk, har lämplig största båtstorlek fastslagits. Fartygets dimensioner framgår av fig. 1.3 och överensstämmer med storleken på största fartyg

för den utbyggda Trollhätte Kanal.



- A=Största djupgående 5,3 m
- B=Största fartygslängd 87 m
- C=Minsta kanaldjup 6,3 m
- D=Största fartygsbredd 13 m
- E = Minsta kanalbredd 30 m

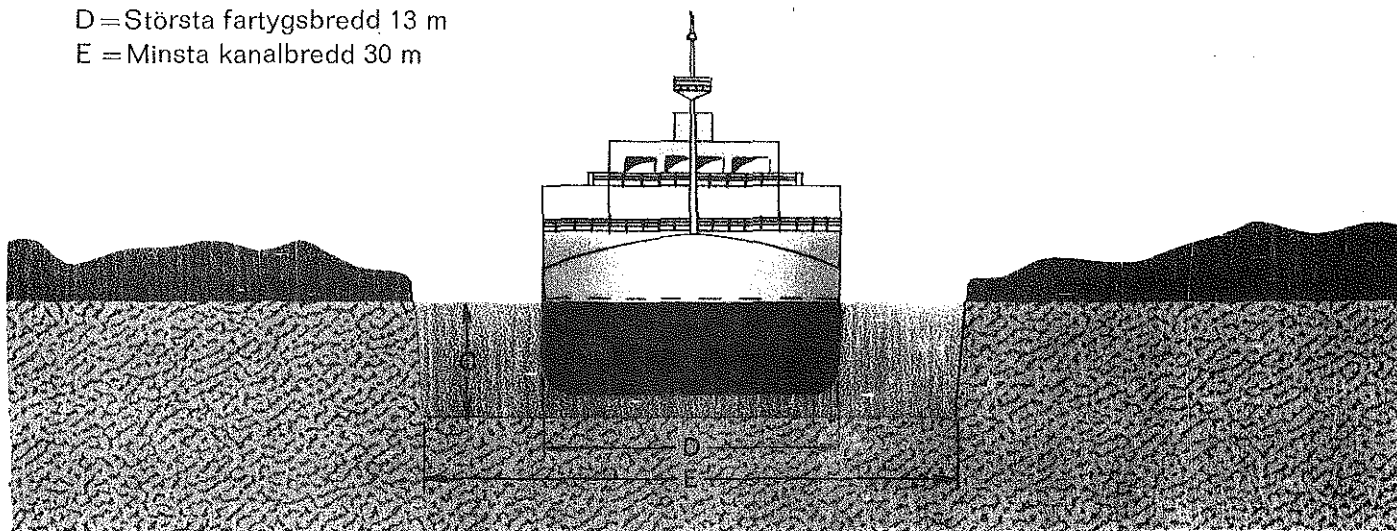


Fig. 1.3

Dim. fartyg.

1.4 Karakteristiska mått för kanalen.

Till följd av de rekommendationer som givits av Kungl. Kanalkommissionen 1918 och studier av tillgänglig litteratur (se litteraturlista), inom området har följande mått framtagits för den fortsatta studien.

Dubbelled i älven och sjöar	bredd 45,0 m			
Grävd kanal.	dubbelled	släntlutn. 1:3	bottenbredd 29 m	
- "-		- "- 1:2	- "-	35 m
- "-	enkelled	- "- 1:2	- "-	22 m
Djup i kanalen (i större sjöar kan ett mindre djup accepteras)				6,3 m
Slusslängd				135 m
Minsta önskvärda radie i farled				630 m
Önskvärd radie				800 m
Seglationsfri höjd				28 m
Klaffbro, fri bredd				40 m
Max. strömhastighet				2 knop

Storleken på konstbyggnader som slussar, klaffbroar m. m kan givetvis diskuteras. Vi föreslår att dessa dimensioneras för en framtida utbyggnad och har därför här valt slusslängden 135 m.

1.5 Arbetsmetoder och hjälpmedel.

1.5.1 Kartor, ritningar och fakta-material.

Första delen av vår undersökning ägnades åt insamlande av material och litteratursökning. En naturlig start var då att skaffa information om befintliga kraftverk och broar längs älven. Detta utfördes genom besök på resp. kraftbolag, Stora Kopparbergs Bergslag och Stockholms Elverk resp. Vattenfall, Vägverket och S. J. På detta sätt erhöles ritningar och uppgifter om samtliga kraftverk, landsvägsbroar och järnvägsbroar. Ur dessa har sedan en del upplysningar om älven framkommit även om en del av dessa data har blivit inaktuella p g a kraftverksbyggnad och regleringar i älven.

Från Vägverket i Falun har dessutom erhållits resultat från gjorda provborrningar vid ett flertal befintliga och planerade broar.

Det kartmaterial som använts har utgjorts av:

1. Topografiska kartbladet, 1:50 000, där hela älven täckts in.
2. Ekonomiska kartbladet, 1:10 000, sträckan Olofsfors-Leksand.
Dessutom har fotokopior inskaffats för täckning av bl a Tyttbo, Gysinge, Undra - Älvkarleby.
3. Internt kartmaterial 1:4000 från Avesta Jernverks AB sträckan Olofsfors - Avesta.
4. Dalälvens vattenregl.företag ekolodade nivåkartor Insjön-Undrafjärden.
5. Dalälvens vattenregleringsföretags ansökan för Siljans utvidgade reglering 1959 och deras ekolodade nivåkartor Orsa-sjöns utlopp - Gråda.

Material har även erhållits från en del kommuner som berörs av kanalen.

Omfattande litteraturstudier har utförts om problematiken kring kanaler.

1.5.2 Fältstudier.

I augusti 1974 gjordes ett par bilturer från Leksand och ned mot Älvkarleby. Under den ena resan gjordes stickprovsmätningar av älvdjupet. Lodningen utfördes med ett portabelt ekolod från en jolle. Positionsbestämning i förhållande till stranden gjordes ej men en bra uppfattning om läget kunde erhållas. Mätningar utfördes vid Nyckelby, Översätra, St. Skedvi, Orrsta och Hovnäs färja.

Dessutom har sträckan Forshuvud - Gråda ekolodats. Bild 6. Inte heller i detta fall gjordes någon exakt positionsbestämning utan den skedde med hjälp av vad som kunde framkomma av kartmaterialet och lokalkännedom.

Ekolodningarna har dock gett en bra bild av bottenförhållanden och utökat kunskapen om älven. Första veckan i september kunde vi studera älven från luften vid en flygtur, som vi tackar Dala kanalsällskap för. För att senare vid arbetet med kanalen kunna ha hjälp av flygningen togs en hel del fotografier över intressanta delar. På Bildsidorna visas en del av dessa.

2. NÅGOT OM KUSTSJÖFART [21]

2.1 Allmänt

Kustsjöfarten i Sverige har alltsedan andra världskriget varit på tillbakagång och har inte fått del av det allmänna uppsvinget inom transportsektorn. Bl. a. har den ökade konkurrensen från landtransportmedlen inneburit att de flesta styckegodstransporterna flyttats från sjöfarten.

Den försämrade lönsamheten för det mindre tonnaget får dessutom ses mot bakgrunden av det allmänna kostnadsläget i Sverige. Konkurrensen från utländskt tonnage tilltog efter 1949-01-01 då en ny sjöarbetstidslag trädde i kraft. Denna lag innebar bl. a. att gränsen för trevaktsystem sänktes från 2000 till 500 bruttoregister-ton.

Försöken att nedbringa verkningarna av denna lag genom att byggas k paragraffartyg av storleken strax under 500 ton lyckades inte helt. Dessa fartyg blev till att börja med för lastodryga. Då man genom diverse tolkningar av mättningsbestämmelserna lyckades öka lastdrygheten erhöll man istället ökade hanteringskostnader.

På senare tid har ett flertal länder börjat bedriva inrikes sjöfart i Sverige. Bland dessa främst Norge, Danmark, Holland och Storbritannien. Detta innebär att de utländska fartygens kostnadsläge påverkar fraktnivån för den svenska kustsjöfarten. Lönsamheten för det mindre svenska tonnaget har härigenom ständigt sjunkit.

2.2 Svensk kustsjöfart

Sveriges totala handelsflotta omfattade 1972-07-01 5 632 000 brt. eller 2 % av världens totala handelsflotta.

2.3 Geografiska begränsningar

Enligt sjölagen kap. 1 § 4 gäller följande fartområden.

2.3.1 Inre fart.

Fart inom riket i hamnar, floder, kanaler och insjöar ävensom inomskärs vid kusterna samt fart i Kalmar sund. Med fart, som nu sägts, likställs all fart i Öresund och Oslofjorden till Larvik.

2.3.2 Stor kustsjöfart.

Annan fart än den under ovanstående pkt. omförmälda till eller från in- eller utrikes orter, belägna vid Östersjön eller därmed i sjöfartsförbindelse varande farvatten, dock ej bortom linjen Hanstholm-Lindesnäs eller bortom Cuxhaven.

2.3.3 Nordsjöfart.

Lika ovanstående, dock ej bortom linjen Shetlands nordpunkt - Trondheimsfjorden, 11° västlig longitud (islands västkust) och 48° nordlig latitud (Brest).

2.3.4 Oceanfart.

All annan fart. Andra benämningar: Närfart - kustsjöfart.
Fjärrfart = oceanfart.

2.4 Handelsflottans storlek och fördelning på olika tonnagegrupper.

Spridningen i tonnageklasser är jämnt fördelad år 1973. Man kan emellertid konstatera att de nyinvesteringar som görs sker främst i de större tonnageklasserna.

2.4.1 Medelålder på fartygsflottan.

Medelåldern för tankers varierar starkt med tonnageklasserna. På grund av satsningen på allt större tankers blir medelåldern där mycket lägre än för tankers under 1000 brt. För övriga fartyg fås en jämn fördelning av medelåldern mellan tonnageklasserna. Vid 500 brt. sker emellertid en uppgång av medelåldern. Det beror på att vid tonnageklasser under 500 brt. har man tvåvaktsystem medan man vid större tonnageklasser har trevaktsystem.

Torrlastfartyg under 5000 ton utgör 66 % av de totala torrlastfartygen och 13 % av det totala tonnaget för torrlasttrafik. Andelen av det totala tonnaget har mer än halverats sedan 1961.

Tabell 2.1 Totala svenska handelsflottan

År	Bruttoregister-ton			Tot ant i kl 100- 4999	Tot BRT x 1000 i kl 100- 4999	BRT fartyg i kl 100- 4999	Hela svenska handelsflottan		% av ant i kl 100- 4999	% av BRT i kl 100- 4999
	100 499	500 1999	2000 4999				Ant tot	BRT x 1000 tot		
1961	491	118	200	809	1000	1236	1086	3955,1	74,5	25,3
1962	484	109	110	783	958	1223	1073	4139,3	72	23
1963	470	89	166	725	846	1167	1007	4109,1	72	20,6
1964	443	81	147	677	772	1140	949	4137,4	71,8	18,7
1965	422	76	141	639	721	1128	904	4143,5	70,7	17,4
1966	398	72	129	599	667	1114	876	4455,2	69,4	16,0
1967	360	66	112	558	602	1079	838	4865,9	66,6	13,2
1968	380	59	110	549	584	1064	824	4751,4	66,6	12,3
1969	374	62	103	539	562	1043	801	4752,4	67,9	11,8
1970	350	69	100	519	554	1067	766	4635,0	67,8	12,0
1971	319	80	85	484	498	1029	724	4953,0	66,9	10,1

Totalt utgör fartyg som understiger 5000 brt, 67 % av det totala antalet fartyg, men endast 10 % av det totala tonnaget. Även här har andelen av det totala tonnaget minskat med mer än hälften.

2.5 Konkurrenssituationen inom kustsjöfarten.

2.5.1 Vid en bedömning av svenska handelsflottans konkurrenssituation skiljer man mellan två olika transportsträcksalternativ.

1. Avgångs- och ankomsthavn för en resa är svensk.
2. Då avgångs- eller/och ankomsthavn för en resa är utländsk.

2.5.2 Konkurrens vid trafik mellan svenska hamnar.

För denna trafik som benämnes "inrikes fart" gäller inskränkningar för det utländska tonnagets möjligheter att konkurrera. Konkurrensbegränsningen upprätthålls med det s k "produktplakatet" från år 1724 som säger att godstransport mellan svenska hamnar inte får utföras av utländska fartyg. På senare tid har dock avtal slutits med vissa länder som tillåter dessa att bedriva trafik mellan svenska

hamnar efter en formell dispensgivning.

Länder som har sådant avtal med Sverige är Argentina, Belgien, Danmark, Frankrike, Irland, Island, Japan, Kina, Nederländerna, Norge, Nordirland, Portugal och Storbritannien.

Alla länder är dock inte intressanta ur konkurrenssynpunkt, men tillsammans har dessa avtal på senare år inneburit ett starkt ökat deltagande av utländska fartyg.

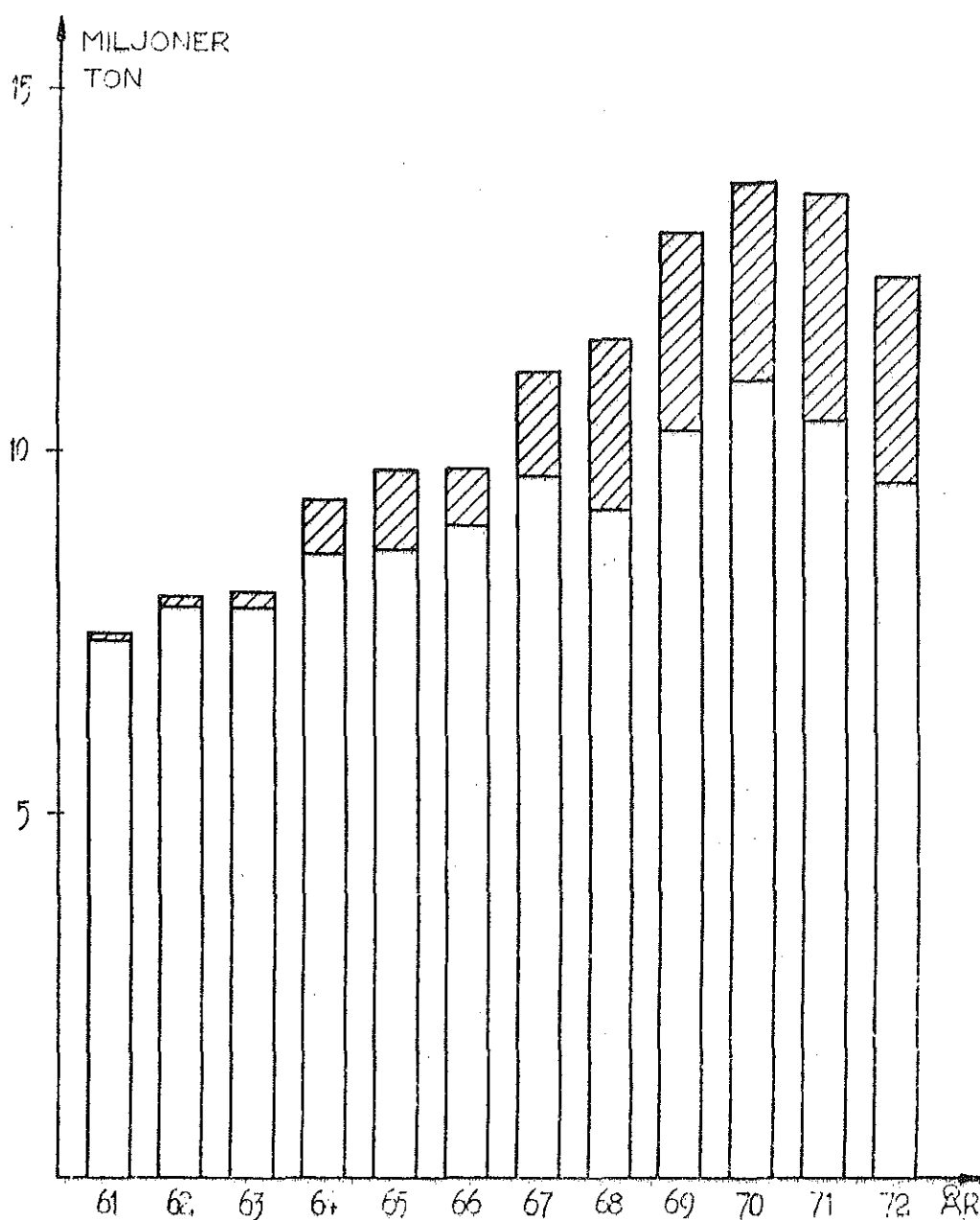


Fig. 2.1

Diagram över fördelning på svensk resp. utländsk köll av gods i svensk inre fart under tiden 1961-1971.

Enligt uppgifter i S.O.S. har de med utländska fartyg i svensk inre fart transporterade godskvantiteterna under de senaste 15 åren ökat från 2 % till drygt 20 % av den totala godsmängden i inrikes fart.

1971 var den av främmande fartyg transporterade godsmängden 23 % av totala godskvantiteter eller 3 407 000 ton. Av dessa var 2 652 000 ton mineraloljor. En del av dessa fartyg är dock av svenska redare förhyrda från utlandet.

De dominerande ländernas, Norge, Danmark, Västtyskland och England, deltagande i svensk kustsjöfart framgår av nedanstående tabeller.

År	NORGE			DANMARK			VÄSTTYSKLAND			NEDERLÄNDERNA		
	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton
1961	37	28,4	767	33	7,6	211	4	1,4	350	54	13,0	250
1962	45	58,4	1300	103	12,4	120	5	3,9	700	35	18,0	514
1963	47	78,3	1687	49	17,6	359	2	16,9	8450	91	23,3	256
1964	50	140,5	2560	66	10,4	157	5	1,0	320	119	67,0	563
1965	71	202,1	2846	100	27,8	257	4	1,1	275	102	74,3	728
1966	89	164,1	1843	99	30,5	308	6	1,1	220	60	88,9	1401
1967	110	240,5	2196	99	43,0	443	5	1,4	280	31	140,9	4800
1968	112	223,9	1999	104	35,2	338	12	3,9	325	39	176,1	4515
1969	94	212,0	2295	159	37,5	236	20	6,3	315	32	144,8	4525
1970	69	168,3	1753	158	44,0	284	27	9,4	394	34	100,3	5991
1971	89	88,6	905	172	49,0	283	16	3,8	612	39	277,7	1255

År	ENGLAND			ÖVRIGA			TOTALT		
	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton	Antal resor	Σ ton netto x 1000	Medel nettoton
1961	0	0	0	7	23,3	3320	130	74,1	565
1962	0	0	0	5	24,2	4840	109	117,0	603
1963	0	0	0	11	35,7	3245	200	172,7	603
1964	28	111,6	3985	10	21,3	2130	206	360,5	1200
1965	41	178,9	4363	65	70,7	1087	391	554,8	1418
1966	31	87,5	4166	8	10,3	1207	282	382,4	1356
1967	30	212,3	7076	5	25,2	5040	200	672,2	2400
1968	120	613,4	4891	11	6,9	627	497	1065,4	3017
1969	141	754,0	5353	8	13,0	1625	454	1168,5	2573
1970	170	715,8	4210	15	24,7	1646	500	1146,5	2293
1971	158	672,7	5523	2	8,9	4450	475	1267,4	2668

Fig. 2.2. Tabell över utländska fartygs deltagande i svensk kustsjöfart under tiden 1961 - 1971.

Av fig. 2.2 framgår att totala antalet resor med utländska fartyg i svensk inre fart har ökat liksom medelstorleken på fartygen. Be-

träffande storleken av fartygen skall man dock vara aktsam att dra för snabba slutsatser. Inverkan av fördelningen mellan tankfartyg och torrlastfartyg har nämligen en mycket stor

För Danmarks del kan sägas att tonnaget har en anmärkningsvärt hög genomsnittlig ålder. Detta tyder på att det är den sämre delen av den danska flottan som går i svensk inre fart. Vidare använder man mycket små fartyg och dessa har en dragning åt torrlastmarknader.

För Englands del är det däremot tanktonnaget som dominerar och det är då speciellt tankers i storleksordningen 15-20 000 t.dw. som transporterar raffinerade oljeprodukter för de stora oljebolagens räkning.

2. 6 Konkurrens vid trafik mellan Sverige och utlandet.

Någon begränsning i denna trafik för de utländska fartygen finns inte och Sverige har alltid förespråkat den fria konkurrensens principer. Anledningen till detta har naturligtvis varit att man i sin tur skall få tillstånd att med svenska fartyg få konkurrera på den utländska marknaden.

I tabellen 2.2 framgår procentuella fördelning av godset mellan olika länder. Man har räknat på transporter mellan Sverige och Norge, Danmark, Finland, Sovjetunionen etc och fått fram hur mycket som går med svenska fartyg, med det andra landets fartyg resp. med tredje lands fartyg. Av tabellen framgår att Västtyskland och Sovjetunionen i stor utsträckning sköter transporterna på det egna landet. Någon motsvarande dominans för svenska fartyg i trafik på något annat land existerar ej.

Tabell 2.2

Land varifrån fartyget ankommit eller avgått	Svenska fartyg					Avsändar- eller mottagarlandets fartyg					Annat lands fartyg				
	62	64	66	68	70	62	64	66	68	70	62	64	66	68	70
Norge	50,0	29,1	39,3	29,8	35,2	45,3	44,9	39,0	39,4	25,8	24,7	20,0	27,7	30,8	30,0
Danmark	40,5	37,3	24,4	16,3	24,1	25,3	20,6	26,9	25,9	20,2	34,2	42,1	40,7	57,8	55,7
Finland	19,9	19,1	22,3	18,5	23,2	37,1	41,0	38,2	39,4	37,4	43,0	39,9	39,5	41,1	39,4
Sovjetunionen	12,3	3,3	3,6	3,4	3,4	69,5	77,9	86,0	84,0	66,2	10,2	10,0	10,4	12,6	10,4
Polen	21,4	16,2	13,5	16,5	20,9	37,2	37,0	42,0	42,2	27,5	41,4	47,0	44,5	41,9	51,6
Östtyskland	47,4	25,0	20,6	34,9	20,5	11,6	29,0	23,0	32,8	39,9	41,0	51,1	50,4	53,3	39,5
Västtyskland Östersjökusten	16,6	13,8	15,4	14,6	14,4	74,9	68,6	67,8	69,5	56,7	8,5	17,6	10,8	15,9	28,0
Västtyskland Nordsjöskusten	16,5	17,0	23,4	26,5	20,2	65,2	62,6	57,6	46,9	47,9	18,3	20,4	10,0	26,2	31,9
Nederländerna	27,8	21,0	19,5	21,8	13,9	24,7	23,1	19,8	16,8	15,6	47,5	44,2	60,7	61,1	71,1
Belgien	46,0	32,8	45,3	32,8	17,0	20,0	10,8	10,0	1,6	0,9	34,0	59,6	44,7	65,6	62,1
England	29,3	28,5	18,0	19,6	17,2	44,3	41,1	43,5	32,4	37,6	26,4	20,4	38,8	48,0	45,3

I nedanstående tabeller visas vilken nationalitet de utländska fartygen, har som anlöper svensk hamn.

Tabell 2.3 och 2.4

Storleks- grupper DRT	SVERIGE			NORGE			DANMARK			VÄSTTYSKLAND			NEDERLÄNDERNA		
	63	67	71	63	67	71	63	67	71	63	67	71	63	67	71
- 99	40,4	41,8	33,4	8,7	12,8	14,9	44,3	43,1	40,8	3,5	1,9	4,9	0,9	0,5	
100 - 199	27,5	19,5	17,1	8,5	8,0	20,3	26,1	45,4	53,2	20,5	20,2	0,8	7,2	2,0	2,5
200 - 299	10,4	11,7	9,4	4,6	3,0	9,2	12,8	21,4	37,9	50,3	53,4	38,6	4,3	14,4	0,4
300 - 440	17,8	15,7	21,3	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	13,0	46,0	50,0	45,0	21,6	12,1	11,0
450 - 499	36,8	31,3	23,6	3,9	5,8	7,3	2,4	4,6	5,9	20,1	40,1	40,7	24,1	0,5	0,1
500 - 999	8,8	14,2	10,9	3,3	4,4	1,1	2,6	1,4	0,4	57,1	51,3	53,3	0,8	0,4	8,5
1000 - 1499	31,7	17,5	16,4	6,1	23,2	13,2	1,9	3,2	3,4	10,1	23,2	7,1	0,3	0,9	10,0
1500 - 1999	39,7	20,2	23,3	11,0	9,1	13,9	1,1	0,0	0,3	9,2	7,6	12,4	0,7	3,4	7,0
2000 - 2499	34,1	35,8	34,0	2,2	0,5	0,3	1,1	0,6	0,6	6,6	20,0	9,4	5,4	0,3	
2500 - 2999	26,6	16,4	34,1	0,3	3,0	7,8	1,2		0,2	0,3	4,3	2,2			0,2
3000 - 3999	26,8	16,1	8,7	4,4	1,0	4,0	3,4	7,0	7,3	7,9	2,0	0,3			0,7
4000 - 4999	61,3	52,2	43,4	10,2	13,7	6,0	1,1	1,0	0,9	3,9	7,7	0,5		0,5	
5000 - 5999	42,0	36,0	38,0	47,3	35,2	10,7	1,1	4,9	1,4	2,0	1,5	0,5	1,1	0,6	1,0

Storleks- grupper DRT	ENGLAND			FINLAND			SOVJETUNIONEN			POLEN			BELGIEN		
	63	67	71	63	67	71	63	67	71	63	67	71	63	67	71
- 99				2,1	0,4										
100 - 199				4,1	0,4								0,1		
200 - 299				5,8	5,4	1,7		0							
300 - 440	0	0	0	3,1	3,0	3,4	1,7	1,2	1,1			0		0	
450 - 499	0	0	0,6	2,7	4,8	4,2		0		1,7	0,8	1,1		0,1	
500 - 999	1,5	5,5	4,3	6,1	6,7	5,3	3,2	2,7	1,1	3,5	2,4	3,3	0,4	0,3	
1000 - 1499	1,1	3,3	12,4	4,5	3,1	6,4	25,2	11,9	14,6	1,0	6,9	2,7	3,9	0,1	0,1
1500 - 1999	12,1	12,2	9,1	10,1	4,7	5,0	4,9	20,6	16,5	1,9	2,6	1,3			
2000 - 2499	10,5	1,0		10,7	13,3	2,6	3,3	2,0	21,8	2,1	0,2	6,9			
2500 - 2999		0,3	12,0	15,0	24,5	7,4	9,9	16,4	15,0	4,6	13,2	7,5			
3000 - 3999	0,9	1,0	0,4	4,7	4,9	5,6	42,4	50,0	57,7	3,5	1,5	1,3			
4000 - 4999	7,2	3,2	6,8	3,5	4,0	0,0	3,0	10,8	14,4	1,1		2,2			
5000 - 5999	0,6	1,5	24,3	2,1	6,1	0,0	0,5	2,4	4,4	0,5	0,9	1,9			

Av tabellerna framgår att det för Sveriges del är en procentuellt vikande tendens för praktiskt taget alla storleksklasser. Flera av de andra länderna har tvärt emot en ökande tendens.

De hårdaste konkurrenterna inom de aktuella fartygsstorlekarna kan sägas vara Norge, Danmark, Finland, Belgien, Nederländerna, Storbritannien, Västtyskland, Östtyskland, Polen och Sovjetunionen.

2.7 Förslag till förbättringar för de svenska redarnas situation och möjligheter.

Det aktuella fartygsbeståndet inom de åtta konkurrentländerna, vars statistik varit tillgänglig, framgår av nedanstående tabell.

Tabell 2. 5

	Antal fartyg inom klassen (a)	a i % av landets totala handels- flotta (b)	BRT inom klassen x 1000 (c)	Föränd- ringar av anta- let inom klassen (d)	Föränd- ringar av ande- len inom klassen (e)
Sverige 100 - 4999 BRT	484	66,9	498	minskar kraftigt	minskar
Norge 100 - 5999 BRT	1319	59,4	1049	minskar sakta	minskar
Danmark 100 - 4999 BRT	800	70,5	580	ökar	ökar
Finland 100 - 4999 BRT	342	70,5	381	minskar sakta	minskar
Nederländerna 100 - 4999 BRT	638	68,0	463	minskar kraftigt	minskar
Storbritannien 100 - 4999 BRT	529	30,2	697	minskar	minskar
Västtyskland 100 - 4999 BRT	1752	71,2	1631	minskar	ökar
Östtyskland 100 - 5000 DWT	110	56,7	254	ökar	minskar

Möjligheterna att bedriva sjöfart och anställningen till sjöfart i de olika länderna är starkt varierande. Det är därför mycket svårt att ge en distinkt bild av konkurrenssituationen.

Fartområdena i bemanningsbestämmelserna skall rent allmänt dikteras från säkerhetsmässiga krav. Det verkar däremot som om det inte var samma säkerhet man stiftade bestämmelser för i de olika länderna.

Fullt klart är att gränserna för de svenska fartområdena gör att de svenska redarna, som önskar delta i transporten på de för Sverige stora handelsområdena Storbritannien, Belgien, Nederländerna, måste förstärka bemanningen på fartyget. Denna bemanningsförstärkning innebär stegrade kostnader och minskad konkurrenskraft. Det är grava negativa faktorer som behöver starka säkerhetsargument för att uppvägas. Dessa argument torde inte vara lätta att hitta.

Med de bemanningsbestämmelser som idag finns i Sverige blir den svenske redaren tvungen att betala i vissa fall avsevärt högre, ja ända upp till dubbelt så höga, löner som konkurrensländernas redare. I beräkningarna har då inte tagits hänsyn till arbetstidens längd, avlös-

ningssystem, övertidsersättningar, sociala avgifver etc men få av dessa faktorer torde innebära en förbättring för den svenske redaren i konkurrenshänseende.

Argumentet att man vill värna om antalet arbetstillfällen ombord med bemanningsbestämmelserna är absurdt. Situationen för den 18:de mannen ombord blir inte säkrare utan tvärtom blir situationen osäkrare för samtliga ombord.

Att värna om antalet arbetstillfällen inom den mindre skeppsfarten finns det däremot ett mycket starkt behov av. De anställdas antal har nämligen under tioårsperioden 1961-1971 minskat med 65 % från 12.677 till 4 427. Metoden bör dock vara att stimulera sjöfarten så att fler fartyg anskaffas istället för att försöka hålla kvar en stor besättning på det enskilda fartyget. Problemet blir ännu allvarligare om man även beaktar att det stora flertalet av de som mist sina arbetstillfällen inom den mindre skeppsfarten oftast ej kan tänka sig sjömansyrket på större fartyg.

Den svenska redaren har idag möjlighet att hos olika finansinrättningar, vid köp av fartyg, låna upp till 85 % av fartygets anskaffningsvärde. De resterande 15 %, som ofta rör sig om miljonbelopp, måste han dock anskaffa på annat sätt. Möjligheterna härtil har starkt begränsats med den nya partrederilagstiftningen.

De hårda bemannings- och säkerhetsbestämmelserna som leder till höga kostnader för redaren, tillsammans med de stora svårigheterna att finansiera ett fartygsköp, gör att man förväntar sig en näringsgren fylld av ekonomiska krascher. Men detta är fel. Under detta sekel har inte någon finansinrättning i Sverige förlorat någonting på den mindre skeppsfarten. Detta faktum tillsammans med uppgiften att flera företrädare för den mindre skeppsfarten faktiskt anser att fraktmarknaden är relativt gynnsam gör att man istället förundras över det stora antalet uppläggningar. Anledningen till att man slutat är istället att man helt enkelt tröttnat. Man har tröttnat på den starkt ökande floran av bestämmelser och administrativa pålagor som gör att man mer och mer får sköta pappersarbete och mindre och mindre syssla med fartyget och dess framförande. Man har tröttnat på bestämmelser som ger sken av att vara "skrivbordsbestämmelser" framtagna av "skriv-

bordsseglare" utan någon reell anknytning till verkligheten.

Förslag till förbättringar framförda av undersökningsgruppen vid institutionen för transportteknik vid Chalmers:

1. Gränserna för fartområdena bör ses över. I första hand flyttas gränsen vid Cuxhaven så att man kan nå Holland, Belgien och Storbritannien. I andra hand minskas antalet fartområden.
2. De svenska bemanningsbestämmelserna ändras så att de bättre överensstämmer med de utländska. I första hand bör de svenska skepparna bemyndigas att förflytta fartyget kortare sträckor trots enstaka vakans i besättningen. Detta skulle öka tillgängligheten av fartyget. I andra hand bör antalet erforderliga besättningsmedlemmar vara detsamma som för övriga länders.
3. Bemanningsbestämmelserna bör omarbetas så att de tar hänsyn till resans längd.
4. De svenska säkerhetsbestämmelserna bör enas så att de stämmer överens med övriga länders. I första hand så att själva bestämmelserna stämmer överens. I andra hand så att tolkningen av bestämmelserna blir lika.
5. Partrederilagstiftningen bör överses och ändras så att finansieringsmöjligheterna ökar för de svenska redarna och så att sjöfartsnäringen åter blir intressant som investeringsobjekt för riskvilligt kapital.
6. Bestämmelserna om administrativa pålagor bör överses och i större utsträckning bör hänsyn tas till att utövarna av den mindrea skeppsfarten ofta är handlingens män. Dessa har ofta fått sitt yrke dels genom familjetraditioner men även valt det kanske just därför att det i så stor utsträckning skiljer sig från kamrersyrket i en kontorslokal.
7. Den administrativa verksamhet som måste finnas kvar bör underlättas exempelvis genom stöd till den mindre skeppsfartens intresseorganisationer så att dessa får möjlighet att hjälpa sina medlemmar.

3. HYDROLOGI

3.1 Allmänt om Dalälven

Dalälven är en av landets sex största älvar. Större vattenföring har endast Göta älv, Lule älv, Ångermanälven, Indalsälven och Ume älv.

Dalälven har ett på flera ställen kurvigt förlopp då den på sträckan Leksand - Bäringen fått erodera sig ned i kraftiga sedimentavlagringar och ibland hindrats av rullstensåsar.

Källflödena ligger i norra Dalarna och utgöres av den västra grenens Görälven och Faluälven och de östra tillflödena Rotälven, Fjätälven, Storån och Sörälven. Dessutom tillkommer flöden från Oreälven och Svärdsjövattdragen.

Under sin vandring ned mot havet följer den i stort sett sin gamla preglaciala fåra. Söder om Avesta har älven dock efter istiden tagit en ny sträckning österut mot Älvkarleby. Älven har på denna sträcka ej hunnit erodera någon markerad älvdal utan utgöres av ett flertal fjärdar med mellanliggande forssträckor. Området befinner sig alltså i ett ungt morfologiskt-geologiskt utvecklingsskede, med aktiva sedimentations- och erosionsprocesser i t ex Bäringen, Forsön och Tyttbo. Se bild 4, 5 och 9.

Dalälven hör till den typ av älvar som benämns "norra Sveriges skogs- och kustälvar". Karakteristiskt är den låga vintervattenföringen och vårfloden som kommer i maj. Under sommarmånaderna är vattenföringen vanligtvis låg för att sedan stiga på hösten vid stor nederbörd och liten avdunstning.

I de norrländska älvarna inträffar en markerad vårflod som vanligen kulminerar i juni och sedan fortsätter en bra bit in på sommaren. Där saknas också höstfloden då nederbörden tidigt börjar falla som snö.

Av Dalälvens båda källflöden, Västerdalälven och Österdalälven, är den förre sjöfattigare och får således ett snabbare avrinningsförlopp, speciellt i dess övre del. Här har tanken på en damm i Hälla ansetts som en fördel ur denna synvinkel för att utjämna flödet. Det är inte sällsynt att vattnet här stiger en halv till en meter på ett dygn.

Dalälvsbäckenet är förhållandevis fattigt på sjöar och de flesta är belägna i kulturbygder ganska långt ned i systemet. Vid älvens mynning är sjöprocenten 6,2 %. Västerdalälven har vid Djurås 4 % och Österdalälven 5,2 % vid samma punkt.

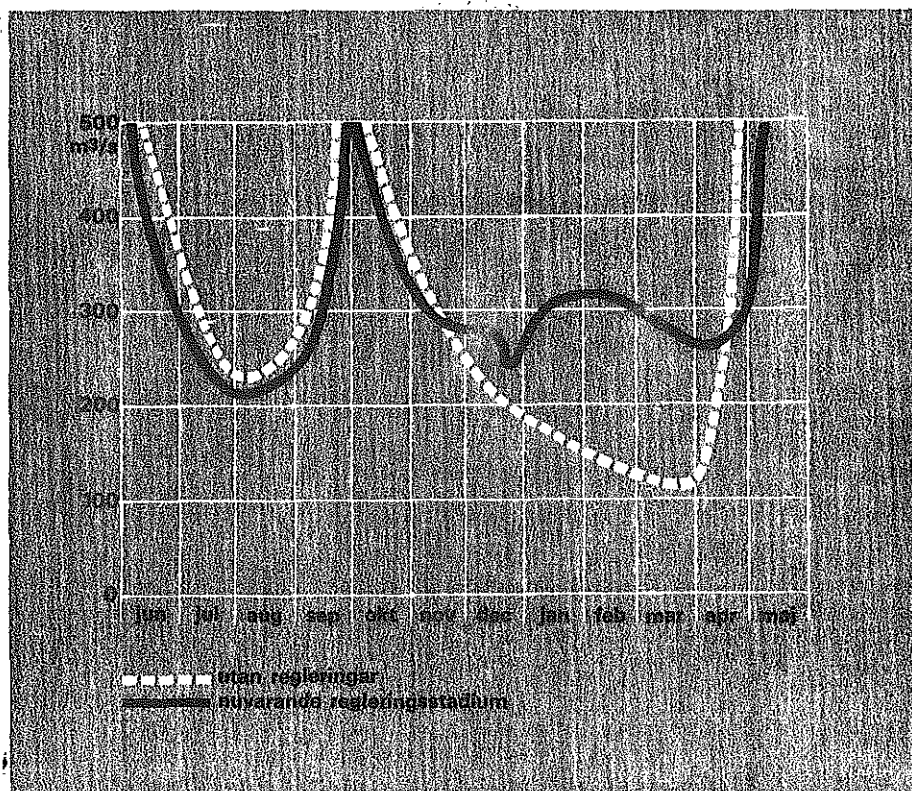


Fig. 3.1 Vattenföring vid Långhag.

Beträffande vattendelaren mellan Dalälvens och Mälardalens flodområde kan nämnas att vattendelaren mot söder ligger endast ett fåtal meter över älvens h. v. y.

Vattenföringen i Västerdalälven varierar således mycket mer än i Österdalälven. I Västerdalälven är högvattenföringen 40 ggr större än lågvattenmängden medan den i Österdalälven är 25 ggr. I extrema fall kan siffran bli 200 resp. 100. Vid Forshuvud har extremvärdena $2400 \text{ m}^3/\text{s}$ och $43 \text{ m}^3/\text{s}$ uppmätts. Dessa värden är dock gamla och efter kraftverksutbyggnad och reglering har ett betydligt jämnare flöde erhållits. Se fig. 3.1.

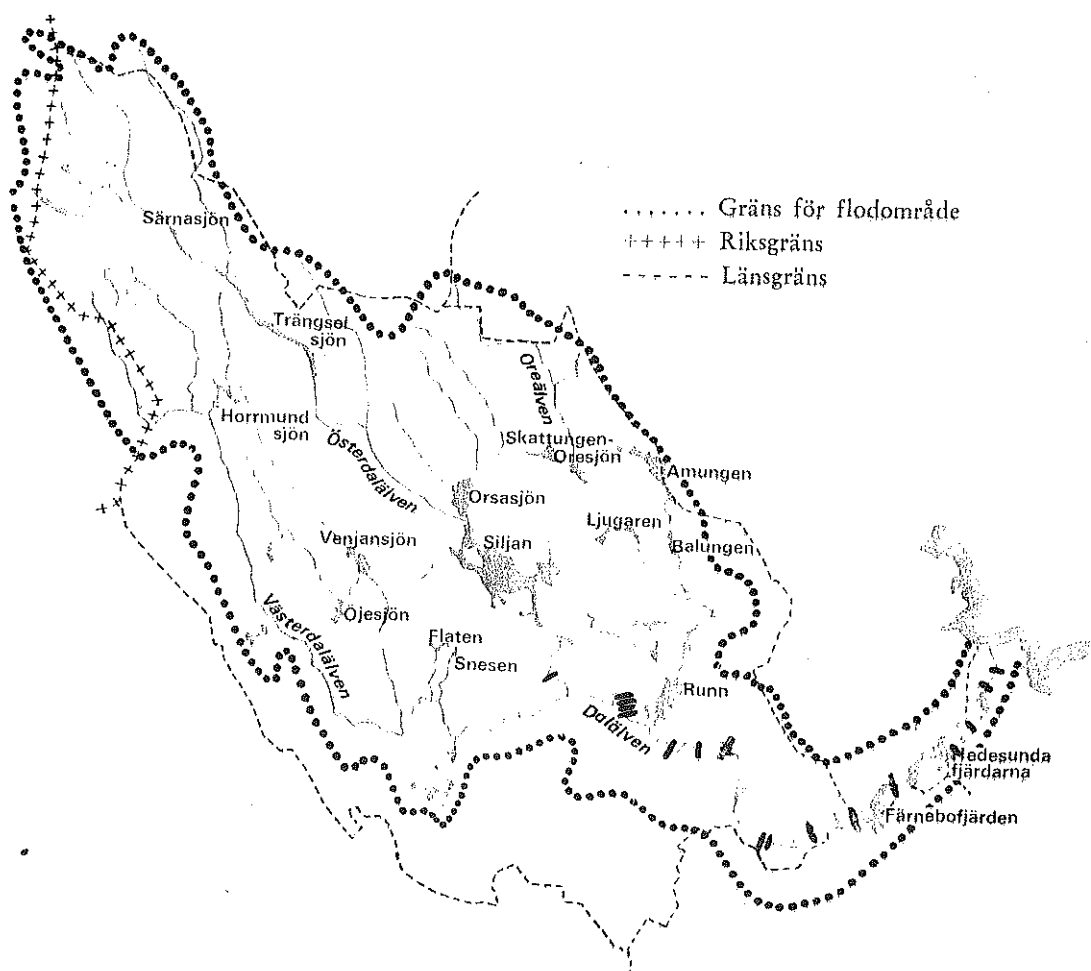


Fig. 3.2 Dalälvens flodområde.

Nederbördsområdets storlek vid några platser.

Älvkarleby	28 610 km ²
Gysinge	27 600
Bäringen	26 160
Duvåker	25 460
Torsång	24 070
Djurås V+Ö . Dalälven	20 810
" Ö . Dalälven	12 280
Leksand	11 970

3.2 Regleringen av Dalälven [22]

3.2.1 Allmänt

Innan den första regleringen av Siljan skedde hade en del regleringar redan påbörjats vid mindre sjösystem. Svärdsjövattendraget med

sjöarna Amungen, Ljugaren och Balungen var klart för reglering år 1921, då dammar vid Dalstuga och Dådran färdigställdes. Regleringshöjden var ca 3 m.

Vid Skattungen-Oresjöns reglering som kom till stånd 1924 var regleringshöjden 1,5 m.

Ett av de regleringsföretag som tidigast kom upp till diskussion var några sjöar nedströms Vansbro, Flaten- och Snesensjöarna. 1922 reglerades dessa med höjden 4 m resp 3,2 m.

3.2.2 Siljans partiella reglering.

Problemen med en reglering av Siljan visade sig bero på att denna på ett kraftigt sätt skulle inverka i de olika bygdernas liv. Siljansdalen är typisk för norra delen av Sverige genom att bebyggelsen är koncentrerad till älvarnas och sjöarnas stränder. En hel del andra orsaker gjorde att utredningsarbetet blev mycket omfattande. Bland dessa kan nännas de ömtåliga geologiska förhållanden som råder i Mora, Rättvik och Leksand.

Sedan gammalt har Dalälven varit ett hot mot Mora och dess stränder. Systematiska undersökningar visar att älven ständigt har ändrat sitt lopp på de sista tio kilometrarna mot Siljan. Främst var det vårfloden som skapade problem. 1659 skedde en katastrofartad förändring då det sista av Säbbsbo by försvann.

Även stora arealer låglänt mark och grund skulle påverkas av en reglering. 1919 inlämnades en ansökan enligt den nya vattenlagen av strömfallsägarna där man begärde en partiell reglering. Den nedre magasinsgränsen sattes till + 159,90 m.ö.h. vilket var lägsta observerade lågvattenstånd. Utredningar gjordes bl a om markskadeersättn., erosionsskador och fiske. Det fastställdes vidare att någon vandringsfisk förutom ål ej förekom, vilket medförde att lämpligt antal ålyngelledare fordrades.

Enligt vattenlagen skall frågor om regleringar i landets sex största sjöar underställas Kungl. Maj:ts prövning. Vattendomstolens dom kom 1924. 1928 fastställdes domen, efter överklaganden av detaljer, i Högsta Domstolen.

Regleringen skedde från 1926 genom Marielundsdammen och 1951 ersattes den av Gråda kraftverk.

Dämningsgränsen var + 161,78 m. På vintern skulle urtappning ske till 160,13 den 1 april och när vårfloden kom skulle dammen öppnas helt. Minimitappningen skulle vara $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.3 Siljan och Trängslet [22]

1947 inlämnades till vattendomstolen ansökan om att få sänka sen-
vinterns nivå med 85 cm. Detta förorsakade genast häftiga protes-
ter om vilka följande kan nämnas: Prosten Samuel Gabrielsson i
Rättvik deklarerade att det fanns tre sjöar som aldrig borde få röras:
Genesaret, Vierwaldstättersjön och framförallt Siljan. Anders de Wahl
utropade stående på Rättviks brygga att om man rörde Siljan var det
som att bära hand på Sveriges hjärta. Föreningen "Rädda Siljan" bil-
dades i Uppsala 1950.

Domstolen begärde utredning och föreslog 50 cm sänkning, istället för
85 cm. Målet blev dock vilande till 1959 p g a byggandet av Trängslets
kraftverk, varvid utgångspunkterna förändrades. Vattendom för Trängslet
avkunnades 1962.

Verkningarna nedströms Långlet i Mora ned till Gysinge föreslogs be-
handlas gemensamt i målet om Siljans utvidgade reglering. Nedströms
därom i målet om Hedesundafjärden.

I målet om Siljans reglering begärdes tillstånd att utföra rensningar i
Siljans utlopp av vilka följande utfördes i huvudsak under 1961: Kyrk-
grundet och Yttermo i Leksand, Insjön, Västannor, Ålsgrådan, Marie-
lund, Asköforsen.

Dom 1964. Ansökan om sänkning till + 159,40 behandlades av vatten-
domstolen som avslog begäran. Vattenhushållningsbestämmelser fast-
ställdes dock som möjliggjorde bättre utnyttjande av regleringen inom
gällande gränser. Bestämmelserna samordnades med Trängslets
reglering.

3. 4 Nuvarande regleringsbestämmelser. [23]

Reglering får ske mellan + 159, 90 och + 161, 78 men dessutom föreskrives att 161, 78 ej får överskridas vid Gråda kraftverk.

Av estetiska skäl skall Siljan så tidigt som möjligt höjas till 161, 00. Viss minimitappning skall ske vid Trängslet tiden 1 maj - 30 juni, om Siljan är lägre än 161, 00. För att undvika överdämning skall tappning ske vid Gråda med högst $293 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vattenståndet, under tiden mellan vårflod och 15 augusti, skall vara över + 161, 00. Mellan 15 aug. och 1 nov. tillåts nivån ej understiga rätlinjigt fall från 161, 00 till 160, 20 vid resp. datum. Erforderlig tappning från Trängslet skall förhindra detta.

3. 5 Vattenstånd [23]

Tabell 3. 1

	Före regl.	Under partiella		Nuvarande regl.
	1900-25	1926-39	1940-63	1964-74
HHW	163, 90 (1916)	163, 77 (1931)	163, 05 (1959)	162, 58 (1966)
MHW	162, 74	162, 49	162, 18	162, 14
MW	160, 99	161, 47	161, 27	161, 30
MLW	160, 16	160, 27	160, 08	160, 00
LLW	159, 92 (1909)	159, 92 (1934)	159, 63 (1948)	159, 90 (1966)

Högsta kända vattenståndet inträffade 1860 med ca 165, 0 m. Därefter kommer 1916 med 163, 90 m och 1910 med 163, 78 m.

Fig. 3. 3 visar vattenståndet i Siljan under perioden 1967-74.

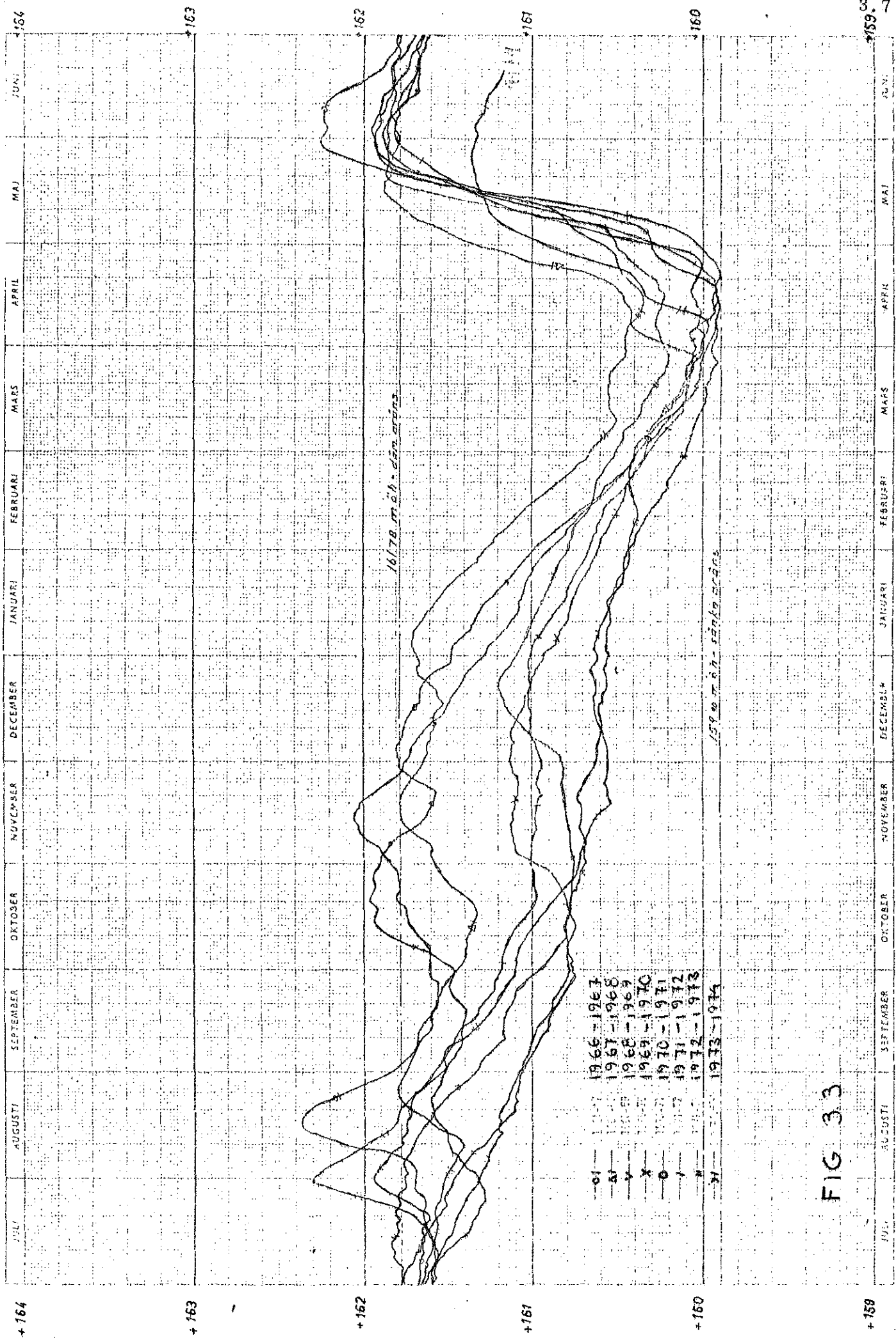


FIG 3.3

3,6 Vattenföring m^3/s .Tabell 3.2

	<u>Före regl.</u>	<u>Under partiella regl.</u>		<u>Under nuvarande regl.</u>
	1900-25	1926-39	1940-63	1964-73
HHQ	760 (1916)	730 (1931)	570 (1951)	460 (1966)
MHQ	474	426	381	335
MQ	155	159	142	147
MLQ	42	45	25	29
LLQ	26 (1909)	23	0	25

År 1860 beräknas HHQ ha varit $1100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vattenföringen i älven nedströms Siljan behandlas under rubriken Kraftverk.

3,7 Vattenföringens inverkan på fartygstrafik.

De markerade flödestopparna under hösten och i maj, juni medför givetvis en höjd strömningshastighet i älven. Speciellt märkbart blir detta i trånga sektioner av älven. Uppmätning av dessa får ingå i en utvidgad undersökning av älven, då sådana mätningar ej har varit möjliga att utföra inom detta arbete.

Älvens strömningshastighet bör ej överskrida ca 2 knop (1 m/s) för att fartygens framförande ej skall äventyras. (se kap. 1).

4. KARAKTERISTISKA KÄNNETECKEN HOS DALÄLVEN MED UTGÅNGSPUNKT FRÅN GEOLOGIN.

4.1 Allmänt

Den största delen av Dalälvens lopp karaktäriseras av den för norr-
ländska älvar typiska lagerföljden.

1. Underst årsgrus, sand, mo och mjäla med uppåt av-
tagande kornstorlek.
2. Ett mäktigt lager av fjordavsatt mjäla.
3. Kring den nuvarande fåran avsatta älv sediment av korn-
storleken sand-finmo med det grövre materialet närmast
fåran.

Denna beskrivning gäller i stort sett för sträckan Siljan-Bäringen,
där älven ligger under marina gränsen, "M.G".

Från Bäringen mot Älvkarleby är berggrundens ytgestaltning flack.
Detta har gett en helt annan fördelning både av moränavlagringar
och av isälvarnas förlopp. Breda fjärdar med leravsättning p g a
låg strömhastighet.

Dalälvens urspårning vid Krylbo där den lämnat sin preglaciala fåra
har även gett denna sträcka en särprägel. Älven har inte hunnit att
erodera ner sig och bilda en älv dal utan breder ut sig i ett flertal re-
lativt grunda fjärdar. Mellan dessa har älven letat sig fram i ett
otal smågrenar med forsar, exempelvis Gysinge och Untra.

4.2 Orsasjön - Siljan.

Sydost om Garberg mynnar Österdalälven i Siljanssänkan. Här har
älven alltid eroderat sig fram genom glaci-fluviala material och delta-
bildning av sand har skett vid utloppet i Siljan(Sandholmen). Mellan
Orsasjön och Siljan torde övervägande delen muddringsmassor bestå
av fraktioner samt finmo, med inslag av morän, exempelvis nedströms
järnvägsbron i Mora.

4.3 Leksand-Djurås

4.3.1 Allmänt

Älvens utlopp börjar med den 12 km långa Österviken. Den går sedan mot SO genom en bred och markerad dal mot Insjön som utfyller en utvidgning av dalen.

Ett tidigare utlopp från Siljan var den s.k. Åkerörännan.

Närmare utlöppet och ned mot Ålsheden har älven till viss del eroderat sig genom glacifluvialt material och längre söderut täcks detta av moigamjäligena avlagringar. Längs hela denna sträcka har älven det typiska utseendet för en norrlandsälv under M.G. Älven har eroderat sig ned i mjålaavlagringarna och har deponerat älv sediment, sand-finmo, med avtagande kornstorlek från fåran.

Norr om Gagnef har älven haft plats att bilda ett par meanderbågar.

4.3.2 Djupförhållanden

Mellan Leksand och Gråda har älven ett djup på 5-6 m räknat från MW, avbrutet av en del grundare partier. Ett flertal av dessa har dock rensats av Dalälvens Vattenregleringsföretag omkring år 1961.

Nedströms Gråda kraftverk till bron i Djurås är bottennivån mer oregelbunden och växlar mellan stora djup och grundare partier. Dessa består sannolikt av rullstensåsar som blivit genomträngda av älven och har på detta sätt bildat steniga grund.

4.4 Djurås - Bysjön

4.4.1 Allmänt

Vid Djurås sker sammanflödet mellan Öster- och Västerdalälven. Älven går i en dalgång som ofta är mycket bred och omgiven av s.k. klackberg. Älvens karaktär växlar och där älven går genom sandigt material har depositions- och erosionsprocesserna varit särskilt aktiva med följd att höga erosionsbranter bildats. [2]

Vid Duvnäs följer en rullstensås älvens västra sida och tvärrar sedan över älven vid Solbacka. Öster om landsvägsbron och Mellsta går den under älven och in under Tunaslätten. Denna ås används av Borlänge kommun för vattenförsörjning.

4.4.2 Bysjön.

Allteftersom landhöjningen fortskred sågade sig Dalälven allt längre ned i de sen- och postglaciala fjärdavlagringarna. Älven strävade att nå den allmänna erosionsbasen längre söderut men hindrades av bergtrösklar. Detta medförde en uppdämning och bildande av ett älvplan i området vid Bysjön, där stora sedimentmängder avsattes, huvudsakligen mjäla. Från flygplan kan man se ett system av låga älvvallar som betecknar olika skeden i älvplanets utveckling.

En jämförelse mellan 1934-38 års strandlinje och 1965 års visade att delar av en vägsträcka eroderats bort liksom en del åkermark. Osäkert är dock om denna erosion skedde före regleringen 1921 vid Forshuvud eller är jämnt fördelad före och efter. Högvattentopparna har minskat liksom vattenhastigheten.

Regleringen vid Forshuvuds kraftstation medförde en höjning av MWY med 1,2 km från + 148,7 till + 149,9. Därvid översvämmades en del stränder och brukbar jord försumpades.

Sammanfattningsvis anger man att vattenstånd av 1916 års storlek uppenbarligen har haft en avgörande betydelse för flodplanets uppbyggnad. Älvens omskapade förmåga har minskat även om erosionssår tyder på en viss aktivitet hos älven. [6]

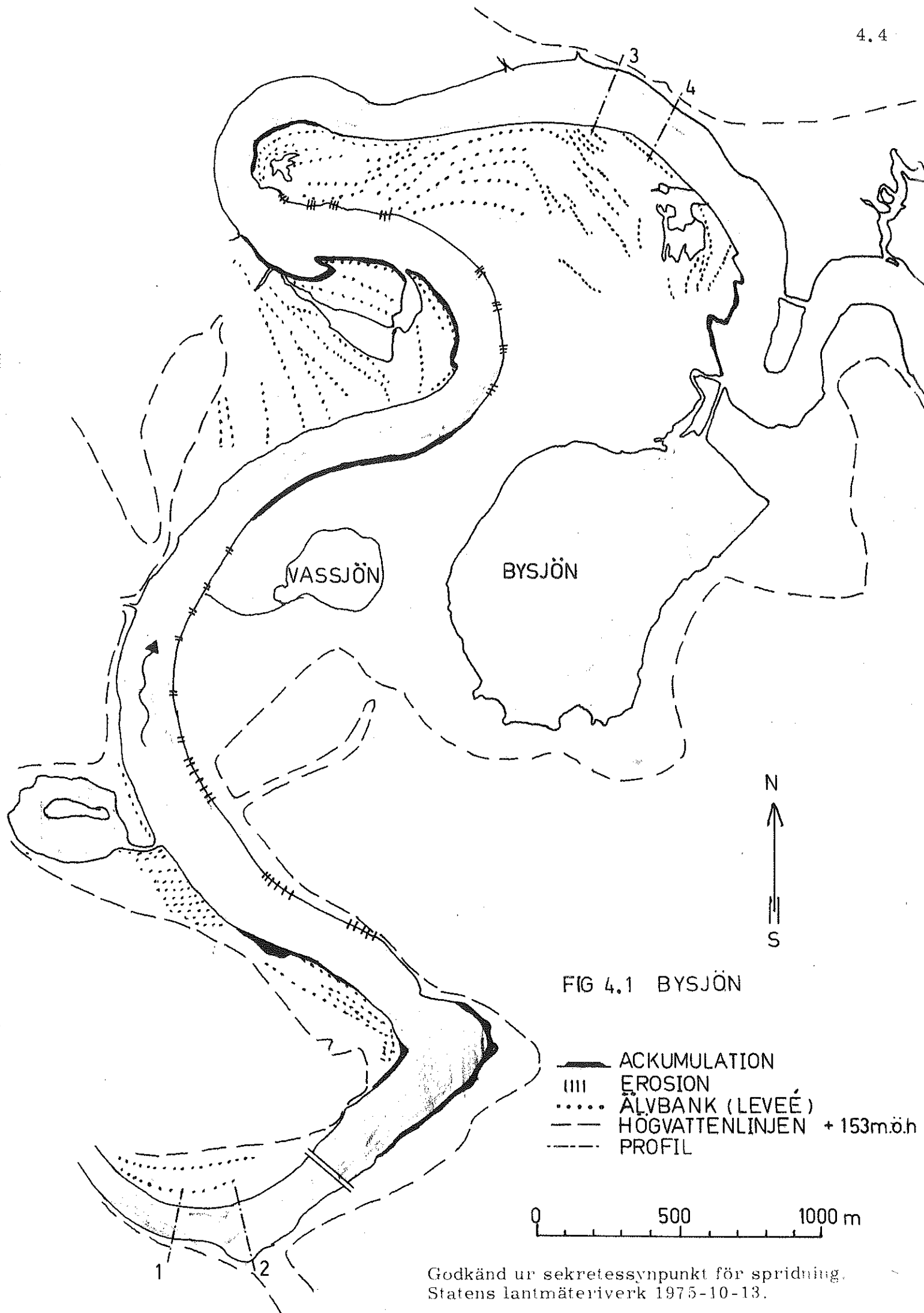
4.4.3 Djupförhållanden.

Djup omkring 10 m är vanliga. Vid Solbacka finns ett grund av rullstensmaterial och nedströms finns ytterligare grund, troligtvis av stenmaterial, exempelvis omedelbart norr om bron i Forshuvud, se fig. P6.

4.5 Bysjön - Gustafs.

4.5.1 Allmänt.

Från Bysjöområdet går älven igenom Tunaforssarna, Forshuvud, Kvarnsveden, Bullerfosen och Domnarvet. Älven är på denna sträcka helt utbyggd med kraftverk. Berggrund = grovkornig porfyrartad gra-



Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
 Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

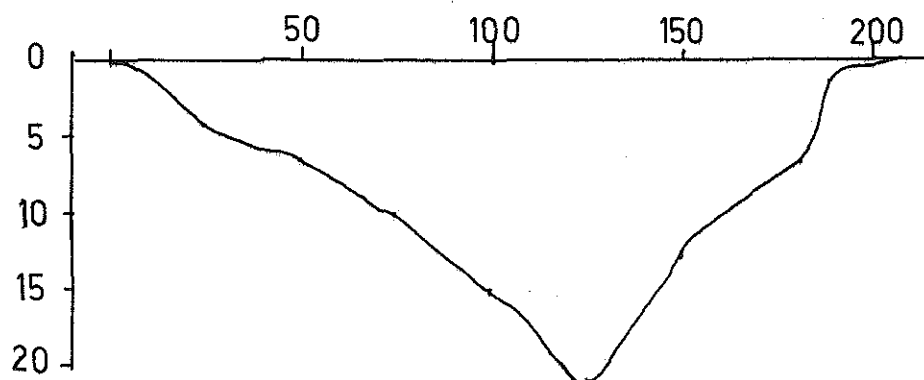
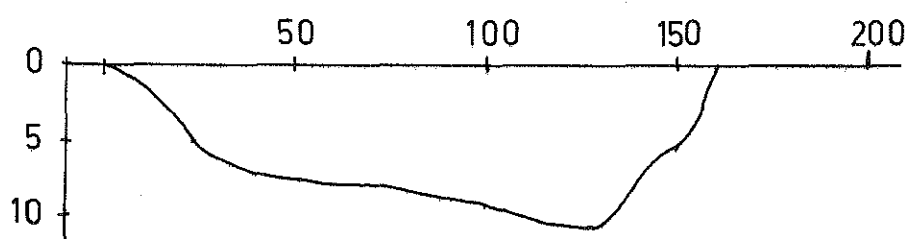
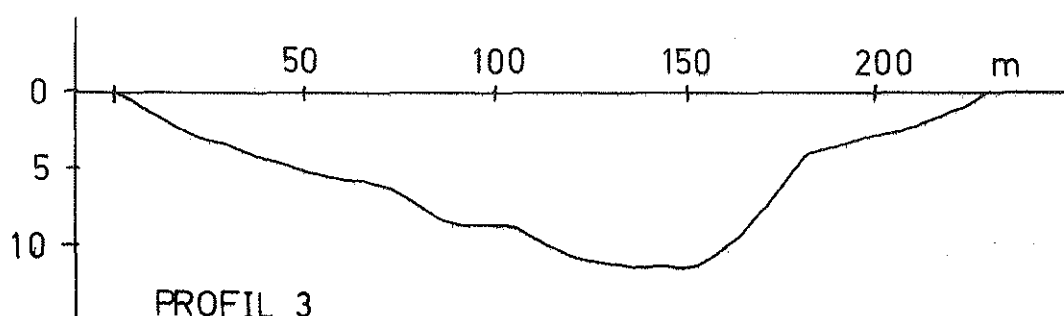
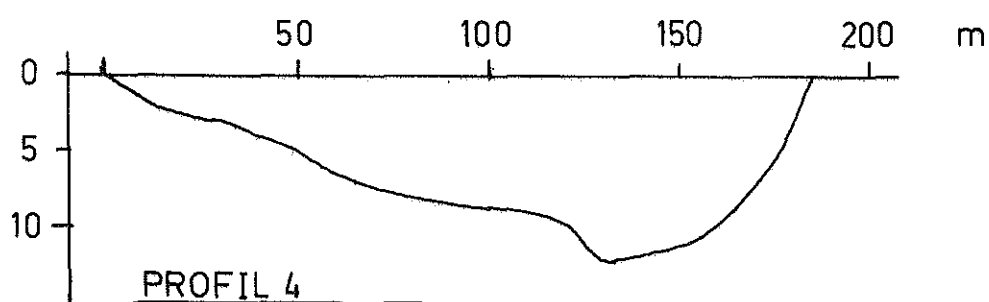
PROFIL 2PROFIL 1PROFIL 3PROFIL 4

FIG.4,2 PROFILER VID BYSJÖN

nit. Nedströms nya bron i Borlänge är älven nedskuren i mycket mäktiga mjälaavlagringar. I en punkt väster om St. Tuna kyrka har lagertjockleken 50 m uppmätts. Vid Tunaåns mynning mot Dalälven kan vid en del sträckor en "terrassering" av älvbrinken synas. Eventuellt kan detta vara frågan om jordflytning. Enligt (7)

4.5.2 Torsång

Enligt en utredning som gjordes 1965 av Ulla och Krister Lindé kan Torsångsområdets bildning ha skett genom sedimentation i en sjö "Torsångssjön", enl. fig. 4.3. Materialet i området kring Kålsjön är älvsediment och kan alltså ha byggts upp på detta sätt.

Vid övre och nedre Kårfyllasjön finns typiska leveébildningar längs älvsidan. Dessa har bildats vid omväxlande hög- och lågvatten av grövre älvsediment.

4.5.3 Djupförhållanden

Frånsett sträckan uppströms bron i Borlänge är älven mycket djup, ned till 20 m. Vid den S-formade svängen i Gustafs grundar dock älven upp något.

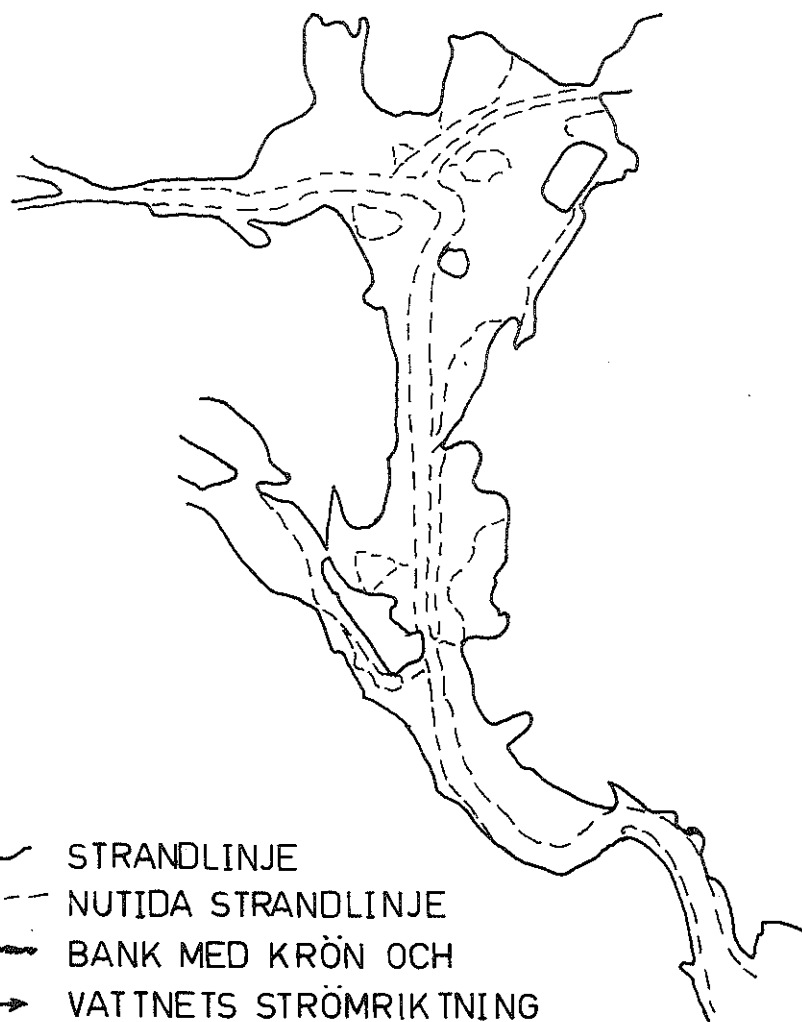
4.6 Gustafs - Hovran

4.6.1 Allmänt

Mellan Gustafs och St. Skedvi består finjordarna av mjäla och stråk av älvmo. Strax uppströms Långhags kraftverk har ett niplandskap utbildats vid älven. Niporna har samma utseende som Säterdalens kända ravinsystem och beror på jordflytning. Orsaken till den omfattande nipbildningen anses vara grundvattenövertryck.

Nedströms Skedvi kraftverk mot Husby och Duvåker är jordarten huvudsakligen älvmo. Vid Fäggeby tvärrar älven över en rullstensås som går i N-S riktning. Älvsedimenten längs älven från St. Skedvi till Hovran anses ha avlagrats i samband med bildandet av ravinsystemen i Säter. Beskr. kartbl. Hedemora. Dominerande kornstorlek är grovmo - finmo men även finkornigare material finns.

TORSÅNGSSJÖNS MAXIMALA UTBREDNING



TÄNKBAR PÅBÖRJAD SEDIMENTATION

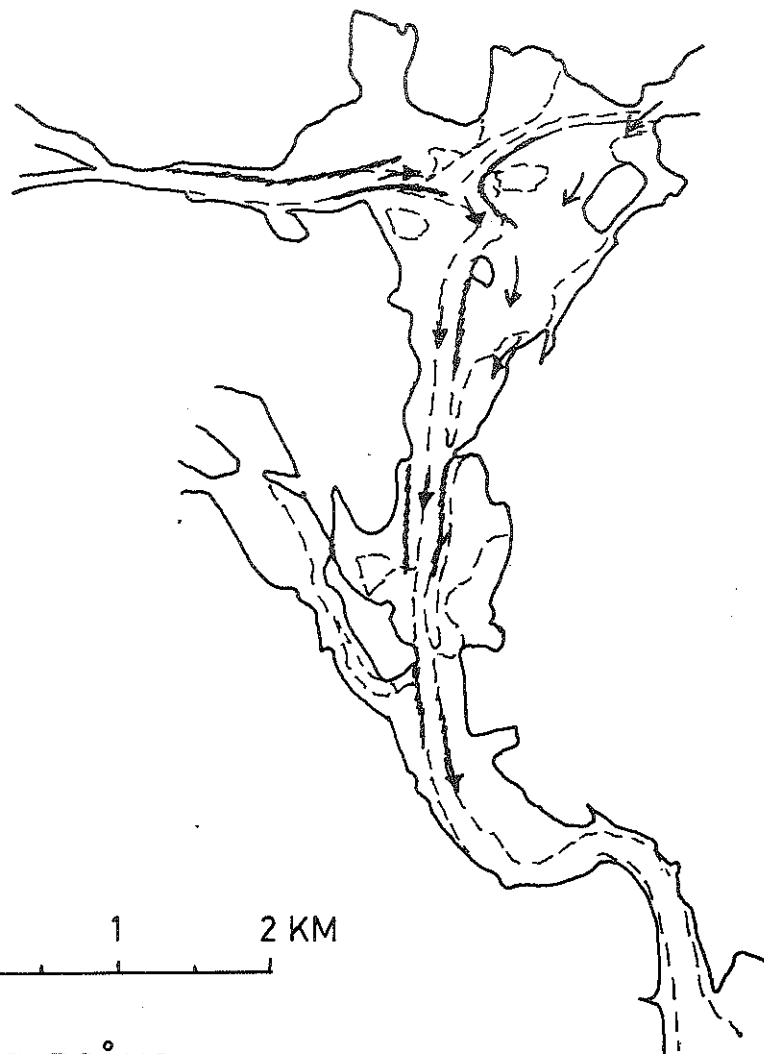
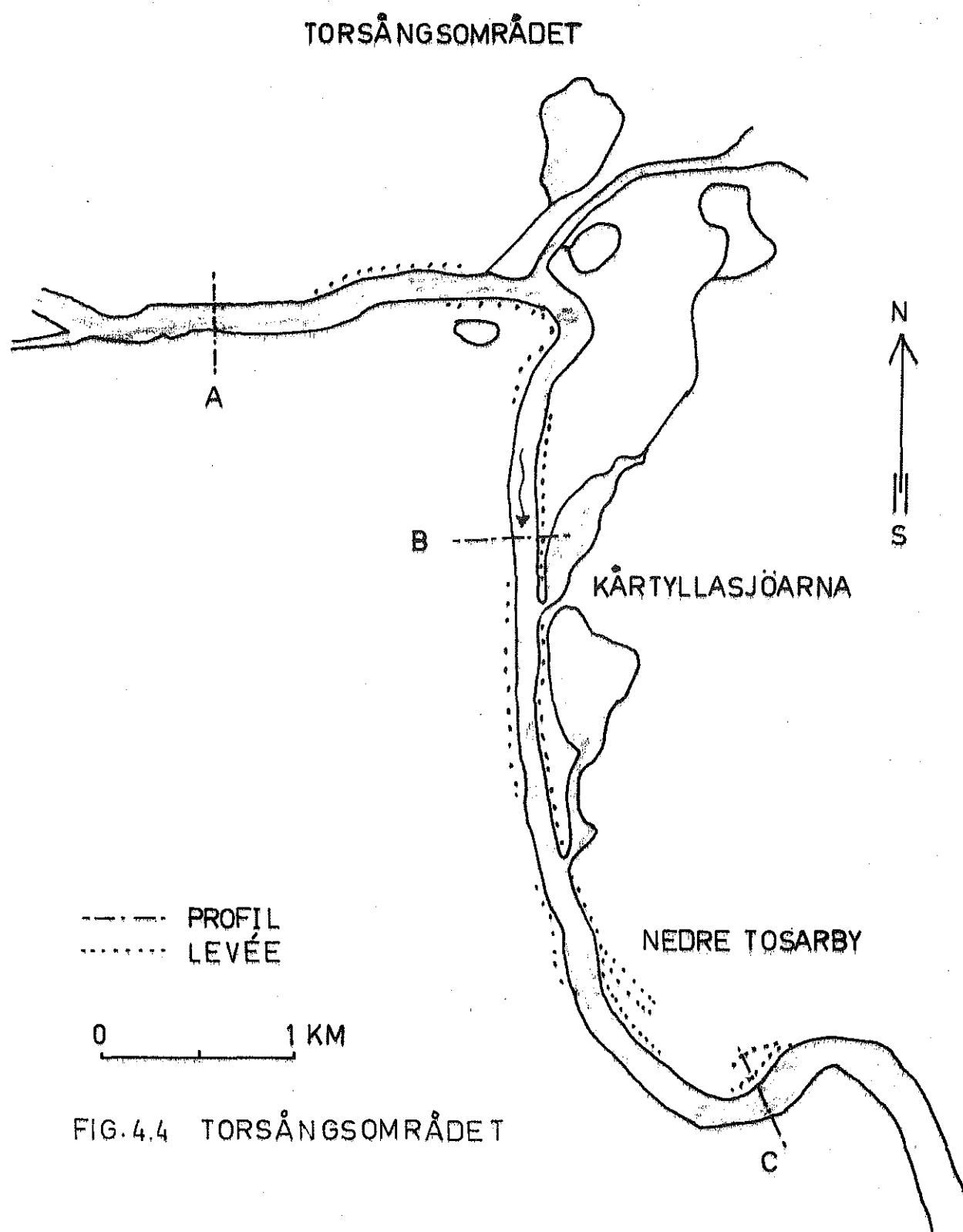


FIG. 4.3 TORSÅNG

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.



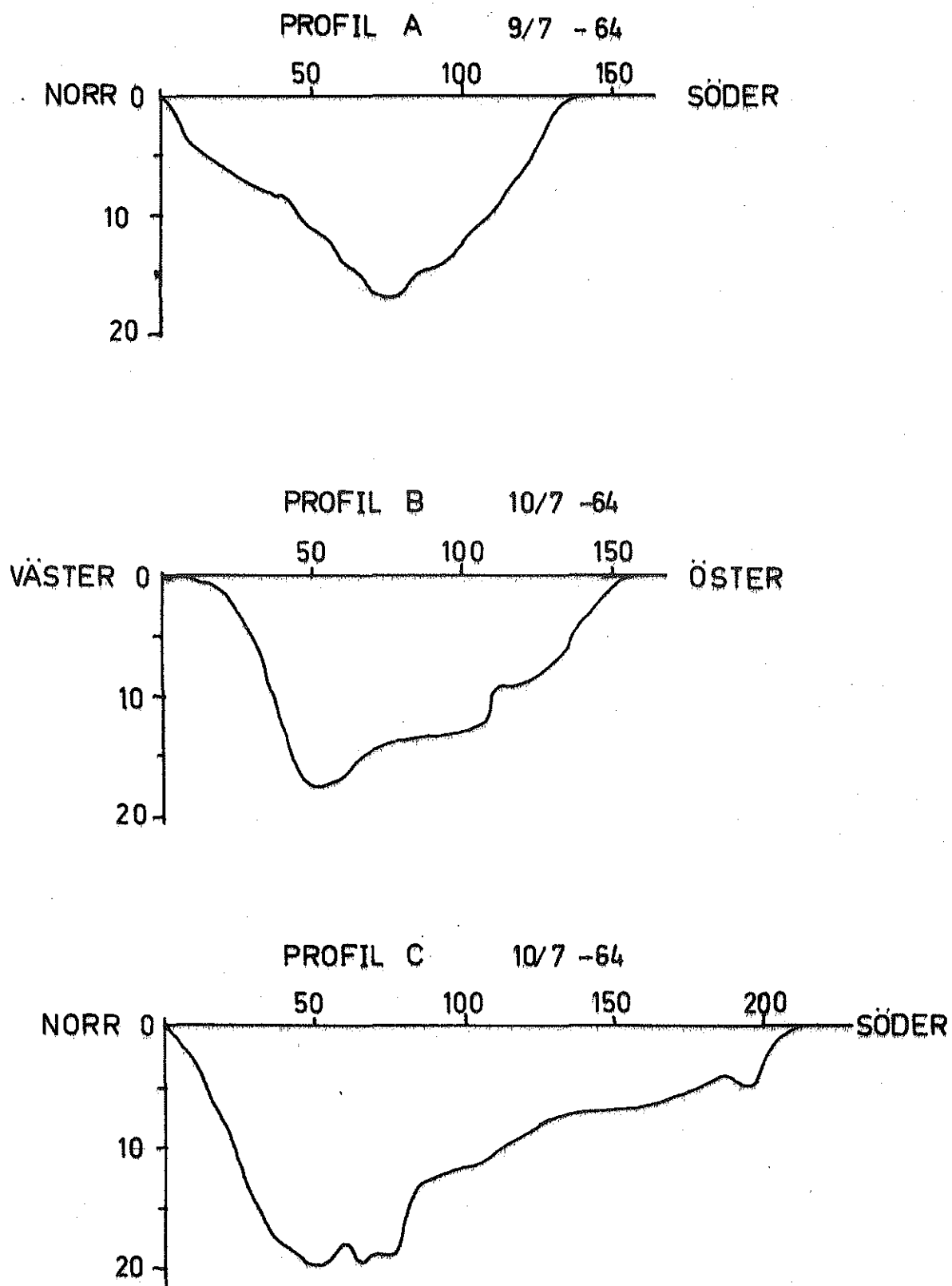


FIG. 4.5 PROFILER VID TORSÅNG

Ser man på den geologiska miljön kan en förklaring erhållas. Man finner då att grövre material ligger i vallar (strömryggar) längs älven. Dessa strömryggar följer älven praktiskt taget hela vägen från Fäggeby till Hovran. På en del ställen exempelvis Husby och nedströms Duvåker ligger den flera meter över omgivande slätt.

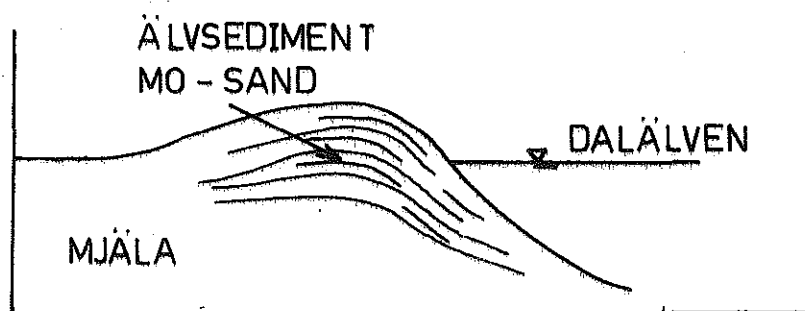


Fig. 4.6 Älvbacke

4.6.2 Hovran

Hovran har blivit en deponeringsplats för vattentransporterat sediment. Detta har medfört att en betydande deltabildning har ägt och fortfarande äger rum. Jämför man topografiska kartan från år 1894 med senare kartor syns att en tydlig tillväxt har skett av öarna mot främst SO. Största påbyggnaden har skett på Stackharen som bildats av två mindre strömporrar. Även Ön har växt mycket mot SV och NV sedan första kartläggningen. Fig. 4.7. [1]

Enligt Å. Sundborg, Indalsälven, Ljungan är Hovran med där pågående deltabildning utan tvekan en av de intressantaste och samtidigt mest lättillgängliga lokalerna för studier av recenta deltaprocesser i Mellansverige.

4.6.3 Djupförhållanden

Nedströms kraftverken är vattendjupet litet och sandrevlar har bildats på en del ställen. Norr om Anstaberget vid Orrsta finns en moräntröskel liksom vid Olofsfors. Vattenståndet dämms här upp ca 1 m på en några hundra meter lång forssträcka. Mellan Olofsfors och

Hovran är älven antagligen tämligen djup. Den erosion som försiggår inom Hovran innebär endast en fördjupning av strömfåran vilket ekolodningar 1972 visar. [1]

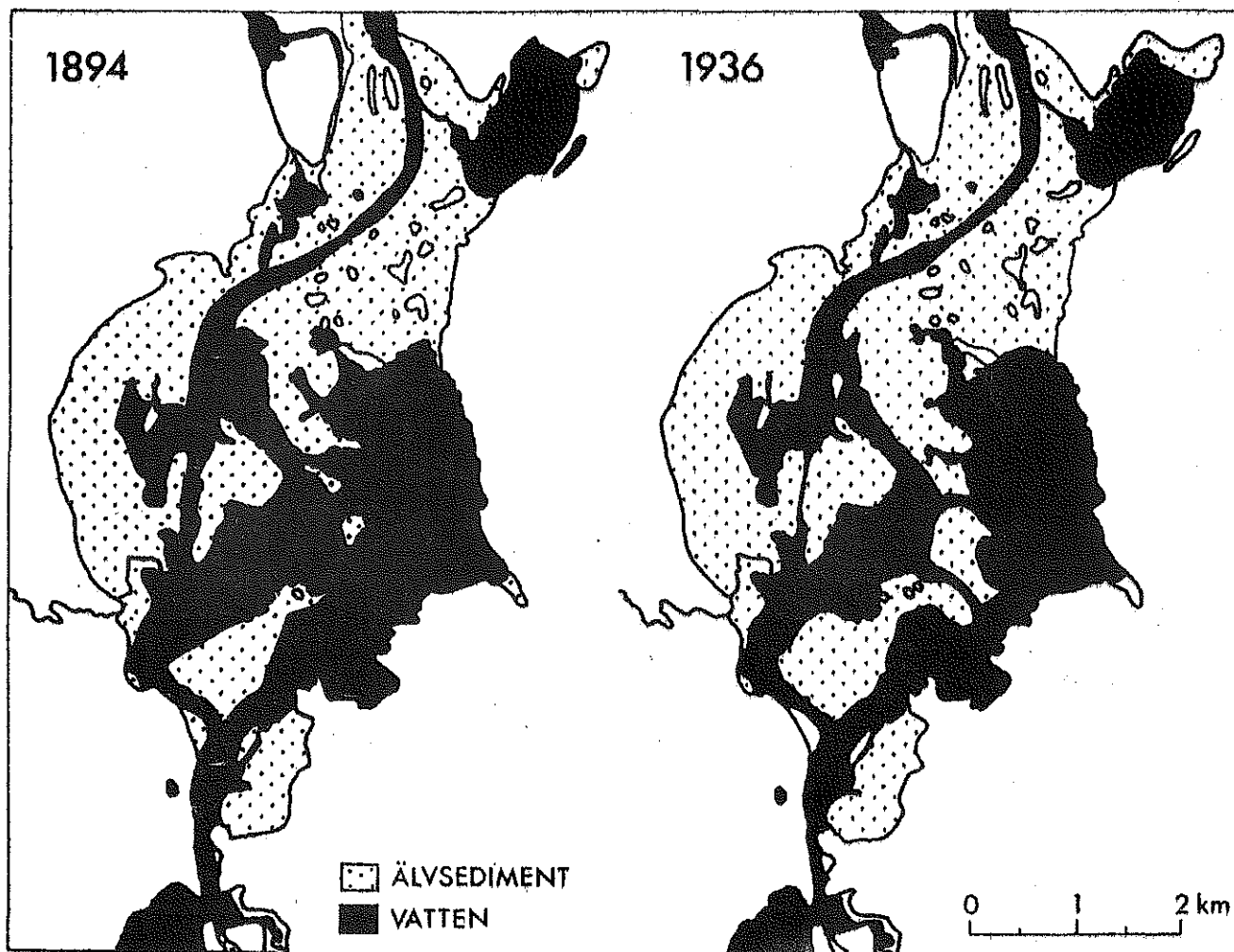


Fig. 4.7

Hovrans utseende 1894 och 1936. Förändringarna beror på ackumulation av älvsediment. Strandkonturer enligt gamla topografiska och geologiska kartblad. Ur Lundqvist och Hjelmqvist 1941.

4.7 Hovran - Bäringen

4.7.1 Allmänt

Vid nya Grådö-bron i Hedemora passerar en rullstensås älven och följer sedan älvens vänstra sida till Brunnbäck. Älven har skurit sig ned i sedimentplatåns och nipstränder har bildats.

4.7.2 Avesta

Vid Avesta har älven i postglacial tid ändrat sitt lopp från sitt tidigare läge "Döda fallen" till sin nuvarande preglaciala klippfåra. Berget innehåller här lagergångar av skiffrig amfibolit och talrika sprickor och släppor förekommer. Vid Krylbo har älven lämnat sin gamla fåra och kröker av mot NO.

Utloppet i Bäringen. Vid Ökroken svänger älven kraftigt mot SO och går sedan genom det av älvsediment uppbyggda Kungsgårdsholmarna. Liksom vid Torsång finns här leveér och älvbackar. Det grövsta materialet ligger även här närmast älven.

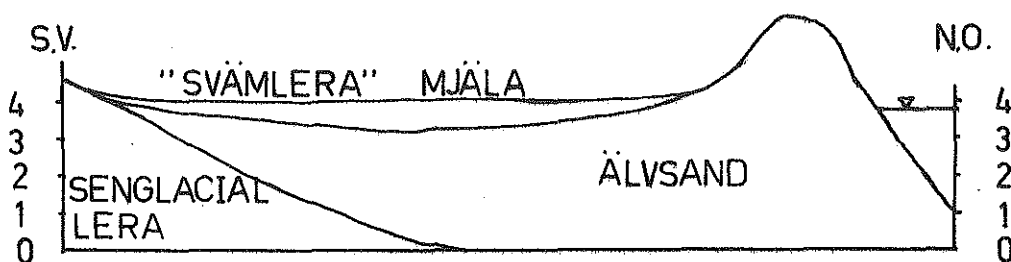


Fig. 4.8 Profil vid Sonbo söder om Kungsgårdsön.

4.7.3 Djupförhållanden

Mellan Hedemora och Bäringen finns ej uppgifter om vattendjupet. Vid Asköholmen har en kort forssträcka renrats av Dalälvens Vattenregleringsförening.

4.8 Bäringen - Bramsöfjärden

4.8.1 Allmänt

Älvens karaktär ändras på denna sträcka helt och går fram till Älvkarleby igenom en serie fjärdar. Den övervägande delen av området upptas av morän, grusig till storblockig, även av yngre bildningar sand, mo och lera överlagrar moränen. Moräntäcket är i allmänhet ganska mäktigt eftersom berggrunden endast på få ställen går i dagen.

4.8.2 Sprickdalar

En serie sprickdalar finns inom området vilka är nästan helt fyllda med morängrus. Exempel på sprickbildningar är dalgången där Österviken ligger samt Tyttboforsen.

4.8.3 Isälvsavlagringar

Möklintaåsen som sträcker sig i NS-riktning är synlig i södra Bysjön som några småöar. Även Lammön tillhör denna ås. I Färnebofjärden syns delar av Enköpingsåsen som en rad holmar, bland andra Älgön och Sandön.

4.8.4 Älvsediment

I lugnare vatten har sedimentation skett och från mindre morän- eller rullstensgrund har utlöpande revlar och grund bildats.

4.8.5 Djupförhållanden

Fjärdarna är förhållandevis grunda även om vissa djuppartier finns på en del platser, se vidare profil P3.

4.8.51 Jugansboforsen.

Mellan Bäsingen och Rudusjön är en nivåskillnad på ett par decimeter där vattnet har en stor strömhastighet.

4.8.52 Forsön

Nivåskillnaden mellan Bysjön och Hovnäsfiärden är ca 1 m. På både norr- och sydsidan av Forsön har en forssträcka bildats med grunt vatten.

4.8.53 Tyttbo

Omväxlande forssträckor och lugnvatten på en sträcka av ca 3 km. Övervägande storblockig morän. Bild 4 och 5.

4.8.54 Gysingen.

Älven går här fram i två armar, söder och norr om Mattön. Innan älven når fram till Gysinge samhälle är den uppdämd ca 0,7 m vid Liljansholmen. Den största fallhöjden ligger i forsarna vid Gysinge

samhälle. Bild 10 visar forsnacke uppströms Gysinge.

4.9 Bramsöfjärden - Storfjärden

4.9.1 Allmänt

På denna sträcka går älven fram i ett flertal mindre armar som omsluter bl a Jörsön, N. Kvarnön och Storön. Det dominerande materialet i området är storblockig morän. Vid Untraverket har den gamla älvfåran söder om Kvarnön torrlagts med en damm och överskottsvatten vid Untraverket tappas i älvgrenarna norr om Kvarnön.

4.9.2 Djupförhållanden.

4.9.21 Söderfors

En del av vattenföringen släpps igenom vid Söderfors bruk där rensningar planeras vid utbyggnaden av kraftverket. Vid Grån 1,5 km uppströms Söderfors finns grund mellan holmarna.

4.9.22 Untra

Vattenintaget till Untraverket sker huvudsakligen söder om övre Tylleroppsön, Svinningen. Här finns en fallförlust på någon decimeter och vattendjupet är således ej stort. Stockholms elverk Intaget till kraftverket sker via en invallad inloppskanal, drygt 100 m bred. Djupet i denna tilltager mot kraftverket och är 1 km från verket ca 4 m.

Utbyggnadsvattenföringen är $390 \text{ m}^3/\text{s}$ och planeras utbyggd med ytterligare $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Nedströms kraftverket sker utloppet i en ca 60 m bred kanal som breddar sig nedströms. Vid Lundbyön delar älvfåran sig i två och förenas åter öster om Prästön. Längs denna sträcka mellan Untraverket och Marma finns fallförluster på ett flertal ställen omväxlande med lugnare vattenföring. Det är därför troligt att kortare sträckor av storblockig morän bildar dessa grundare strömsträckor. Före inloppet i Storfjärden utgör Marmaforsarna ett grundare avsnitt.

4.9.3 Storfjärden

Några kända vattendjup från Storfjärden har inte kunnat erhållas men övervägande delen torde vara tämligen grund. Detta med tanke på den

stora mängden holmar.

På flygfoton kan en tydlig djupränna ses som sträcker sig från Marma genom Sävsundet mot Lanforsen. Förmodligen är detta en gammal älvfåra från tiden före dämningen vid Lanforsen, se bild 11.

4.10 Storfjärden - Östersjön

4.10.1 Allmänt

Från Lanforsen och mot havet övergår den storblockiga moränen i glaciala grus-sandavlagringar. Bergtröskeln vid Älvkarleby ger den sista fallhöjden till havsnivån.

4.10.2 Djupförhållanden

Mellan Lanforsen och Älvkarleby är älven tämligen grund och bottenmaterialet, berg och morän. Nedströms Älvkarleby är älven grund i ett par km. och kraftig stranderosion sker på vänstra sidan. Utloppet i Östersjön karakteriseras av att älsediment har avlagrats och bildat sandrevlar.

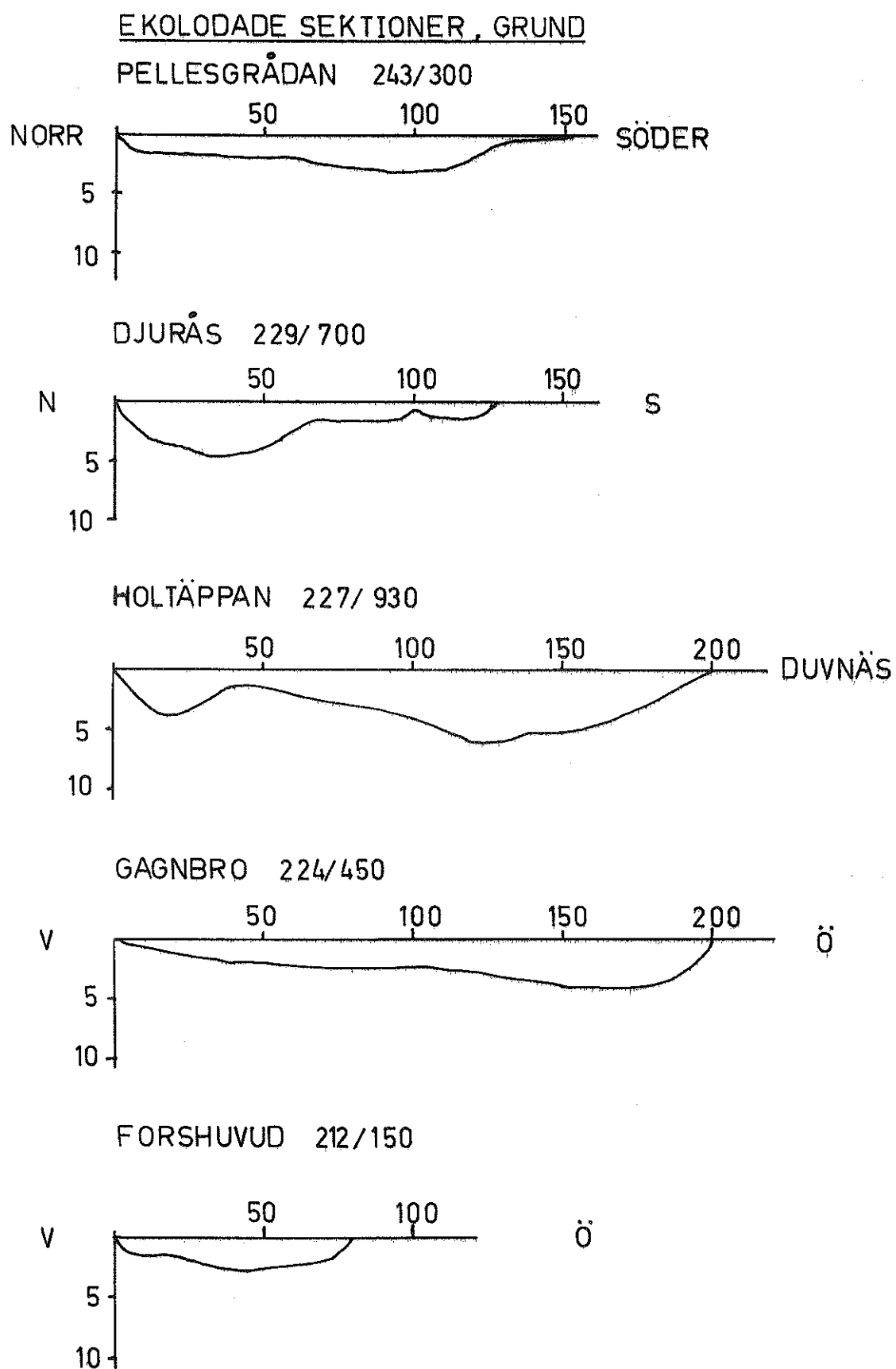
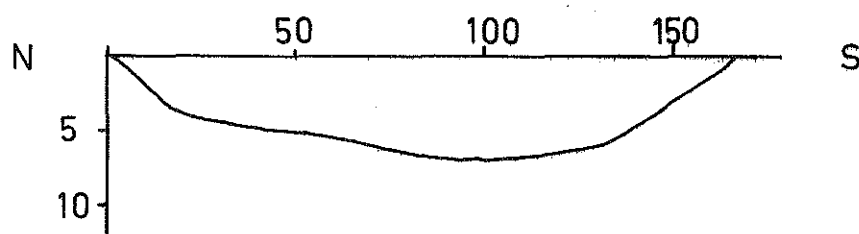


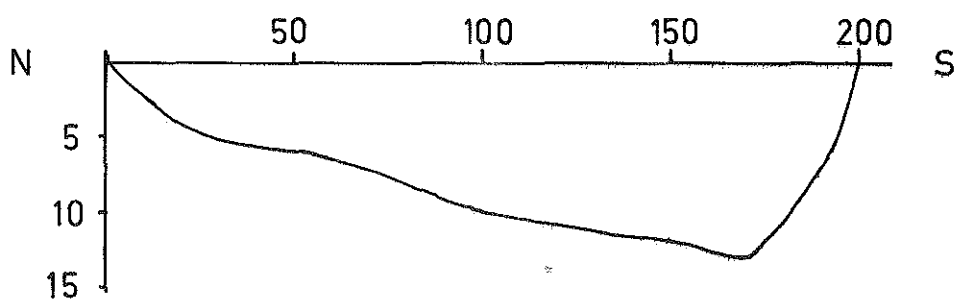
FIG. 4.9

EKOLODADE SEKTIONER

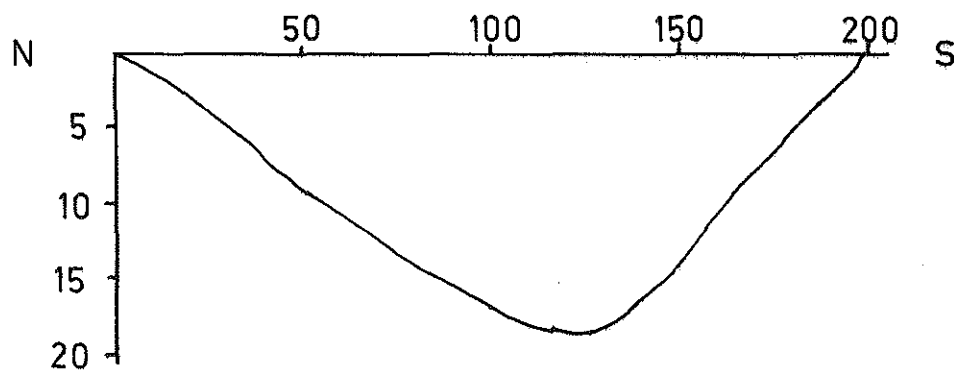
NYCKELBY, FLOTTBROLÄGET



ÖVERSÄTRA, FÄRJELÄGET



ST. SKEDVI, FLOTTBRO



HOVNÄS, FÄRJELÄGET



FIG. 4,10

5. KRAFTVERK

5.1 Allmänt

Antalet kraftverk som berörs av en eventuell Dala kanal är 14 till antalet. Data om utbyggnadsvattenföring m m framgår av tabell 5.1.

I tabellen syns att ett flertal av kraftverken är planerade att byggas ut. I Kvarnsveden har redan arbetet på ny intagskanal och utskov påbörjats på östra sidan av älven, se Bild 1. Liknande utbyggnader skall sedan ske vid Bullerforsen och Forshuvud.

Vid Avesta Lillfors skall en ny damm byggas över forsnacken och fallhöjden höjas till 5.5 m. Näs kraftverk byggs även om med en ny damm söderut från kraftverksbyggnaden.

I Söderfors skall rensningar utföras och nya intag och aggregat placeras i de gamlas ställe.

5.2 Regleringar.

På grund av utbyggnad och ombyggnad av kraftverken kommer en del mindre förändringar att ske i regleringen av dämningssjöarna, fig. 5.1.

Inom följande sjöar hålls konstant vattenstånd.

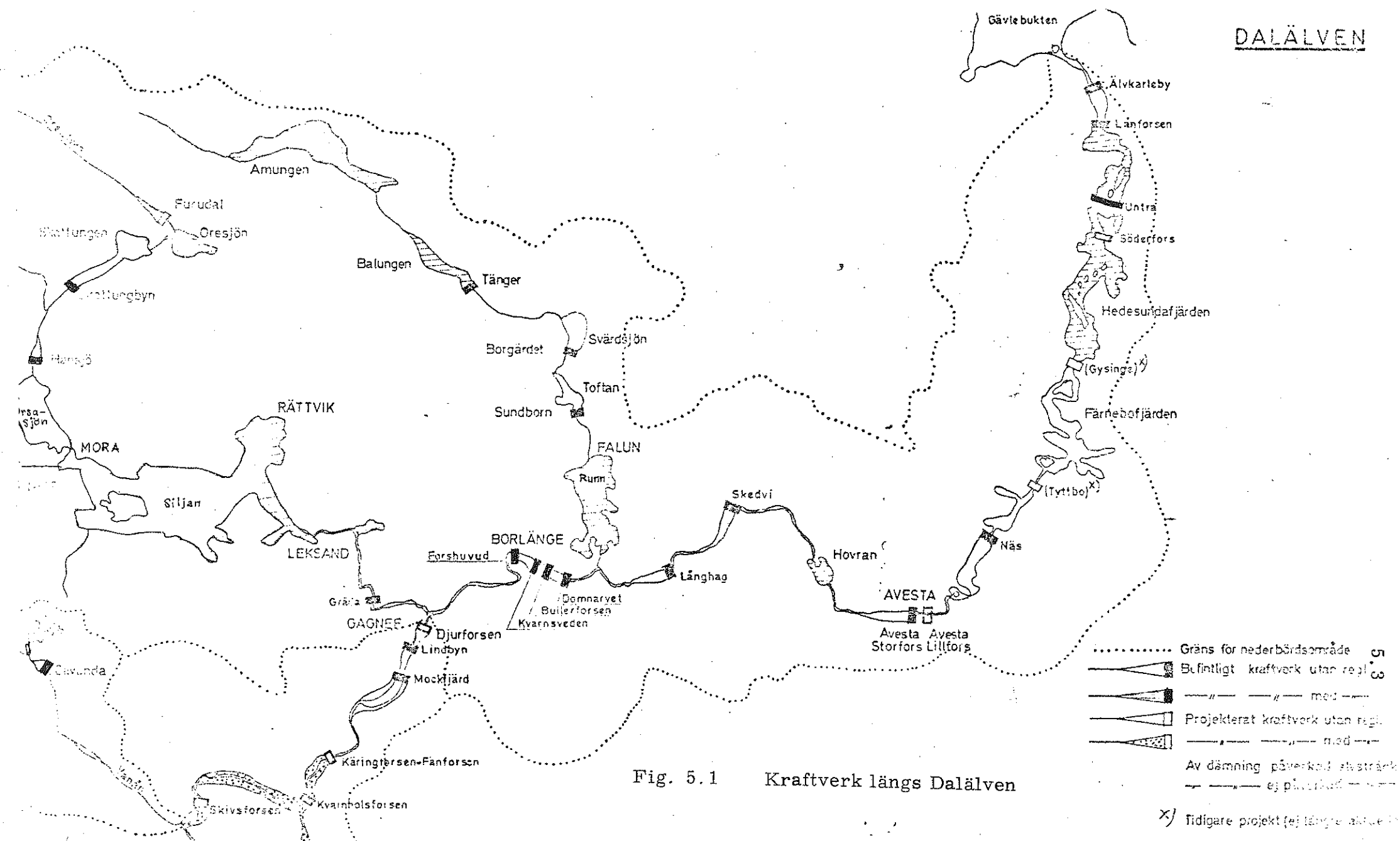
Älvkarleby	+ 22,5
Näs	+ 66,4
Avesta Lillfors	+ 71,8
Skedvi	+ 94,0
Domnarvet	+ 114,0
Bullerforsen	+ 125,5
Kvarnsveden	+ 139,2
Forshuvud	+ 149,9

I Untrafjärden och Lanfjärden sker nu en veckoreglering med 0,75 m resp 0,5 m. Denna kommer senare att ersättas med veckoreglering av Hedesundafjärden med 0,25 m vid Söderfors.

Tabell 5.1

					Nuvarande utbyggnader			Förutsatt framtida utbyggnader		
	Idrift- tagning år	Medel- vattenföring m ³ /s	Regl. grad %	Fall- höjd m	Utbyggn. vattenföring m ³ /s	Inst. effekt Mw	Kraft- prod. MkWh/år	Utbyggn. vattenföring m ³ /s	Inst. effekt Mw	Kraft- prod. MkWh/år
1. Älvkarleby	1915	360	24	21,2	430	70	360	70	12	60
2. Lanforsen	1948	360	24	9,6	520	39	215	-	-	5
3. Untra	1936	358	24	13,5	390	40	285	110	10	65
4. Söderfors	1905	358	25	4,5	30	1	5	500	20	105
Tyttbo	-	341	25	5,5	-	-	-	500	22	105
5. Näs	1898	338	25	5,4	160	6	40	340	15	62
6. Avesta Lillfors	1900	334	25	3,4(5,5)	65	1	10	435	20	100
7. Avesta Storfors	1931	334	25	10,9	360	28	180	140	22	105
8. Skedvi	1949	318	26	11,1	425	39	235	-	-	5
9. Långhag	1938	317	26	12,7	425	46	275	-	-	5
10. Domnarvet	1945	278	23	6,9	300	16	100	200	8	23
11. Bullerforsen	1910	278	23	11,5	210	19	140	290	25	80
12. Kvarnsveden	1900	278	23	13,6	210	22	150	290	28	110
13. Forshuvud	1922	278	23	10,6	210	18	140	290	22	65
14. Gråda	1951	147	37	11,0	280	24	125	-	-	-

DALÄLVEN



Avesta Storfors korttidsreglerar Hovran med ca 0,2 m. Denna reglering är en återreglering av Långhags korttidsreglering av Runn. på 0,2 m.

Enligt uppgift från kraftbolaget sker även en årsreglering vid Långhag, innebärande, att en lägsta nivå på ca + 105,6 m inträffar i mars. Efter 1/5 ligger nivån över + 106,4 och pendlar sedan mellan dämningssgränsen + 107,0.

I nedanstående fig. 5.2 visas regleringsutbyggnadens betydelse för kraftproduktionen under en vintervecka.

Data om Dalälven

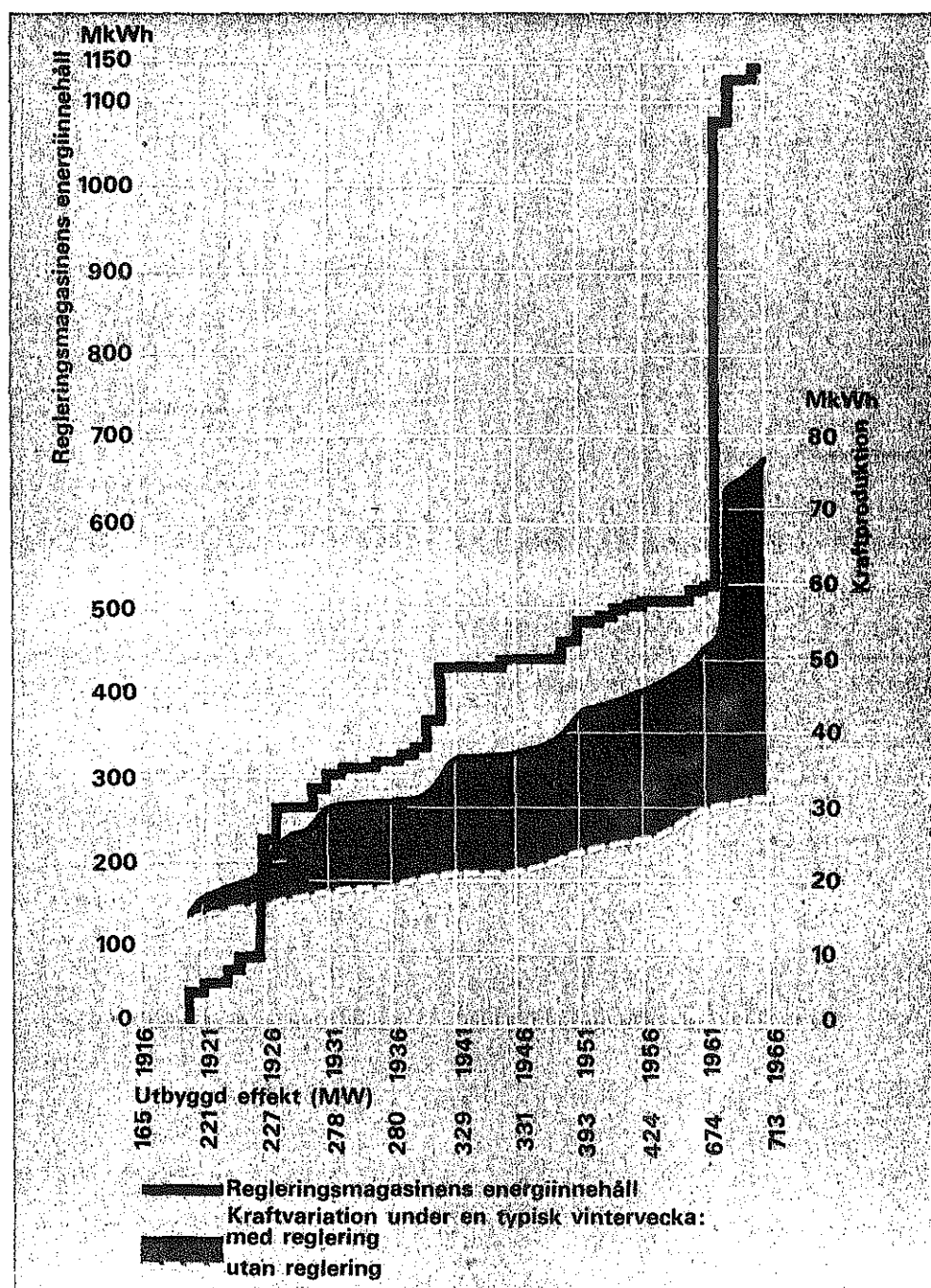
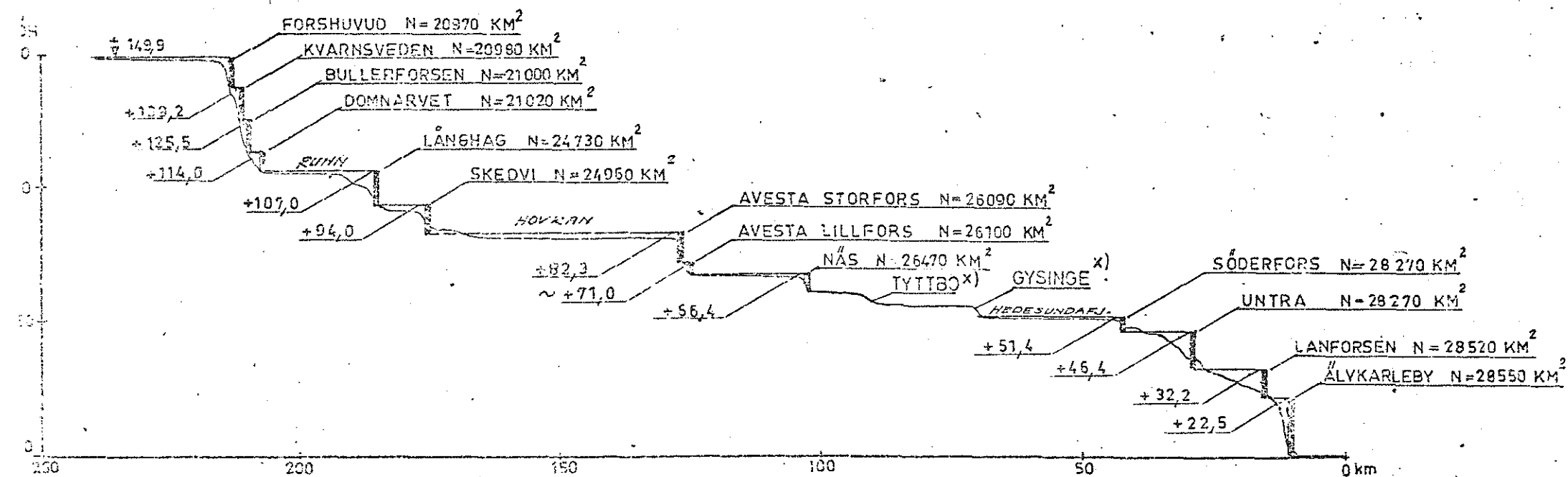


Fig. 5.2



*) Tidigare projekt (ej längre aktuella)

Fig. 5.3 Dalälven, fallprofil

Tabell 5.2 Kraftverk, höjder.

Km	Namn	Uppströms			Nedströms			grund
		MWY	LWY	mark	MWY	LWY	mark	
10,1	Älvkarleby	22,5	22,5	14,5				berg
14,9	Lanforsen regl. 0,50	32,2	31,7	13,5	22,6	22,6	12,9	"
	senare " 0	32,2	32,2					
27,4	Untra regl. 0,75	46,4	45,7	38,2	32,5	32,0	22,8	"
	semare " 0,25	46,4	46,2					
36,2	Söderfors	51,4	50,9		46,4	46,2		"
	senare regl. 0,25	51,4	51,1					
99,85	Näs, damm	66,4	66,4					"
123,15	Avesta Lillfors, damm	71,4						"
124,14	Avesta Storfors, damm	82,3	(80,7)	76,5			71,0	"
173,32	Skedvi	94,0	94,0	81	83,5	83,2	78	"
183,23	Långhag	107,1	105,6*					
206,50	Domnarvet	114,0	114,0	108,0			108,0	
208,55	Bullerforsen	125,5	125,5		114,0	114,0		
210,38	Kvarnsveden	139,2	139,2		125,5	125,5		
211,60	Forshuvud	149,9	149,9		139,2	139,2		
	Gråda	161,3	159,9					

* mars, efter 1/5 är LWY 106,4

6. VATTENKRAFT OCH MILJÖ

6.1 Allmänt

För att något beröra den miljömässiga delen av en kanalutbyggnad av Dalälven och det motstånd det kan möta, har vi medtagit nedanstående material.

Sakkunnig

Den 2 oktober 1972 tillkallade chefen för civildepartementet, statsrådet Lundkvist, förre landshövdingen Ossian Sehlstedt som sakkunnig att leda utredningen. Vattenkraft och Miljö. Betänkandet överlämnades i maj 1974 till chefen för bostadsdepartementet.

6.2 Dala kanal

Det utredningsmaterial som presenteras nedan syftar på den inverkan en utbyggnad av ytterligare kraftverk medför på miljön och det bevarandevärde som anses finnas. Ur kanalsynpunkt är då främst Gysinge och Tyttbo intressanta. Dessa två forssträckor har av utredningen erhållit högsta prioritet ur bevarandesynpunkt.

Av de förslag till kanaldragning som framkommit kommer området kring Gysinge brukssamhälle att kunna bevaras i stort sett opåverkat av kanalen. Bild 10. Vid Tyttboforsarna påverkas däremot miljön medan själva forsen kan lämnas opåverkad. Bild 4 och 5.

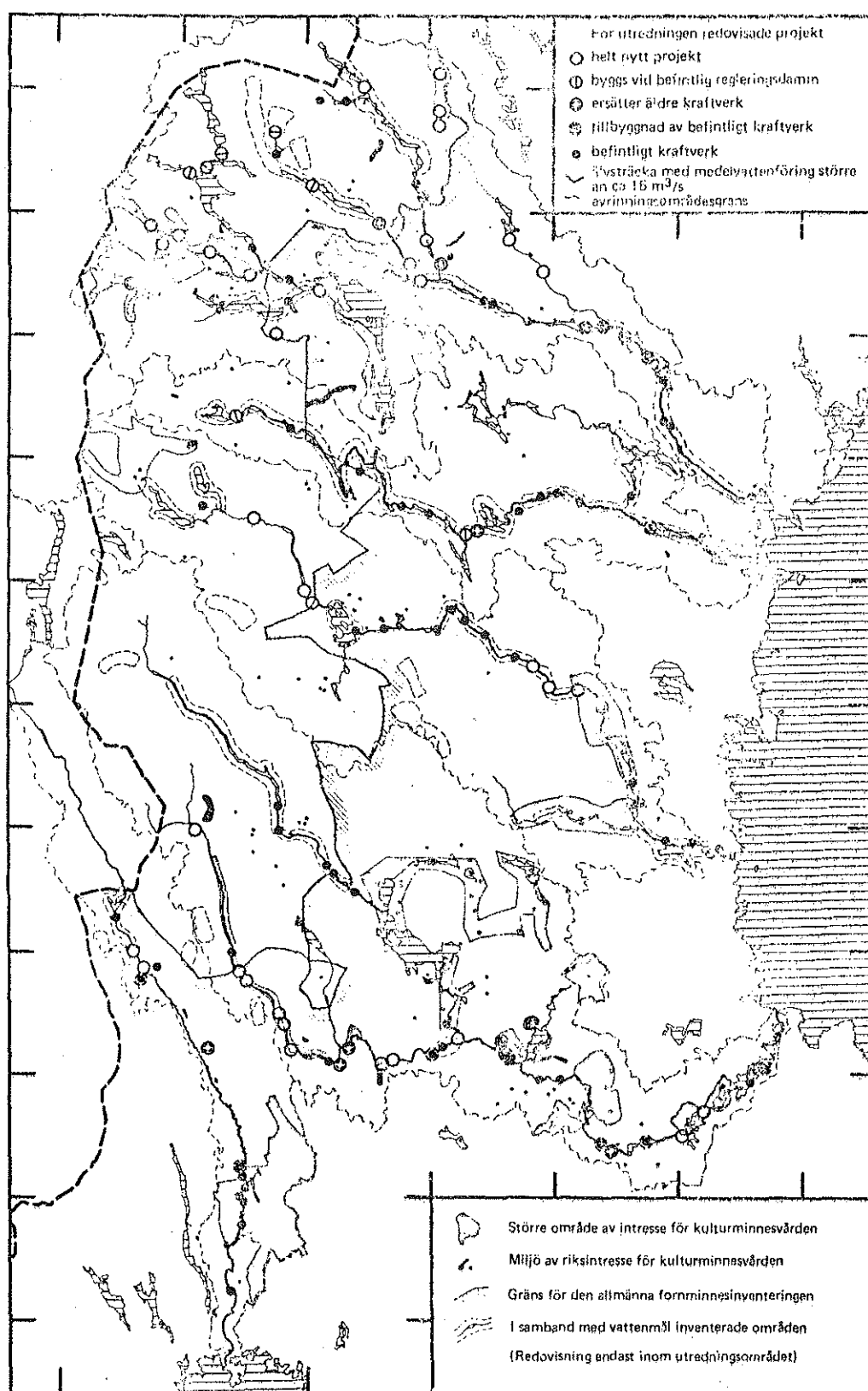


Fig. 6.1

Miljöer och större områden av intresse för kulturminnesvården, enligt riksantikvarieämbetet. Avvikelse från Mark o Vatten förekommer. Inventeringsläge.

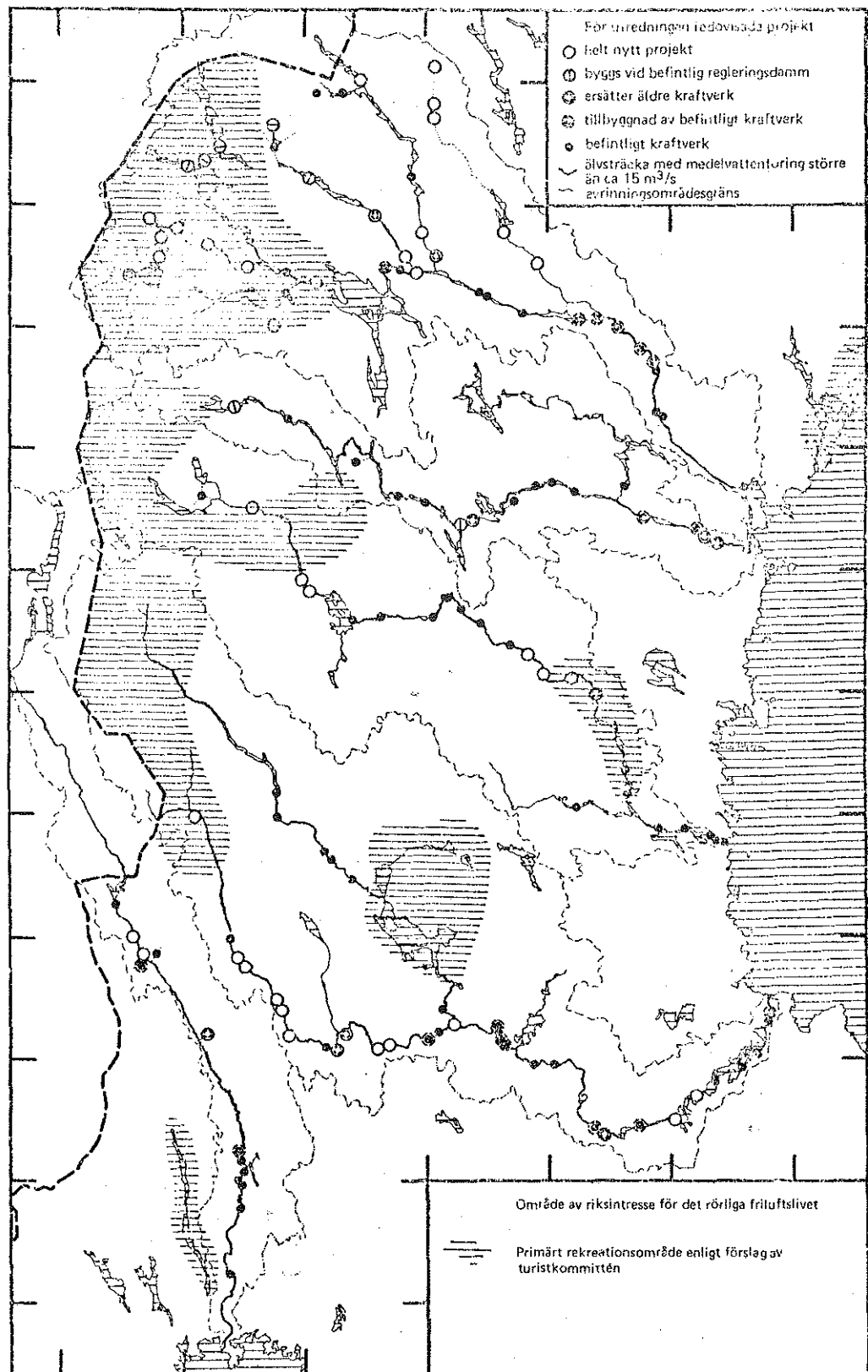


Fig. 6.2 Områden av särskild betydelse för rekreation.

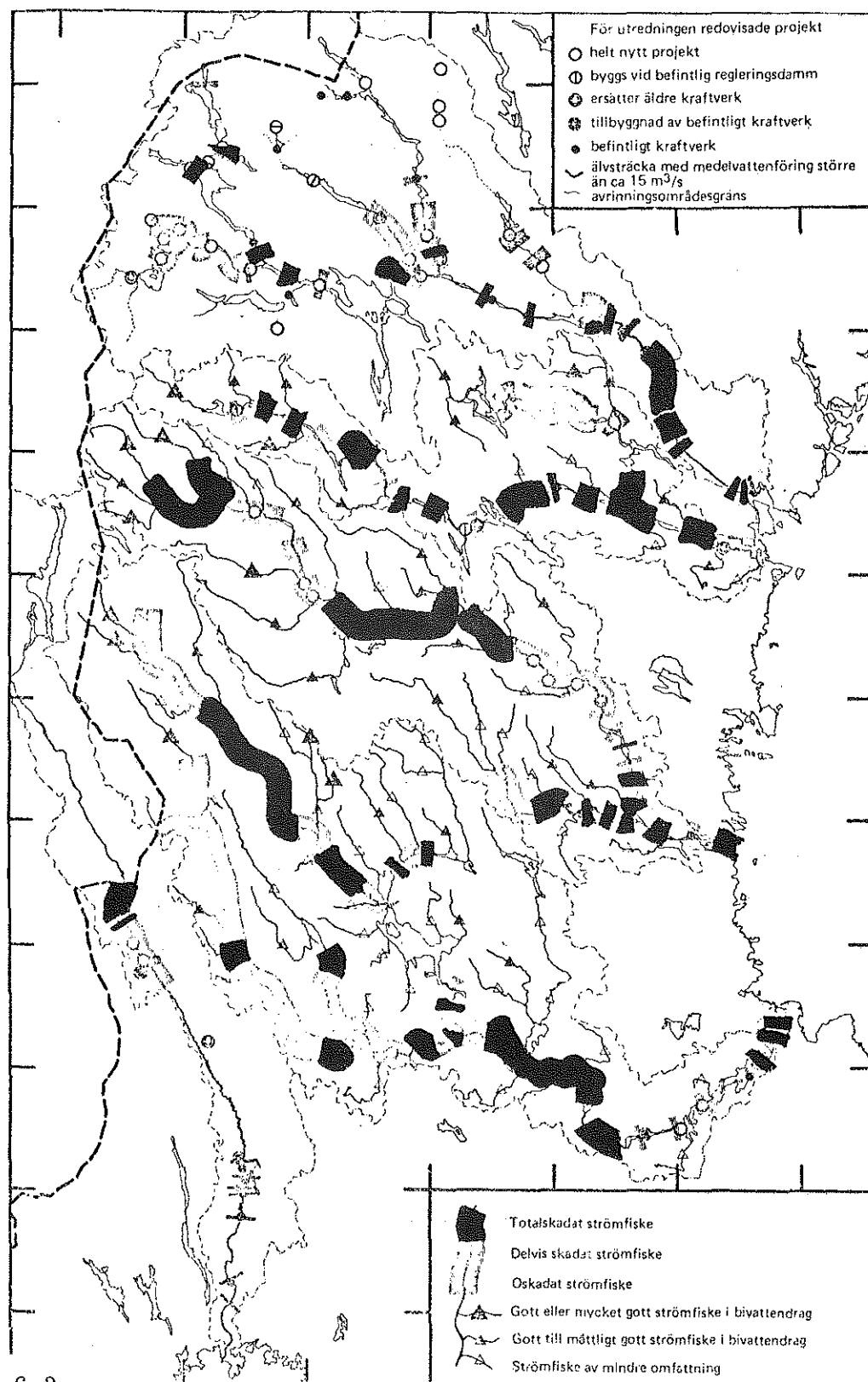


Fig. 6.3

Strömfiskeskador enligt vattendomsutslag i vattendrag med större medelvattenföring än 20 m³/s. Värdering av strömfiskekvalitet i bivattdrag i mellersta distriktet. Uppgifter från fiskeriinspektörerna.

Utredningsmannens rangordning av redovisade projekt

Tabellen redovisar kraftproduktionstillskott (GWh/år) i de olika klasserna i utredningsmannens rangordning, fördelat på skilda värderingsgrupper från kraftsynpunkt (romerska siffror). Klass 4 anger högsta bevarandevärde, klass 0 avser om- och tillbyggnadsprojekt som inte bedömts vara sig från kraftsynpunkt, bevarandesynpunkt eller i utredningsmannens sammanvägning. I värderingen från kraftsynpunkt anger I högsta värde. Siffror inom parentes efter projektnamnet avser projektets placering i den sammanvägda bevarandevärderingen.

	I	II	III	IV
4	Handöl m Blåhammarmyren regl (4) 446	Hälfa (4) 260 Gevsjöströmmen m Gevsjön regl (4) 209 Ristafallen (4) 187 Hosjö m regl Anasjön- Bredsjön regl (4) 161	Tyttbo (4) 105 Landverk m Ann regl (4) 116 Borgforsen (4) 90	Gysinge (4) 105 Areälven i övrigt (4) 191 Ammerån uppströms Borg- forsen (4) 211
2 081	446	817	311	507
3b	Broforsen m Vikarsjö- systemet regl (4) 152 Linsellborren (4) 150 Ammeråns överledning (4) 90	Klarabro (4) 190	Ulen-Rengen regl (3) 100 Edsoxforsen (3) 73	Malungsfors II-Äppelbo (3) 85 Havern ersätter regl damm (3) 22 Kölsillre (3) 43 Toskströmmen m Valsjön regl (3) 57
1 062	392	190	173	307
3a	Strängsforsen (4) 205 Mellanhusnan (3-4) 740	Kvarnholsforsen m Bysjön regl (3) 35 Fänforsen (3) 100		
1 080	945	135	0	0
2		Sölbacka (3) 77 Mattmar (2) 100 Djurforsen (3) 35	Värsjö (3) 90 Vemån regl (2) 148 Hamre skans regl (2) 133 Långforsen-Litsnåset (3) 210 Åbervattnet regl (3) 24 Högfors (2) 53	Härjedalen regl (2) 18 Kingarna regl (2) 22 Häggjön i Härkan regl (2) 21
931	0	212	658	61
1		Avesta Lillfors (2) 110 Mockfjärd tillbyggnad (2) 30 Granboforsen (2) 100	Malungsfors I (2) 78 Hälvfari (1) 90 Vilforsen (2) 55 Torrön, Juveln, Anjan, ut- nyttjar bef regl dammar (1) 147	Eldforsen (1) 30 Skivsforsen (1) 45 Smedjemorasjön regl (1) 28 Olingsjön regl (1) 10 Korsvattenån utnyttjar bef regl damm (1) 33 Rönnsfors ersätter damm (1) 11
767	0	240	370	157
0	Edsforsen 3 Letten tillbyggnad 0 Forshuvud-Dominarvet tillbyggnad 168	Avesta Storfors tillbyggnad 105 Näs tillbyggnad 62 Untra och Älvkarleby tillbyggnad 125	Nederede-Skallböle till- byggnad 65 Matfors bef kraftv utrives ev 100	Storsjötunneln m Hissmofors- Kattstrupeforsen tillb. Kragele-Statsforsen tillbyggnad 497
1 185				

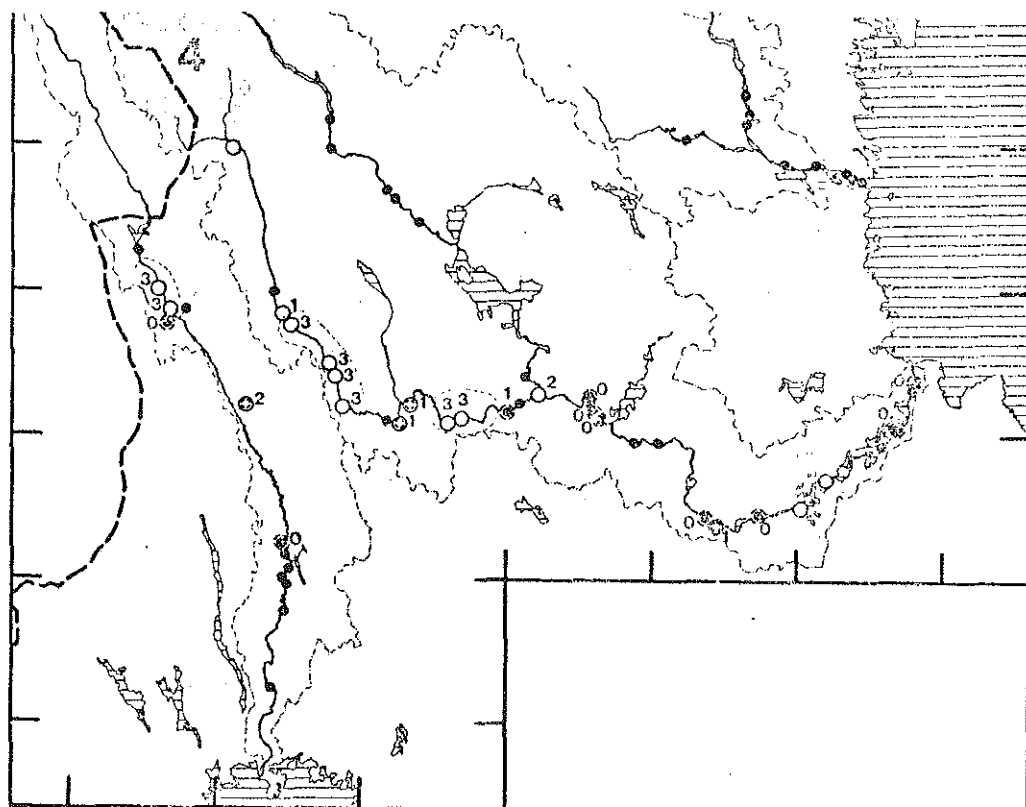
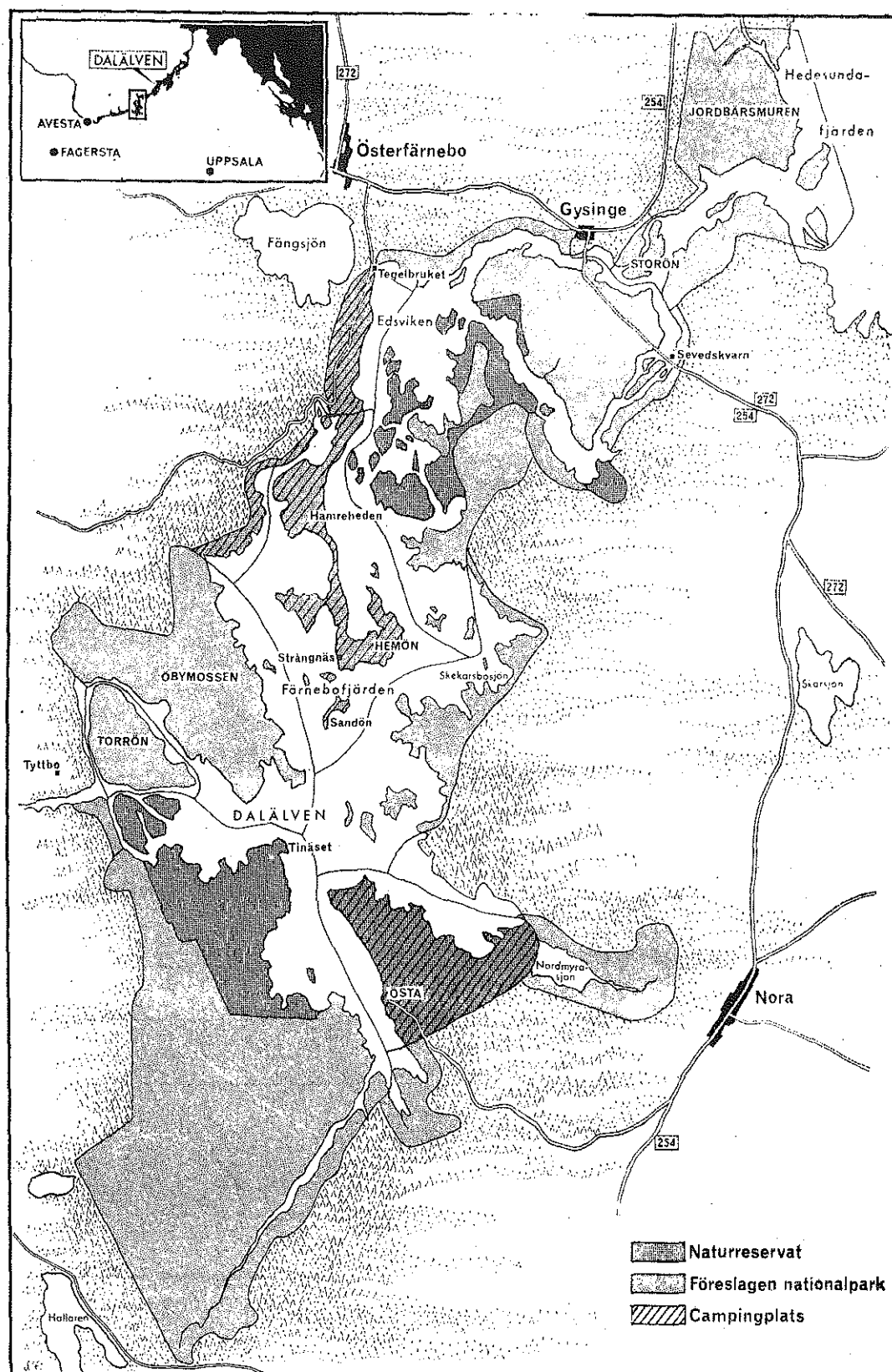


Fig. 6.4

Utredningsmannens slutliga rangordning. Beteckningarna 0-4 förklaras i texten. I klass 4 har angivits större sammanhängande områden utan att de enskilda projekten särskilt angivits.



Karta över det cirka två mil långa och en mil breda område som Naturskyddsföreningen vill göra till nationalpark. Gysinge ligger ungefär 14 mil nordväst om Stockholm.
 Tekniker: Sten Kärringe.

Fig. 6.5

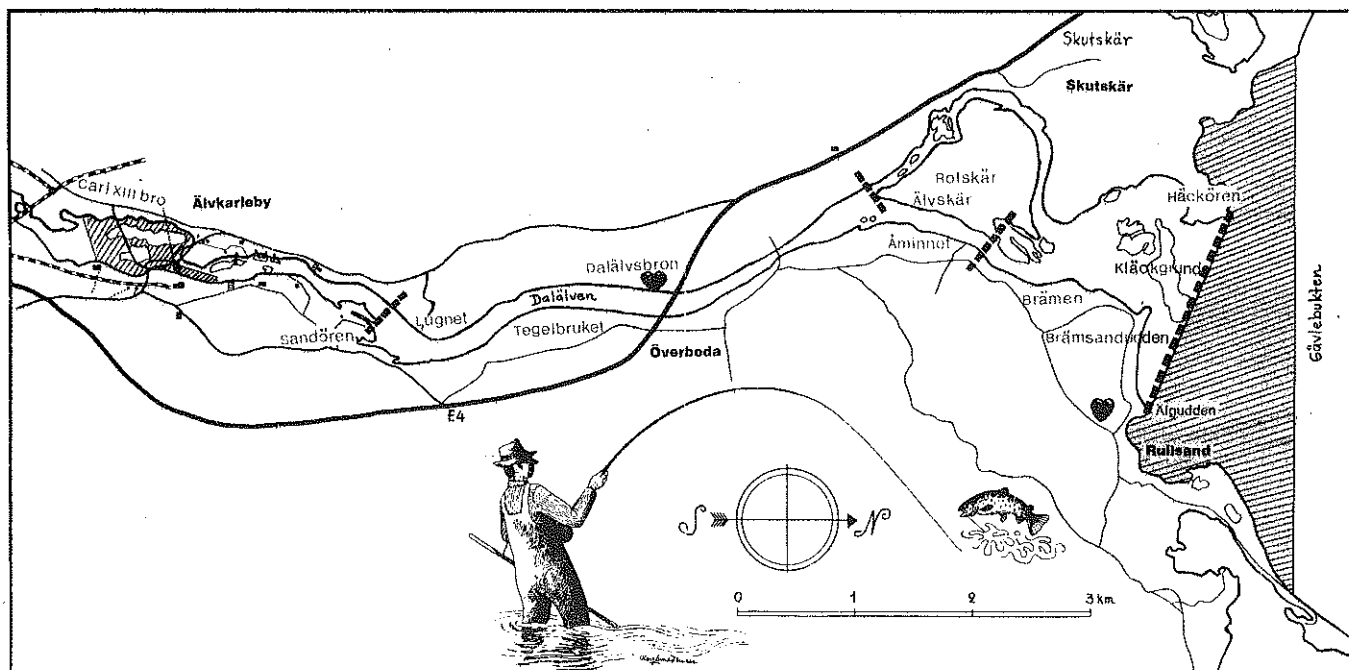


Fig. 6.6 Älvkarleby har alltid varit berömt för sitt goda laxfiske. Arliga fångsten av lax och havsöring är ungefär 20 000 kg.

Sektion A. Bästa sektion för sportfiske.

Sektion B. Sportfisket bedrivs på egen risk, särskilt vid lågvattenföring.

Sektion C. Sportfiske får endast bedrivas med spinn, haspel, fluga, mete med enkel krok, pimpelspö och drag.

Området kring kraftverket och Carl XIII bro samt vid Dalälvens utlopp är fridlyst. I figuren är de sistnämnda områdena streckade.

7. TEKNISK OCH GEOMETRISK UTFORMNING AV KANALER

7.1 Allmänt

Kanalers och inre vattenfarleders utformning är beroende av flera faktorer, såsom de trafikerande fartygens dimensioner, fartygens navigeringsförmåga, fartygens beteende vid exempelvis hastighetsförändringar, möte med annat fartyg och tryckkrafter som uppkommer i samspel mellan fartyget och omgivna stränder.

De ovannämnda situationerna har noggrant studerats både praktiskt, empiriskt och analytiskt runt om i världen. Av största intresse för Dala kanal är dels J. T. Tothills omfattande försök i Canada, dels Hamburgs skeppsprovningssanstalts undersökningar, för att erhålla en optimal kanalutformning av Saima kanal i Finland, dels erfarenheter från Trollhätte kanal och den planerade Uddevallaleden och dels svenska kanalkommissionens bestämmelser från år 1918 för utformning av svenska kanaler. Den sistnämnda är den enda bestämmelse som finns i Sverige för kanalutformning.

Vi skall på kommande sidor redogöra för olika faktorer som direkt eller indirekt påverkar Dala kanals utformning. Det bör påpekas, att en optimalt utformad Dala kanal endast kan åstadkommas genom modellförsök, detta p g a variationer i strömningsförhållanden i älven, och att topografin på stränder och botten kan ge, i samspel med fartyget och dess framfart, oväntade navigeringssvårigheter. Dessa fenomen kan endast bestämmas tillfredsställande genom modellförsök. Vi har i vårt examensarbete därför inte haft några möjligheter att bestämma dessa faktorer exakt.

Som tidigare nämnts så har Dala kanal dimensionerats för ett fartyg på 3500 ton, 89 m lång, 11 m bred, 5,4 meters djupgående, d v s samma fartyg som skall trafikera utbyggda Trollhätte kanal, se fig. 1.3. Fartygsstorleken medför att slussar, kurvradier, farleder och grävda kanaler måste ha vissa minimimått.

De faktorer som direkt påverkar farleders och kanalers tvärsnitts-utformning är

1. Axial effektbegränsning
2. Fartygets nedsänkning
3. Marginalhöjd under köl
4. Vattennivåns nedsänkning vid kanalens stränder
5. Strömhastigheten som uppkommer av fartyget med hänsyn till bottenerosion
6. Kanalens godhetstal = n

7.2 Axialeffektbegränsning

Det kan anges en ekonomisk effekt, som är lönsamt att utnyttja för ett fartyg av en bestämd storlek. Effektbehovet stiger brant vid kritiska hastigheten. Kritiska hastigheten är: Den bestämda hastighet, där fartyget snabbt börjar nedsänkas vid ytterligare ökad hastighet. Vid längre kanalsträckor är denna effektgräns direkt dimensionerande. Denna effektgräns medför inga problem vid korta sträckor med begränsad sektion om hänsyn tas till dels vattenmotståndets ökning vid låg fart och dels utav den anledningen att fartygen numera har ställbara propellrar. (13)

Ungefär där effektbehovet börjar stiga brant ligger den ekonomiska effekten. Genom erfarenheter vet man att den bör ligga på ungefär $0,16 \text{ ahk/m}^3$ displacement. Så är förhållandena för Saima kanal (14)

I Trollhätte kanal ligger axeleffektbegränsningen på $0,07 \text{ ahk/m}^3$ vid största fartyg och vid hastigheten 4,5 knop. Fartygens dieselmotorer har vid dessa låga värden svårt att hålla 5-knopsgränsen (13)

Exempel: Ett fartyg med $L = 70 \text{ m}$, $B = 11,00 \text{ m}$ och djup $4,20 \text{ m}$, som färdas med en hastighet på 9 km/h . För detta fartyg erfordras en maskineffekt på $0,065 \text{ ahk/m}^3$ vid en trapetstvärssnitts utformad kanal. Ett fartyg av denna storleksordning med displacementet på 2226 m^3 erfordras 145 ahk maskineri. ($145/2226 = 0,065 \text{ ahk/m}^3$).

Då fartyget har över 1000 ahk maskineri så innebär detta att effektbehovet ligger under den gräns på 25% , vid vilken en direkt till propellern kopplad dieselmotor kan hålla igång. Detta kan lösas, om fartyget har propellrar med omställbara blad eller två-utväxlat maskineri. (14)

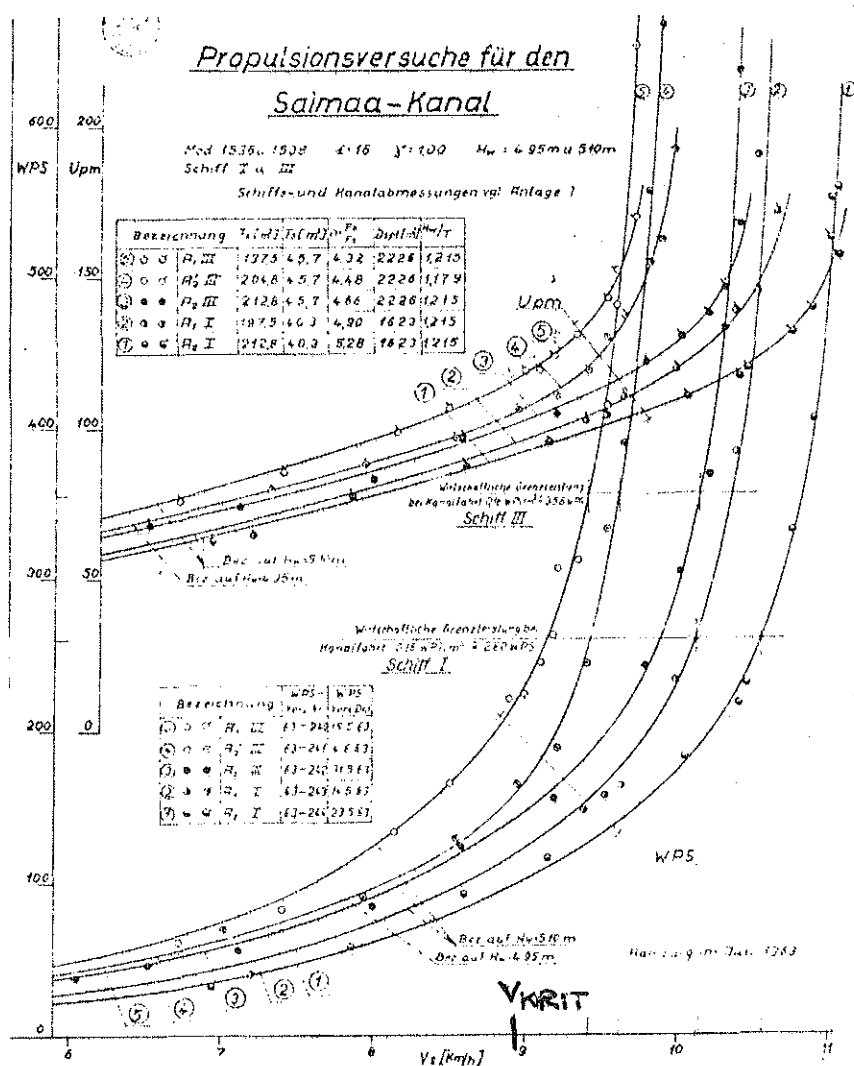


Fig. 7.1

Försök av Hamburgs Skeppsprovsningsanstalt för Saima kanal. Diagrammet visar bl a den snabba ökningen av effektbehovet vid ökad hastighet ovan kritiska hastigheten. V_{KRIT} . Vertikala axeln visar effektbehovet.

Tabell 7.1 Fartygsdata till de angivna sambanden i fig. 7.1

Fartygsdata:	Modell 1536/37 Fartyg I	Modell 1538/39 Fartyg III
Längd mellan pendiklar	58,50	70,20 m
Vattenlinjelängd	58,39	70,07 m
Bredd, mallad	9,70	11,00 m
Djupgång, jämn köl	4,20	4,20 m
Deplacementvolym	1623	2226 m³
Deplacementets lyftkraft	1631	2237 Mp
Vät yta utan bihang	791	1014 m²
Vät yta med bihang	803	1028 m²
Blockkoefficient	0,682	0,688
Prismatisk fyllighetskoefficient	0,690	0,696
Huvudspantets fyllighetskoefficient	0,989	0,989

För Dala kanals vidkommande bör axialeffekten ligga på ungefär $0,116 \text{ ahk/m}^3 \text{ d v s}$ detsamma som Saima kanal. För större fartyg med stora maskinerieffekter så bör maskineriet kunna nedregleras 25 % och ändå hålla given hastighet. Som nämnts ovan löses detta enklast genom att propellrarna har omställbara blad.

7.3 Fartygens nedsänkning (SQUAT).

En direkt dimensionerande faktor för farledsdjupet och vattenarean vid den maximala fartygshastigheten inom sektionen är fartygens nedsänkning. Denna effekt benämnes även Squat.

Med squat menas en ändring i marginal höjd d v s avståndet mellan underkant köl och farledsbotten. Squat varierar från aktern till fören.

Nedsänkningen uppkommer genom de strömningsändringar som ett fartyg orsakar vid sin framfart genom vatten. Fartygets trim och vattenytans nivå ändras. En returström uppstår vilket i sin tur ger en fallförlust med följd att båten sjunker. Squaten kan bli så stor att fartygets bottenskrov når botten.

Returströmmen beror direkt av kanalarean och fartygsarean. Nedsänkningen är märkbar redan vid ett vattendjup av ca 10 ggr fartygsdjupet och en farledsbredd av ca 10 ggr fartygsbredden.

Nedsänkning bestämmes främst av kanalens vattenarea

kanalens vattenarea

fartygets nollspantarea under vattenlinjen

fartygets framdrivningshastighet

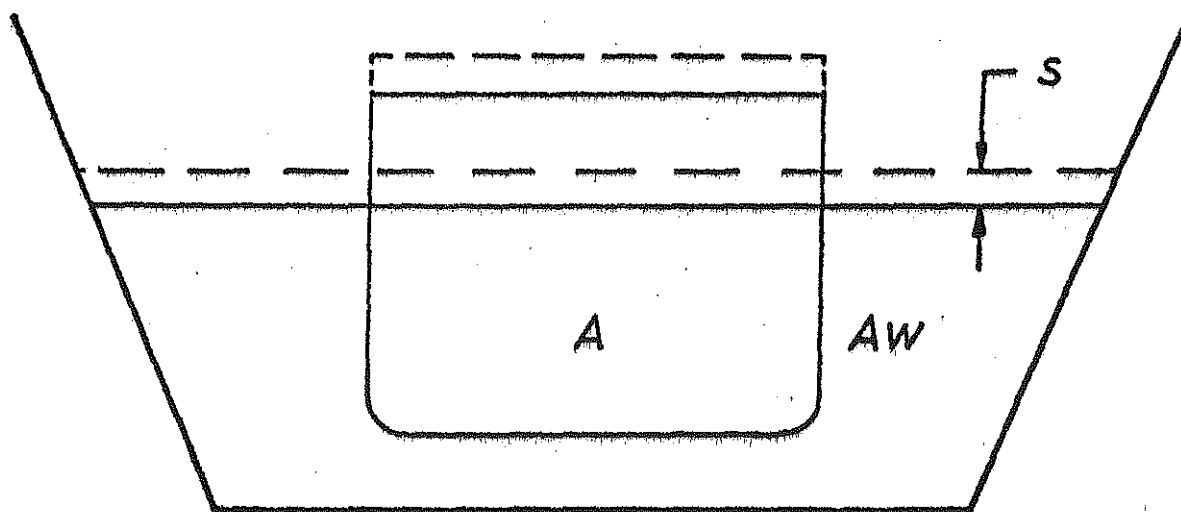
Vid dimensionering av Trollhätte kanal användes Tothills metod

$$(S = \frac{V_o^2}{2g} \left(\frac{A}{A_w} \right)^2 - 1)$$

Beteckningarnas fysiska betydelse se fig. 7.2.

Nedsänkningen bör begränsas av nautiska skäl. För Dala kanal liksom för Trollhätte och Saima kanal har nedsänkningen maximerats till 0,5 m.

Fartygs nedsänkning "squat"



s = Nedsänkningen

V_0 = Fartygets hastighet rel. vattnet

A = Kanalarea

A_w = Störd kanalarea

$$s = \frac{V_0^2}{2g} \left[\left(\frac{A}{A_w} \right)^2 - 1 \right]$$

Fig. 7.2

där S = medelsänkningen i meter
 V = fartygshastighet genom vatten m/sek
 A = kanalens vattenarea m^2 (ostört läge)
 A_w = " " " av fartyget läge

Denna metod har framkommit vid omfattande teoretiska och praktiska mätningar och undersökning av J. T. Tothill 1966 för St. Lawrence sjösystem. Teorin bakom Tothills formel är följande: Enligt Bernoullis teorem och kontinuitetsekvation så måste det uppstå en bakåtström och nedsänkning av vattenytan när ett fartyg passerar genom en kanal. Denna nedsänkning kan beräknas vid vilken hastighet och vilken kanal som helst. Praktiska mätningar har givit överensstämmande värden med J. Tothills formel.

Härledning

Vid kanaler med flat botten är arean

$$A = W \cdot d + d^2 \cdot \cos O$$

om ett fartyg med hastigheten V genomfar kanalen så sänks vattennivån sträckan S . Antag att fartyget står still och att istället ett vattenflöde rör sig förbi fartyget. Flödet framför fartyget är då $A \cdot V$ vid sidan om fartyget $A_w (V + \delta V)$ där δV = bakåtströmmens flöde.

Kontinuitetsekv. ger nu

$$A \cdot V = A_w (V + \delta V) \quad (2) \quad \text{omskrivet} \quad \frac{\delta V}{V} = \frac{A}{A_w} - 1 \quad \text{Ekv. (3)}$$

Bernoullis tecken

$$S = \frac{V^2}{g} \left[\frac{\delta V}{V} + \frac{1}{2} \left(\frac{\delta V}{V} \right)^2 \right] \quad (4) \quad \overset{g}{g} = \text{gravitations accelerationen}$$

Ekv (3) och (4) ger

$$S = \frac{V^2}{2g} \left(\frac{A}{A_w} \right)^2 - 1 \quad \text{eller} \quad V^2 = \frac{2gS}{\left(\frac{A}{A_w} \right)^2 - 1} \quad (15)$$

7.4 Marginal höjd under köl

Marginalhöjden under köl sammansätts av

1. nedsänkningen
2. säkerhetsmarginal med hänsyn till trimändring
3. säkerhetsmarginal till uppgrumlingar

Ibland måste hänsyn tas även till minskad strömhastighet, erosionspåverkan och vertikala rörelser genom vågornas inverkan.

Svenska kanalkommissionens normer från 1918 angav en marginalhöjd på 20 % av nedsänkningen + 0,4 m. För Trollhätte kanalverk är minsta marginalhöjd på lägsta vattenytan satt till ca. 0,45 m. Denna kan jämföras med dels Saima kanal, där man utgått ifrån nedsänkningen ökad med 0,5 m och dels med Tyskland (Mosel) och Frankrike (Rhône) där ett tillägg görs på 0,5 meter vid 2,5 meters djupgående. EFC standard anger marginalhöjden 1,0 m vid 2,5 meters djupgående. (13)

Av ovanstående resonemang så är 0,5 m marginalhöjd efter nedsänkning under köl lämpligt för Dala kanal. På sträckor med stark erosionsbenägenhet som exempelvis sträckan Älvkarleby-Östersjön bör marginalhöjden ökas, för att om möjligt minska erosionen. Efterföljande kontinuerliga kontroller av bottenhöjden bör vidtagas.

Ökning av bottendjupet medför en kostnadsökning om muddring måste tillgripas.

7.5 Vattennivåns nedsänkning vid kanalens stränder.

I trånga passager med vertikal sektion är vattensänkningen vid stranden praktiskt taget densamma som fartygets nedsänkning. I sektioner med lutande sidor är fartygets nedsänkning större än vattensänkningen vid stränderna. Denna vattensänkning vid stränderna utgör tillsammans med vågbildningen en samverkande komponent som påverkar stranderosionen, d v s den är normalt dimensionerande för erosionsskyddens utformning. Erosionsskydden bör utläggas minst 0,5 - 1,0 m under lågvattenytan (13). För Dala kanal är det av stor betydelse att undersökningar görs om var erosionsskydden skall placeras och hur de lämpligast skall utformas. Sannolikt måste hela naturliga älvsträckan ero-

sionsskyddas. Detta kommer att medföra en hög kostnad och ingrepp på landskapsbilden. Under alla omständigheter bör ovanstående rekommendationer och utläggning minst 0,5 - 1,0 m under LLW följas. Bild 12 visar erosionsskydd i Trollhätte kanal.

7.6 Strömhastigheten med hänsyn till bottenerosion

Enligt tyska mätningar är bottenhastighet på vatten 20-35 % mindre än medelhastigheten i tvärsnittet. Tyvärr så går en stor del av denna vinst förlorad av propellerströmmen. Följden av denna höga returströmning blir att bottenmaterialet transporteras av och an då fartygstrafiken går i båda riktningar. Tillåtna vattenströmhastigheter utan att erosion skall påbörjas är vid slamförande vatten 0,15 m/s om sandkornstorleken är 0,4 mm. Vid 0,7 mm sandkornstorlek blir $V_{till.} = 0,2 \text{ m/s}$.

För en normal dubbelled som är grävd i torrhet skulle man behöva minska fartygshastigheten till 4,5 km/h för att uppnå en för bottenerosionen tillåten returströmningshastighet på 0,4 m/s. Beräkningar ger att om ett fartyg skulle vilja fara med 8 km/h så skulle kanalens tvärsnitt behöva ökas med 60 %. Hydrodynamiska försök visar att förhöjning av gränshastigheterna lönar sig bäst genom att istället fördjupa kanalen än att göra den bredare. (14)

Svenska kanalkommissionens rekommenderade marginalhöjd på 1,0 m under köl kan anses inkludera tillägg för erosion. I Trollhätte kanal finns en säkerhetsmarginal på 0,5 m efter nedsänkning. (13)

För Dala kanal skulle en säkerhetsmarginal på 0,5 m vara tillfredsställande. Undantag liksom vid föregående punkt 7.4 skulle bli Älvkarleby-Östersjön och platser såsom Hovran i Hedemora, Insjön, Leksand och Mora. Vid dessa platser borde en större säkerhetsmarginal på kanske 1,0 m vara motiverad även fast åtföljande muddring i naturlig älvfåra skulle bli dyrare. Fördelen blev att okontrollerbar bottenerosion med åtföljande återkommande underhållsmuddringar skulle minska.

7.7 Kanalens godhetstal = Faktorn n

Faktorn n som anger förhållandet mellan vattenarea och största fartygstvårsnitt kan betraktas som ett uttryck för den relativa godheten hos farleden med hänsyn till framdrivningsförhållandena. Godhetstalet kan ses som ett samlat uttryck för de tidigare beskrivna kriterierna. Desto högre faktor n desto bättre kanal eller farled.

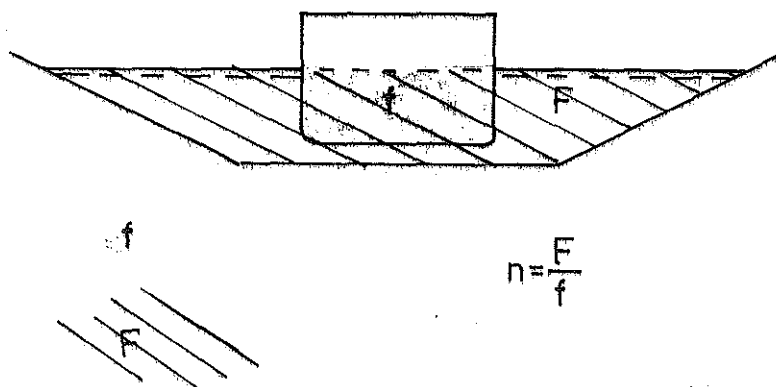


Fig. 7.3

Fartygets rörelser påverkas hydrodynamiskt redan vid $n = 200$. Aktuella och rekommenderade n värden för dubbel led vid svenska och utländska kanaler är

Svenska Kanalkommissionen	$n \geq 3$
Tyska och franska normer	$n \geq 5$
Moselkanalen	$n = 7$
Europakanalen, Rotterdam-Rhen-Main - Donau	$n = 7$
Saima kanal bergsektion	$n = 3,8$
- " - övriga	$n = 4,7$
Trollhätte kanal bergsektion	$n = 2,1 - 2,5$
- " - grävd sektion	$n = 3,0 - 3,5$

Låga n -värden på 2,1 - 2,5 kan accepteras i Trollhätte kanal om fartyget hanteras av erfaren personal, håller 2-3 knop (ej högre p g a höga returströmmar och att de undviker de mest extrema värdena ifråga

om vattenståndet). (13)

Lämpliga n-värden för Dala kanal (se fig. 7.4 - 7.10) blir

Enkelled	grävd kanal	3,3
Dubbelled	"	4,6
"	berg	4,0
Enkelled	"	3,3

Denna n-värden kan anses vara väl godtagbara i internationellt hänseende. Det bör påpekas att dessa värden endast förekommer på ung. 4 mil av den 35 mil långa Dala kanal. I naturliga Dalälven är n-värdena normalt 15-25, medan i sjöarna så är n-värdet betydligt högre (13)

7.8 Övrig sänkning av vattennivån

Vinddrivning och slussning kan stundtals ge en exceptionell avsänkning av vattennivån. Enligt äldre och nyare mätningar vid Trollhätte kanal kan dessa sättas till

Fallförlust vid slussning 0,2 m

Vinddrivning mot Vänern 0,2 m

En ytterligare fördjupning av kanalen skulle här ge ytterligare avsevärda kostnader. Istället regleras sjöfarten vid dessa tillfällen. Omnämnas kan, att vinddrivningen i Vänern kan ge en avsänkning av 0,4 - 0,5 m men då tvingas även fartygen till ankring.

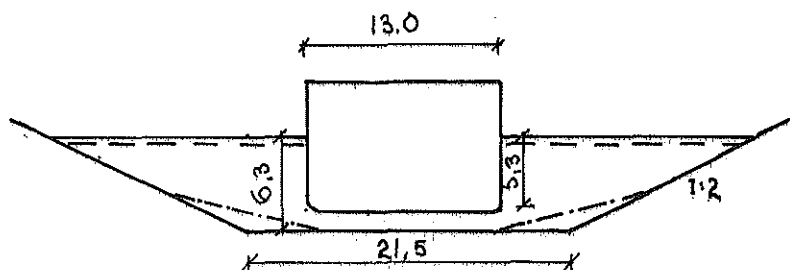
Reglering av sjöfarten är lämplig även för Dala kanal vid exceptionell avsänkning av vattennivån. (13)

På föregående sidor har behandlats vilka faktorer som påverkar tvärsnittsutformning av en kanal men en kanals utformning i längsled är beroende av faktorer såsom fartygets manöveregenskaper, fartygs beteende vid möte och kurvor.

NORMALSEKTIONER FÖR DALA-KANAL.

GRÄVD KANAL

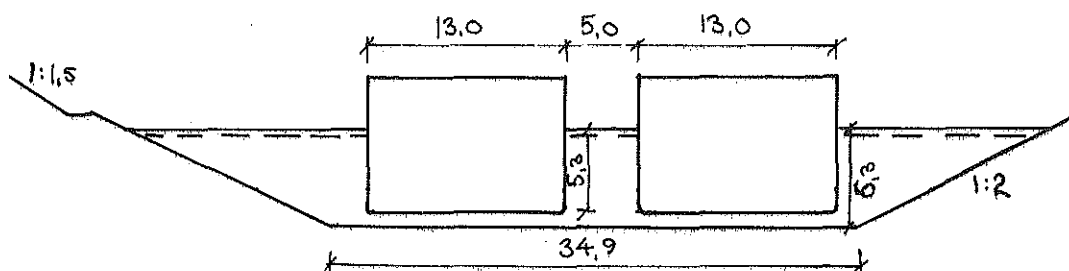
ENKELLED



$$f = 65 \text{ m}^2 \quad (f_{\max} = 69) \quad F = 33 \cdot 65 = 214 \text{ m}^2$$

$$n = \frac{F}{f} = 3,3$$

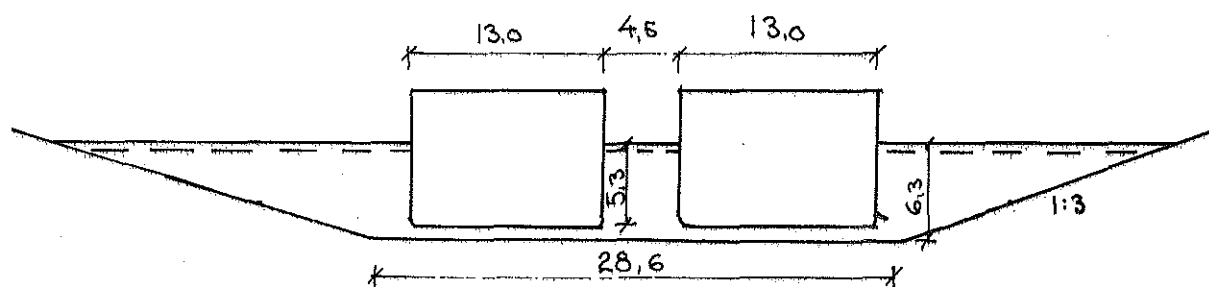
DUBBELLED



$$f = 65 \text{ m}^2$$

$$F = 300 \text{ m}^2$$

$$n = 4,6$$



$$F = 300 \text{ m}^2$$

FIG. 7.4

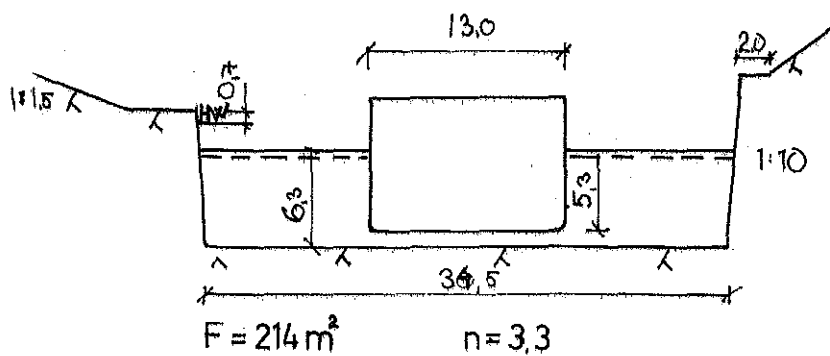
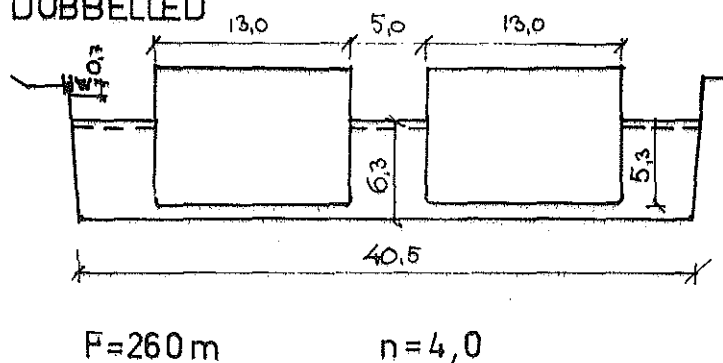
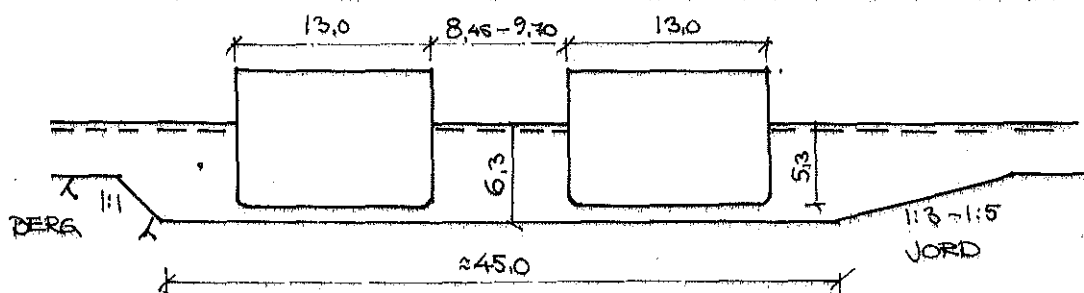
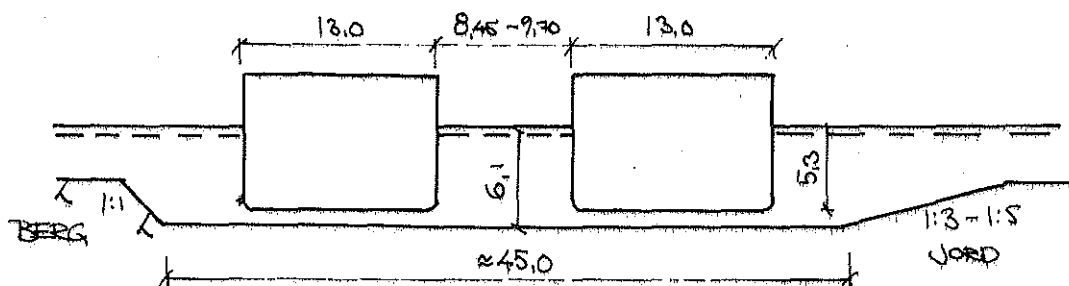
BERGSEKTIONENKELLEDDUBBELLEDSEKTION I ÖPPET VATTEN, ÄLVEN OCH MINDRE SJÖAR.SEKTION VID STÖRRE SJÖAR, SILJAN MFL.

FIG. 7.5

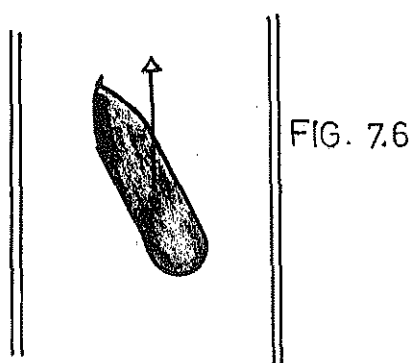
7.9 Fartygs manöveregenskaper

Ett fartygs manöveregenskaper förändras på grunt vatten eller i kanaler jämfört med egenskaperna på djupt vatten. Hastigheten sänks vid grunt vatten även fast propellern har samma varvtal (15). Detta orsakas av strömningen under fartygsbotten vilken leder till större tryckdifferenser och ökat motstånd från skrovet.

Styrförmågan förändras även ogynnsamt så att det behövs större roderutslag för navigeringen. Det föreligger stora skillnader mellan fartyg i deras styrförmåga. En del fartyg kan styras tillfredsställande på öppet vatten medan det i kanaler har problem med styrningen. Sidovindar kan i sin tur ställa till problem för lättare fartyg. Detta kompenseras oftast genom högre hastighet. (15)

Den största faran för ett fartyg som kommer farande i en kanal är den sugning som uppkommer mellan fartyget och kanalsidan, om fartyget av någon anledning blir sidoförskjutet i förhållande till kanalens symmetriplan. Följden av dessa osymmetriska krafter och moment blir att fartyget strävar att vrida sig ur den ursprungliga kursen.

Om exempelvis fartyget är igång på en kurs parallellt med kanten, men sidoförskjutet, kommer vattenytan mellan fören och den närmare kanalstranden att stiga över normalhöjd.



Detta resulterar i att fören pressas in mot mitten av kanalen medan vattnet strömmar akterut längs skrovets båda sidor för att fylla ut den vågdal, som akterskeppet bildar. Vattennivån sjunker här under den ostörda höjden. Sjunkningen är större mellan fartyget och den närmaste sidan, än den andra kanalsidan. Resultatet blir att akterskeppet sugas mot den närmaste kanalstranden och fartyget börjar att

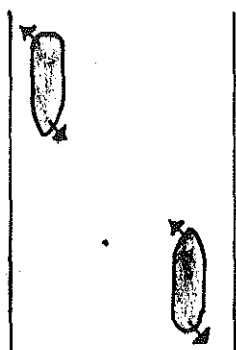
skära ut från den närmaste stranden över mot andra sidan. Denna sugning kan ofta hindras genom ändrat roderutslag. Exempelvis om fartyget är närmare högra kanalsidan så krävs styrbords roder. Vid låga hastigheter kan styrförmågan förbättras med aktivroder och/eller styrpropeller. (14)

7.10 Två fartygs möte i rak kanal

Situationen blir mera komplicerad när två fartyg möts i en rak kanal än vid ensamgående fartyg. Detta beror av interaktioner mellan fartyg och fartyg såväl som mellan fartyg och stränder. En hastighetsnedsänkning är där oftast nödvändig för att minska trycken och vattnets nedsänkning.

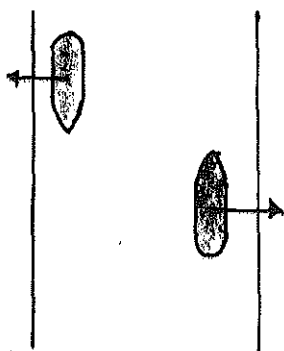
Exempel

FAS 1



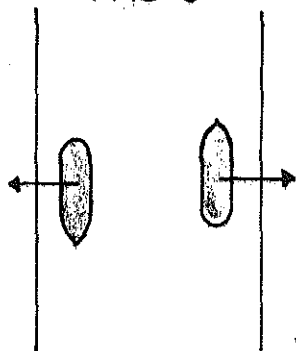
Två fartyg som båda har börjat undanmanövrar. Dessa påverkar ej ännu varandra. Båda erhåller enligt beskrivning ovan en kraftig tendens att gira innåt kanalens mitt. Kraftig styrbordsroder krävs.

FAS 2



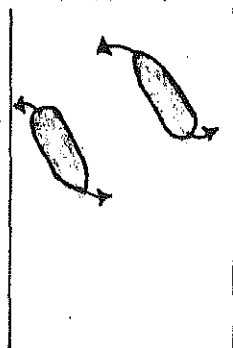
Strax före mötet börjar förvågen att trycka de båda förskeppen kraftigt ifrån varandra. Kollisionsrisken är liten.

FAS 3



Fartygen ligger bredvid varandra. De trycks kraftigt ifrån varandra av potentialströmningen och vågbildningen emellan dem. Ifall hastigheterna är för stora kan endera fartyget få kontakt med kanalsidan. Redan innan fartygen har kommit bredvid varandra börjar förskeppen att kraftigt dra åt den lägre vattennivån vid det andra fartygets akter.

FAS 4



Fartygen skär vardera åt babord. Vid höga hastigheter motverkas detta endast med kraftigt styrbords roderutslag. Enligt ovan så inses att största risken vid möte inte är kollision mellan fartygen utan att någondera kör på grund på motsatta vänstra sidan. (14)

Fartygens beteende vid trånga vattenfarleder motiverar orsaken att lotstväng krävs. För Dala kanal måste även lotstväng krävas på hela sträckan.

7.11 Kanalens kurvor

Hydrodynamiska situationen är ännu mera komplicerad i kanalkurva när det gäller fartygets styrning. Att teoretiskt konstruera en kanalkurva absolut riktigt är knappast möjligt.

Då ett ensamt fartyg kör nära kanalkurvans mittlinje så skär fartyget något inåt i förhållande till den kurva som fartygets tyngdpunkt beskriver. Detta för att uppnå hydrodynamisk jämvikt. Fartygets förskepp ligger mera på inre sidan av tangenten och akterskeppet på yttre sidan. Ju mindre krökningsradien är desto större utrymme i sidled.

En minimiradie på 10-12 L (där L = fartygslängd) bör eftersträvas, men ofta vid ingång till sluss eller liknande kan 4-5 L tillåtas. (14) För Dala kanal anses en normalradie på R=800 vara lämplig. Naturligtvis kan denna radie inte utnyttjas överallt utan ibland måste R=500 till R=600 tillgripas. Så är fallet genom tätbebyggda samhällen eller där en större radie skulle medföra omotiverade höga kostnader.

Breddökning i kurva blir $S = \frac{L^2}{2R}$

eller 10 % av fartygsbredden. För normalradien R=800 ger detta S = 3,8 m.

För att fartyg skall kunna mötas i kurvor borde man kräva 2·S men erfarenheter från tyska kanaler visar att möten kan genomföras utan större risk när bredden är S.

7.12 Kritiska fartygshastigheten

Skeppsprovningsanstalten i Hamburg har funnit, att vid kanalfart har kritiska hastigheten ett bestämt förhållande till tvärsnittsförhållanden på fartyget under vattennivån och kanaltvärsnittet enligt

$$V_{kr} = 3,6 \quad g \frac{F \cdot f}{u}$$

där

g = jordaccelerationen

F = kanaltvärsnittet i m²

f = nollspantarea under vatten /m²

u = kanalomkrets i m

De framkomna värdena på V_{kr} blir enligt denna formel något för stort.

Om nautiska tillåtna hastigheten betecknas V_n och kritiska hastigheten V_{kr} kan dessa hastigheters beroende av godhetstalet n beskrivas i ett diagram.

I fig. 7.7 beskrivs förhållande för n = 4 till 11 för fartyg mellan 560 - 2500 ton. Exempelvis är den nautiska tillåtna hastigheten V_n för 2500 ton lika med 8,8 km/h med full last och h = 4. Det bör ob-

Tabell 7.2 Data om de undersökta fartygen.

Tonnage	Bredd	Längd	Djupgående vid full last	20 % av full last	Maskin- belastn.	Nollspant- area	Godhets- tal
t	m	m	m	m	PSe	m ²	n
560	6,75	53,0	2,50	1,0	250	15,55	10,6
930	8,20	67,0	2,50	1,0	500	20,42	8,1
1290	9,50	80,0	2,50	0,95	700	23,60	7,0
1500	9,50	85,0	2,70	1,03	800	25,50	6,5
2000	11,50	95,0	2,70	1,06	1000	30,90	5,4
2500	13,00	110,0	2,80	1,06	1500	36,20	4,6

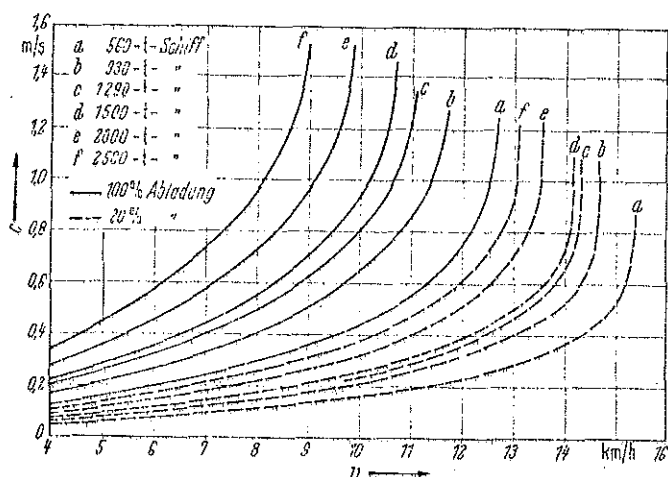


Fig. 7.11

Vattnets återströmnings-
hastighet i förhållande till
fartygshastigheten för fartyg
med dimensioner enligt
tabell 7.2.

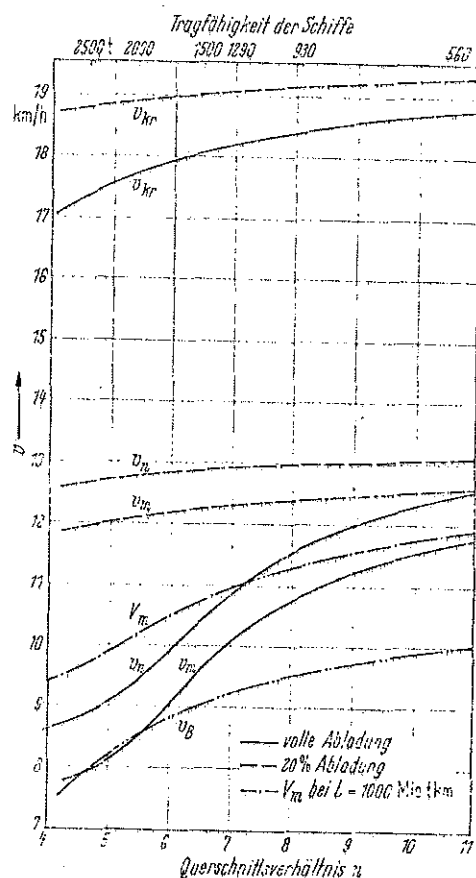


Fig. 7.12

Kritisk, nautisk och genomsnittlig
fartygshastighet vid olika n-för-
hållanden och fartygsstorlek.
Gäller för fartyg enligt tabell 7.2.

serveras att dessa resultat hänförs sig till större tyska pråmar. Dala kanals fartyg beter sig något annorlunda hydrodynamiskt men figuren visar ändå tendensen och kan vara en vägledning för Dala kanals tillåtna hastighet vid olika godhetstal.

Kritisk möteshastighet enligt ovannämnda provningsanstalt blir

$$V_{m \text{ kr}} = \sqrt{g \frac{F - \Sigma f}{u}}$$

För två fartyg på vardera 2500 ton som möts blir tillåtna möteshastigheten 7,87 km/h.

I Trollhätte kanal förutsättes följande hastigheter för största fartyg

- | | | |
|----|------------------------------|------------------|
| 1. | Naturlig och muddrad älvfåra | 10 knop |
| 2. | Konstgjord grävd kanal | 4 knop (n ≈ 4) |
| 3. | Konstgjord sprängd kanal | 3 knop (n ≈ 3,6) |

7.13 Sammanfattning

Ett flertal olika faktorer påverkar en kanalutformning både i tvärsnitt och längsled. Den tvärsnittsutformning som vi anser vara lämplig för Dala kanal överensstämmer till stor del med svenska kanalkommissionens normer från 1918, se bilaga 13. Djupet under fartyget kan delas upp i nedsänkning 0,5 m och en säkerhetsmarginal på ytterligare 0,5 m. Säkerhetsmarginalen tar hänsyn till trimändringar och risk för uppgumlingar.

De föreslagna godhetstalen n blir:

Enkelled	grävd kanal	3,3
"	berg "	3,3
Dubbellad	grävd kanal	4,6
"	berg "	3,9

Dessa n-värden kan även accepteras internationellt sett. Tilläggas bör att grävd eller sprängd kanal endast förekommer på ung. 10 % av den 35 mil långa Dala kanal. Då är alla passager förbi kraftverken

inräknat. I övriga fall, där älvens naturliga får kan utnyttjas eller vid sjöar är godhetstalet betydligt större. Minimiradier bör om möjligt hållas vid $R = 800$ m. Vid vissa platser måste en minimiradie på $R = 500$ m eller $R = 600$ m tillgripas. Breddökning i kurvor ung. 10 % av fartygsbredden. Slusstorleken är densamma som planerade Uddevallaleden d v s $L = 135$ m, $B = 18,2$ m och djup 8,2 m. Dessa slussar är betydligt större än vad som behövs för det dimensionerande fartyget på 3500 ton. Genom att överdimensionera slussarna kan kanalen göras större i framtiden. Kanalens sträckning och utförande vid s k konflikt-punkter redovisas noggrannare i kapitel 14. Värt att observera är att där möjligheter finns så används dubbelled (med minimiradie $R = 800$).

Mellan övergång från en kurva till en annan har en raksträcka på 180 m lagts in. Denna sträcka måste fartyget ha för att hinna rätta upp sig.

Raksträckor före och efter bro eller sluss har likaså satts till 180 m. Undantag från raksträckor eller radier förekommer, så exempelvis vid Domnarvets järnverk. Detta har lösts genom styrhjul och ledverk. Ledverk placeras före och efter broar, slussar eller där strömningsförhållandena i älven gör det motiverat. Om strömningsförhållandena är alltför svåra måste vattenavskiljare inläggas samt rensningar utföras.

Ledverk och vattenavskiljare beskrivs noggrannare i kapitel 10.

Lämplig fartygshastighet är

- | | | |
|----|------------------------------|---------|
| 1. | Naturlig och muddrad älvfåra | 10 knop |
| 2. | Konstgjord grävd kanal | 4 knop |
| | "- sprängd kanal | 3 knop |

TKV

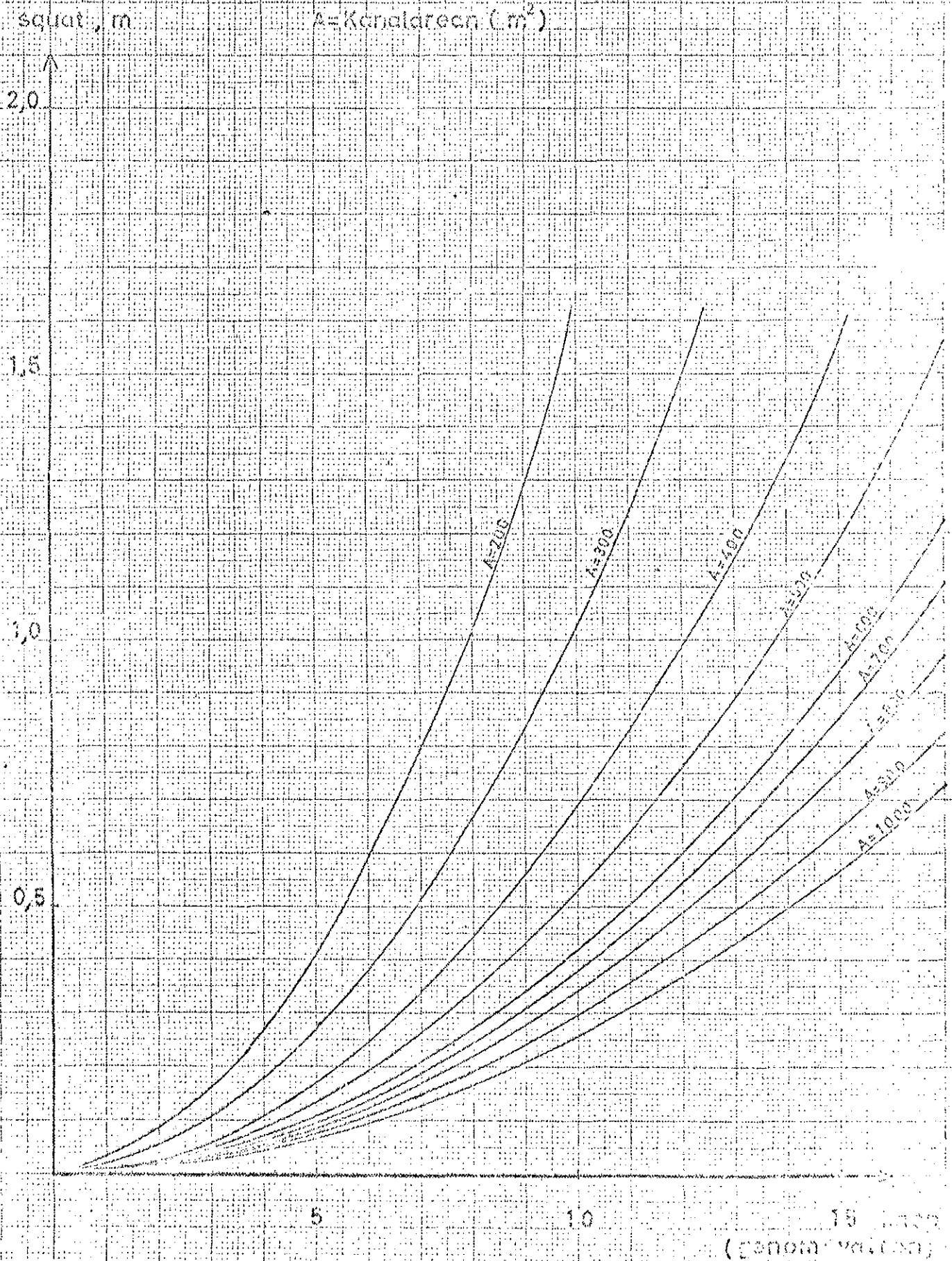
Beräknad nedbänkning enligt
Tothill vid 63 m² bartygsarea
och olika kanalarear, 200 -
1000 m²

Dnaga 1.1

J.J. 30.1.70

Gr: JCPA

Nr: 773063



23.6.69

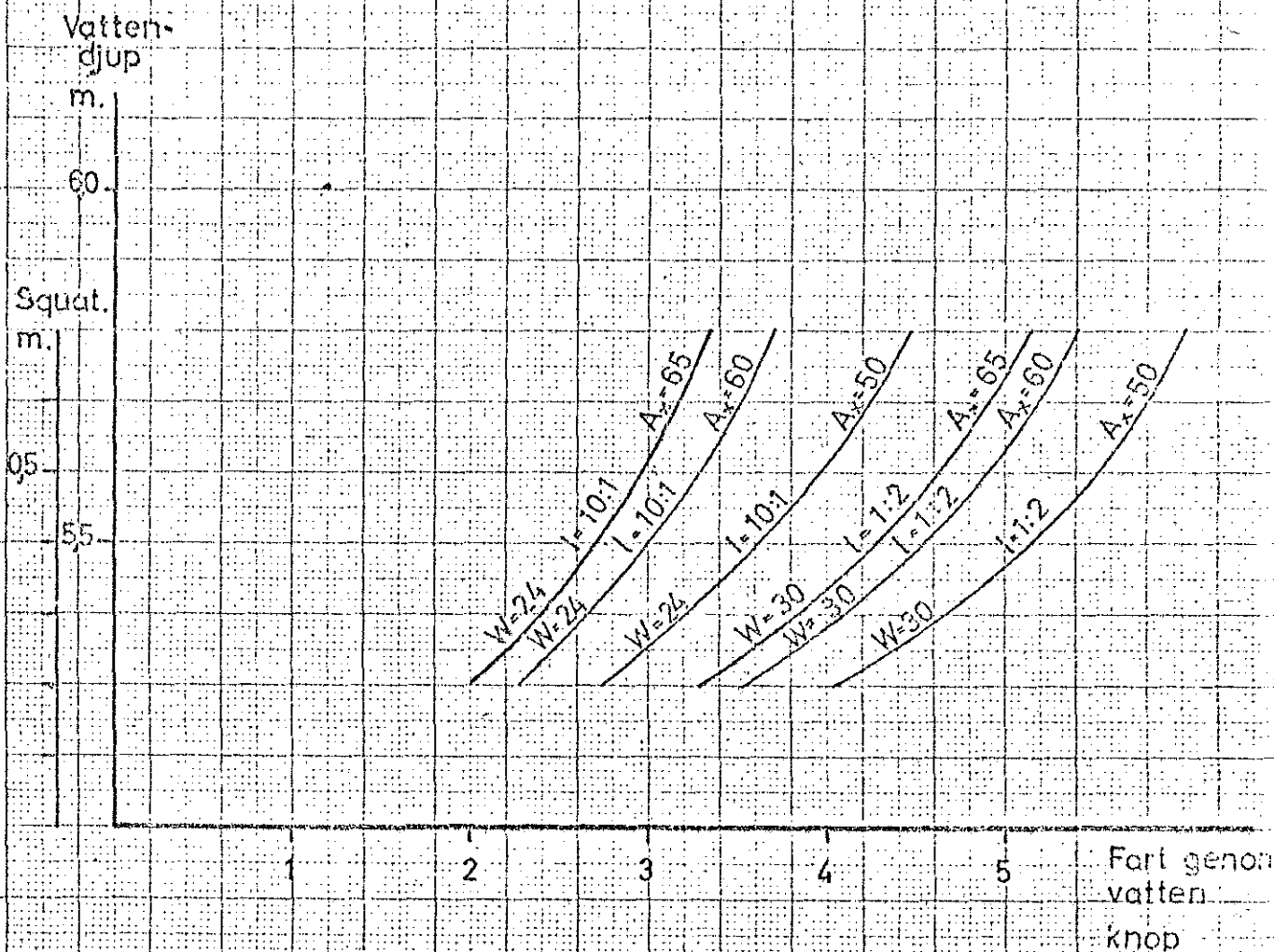
Gr. JOPA

Nr. 773032

TKV

TROLLHÄTTE KANAL

Nedsänkning för 4,9 m djupgående



W = bottenbredd(m)

I angivet vattendjup inkluderas 0,2m marginal efter nedsänkning.

 $A_x = 0$ -spantarea(m²)

L = släntlutning

Dimensioneringar enligt
1918 års kanalnormer.

a) Klarning under köl 20% (min 1,0 m)

b) Faktorn $n=3,0$ (enkelled)

c) Kurvradier (min)

4 m led 500 m

5 m led 600 m

d) Breddökning i kurva

$$a = \frac{l^2}{4R}$$

Breddökningen bör vara

2a vid enkelled

4a vid dubbelled

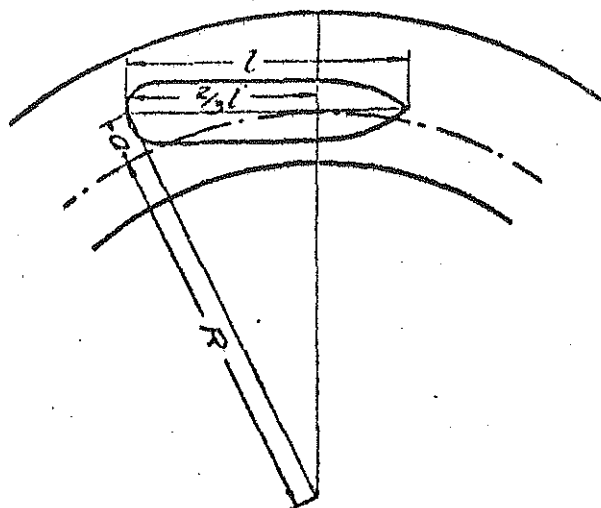
Ex: Vid $R=600$

ökning vid

$L=56\text{m}$ $L=80\text{m}$

enkelled 2,5m 5,5m

dubbelled 5,0m 11,0m



e) Raksträcka i dubbelkurva eller före sluss och bro, min 2 fartygslängder.

Utdrag ur Farledsutredningen (Sjöfartsverket 1973) betr Farledens dimensionering (sid 10:3 - 10:7).

3. Normer

a. Vattenvägars indelning

Flera olika typer av vattenvägar kan urskiljas i de svenska farvattnen. För att göra det möjligt att närmare diskutera normer för marginaler och utprickning, har utredningen funnit det lämpligt att göra följande indelning med hänsyn till trafik och topografi.

Vattenväg	Beteckning	Definition
Huvudled	H	Vattenväg, utrustad för trafik med de största fartyg leden kan ta. Nattled. Trafik på huvudled skall ha företräde före all annan trafik
Sjötrafikled	S	Övriga vattenvägar för handelsfartyg och fiskefartyg. Kan vara dagled för största tillåtna fartyg. Kan vara nattled för mindre fartyg.
Fritidsled	F	Övriga vattenvägar utrustade för fritidsbåtverksamhet enl. överenskommelse med naturvårdsverket.

Vattenväg	Grupp	Definition
Bergskanal	1	Sprängd genom berg T.ex. bergskanalen vid Trollhättan.
Kanal	2	Grävd eller ruddrad genom land, ett näs eller dylikt. Typ Falsterbokanalen.
Bergränna	3	Sprängd genom bergsbotten. T.ex. rännan in till Luleå.
Ränna	4	Grävd eller ruddrad för att bredda eller fördjupa en vattenväg. T.ex. rännan in till Gävle.
Led	5	Naturlig vattenväg genom skärgård eller kustavsnitt. T.ex. huvuddelen av Landsortaleden.
Korridor	6	I kortet anvisade vattenvägar i öppen sjö.

b. Djupmarginaler

Vattenväg grupp	Max. fart knop	Min. marg. 1 % av djupgåendet	Minsta djup u. kölén	Fartygs- storlekar
1-5	5	8	70 cm	Alla
1-5	8	10	90 "	Alla
6	-	Kan ej fastställas	< 225 m L	
6	-	25	250 cm	> 225 m L

Man kan inte fastställa någon norm för största säkra djupgående för ett fartyg vid angröring från öppet vatten. Det måste lämnas till vederbörande befälhavare att avgöra om han kan passera eller ej.

c. Breddmarginaler

1) Rak farled

Vattenväg Grupp	Största fartygs- bredd	Minsta farledsbredd		Fartygs- storlek DWT
		Enkel	Dubbel	
1	B	2,5 B	5 B	U. 100 000
2	B	2,5 B	5 B	"
3	B	3 B	5 B	"
4	B	3 B	5 B	"
5	B	3 B	6 B	"
5	B	5 B		Ö. 100 000
6		0,3 M - 5 M		Alla storl.

2) Kurva i farled

Den inre radien i en farledskurva bör inte vara mindre än 5 gånger längden på det längsta fartyg, som tillåts passera utan speciella arrangemang.

(Är fartyget försett med styrpropeller och/eller assisteras fartyget av tillräckligt antal bogserbåtar, kan ett fartyg givetvis passera även om kurvan är skarpare och farten anpassas.)

Fartyg över 100 000 DWT bör inte framföras i farled i vilken det inte finns en raksträcka om minst 3 gånger fartyglängden mellan 2 kontrakurvor.

(Här framfört förslag överensstämmer med IMPA:s förslag till IMCO.)

Är inte farleden rak måste farledsbredden ökas. Erforderlig ökning kan beräknas geometriskt med ett tänkt jämviktsläge som bas baserat på att fartygets svängningspunkt ligger vid stäven vid full fart. De fall då svängningspunkten ligger för om fartyget saknar intresse i detta sammanhang. Ökning för dubbelled = 2 x ökning för enkelled.

Fartygsstorlek

Mindre än 30000 DWT	Halv fart dock högst 12 knop
30000 DWT - 60000 DWT	Högst 8 knop
60000 DWT - 100000 DWT	Högst 6 knop
Större än 100000 DWT	Högst 3 knop

Att dessa hastigheter inte överskrides är väsentligt.

Är kurvradien större än 6 ggr men mindre än 10 ggr längden av fartyget skall farten anpassas till kurvan och djupet under fartyget.

Större fartyg = mindre fart

Mindre djupmarginal = mindre fart

Är inre kurvradien större än 10 ggr längden av fartyget behövs ingen fartändring orsakad av kurvan.

Normerna för breddmarginaler är tillämpliga för det fall då vindkraften tillsammans med strömkraften ger upphov till högst 4° avdrift då fartyget har minst styrfart. Därefter inträder trafikrestriktioner. Dessa måste anpassas till förhållandena vid varje enskild plats.

Krökt farled

Vatten- väg Grupp	Största fartygs		Kurv- radie	Ökn. av far- ledsbredd i % av L		Fartygs- storlek
	Bredd	Längd		Enkel	Dubbel	
1-4	B	L	3 L ^{x)}	16	32	Alla
1-4	B	L	4 L ^{x)}	12	24	"
1-5	B	L	5L-10L	5-10	10-20	"
1-5	B	L	10L-30L	2-5	3-10	"

Om kurvradien är större än 30 L behövs ingen breddökning.

x) Så små kurvradier bör inte förekomma annat än undantagsvis och kräver då speciella anordningar. Bogserbåtar etc.

I oskyddade vatten bör en vattenvägs bredd inte vara mindre än 6 B för fartyg under 100 000 DWT och inte mindre än 0,3 M för fartyg större än 100 000 DWT.

Är djupmarginalen under fartyget större än 25% av djupgåendet kan fartyg av alla storlekar passera ett kort avsnitt av en led om farledsbredden i ledavsnittet är större än 4 B. (T.ex. vid Dynabrott.)

Såväl djup- som breddmarginaler gäller vattenvägar avsedda för kontinuerlig trafik.

Givetvis kan ett fartyg vid något engångstillfälle då speciella anordningar vidtagits och lämpligt tillfälle i övrigt valts tagas igenom en skyddad led vars bottenbredd är obetydligt större än fartygsbredden (2 B). Ett sådant tillfälle kan liknas vid ett fartygs ingång i slussar eller trånga hamnbasängar.

3) Part i kurva

Då fartyg framföres i en farledskurva vars inre radi är lika med eller mindre än 6 ggr längden på fartyget skall farten reduceras enl. följande:

Tekniska bestämmelser för nya svenska kanaler.

	2,5 meters- led.		3 meters- led.		4 meters- led.		5 meters- led.	
	Enkel- led.	Dubbel- led.	Enkel- led.	Dubbel- led.	Enkel- led.	Dubbel- led.	Enkel- led.	Dubbel- led.
Minsta vattendjup i kanal m	3,2	3,2	4,0	4,0	5,2	5,2	6,4	6,4
Bottenbredd i grävd kanal (teor.) »	9,0	14,0	10,0	17,0	13,0	22,0	16,0	27
Bottenbredd i sprängd kanal »	15,0	18,0	18,0	22,0	22,0	28,0	28	34,0
Bottenbredd i öppet vatten »	—	25,0	—	30,0	—	33,0	—	40,0
Minsta vattensektion i grävd kanal ... m ²	47,7	63,7	70,0	98,0	117,8	164,5	181,1	251,5
Minsta vattensektion i sprängd kanal »	48,0	57,6	72,0	88,0	114,4	145,6	179,2	217,6
Förhållandet mellan kanalsektion och största fartygs O-spantarea i grävd kanal F/T	3,55	4,5	3,28	4,60	3,27	4,50	3,32	4,60
Förhållandet mellan kanalsektion och största O-spantarea i sprängd kanal »	3,38	4,06	3,38	4,16	3,18	4,05	3,38	3,98
Minsta kröningsradio i kanal, normalt m	300	300	400	400	500	500	600	600
Minsta kröningsradio i kanal, exept. ... »	200	200	250	250	300	300	350	350
Minsta djup på slussströskel..... »	2,8	2,8	3,6	3,0	4,8	4,8	6,0	6,0
Bredd i slussportöppning »	8,5	8,5	10,0	10,0	12,0	12,0	14,0	14,0
Bredd i slusskammare »	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
Slusskammarens längd..... »	67,0	67,0	67,0	67,0	73,0	73,0	90,0	90,0
Broars fria spännvidd »	15,0	18,0	18,0	22,0	22,0	28,0	28,0	34,0
Broars önskvärda minsta fria höjd över h. v. y. »	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Tillåten farhastighet för största fartyg i konstgjord kanal, knop.....	3 à 4	3 à 4	3 à 4	3 à 4	3 à 4	3 à 4	3 à 4	3 à 4
Tillåten farhastighet för största fartyg i öppet vatten, knop.....	5 à 9	5 à 9	5 à 9	5 à 9	5 à 9	5 à 9	5 à 9	5 à 9

ENLIGT KUNGLIGA KANALKOMMISSIONEN 1912

8. BROAR

8.1 Allmänt

För närvarande korsas Dalälven av 29 landsvägsbroar, fyra nya planeras att byggas inom den närmaste framtiden. Dessutom sker järnvägstrafik över 8 broar. Vid en bro i Gysinge, som fortfarande finns kvar, är järnvägstrafiken nedlagd.

Broarna är byggda efter olika konstruktionsprinciper vilket medför att ingrepp i brokonstruktionen kan ge varierande tekniska svårigheter. Således är en fritt upplagd stålfackverksbro avsevärt enklare att bygga om till klaffbro än en kontinuerlig spännbetongbro.

För samtliga broar gäller att de ej klarar den förutsatta segelfria höjden på 28 meter. Denna tillsynes höga siffra måste väljas för att fartygsstorleken skall kunna hållas i kanalen. I framtiden torde dock de flesta fartyg vara utrustade med sänkbara master vid passage av broar. För Dala kanals vidkommande är detta en viktig fråga och borde studeras mera ingående.

En viss kostnadssänkning skulle då kunna erhållas eftersom några broar har en segelfri höjd omkring 10 m.

Förteckning om läge och fri segelhöjd, se 8.4.

Bild på typbroar, fig. B1 - B8.

8.2 Landsvägsbroar

Variationsrikedomen är som ovan nämnts stor. Bland landsvägsbroarna dominerar betongbroarna. Utförandet beror av byggnadsår, geologiska förhållanden, älvbredd och byggnadskostnader. En indelning efter konstruktionssätt kan göras i:

- bågbroar ex. bro W. 174 i Leksand
- valvböar ex. bro W. 59 vid Domnarvet
- kontinuerlig stål balkbro ex. bron vid Mora-Noret
- fackverksbro i stål ex. bro W. 785 vid Forshuvud
- spännbetongbro ex. bro W. 799 vid Avesta

Dessutom finns broar av konsolfackverk och konsolbalkar.

Fackverks- och fackverksbalkbroarna samt stål-balk-låde-konstruktionen kan relativt enkelt byggas om till klaffbroar. Stålet har ett skrotvärde och kan speciellt vid fritt upplagda konstruktioner rivas och ersättas av öppningsbar klaff. Till detta kommer givetvis också ombyggnad eller förstärkning av fundament och bropelare. Svårare ter sig problemet då någon av ovanstående broar är statiskt obestämda vilket kan i bästa fall medföra att brodelen, som ej berörs av broöppning, måste förstärkas och kompletteras med bropelare. Troligtvis måste denna bro helt rivas och ersättas med ny bro.

Flertalet broar berörs ej av ombyggnad enligt det förslag som här presenteras. Vid många bropassager har vi ansett det lämpligare att passera förbi bron vid sidan i en kanalgrävning med tillhörande klaffbro. Så ex. vid Älvkarleby, Söderfors, Gysinge, spännbetongbron vid Avesta, Torsång, Domnarvet och Insjön,

Ur trafikteknisk synpunkt vore det naturligtvis önskvärt om de mest trafikerade broarna - Bro E4 i Älvkarleby, W.799 i Avesta, W.775 i Hedemora, W.689 i Borlänge samt W.42 i Mellsta, Borlänge - kunde byggas om till högbroar. Hur en broöppning samhällsekonomiskt skall beräknas kan diskuteras men otvivelaktigt kommer den att verka synnerligen störande på en väg med hög trafikintensitet. Underhållskostnaden kommer att bli större och en driftkostnad för broöppningar tillkommer. Ex. på landsvägsbroar se fig. B1 - B6.

8.3 Järnvägsbroar

Bland järnvägsbroarna dominerar fackverksbroar av stål, fritt upplagda i ett spann mellan varje bropelare. Ombyggnaden av dessa kräver noggrannhet för att erhålla en tillfredsställande skarvning mellan broräls och klaffräls. Ett annat problem blir förbifarten under byggnadstiden som måste klaras genom att en provisorisk bro bygges.

Av järnvägsbroarna över Dalälven är det främst tre stycken som har hög trafikintensitet, dels Norrlandsbanan som passerar Dala kanal vid Älvkarleby, dels sträckan Borlänge-Gävle som passerar vid Domnarvet

och dels järnvägsbron vid Krylbo. Principiellt bör fartygstrafiken anpassa sig efter järnvägstrafiken. Ex. järnvägsbroar se fig. B2, B7 och B8.

8.3.1 Älvkarleby.

Problemet tänkes lösas genom att järnvägen i sin nuvarande sträckning väster om Älvkarleby sänkes på en tillräcklig sträcka. Den tänkta kanalen går på detta ställe i bank och når sin största höjd uppströms slussen. Järnvägen lägges i tunnel, akvedukt, under kanalbanken. Denna tunnel uppströms slussen sammanbygges med slussen. Denna idéskiss bör givetvis göras till föremål för specialutredning.

8.3.2 Krylbo

Järnvägsbron är för låg för att klara en fri seglationshöjd på 28 meter. Inga större möjligheter finns att bygga upp järnvägen i bank, så att en högbro kan utnyttjas. Bron befinner sig endast 300 meter från Avesta centralstation, dessutom är järnvägen omgiven av tättbebyggt samhälle. Se fig. 8.1. Enda möjligheten är en klaffbro. Här liksom vid alla järnvägsbroar måste fartygstrafiken anpassa sig efter SJ:s trafik, så att inga tågförseningar inträffar. Väntplats för fartyg krävs både uppströms och nedströms bron. Ett annat alternativ kan vara att bygga ytterligare en järnvägsbro med klaff ung. 300 - 600 meter uppströms nuvarande järnvägsbro. Med lämplig elektronisk automatik kan fartygs- och järnvägstrafik regleras så, att fartygen ges lämpliga hastigheter utan att behöva stanna, samtidigt som järnvägstrafiken regleras till lämplig farbar bro.

8.3.3 Domnarvet

Vid Domnarvet finns två stycken järnvägsbroar, dels en bro för interntrafik inom Domnarvets industriområde och del del av SJ trafikerade bron mot Gävle. Mellan Borlänge och Gävle sker en intensiv trafik med tyngre industriprodukter huvudsakligen från Storå:s industrier. Bandelen är en av Sveriges mest godsintensiva trafikstråk. Broarna är byggda som valvbroar, se fig. B2. En dragning av kanalen enligt alt. 1, (fig. D7, se även kap.) medför att nuvarande broar kan sparas, dock be-

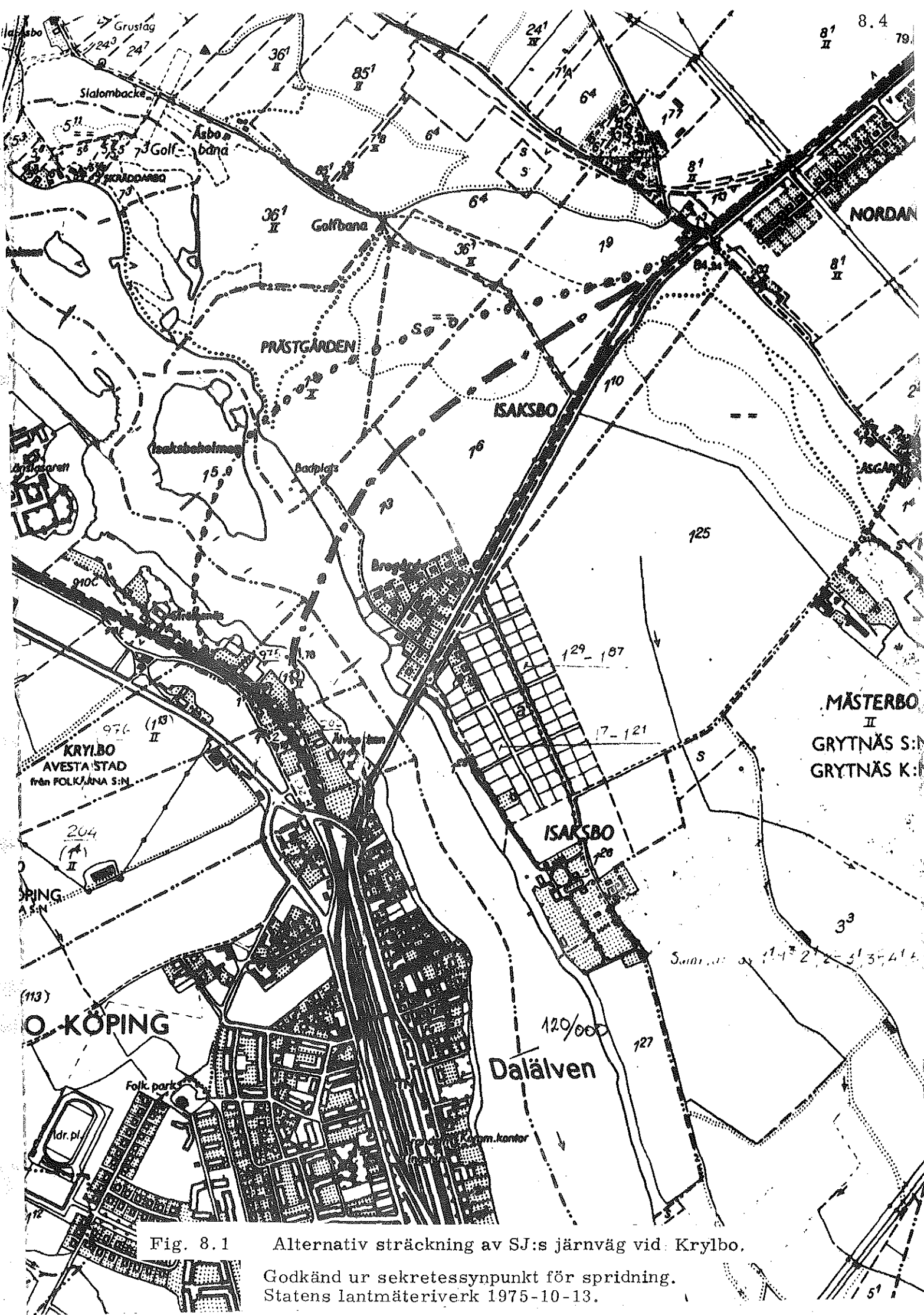


Fig. 8.1

Alternativ sträckning av SJ:s järnväg vid Krylbo.

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

hövs två nya klaffbroar byggas över kanalgrävningen. En fri seglationshöjd på ung. 16 meter kan erhållas om slussen placeras uppströms kanalgrävningen. En ännu högre fri seglationshöjd kan erhållas om järnvägen byggs upp i bank samt att järnvägsbroarna höjs. Transportmängden för fartyg kan antagas ha sjunkit efter Domnarvet så att erforderliga broöppningar ej hindrar järnvägstrafiken.

8.3.4 Övriga järnvägsbroar

Bron vid Duvnäs sparas, om en kanalgrävning samt om en klaffbro byggs enligt fig. D11. Liknande situation uppkommer vid Insjön, se fig. D17. Vid Leksand och Mora måste nuvarande järnvägsbro ombyggas till klaffbroar. Fartygstrafiken anpassas vid alla ovannämnda broar efter järnvägstrafiken.

Fartygstyp	Erforderlig fri brohöjd m
Torrlastfartyg t. o. m. paragrafbåtsklass och segelfartyg med hjälpmotor	26
Linjefartyg i transocean trafik	41—42
Övriga torrlastfartyg	36—38
Större tankfartyg	36
Passagerarfartyg i transocean trafik	55—60

Fig. 8.3 Uppskattade fria brohöjder

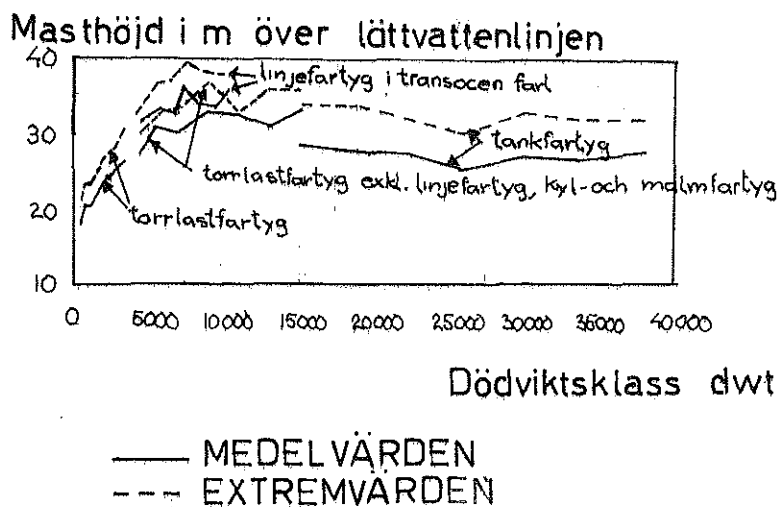


FIG. 8.2 MASTHÖJDER FÖR SVENSKT FARTYGSTONNAGE.

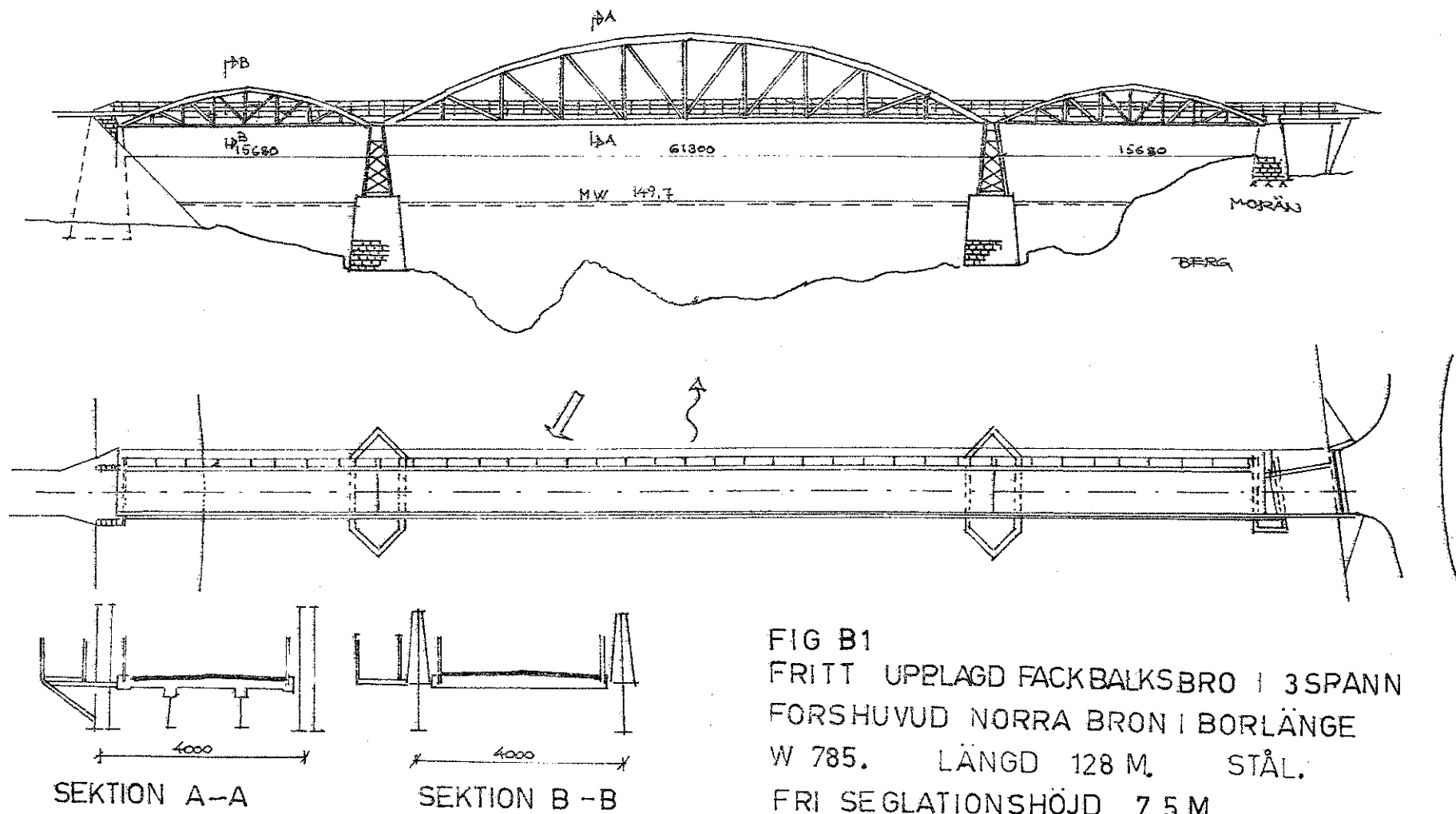
8.4 Förteckning över broar över Dalälven sträckan Orsa-Östersjön

Tabell 10.1

Km	Plats	M. v. y.	L. v. y.	Mark	x) M. v. y. fri höjd	Jordart
5,1	Bro E4	+1,0	0,0	-6,1	8,0	sand
10,1	Älvk. kraftv. till kanal	21,0	19,0	11,1		berg
11,3	Bro jvg Älvkarleö				~3,0	berg
64,2	Bro jvg Gysinge					
66,0	Kalvbron Gysinge X254	54,0	53,0	51,8	3,0	1 m morän, berg
98,8	Bro Näs W242	61,5	60,6	55,0	3,5	mjåla, 4 m till berg
99,85	Kraftverk Näs, damm					
110,95	Bro Utsund, W20	66,7	66,6	55,0	6,0	3 m morän, berg
	Bro planerad					
120,76	Bro Krylbo W22 SJ		66,6	60,2	~9,0	
120,78	Bro SJ Krylbo		66,6	60,2	~8,0	
122,35	Bro Avesta W799	67,9	66,7	63,0	16,0 (17,1)	mo på morän efter rens.)
124,21	Bro Avesta W1	(82,0)	81,1	77,8	2,8	(berg)
139,1	Bro Grådö W775	82,3	81,6	78,70	8,8	stenig sand
139,8	Bro Grådö W18	82,3	81,6	74,3	4,2	sandigt grus
151,0	Bro Vikbyn W735	82,3	81,6	70,6	5,5	sten
158,0	Bro V. Duvåker W737	82,6	82,0	71,5	3,9	mo
161,9	Bro Husby W12	82,6	82,0	70,0	6,0	mjåla
170,69	Bro Uppbo W19		82,4	71,0	~7,0	mo, sand
175,70	Bro Landa W25	93,85	93,4 L. L. w	80,0		v. berg, h. mjåla
191,0	Bro Solberga W56		105,6	100,4	~8,5	berg
197,7	Bro Torsång W62		105,6	85,80	~5,0	mo på morän
205,0	Bro Islingby W689	107,1		101,8	~16,0	2,5 m mjåla på berg

x) ej fri seglationshöjd

Km.	Plats	M. v. y.	L. v. y.	Mark	M. v. y. fri höjd	Jordart
206,65	Bro jvg STORA	113,8	112,0	106,5	10,4	berg
206,67	Bro jvg SJ	113,8	112,0	106,6	11,7	berg
206,68	Bro Domnarvet W59	113,8	112,0	106,7	11,7	berg
212,00	Bro Forshuvud W785	149,9	149,6	141,0	8,5	berg
221,62	Bro Mellsta W42	149,9	149,6	142,3	7,1	fin sand, mo
227,77	Bro jvg Duvnäs	149,9	149,6	142,9	7,0	
239,00	Bro Djurås W51	149,9	149,6	142,7	14,5	mo
	Flottbro Gagnef W384	149,9				
	Flottbro Gagnef W385	149,9				
	Bro Marielund W386	161,3	159,9	158,8	3,0	berg
261,49	Bro Tunsta W154	161,3	159,9	147,5	7,5	sand
261,51	Bro jvg Insjön	161,3	159,9	151,4	8,7	sand
271,20	Bro jvg Leksand	161,3	159,9			
	Bro Leksand, plan.	161,3	159,9	153,4	8,7	mo
271,70	Bro Leksand W174	161,3	159,9	155,0	13,7	sand
	Bro jvg Mora	161,3	159,9	156,0	4,7	stenig sand
	Bro Mora	161,3	159,9	158,0	5,3	sand



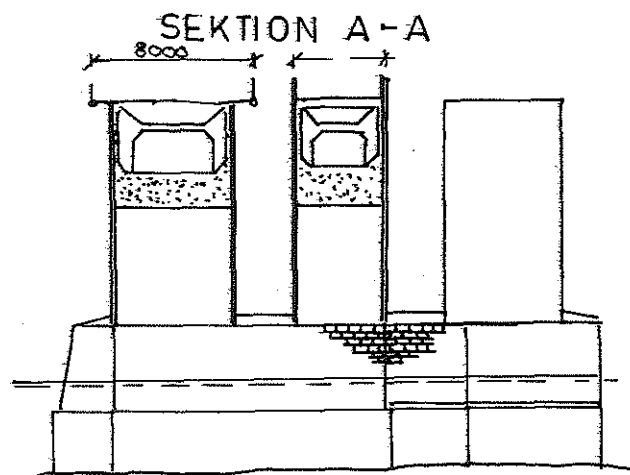
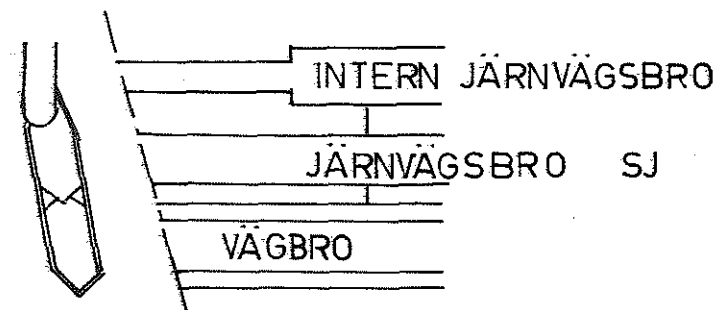
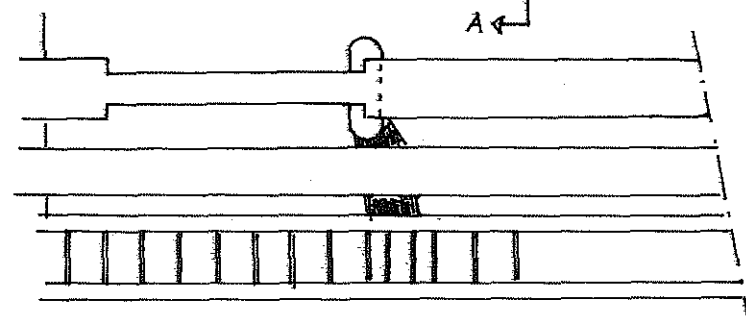
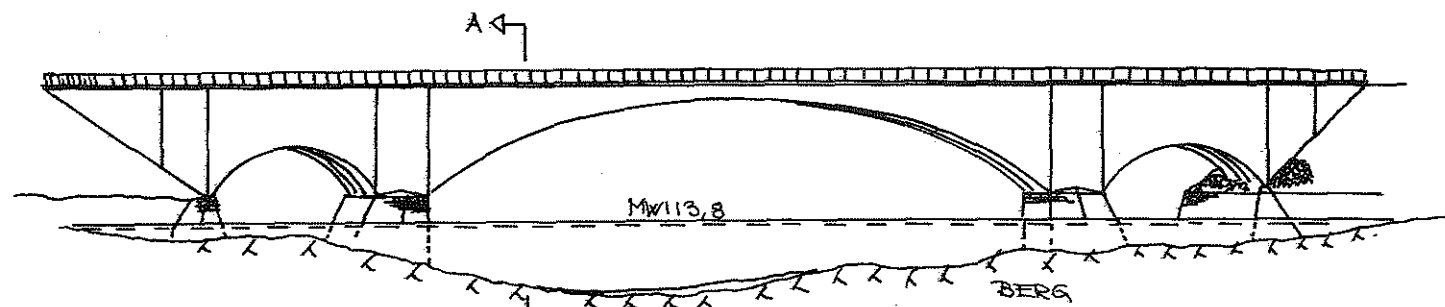


FIG B2
VALVBRO I 3 SPANN
DOMNARVET I BORLÄNGE
W 59. LÄNGD 127,5 M.
FRI SEGLATIONSHOJD 10,1 M

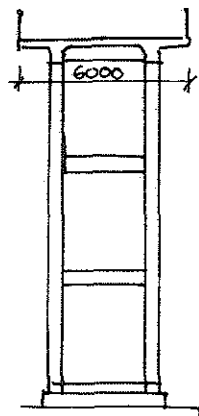
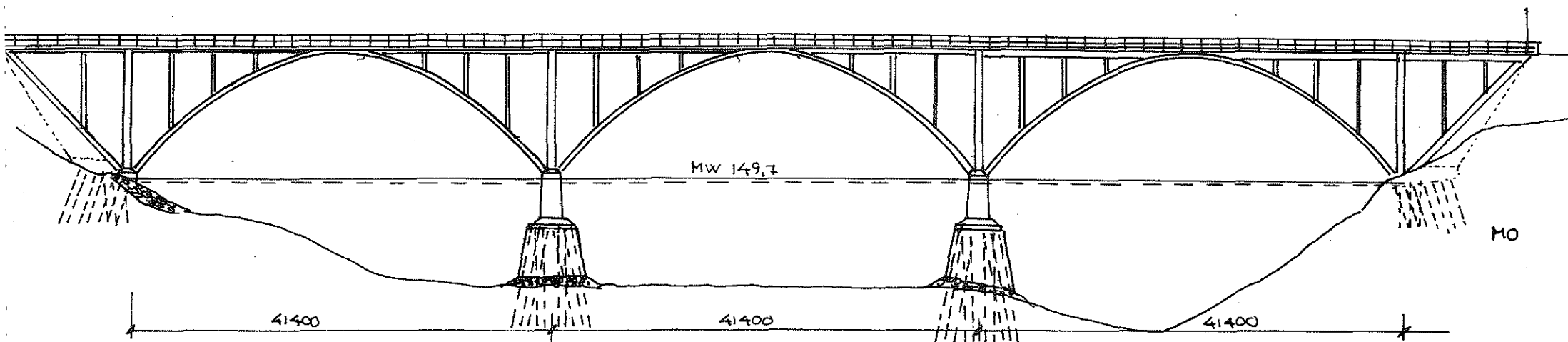


FIG B3
 2 LEDS BÅGBRO MED ÖVERLIGGANDE BROBANA
 MJÄLGEN, DJURÅS
 W 51. LÅNGD 158,5 M. BTG.
 FRI SEGLATIONSHÖJD 12,3 M

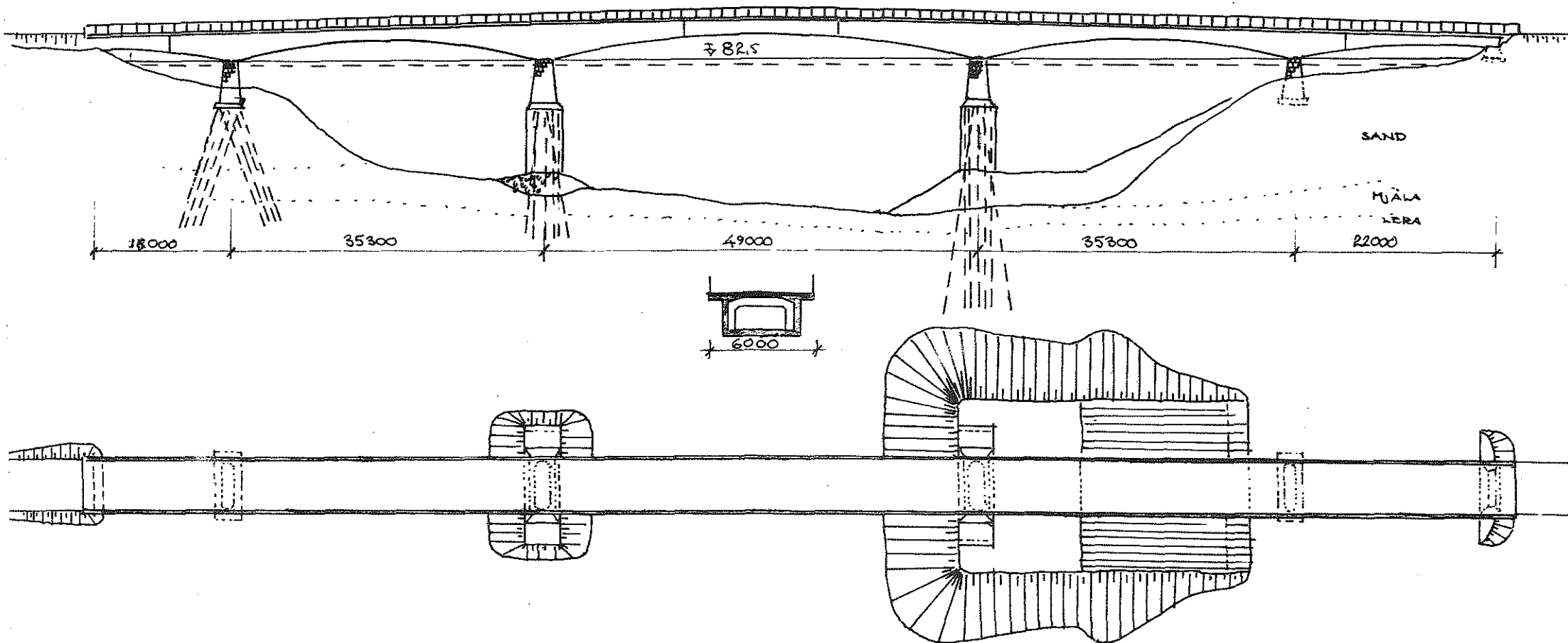


FIG B4
 KONSOLBALKBRO I 5 SPANN
 HUSBY KYRKA I HEDEMORA
 W 12. LÄNGD 168 M. BTG.
 FRI SEGLATIONSHÖJD $\sim 4,0$ M

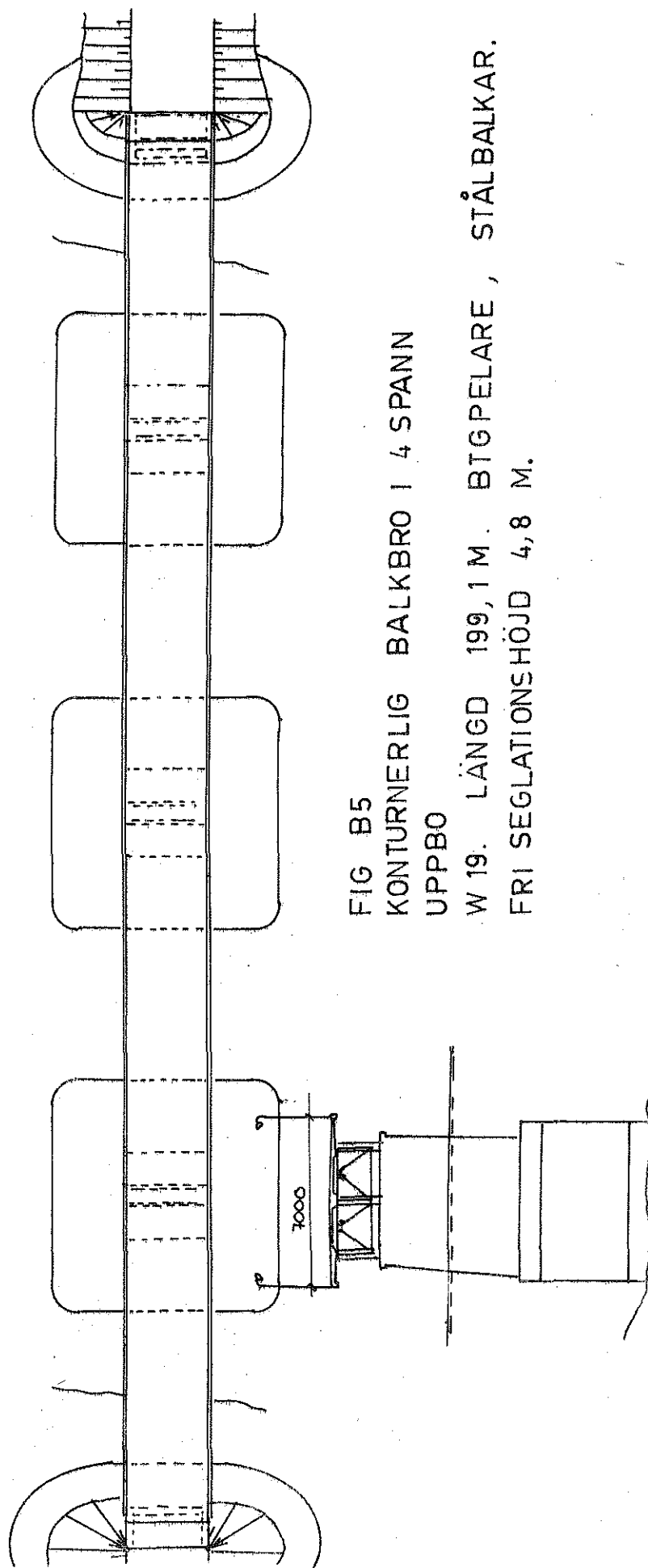
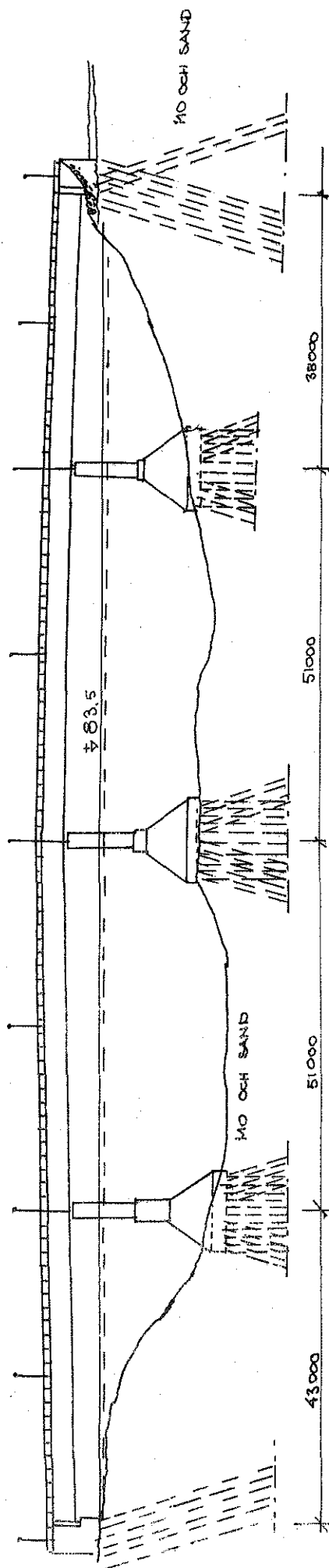


FIG B5
KONTURERLIG BALKBRO I 4 SPANN
UPPBO
W 19. LÄNGD 199,1 M. BTGPELARE, STÅLBALKAR.
FRI SEGLATIONSHÖJD 4,8 M.

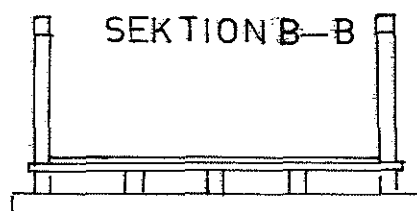
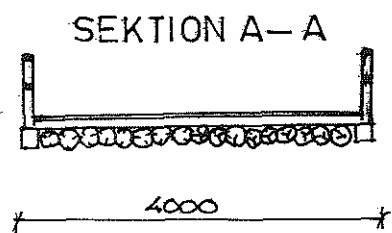
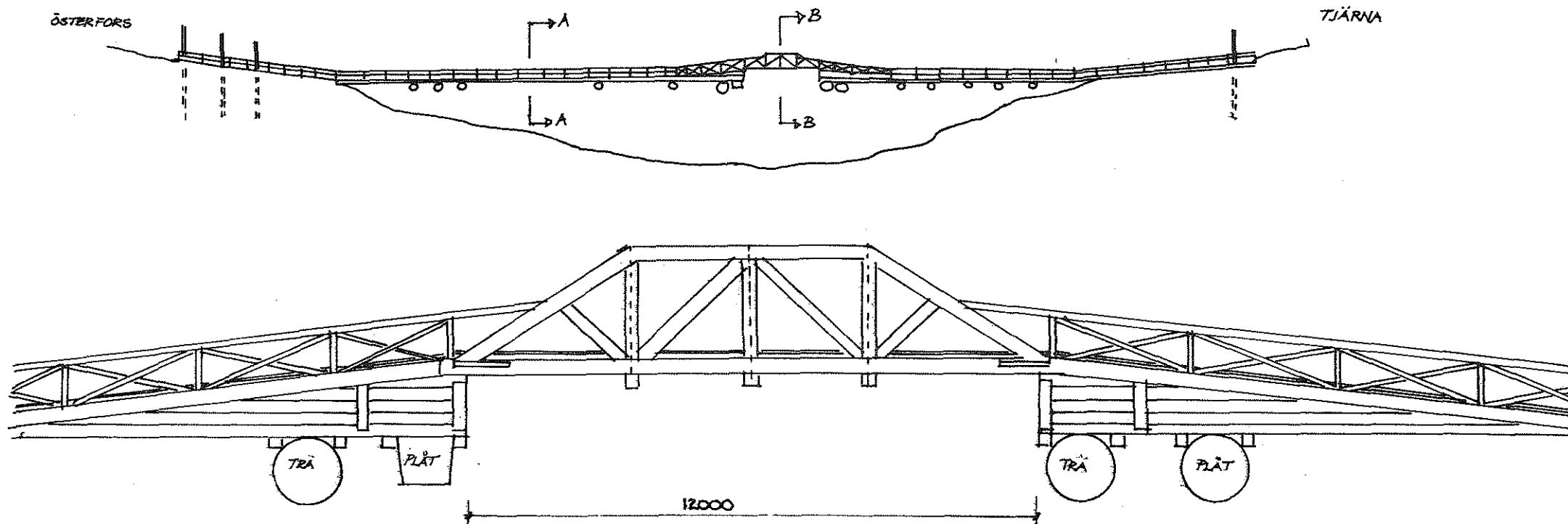


FIG B6

FLOTTBRO MED FRITT UPPLAGD FACKVERKSBAKBRÖ I 1 SPANN
 ÖSTERFORS, GAGNEF.
 W 385. LÄNGD 144,0 M. TRÄ.

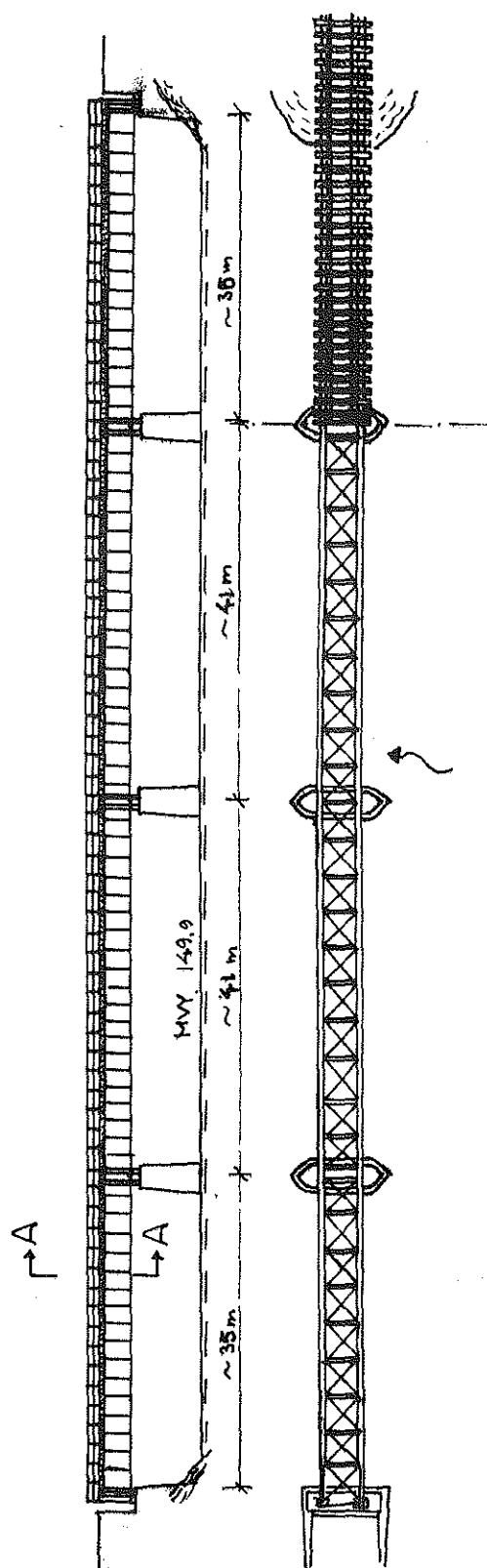
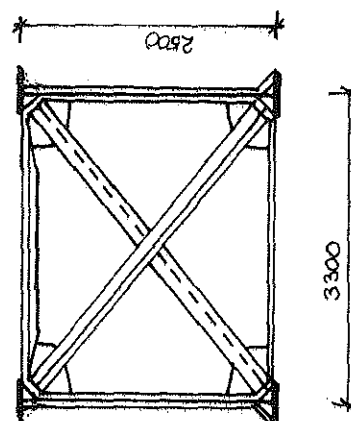


FIG B7
KONTINUERLIG STÅLBALKBRO
DUVNAS
B 6487-1. LÄNGD 151 M STÅL.
FRI SEGLATIONSHÖJD 7,0 M



SEKTION A-A

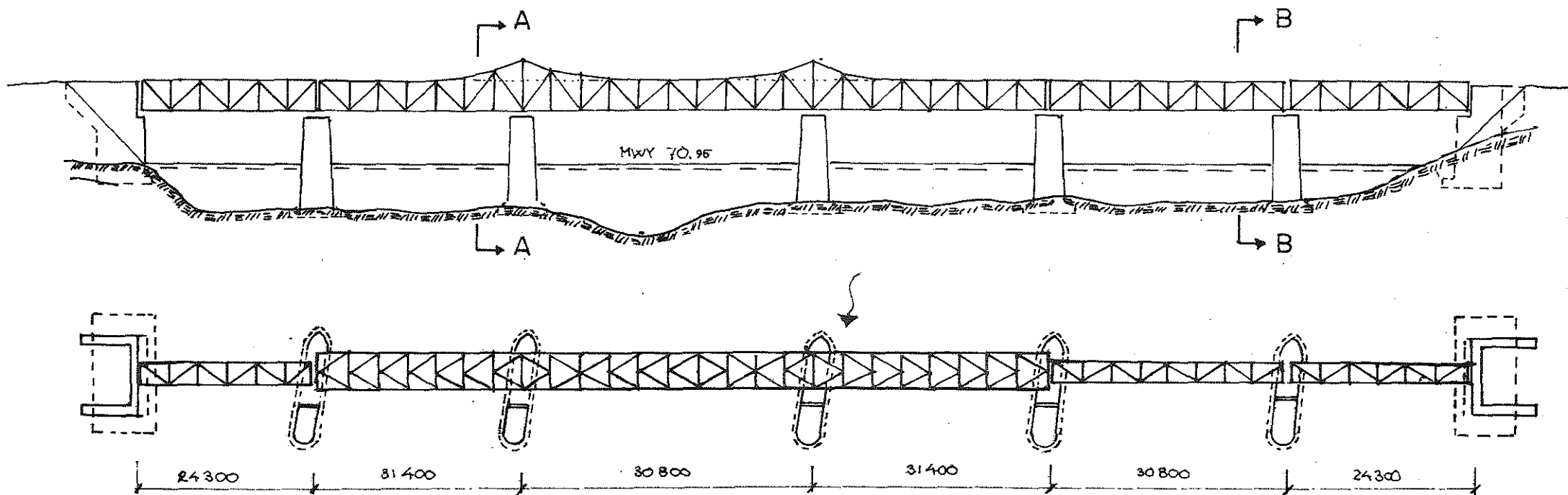
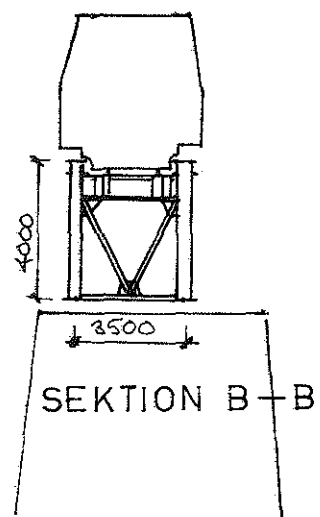
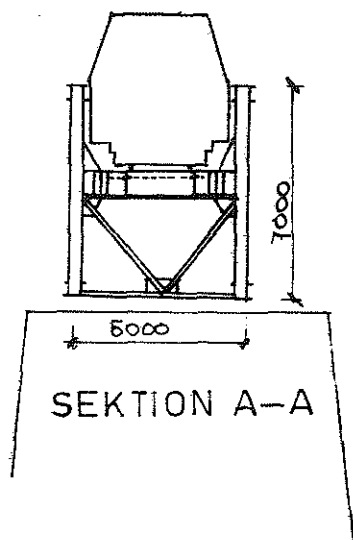


FIG B8
 FACKBALKSBRO
 KRYLBO
 B 1220 LÄNGD 200 M STÅL



9. SLUSSAR

9.1 Allmänt om slussar.

Höjdskillnaden mellan Östersjön och Siljan är 161 m. Denna måste övervinnas genom slussar. Den av oss framtagna sträckningen för Dala kanal kräver minst 19 slussar, d v s slussarna får en medellyfthöjd på ung. 9 meter. På flera ställen blir lyfthöjden 15-20 meter. För sådana lyfthöjder finns i dagens läge inga problem om goda grundläggningsförhållanden föreligger. Lyfthöjder på 30 meter förekommer numera i verkligheten. Där höga lyfthöjder krävs, väljer man att koncentrera största möjliga lyfthöjd till en sluss framför att bygga en slusstrappa. Vinsten ligger i sparad tid och lägre anläggningskostnad per meter lyfthöjd. Svårigheten med höga slussar blir att åstadkomma goda hydrauliska förhållanden i slussen. Bästa grundläggningen fås i fast berg som kan ursprängas, men åtskilliga ställen vid Dala kanal måste anses, med de vaga kunskaperna om geologin, ha svårare grundläggningsförhållanden. På dessa senare ställen kan en slusstrappa vara motiverad. Slusstrapporna bör förses med korta bassänger (höljor) mellan slussarna så att fartygsmöten kan ske, se fig. 9.1.

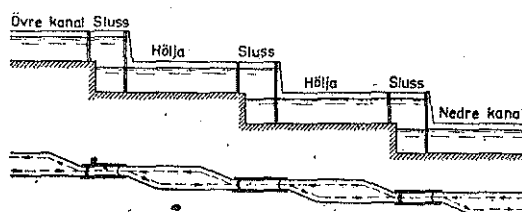


Fig. 9.1 Schematisk bild av en rad slussar åtskilda av höljor.

En för Dala kanal lämpligt utförande på en sluss kan ses på fig. S1.
Dimensionerna för Dala kanals sluss

L = 135 m
B = 18,2 m
Djup = 8,2 m

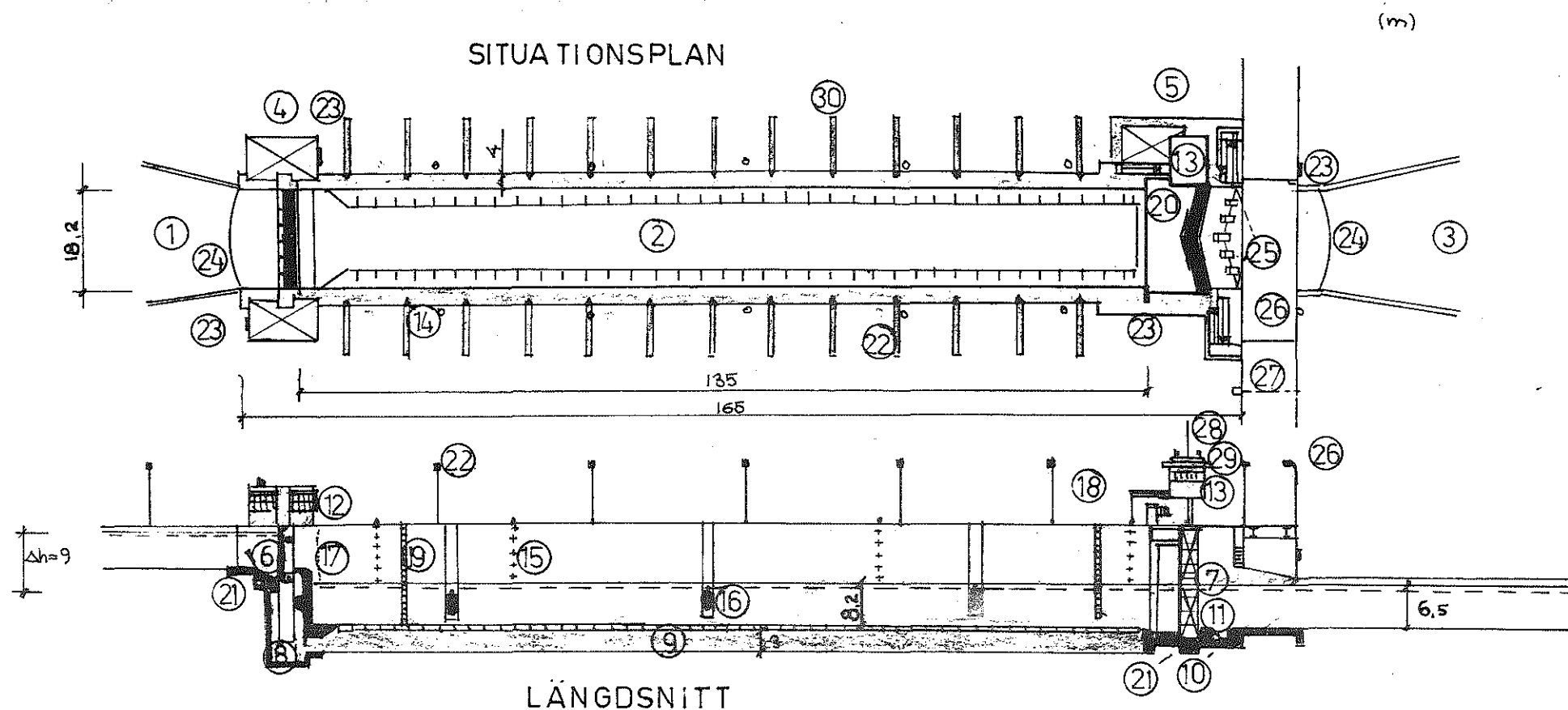


FIG. S 1. NORMAL SLUSS FÖR DALA-KANAL.

- | | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. Övre hamn | 11. Stillningsbassäng | 21. Kabeltunnel |
| 2. Sluss | 12. Maskinrum | 22. Slussbelysning |
| 3. Nedre hamn | 13. Driftcentral | 23. Ljussignaler |
| 4. Övre slussända | 14. Fast pollare | 24. Fångdamm |
| 5. Nedre slussända | 15. Förankringskrok | 25. Rörlig bro |
| 6. Övre port | 16. Rörlig pollare | 26. Väg belysning |
| 7. Nedre port | 17. Stopplinje | 27. Väg bommar |
| 8. Övre portkammare | 18. Pegel | 28. Radio |
| 9. Fyllningsledning | 19. Lejdare | 29. Megafoner |
| 10. Tömningsluckor | 20. Nedre portens stötskydd | |

Vid inlandskanaler rekommenderas att slusskammaren tar en längd som med 20 meter överstiger längden på normalt förekommande fartyg och minst 3-4 m av längden på största fartyg som får passera. (18)

Då dimensionerande fartyg har en längd på 90 meter och bredd på 11 meter inses att den för Dala kanal rekommenderade slussen är överdimensionerad. Dessa överdimensionerade mått är tilltagna efter den en gång påtänkta förbindelsen mellan Uddevalla-Vänern med fartyg med $L = 130$ m, $B = 16,5$ m och $D = 6,5$ m. På så vis finns möjligheter för att i framtiden utöka Dala kanal till fartyg över 3500 ton. Dessa dimensioner kan ändå komma att bli ifrågasatta i framtiden, om utvecklingen för transportekonomiska fartyg går emot sådana som är av typen Lash- och Bacat pramar.

En vanlig slusslängd på europeiska vattenvägar, där prämssläp användes, är 170 meter vid 12 meters bredd. (18)

9.2 Slussutrustning

Slussen utrustas med pollare med inbördes avstånd på ung. 10 meter. Dessa användes för förtöjning av fartygen. Dessa kompletteras med anhaltsnockar infällda i slusskammarens sidomurverk på 2-3 m avstånd i vertikalled. Ofta göres pollarna höj- och sänkbara med vattenytan.

Vidare förses slussen med stegar, förhållningsspel. För att öka säkerheten vid ex. slussning, in- och utpassage, användes ibland även ultrakortvågsradio och radarövervakning.

9.3 Slussportar [18]

Stämpporten är vanligaste porten vid moderna slussar.

9.3.1 Stämpporten

Stämpporten består av två vridportar som bildar trubbig vinkel mot varandra, så att vattentryck kan uppfås.

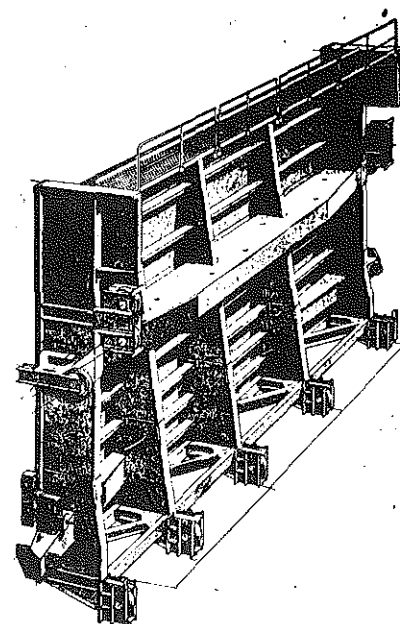


Fig. 9.2 En typisk stämpport

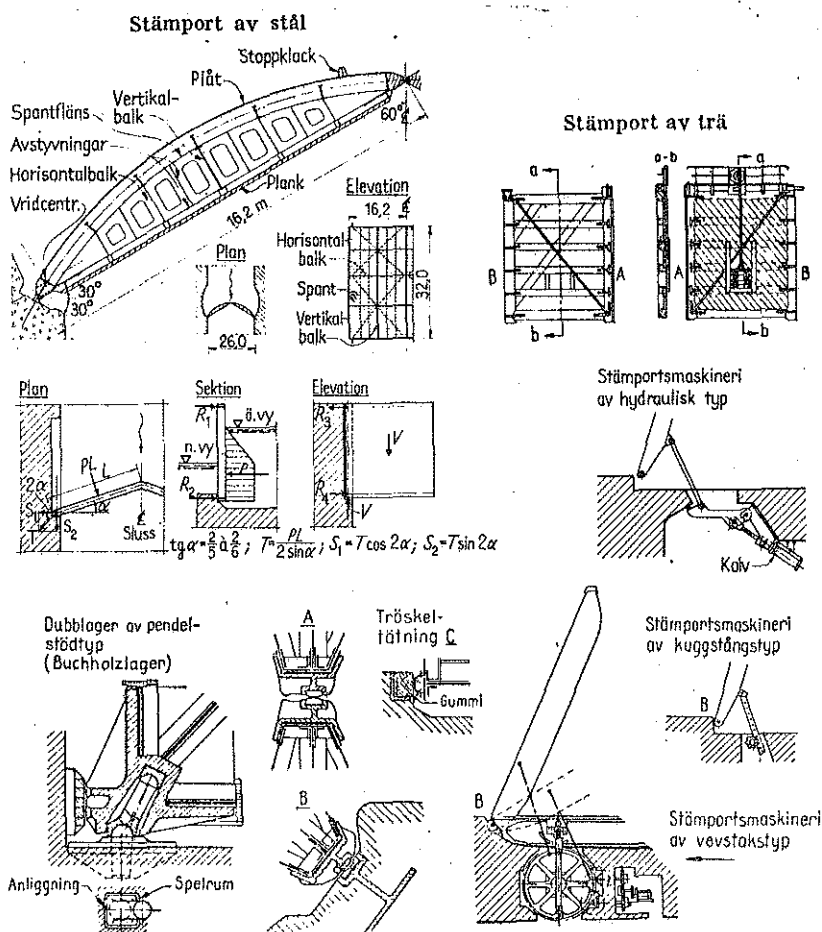


Fig. 9.3 Stämpportar.

9.3.2 Hissporten.

Denna typ av port kan endera hissas vertikalt uppåt eller nedåt. Hissport som verkar uppåt erbjuder, vid små krav på segelfri höjd, stora fördelar. En för Dala kanal lämpligt utförande är nedåtgående hissport. På så vis kan mastade fartyg passera.

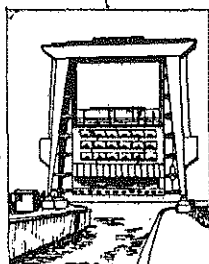


Fig. 9.4 Uppåtgående hissport

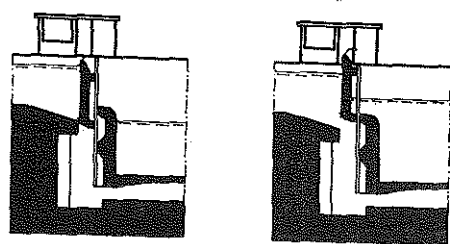
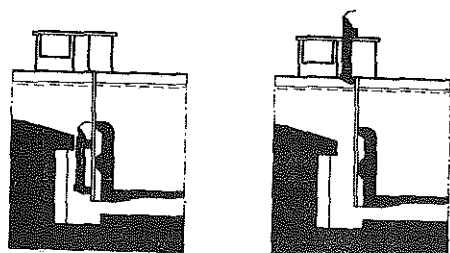


Fig. 9.5 Nedåtgående hissport



9.3.3 Sektorporten.

Vid låga lyfthöjder är sektorportar lämpliga. Vridningen kan endera ske kring vridningsaxeln vertikalt eller horisontellt.

Lämpligt ställe för en kring vridningsaxeln vertikalt verkande port är för Dala kanal vid Olofsfors, här utgörs slussningshöjden endast 1 meter, se fig. 9.6.

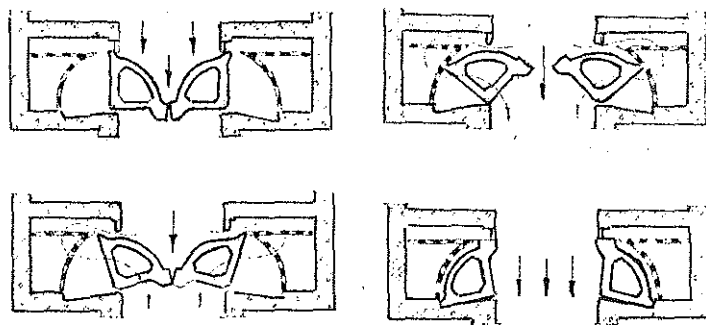


Fig. 9.6 En sektorports verkningssätt.

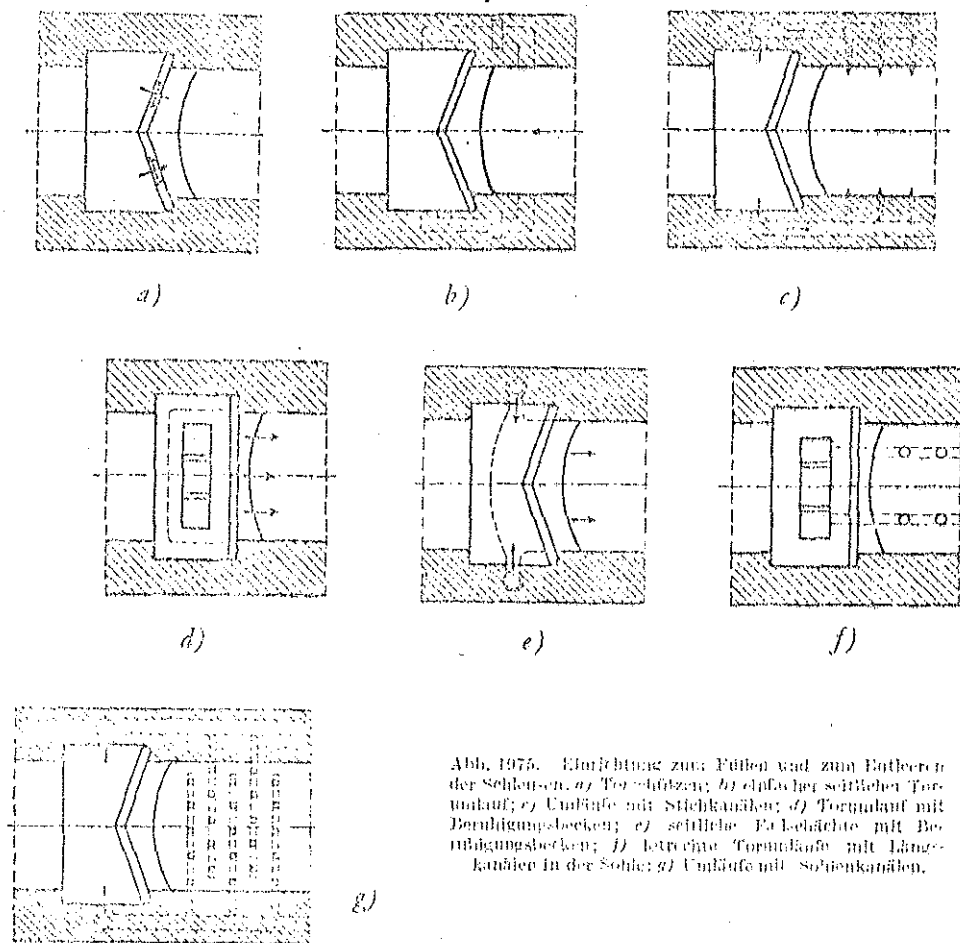


Fig. 9.7 Olika fyllnings- och tömningsprinciper vid konventionella slussar.

9.3.4 Skjutporten

En kraftig s k U-formad ponton kan röras i horisontalled. Den användes ofta i hamnslussar eller slutna dockor där breda och djupa portar krävs. Den kan ta upp vattentryck från båda sidor

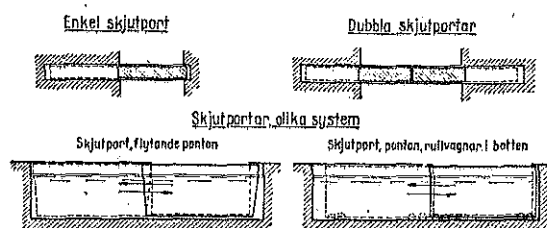


Fig. 9.8 Skjutportar

9.4 Fyllnings- och tömningssystem

Principerna kan ses i fig. 9.7.

Valet mellan olika system bestäms av

1. Den ekonomiska tidsfaktorn d v s värdet av minskad slussningstid.
2. Det slussade fartygets säkerhet
3. Kostnadsskillnaderna mellan olika slags system
4. Topografi och grundläggningsförhållanden

Vid långa slussar bör ändfyllningssystem undvikas för att ej äventyra fartygets säkerhet,

9.5 Slusskroppens utformning

Konventionella slussar utgörs i dagens läge av betong. Utförandeform är beroende av geologi och topografi.

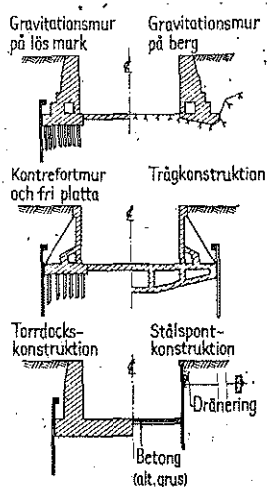


Fig. 9.9

Grundläggning bör utföras där fast berg finns. Vid dålig undergrund måste slusskroppen pålas samtidigt som dimensionerna göres större. Ett sådant förfarande fördyrar slussen. Svåra anläggningsförhållanden uppstår vid ex. Älvkarleby där mtrl. till större delen består av sand. (Det bör påpekas att vid sträckningen av Dala kanal ej möjligheter har funnits att rätt ta reda på var ex fast berg finns tillgängligt. Eventuella framtida geotekniska undersökningar kan radikalt ge ny sträckningsalternativ och slussplaceringar).

(Noggrann dimensionering av slussar hänvisas till Bygg VI kap. 956:853 och 956:86 och Schleusen och Hebewerke. H. Dehnert.

Dimensionering av slusskroppen påverkas av:

1. Egen vikt
2. Aktivt jordtryck
3. Vattentryck
4. Tryck från undergrunden

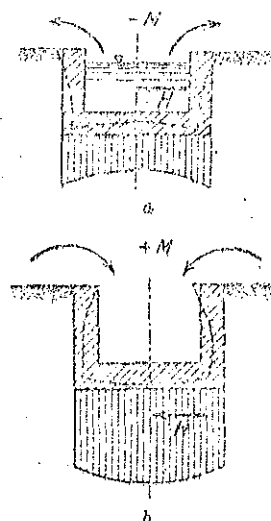


Fig. 9.10

Dimensionering av slussningsoperation påverkas av;

1. Genom lokal turbulens vid kulvertmynningarna i slusskammare eller på slussens uppströmssida.
2. Genom longitudinell vågrörelse och strömning i slusskammaren.

9.6 Vattenbesparande slussar

Vid projekteringen av Elbe-Seitenkanalen uppkom den situationen att en höjdskillnad av 65 m skulle övervinnas genom slussar. Höjdskillnaden skulle bli avklarad genom en 32 m sluss vid Luneburg och 23 m sluss vid Uelzen. Då vattentillgången var otillräcklig måste något slags lyftverk användas. Farleden skulle kunna ta Europa klass IV fartyg. Här skall några av förslagen till lösning redovisas. Dessa konstruktionsprinciper har använts praktiskt på ett flertal andra ställen i världen. Likaså redovisas sparslussar vid Rhein-Main-Donau kanalen samt lyftverk på några andra platser.

Valet av olika lyftverk är beroende av dimensionerande fartygs lyfthöjd, klimat och geologi. Av de lyftverk som här kommer att presenteras är ingen aktuell för Dala kanal. Detta mycket beroende av Dala kanals goda vattentillgång och dimensionerande fartygs egenskaper. Möjligtvis kan sparslussar användas om det skulle bli nödvändigt att vid Borlänge gå förbi med Dala kanal genom Runn-Ornäs- Bomsarvet eller att i Avesta gå förbi på norra sidan om staden. Lyftverk av olika slag kan även användas för att mindre fartyg eller fritidsbåtar skall ha möjligheten att nå Dala kanal från angränsande sjöar eller Västerdalälven.

9.6.1 Sluss med sparbassänger

Slussprincipen används vid flertalet platser i Tyskland ex Rhein-Main-Donau kanalen.

Genom att använda sig av till större delen samma vatten kan vattenåtgången minskas avsevärt vid slussning. Sparbassängerna som endera ordnas på ena eller på båda sidorna om slussen är ytkrävande. Tömning och påfyllningsprincipen syns på fig. 9.11. (19)

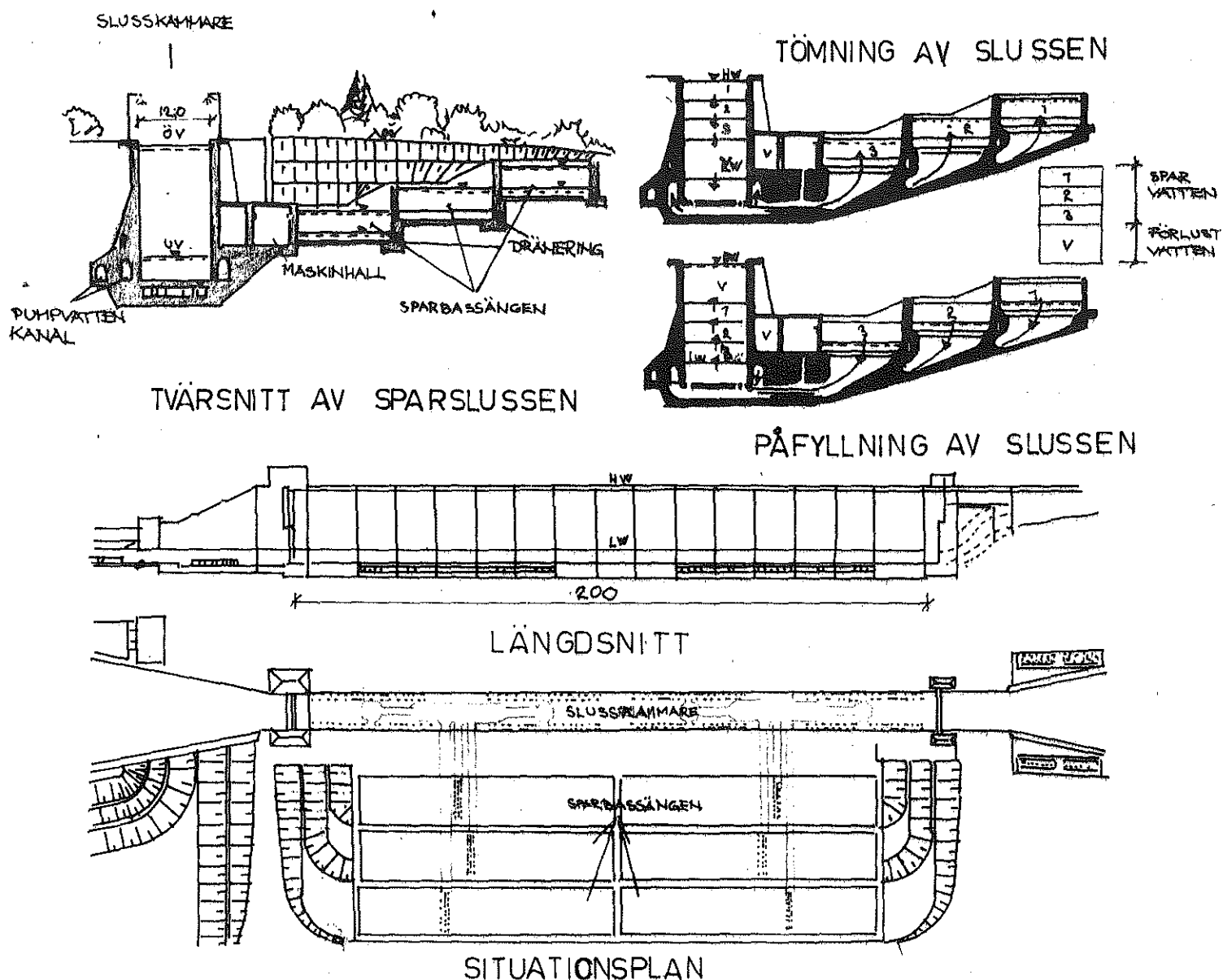


FIG. 9.11. SLUSS MED SPARBASSÄNGER.

9.6.2 Skjutande slussen

Slussen presenterades år 1916 i Tyskland. Denna typ utvecklades vid projekteringen av de franska inre vattenvägarna.

Lutningen bör ej vara för stor, då detta medför större vattentryck på fronten med följd att risk för vattenläckage finns. Denna risk förstärks på vintern om kanalbotten och kanalsidorna nedisas. Denna typ av konstruktion har sina främsta fördelar i varma länder där en kort sluss krävs. (5)

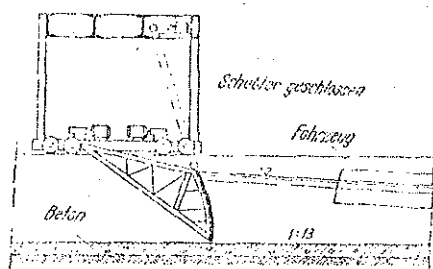


Fig. 9.12

9.6.3 Tvärgående lyftverk

Det första tvärgående höjverket byggdes i Foxton i England år 1900. Lutningen var då 1:4 och lyfthöjden $\Delta H = 22,9$ meter, lyftförmågan blev 70 ton. Fördel med spårgående höjverk är att kostnaden för byggande, underhåll, drift och konstruktiva problem inte växer mycket då höjdskillnaden ökar, vilket är fallet för andra motviktslyftverk.

Fig.9.13 visar ett förslag för ett tvärgående lyftverk för Luneberg i arbete. I detta fall består slussen av två separata vagnar vardera 100 m långa. De kan smidigt användas för fartyg från vardera riktningen samtidigt. Vid behov sammankopplas de två vagnarna med varandra så att fartyg med längden av 150-175 m kan slussas. Fig. S3 visar även vagnen i tvärsektion. Övre vagnen kan alltefter vattennivåns variationer lyftas eller sänkas i vertikalled. [19]

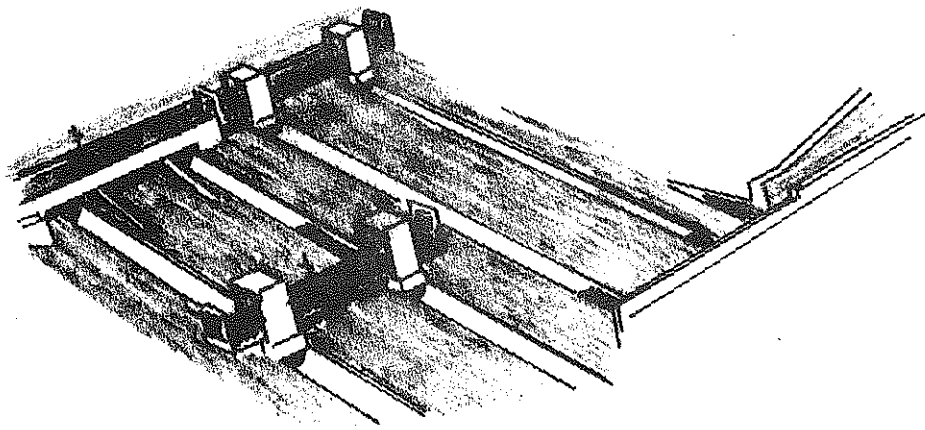
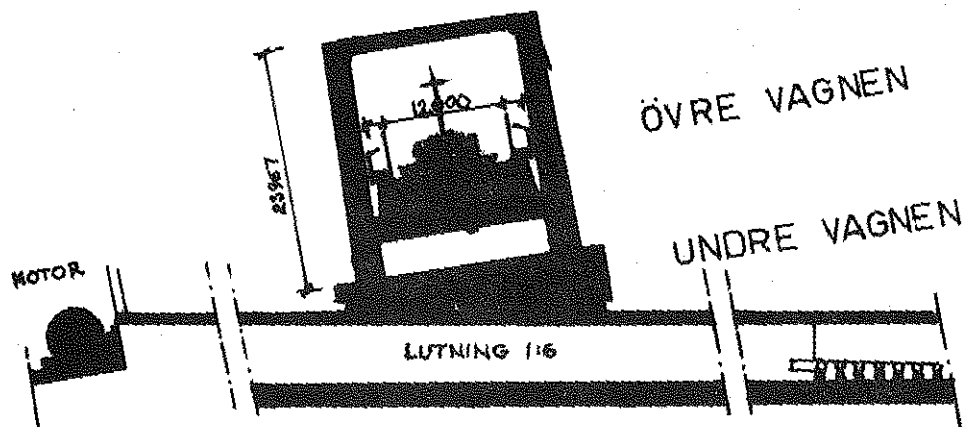


FIG. 9.13 TVÄRGÅENDE LYFTVERK.

9.6.4 Längsgående lyftverk

I Glasgow i England år 1839 byggdes den första längsgående lyftverket.

Detta tog 50 tons-skepp. Lutningen var 1:10 och lyfthöjden $\Delta H = 30$ m.

Anläggningar av detta slag finns i Bodensee-Donau kanalen, 1:48, $\Delta H = 104$ m,

och Neckar-Donau förbindningen, 1:21, $\Delta H = 107$ m.

Ett förslag för Luneberg så skulle slussningen lösas med en bana på lutningen 1:10, vagnlängd av 105 m. Fig.9.14 visar tvärsektion av lyftverket och olika möjligheter att reglera verket för vattennivåns variationer. [19]

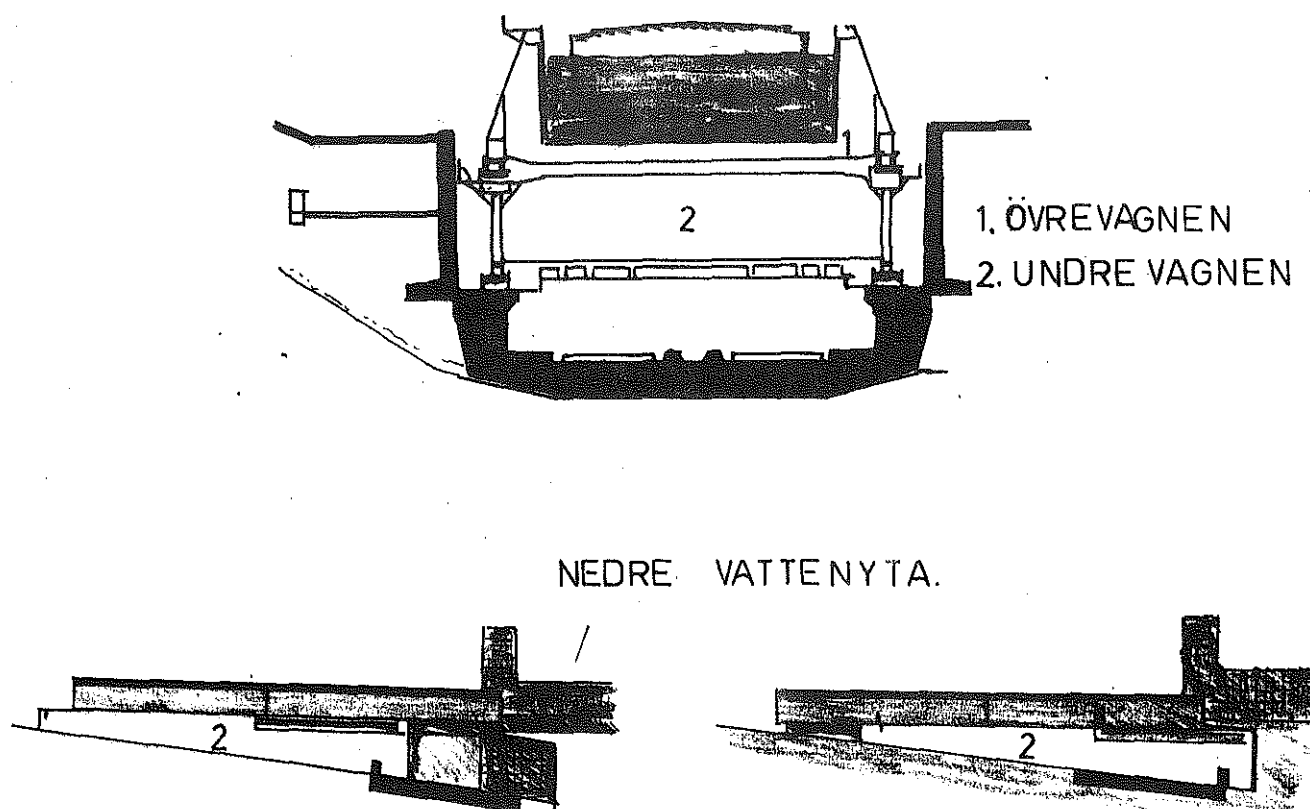


FIG.9.14 LÄNGSGÅNDE LYFTVERK

9.6.5 Hisslyftverk (Senkrechthebewerk - Vertical elevator).

I Niederfinow i Tyskland byggdes år 1933 en med lyfthöjden 36 meter för Berlin-Stettin kanalen. Den första byggdes 1838 i England vid Grau Wesern-kanalen. Här kunde 8-tons skepp lyftas 14 m. (5)

För Lunebergs del projekterades ett lyftverk med två slussar som kunde fungera oberoende av varandra, fig. 9.15. Total vikt för vardera containern är 5600 ton. Lyfttiden förkortas med 5 ggr jämfört med andra lyftverk (12,6 m/min). (19)

Denna typ framkom som den optimalaste vid Luneberg.

Fartygen lyfts i containern maskinellt.

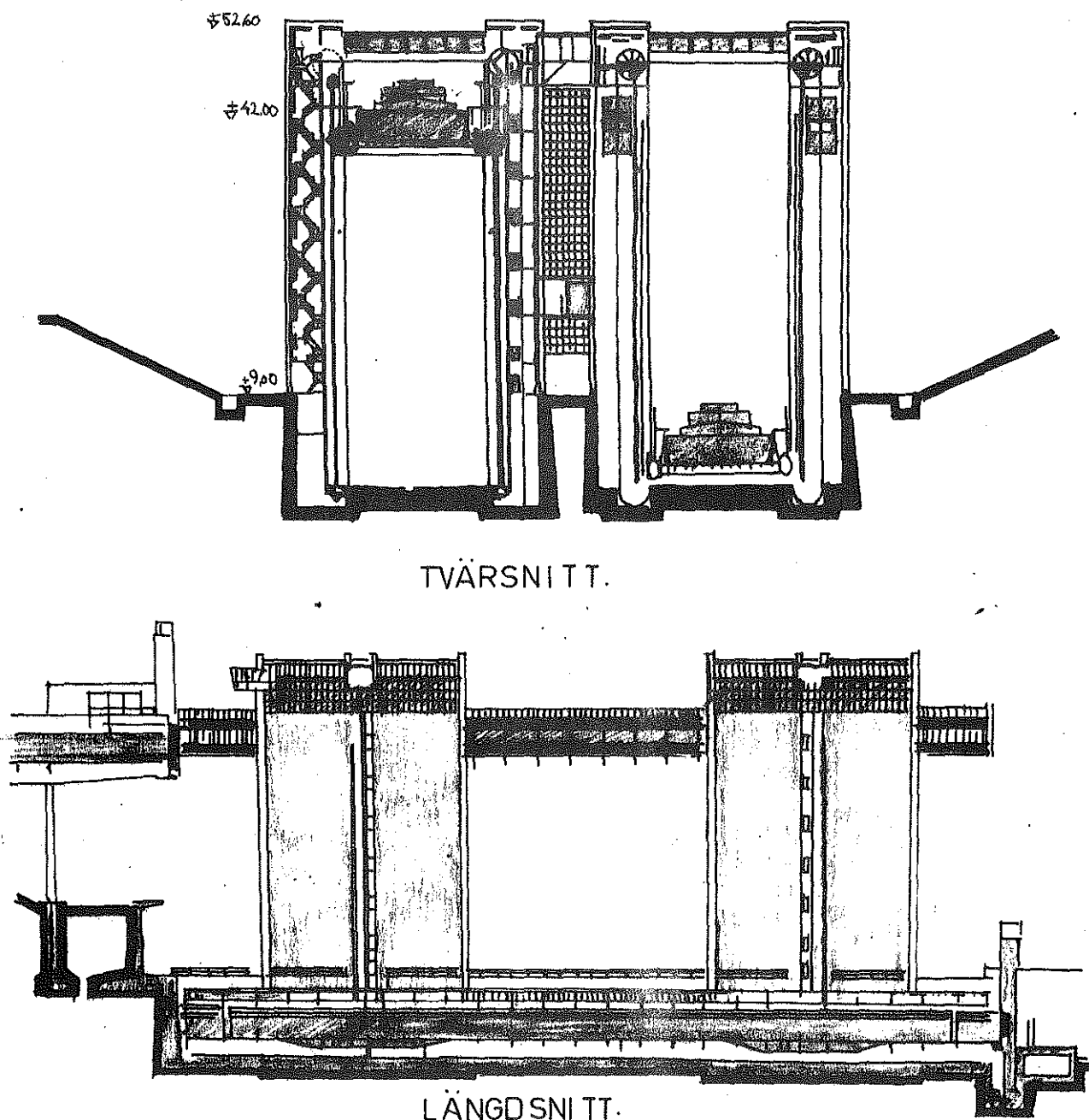


FIG. 9.15 HISSLYFTVERK

9.6.6 Andra typer av lyftverk (4), (5)

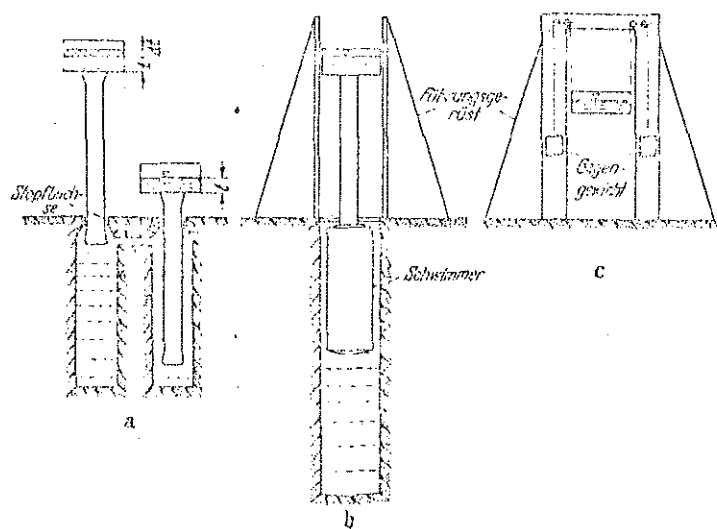


Fig.9.16 Tryckvatten- eller presskolvslyftverk.

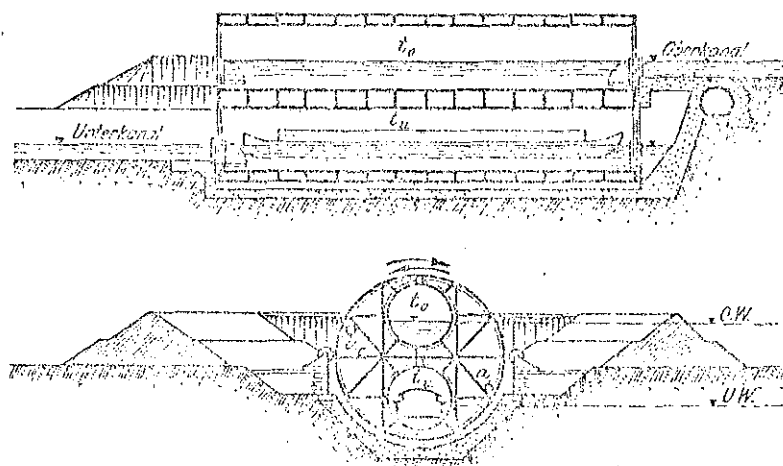


Fig.9.17 Trumlyftverk

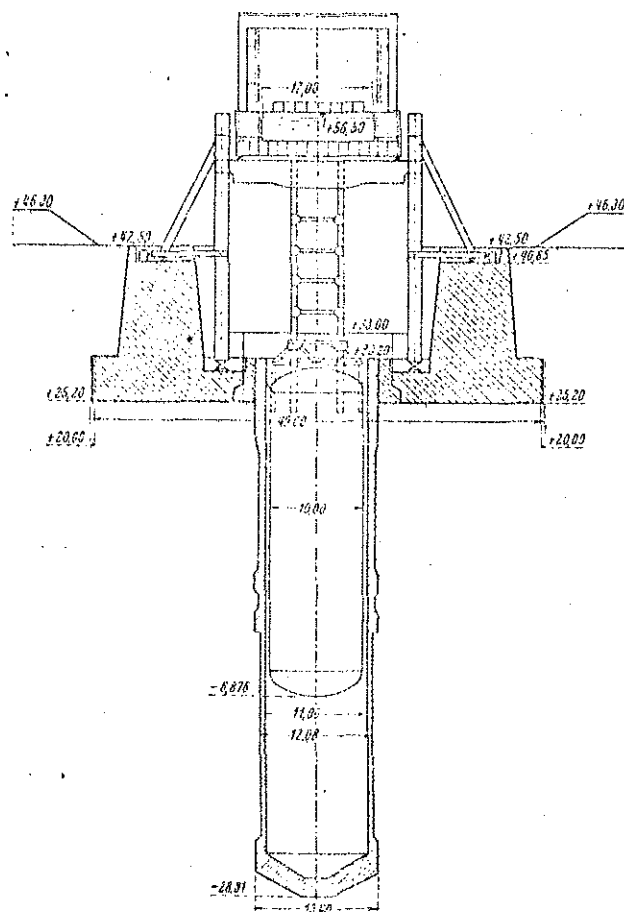


Fig. 9.18 "Schwimmer"lyftverk

10. ÖVRIGA DATA I SAMBAND MED SLUSSAR OCH KANALER

10.1 Ledverk

För att skydda broar och andra konstbyggnader användes ledverk. Ledverken har även till uppgift att leda in fartyg till lämplig position vid ex. små radier, till slussar, till broöppningar och där vattenhastigheten är så stor att risk för olämplig sidodrift uppstår för fartygen. Ledverk finns på alla ovannämnda ställen vid Dala kanal. För att lätt kunna få ut fartyget från ledverken bör dessa vara vattengenomsläppliga. Detta är endast nödvändigt under vattenytan. Ledverk vid ex. broar kräver minst två fastgörningspunkter, för och akter. Ledverk av trä kräver stora underhållskostnader i längden även fast de är billigare att bygga.

10.2 Vattenskiljare

Nedströms och ibland även uppströms krafverk eller fors krävs i samband med slussar eller vid anslutning av grävd kanal och av älven ofta vattenskiljare. Dessa har till uppgift att vid slussens in- och utfart minska vattenhastigheten så att acceptabla värden uppnås för navigeringen vid slussen. Vid anslutning av kanal till älv utformas infarten så att ej besvärliga tvärströmmar uppstår med risk för erosion.

10.3 Kantmur

Vid ex. Avesta järnverk och Domnarvet järnverk i Borlänge är farledspassagera trånga. För att ej inkräkta på bebyggelse och industri yt-mässigt för mycket gjutes lodräta stödmurar, ex. se fig. D2, som visar passagen av Avesta. Kantmurarna verkar även som vattenskiljare, när muren anläggs i älvfåran som alternativt vid Avesta.

10.4 Övre förhamnar

Minimikrav före slussar är för förhamnar 3 fartygsbredder + 3 meters spel, vilket ger för dimensionerande fartyg 45 meter. Det bör observeras att bredden minskas vid sänkning av vattnet i ett trapetsformat tvärnsitt.

Vid nedre förhamnar finns risk för sedimentation om slusstappningen ej förmår forsla bort materialet. Infarten göres om möjligt tangentiell till kanalkurvan.

10.5 Miljö

Trädplanteringar runt anläggningar är viktiga för att ej störa miljön för mycket, träden tjänstgör även som vindskydd.

10.6 Fartygs vägledning

Enligt erfarenheter från Trollhätte kanal så är de mest avancerade system som finns tillgängliga ombord icke tillräckliga för att med säkerhet framföra ett fartyg i trängre farled.

Fortfarande är kompass och radar kompletterad med hjälpmedel som farledsmarkeringar, VHF-stationer och fortlöpande trafikinformation utmed farleden de pålitligaste navigeringshjälpmedlen. (20)

Framtida utveckling av navigeringshjälpmedel kan medföra att fartyg kan framföras i trängre farleder genom enbart instrumentering.

10.7 Lots

Gränsen för lotstväng är - fränsett farligt gods - för närvarande 600 dwt. Enligt Sjöfartsverkets farledsutredning fastslås gränsen för lotstväng ligga vid 50 Brt dvs ungefär 100 dwt. (20)

För den påtänkta Dala kanal så bör transportfartyg navigeras av lotsar.

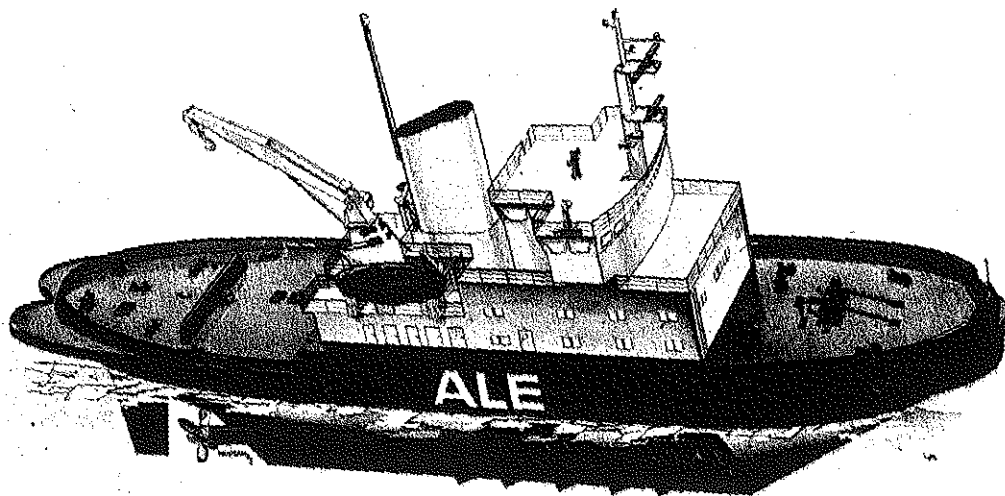


Fig. 10.1

Lämplig isbrytare för Dala kanal?

11. KANALBEKLÄDNAD OCH EROSIONSSKYDD ¹⁾

11.1 Kanalbeklädning

Tätning av kanaler och vattenvägar utföres främst för att förhindra utläckning av befintligt vatten från kanalen men även för att fylla en funktion som erosionsskydd. Ofta ligger exempelvis kanalens yta över grundvattenytan. Tätningbeklädningen i torrgrävda kanaler består dels av ett tätskikt och dels av skyddande övertäckning. Material och tjocklek på detta skyddsskikt beror på lokal tillgång av material, materialpris, markförhållanden och tätningens verkningsätt. De tekniska och vetenskapliga underlagen för planeringen av kanalbeklädningen är i sin tur beroende av geografiska tillgångar, kanalens tvärsnittsform och vattendjup, högsta tillåtna hastighet för fartyg samt av trafiktätheten. Byggnadsutförandet är olika i torrhet eller under vatten. Vi har här indelat tillvägagångssätten i två huvudgrupper.

Tätning då vatten finns i kanalen.

Tätning av "torra" kanaler.

Asfaltbeläggning som är den mest förekommande tätningen i dagens läge, kommer att behandlas utförligare än de övriga.

11.2 Tätningmetoder

11.2.1 Tätning då vatten finns i kanalen

11.2.1.1 Användning av vattnet i kanalen till att transportera och placera det tätande materialet.

Slamning:

I praktiken förekommer denna metod endast vid bevattning. Tätningen har kort livslängd p g a att den snabbt eroderar bort.

Fällning:

Såsom fällning användes bentonit. Liksom slamning förekommer fällning enbart vid tätning av bevattningskanaler.

1) Avsnittet Kanalbeklädning hämtat från en seminarieuppsats för V4, Vattenbyggnad, CTH, av Jan Anderson och författarna till detta examensarbete.

11.2.12 Avskärmningar i kanalbanken

Grävmetod:

Metoden går ut på att en grav gräves i kanalbanken, som sedan fylles med ett icke-permeabelt material. Avskärmning konstrueras på följande sätt:

1. En grav gräves ur till önskat djup.
2. Allteftersom graven gräves lägges det icke-permeabla materialet. Detta består endera av bentonit eller plastmatta.
3. Återfyllning. (se fig. 11.1).

Vid läggning av plastmatta i lösa och vattensjuka jordlager användes en kombinerad gräv- och utläggningsmaskin. Maskinen är konstruerad så att ett roterande band med skopor först gräver graven. På maskinen sitter en lång arm, som sträcker sig förbi grävskoporna. I änden på denna arm sitter ett metallhölje i vilket plastmattan kan hängas vertikalt. Detta metallhölje dras i graven och matar ut plastmattan. Återfyllning sker kontinuerligt allteftersom mattan utlägges. [24]

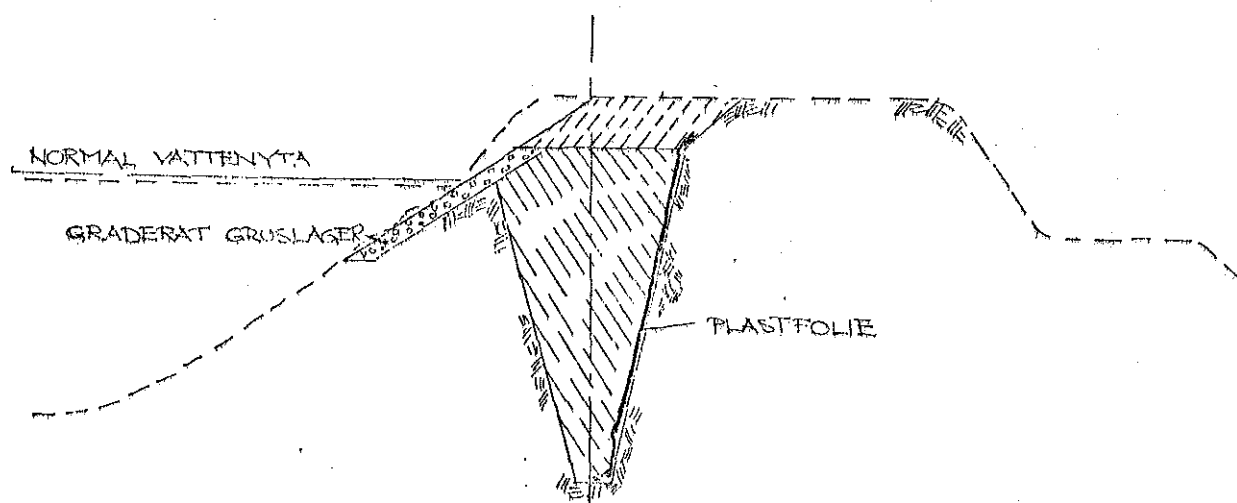


Fig. 11.1 Tvärsektion vid tätning med plastmatta.

Injekteringsmetod:

Vid utförandet av avskärmningar med injekteringsmetod kan flera olika material användas t ex portlandcement, asfalt, lokala jordarter såsom lera. Ett lämpligt utförande med plastisk lera kan tillgå enligt följande:

Rör med diametern 15-40 cm, beroende av djupet, nedborras i banken varvid hålen ges ett lämpligt mellanrum (dvs så att mellanrummen blir mindre än hålens diameter, se fig. 11.2).

Rören fylles med plastisk lera.

Rören uppdrages.

Rören nedborras på nytt mellan de befintliga hålen och ovannämnda förfarande upprepas, se fig. 11.2. [26]

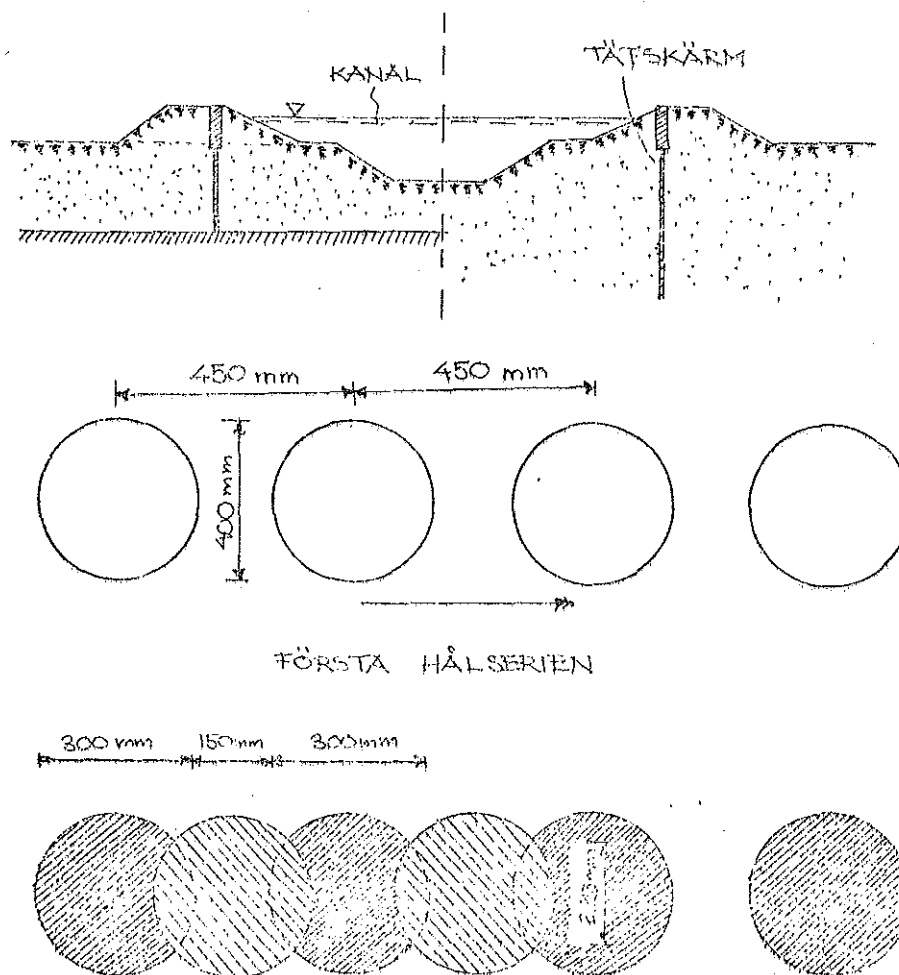


Fig. 11.2 Slutstadiet med lerfyllda hål.

Ett annat tillvägagångssätt är jordinjektering med hjälp av ventiltrör. Rören, som har ca 50 mm diameter, är försedda med ventiler med ett c/c-avstånd av 30 cm. Efter det att rören slagits ned i kanalbanken injekteras bruk, vanligen silikatbruk eller cementbentonit, under högt tryck (upp till 25 kp/cm^2). Vid högt tryck måste risken för lyftning av jordformationerna beaktas.

11.2.13 Tätningslager placerat på kanalens botten.

Åtskilliga metoder har prövats för att placera ett tätningslager på kanalbotten utan att behöva avbryta vattenleveransen i kanalen. Normalt grundar sig dessa metoder på den lokala förekomsten av tätningsmaterial. Tätningslagret kan t ex vara 30-50 cm lera, varvid

speciella utläggningsmaskiner kan användas, se fig. 11.9. Asfalt är ofta förekommande. Ett sätt att lägga ut asfalt är att ett flytande asfaltverk bereder en asfaltmassa som påføres en matta. Denna matta, som placeras på den intilliggande pontonen, utrullas och ned-sänkes på botten, se fig. 11.10.

11.2.2 Tätning av torra kanaler

11.2.21 Behandling av det befintliga bottenmaterialet. [26]

Detta är den mest ekonomiska tätningen med hänsyn till de initiella byggkostnaderna. Metoden kan ske dels med packning av det befintliga materialet och dels med tillsats av tätande medel. Packning av det befintliga bottenmaterialet utföres då kanalsektionen är någorlunda likformig med ganska flack släntlutning och om det genomträngliga jordlagret är av gynnsam art. Packningen sker lämpligen med fårfotsvält. Tätningen beror dock av torknings- och frysningseffekter samt på aktiviteten hos vattendjur o dyl. växter.

Tillsats med tätande medel till det otäta bottenmaterialet kan göras på två vis. Antingen besprutas kanalbotten med tillsatsmedlet eller också inblandas detta i kanalens bottenmaterial. Tillsatsmedel kan utgöras av asfalt, lera, bentonit, cement och olika kemikalier. Denna metod kräver riktig anpassning till de förhållanden som råder på varje speciell plats för att uppnå tillfredsställande resultat.

11.2.22 Tätning med membran nedgrävt under kanalen

För att nedbringa materialåtgång och kostnader använder man tunna membran, där det urgrävda materialet sedan användes som tätning. De material som förekommer som membran är även här asfalt, lera och bentonit. Två former av asfaltmembran har prövats; besprutning med varmasfalt samt prefabricerade remsor. Ett erosions-skyddande lager är nödvändigt vid detta slag av tätning.

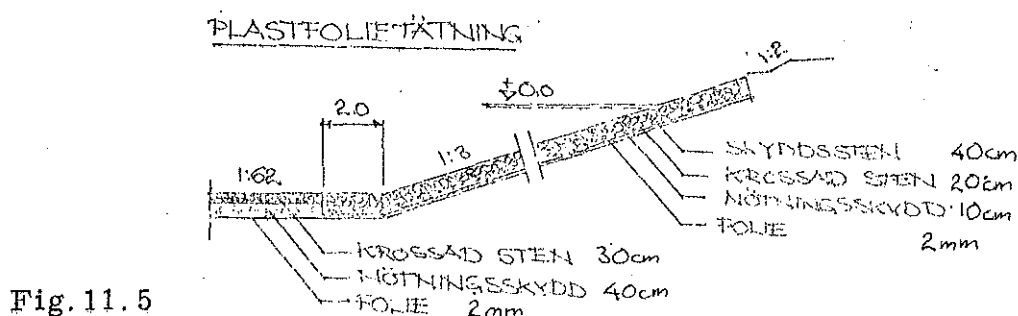
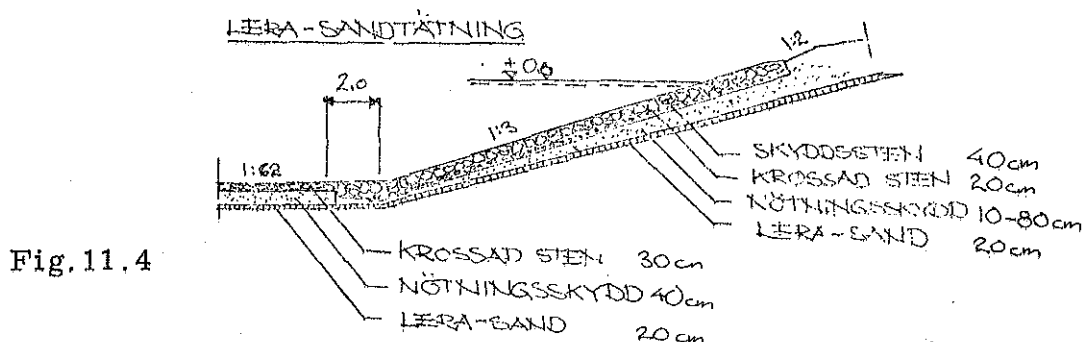
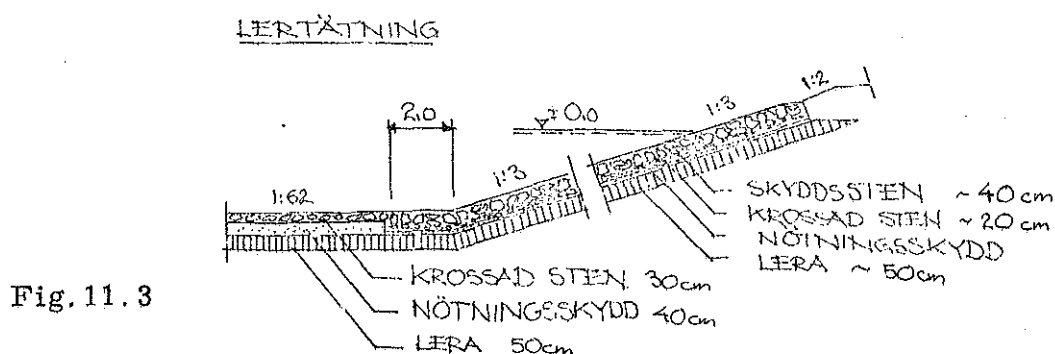
11.2.23 Tätning med membran på kanalbottenytan

Lera: Karakteristiskt för lertätning är den stora tjockleken av tätningsskiktet och övertäckningen. Lämplig kornfördelning är 40-50% lerhalt, 30-40% silt och 20% sand. Plasticitetstalet bör vara 40%

eller högre. Lertätningen utföres vanligen genom att leran transporteras till den aktuella arbetsplatsen där den utbreddes, omblandas och förtätas med en specialmaskin. Vart och ett av lerlagren tätas först med en tung vibrationsvält och därpå med en gummihjulsvält tills erforderlig tjocklek uppnås på lerlagret. Exempel på lämpligt utförande visas i fig. 11.3.

Sand- och lerblandning [25] : En lera-sandblandning med förhållandet 2:1 ger en brant kornfördelningskurva och därmed ett större vattengenomsläpplighetsmotstånd. Tillsättes lermjöl kan den inre lutningen av slänten göras flackare. Lämpliga mått och material se fig. 11.4. Läckageförluster vid denna metod uppmättes till 31/s.km.

Plastfolier [25] : Plastfolier har hittills mest använts vid dammbyggnader. I ett trapetsformigt kanaltvärnsnitt måste plastfoliens kanter förankras på släntkrönet även om över- och underytorna på folien är sträva. Folien kan nämligen p g a sina plastiska egen-



skaper förlora sin stabilitet när den påverkas av dynamiska krafter såsom våg- och friktionskrafter. Dessa gör det svårt att beräkna förankringsdetaljer. Ett annat problem är gnagarnas skadeverkningar. Om dessa problem kan lösas så bör tätning med plastfolie kunna användas i större utsträckning då den reducerar byggnadstiden och är oberoende av väder, se fig. 11.5.

Betongplattor: Metoden har varit vanlig i ett tiotal år. Betongens utveckling med rationalisering och mekanisering av produktframställningen och på byggnadsstadiet medför att den blir konkurrenskraftig med asfalt, se fig. 11.6.

TÄTNING MED BETONGPLATTOR

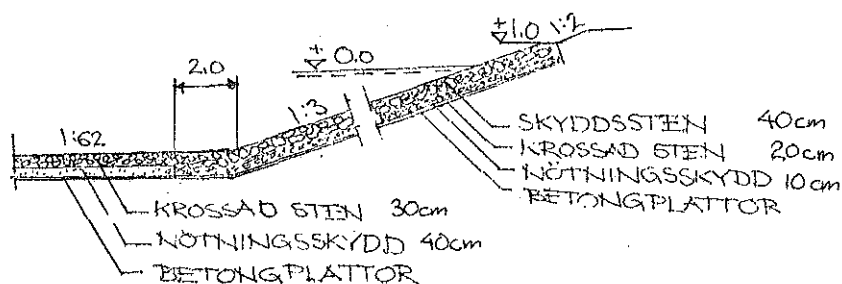


Fig. 11.6

Asfalt: [27]

Bituminösa tätningar som självständiga beläggningar har använts i ungefär 30 år. De första försöken med det då nya materialet utfördes i München 1931-32 och 1934-35 gjordes den första stora försöksbeläggningen vid Dortmund-Ems kanalen. Denna finns fortfarande kvar och har visat god motståndskraft och pålitlighet. Utförandet av asfaltbeläggningen kan ske på många sätt: Under vatten, i torrhet, utläggning som mattor eller vanlig gjutning. Asfaltbeläggningens positiva sidor är: Bra anpassning till underlagets geometri, dess elasticitet ger motståndskraft mot vågslag o d, tål extrema temperaturväxlingar, beläggningen kan utföras maskinellt och binder snabbt, underhåll behövs ej och inträffade skador repareras lätt.

De negativa sidorna är: genomträngning av växter vid tunn beläggning, skador av mikroorganismer o d, inverkan av oljehaltigt vatten som löser upp ytskiktet, förlust av stabiliteten genom vattenupptryck.

En kort beskrivning av forskning som utförts på upptryck av asfalt. Grundvattenupptrycket uppstår vanligen genom en sänkning av vattennivån p g a fartygspassage och slusstömning.

Fig. 11.7 Exempel på skada

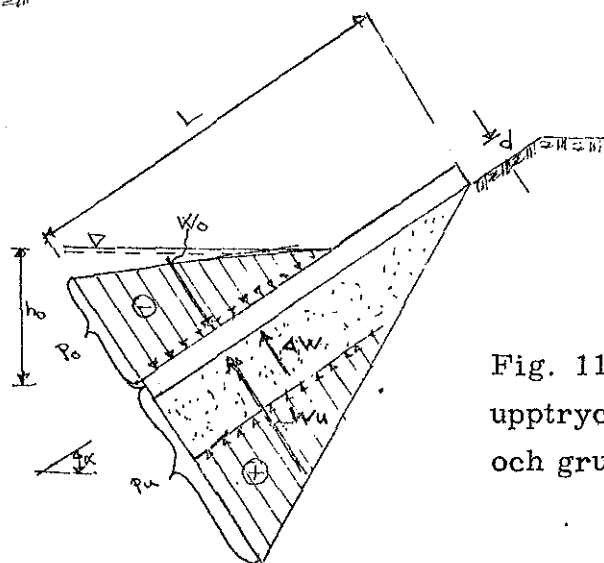
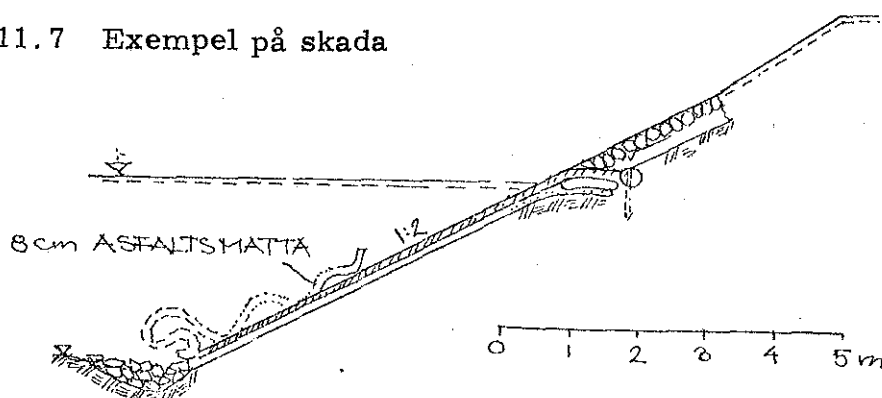


Fig. 11.8 Resultande upptryck av kanalvatten och grundvatten.

Försök gjordes i en analogmaskin för att utröna hur upptrycket varierade under olika förhållanden. Resultatet kan sammanfattas i att dränering under asfalten behövs för att effektivt reducera upptrycket. Dessutom beräknades i dator förhållandet mellan vattenståndssänkning och erforderlig beläggningstjocklek vid given längd, lutning och volymvikt hos asfalten för att erhålla säkerhet mot upptryck.

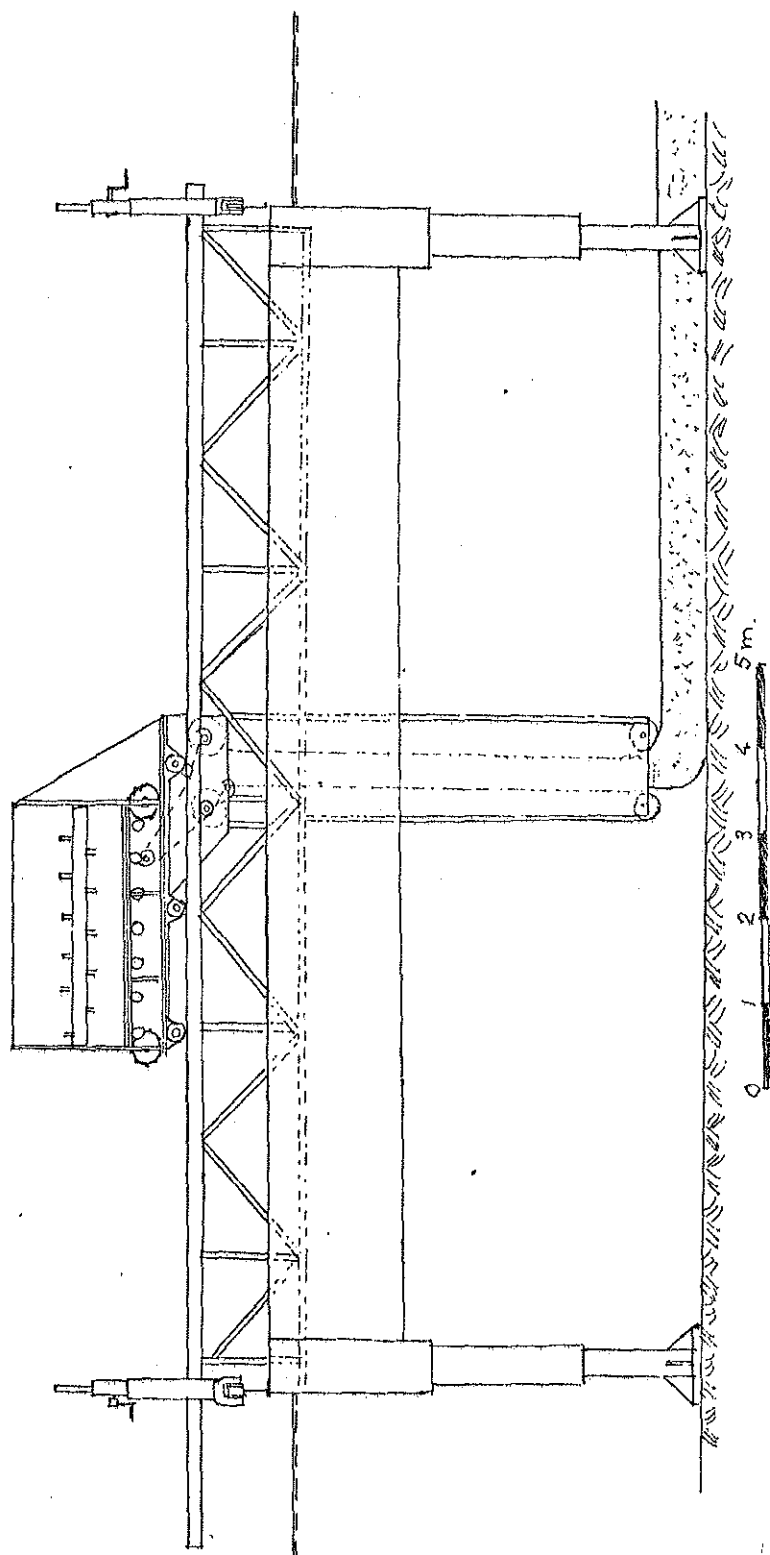


Fig. 11.9 . EXEMPEL PÅ UTLÄGNINGSMASKIN FÖR LERTÄTNING

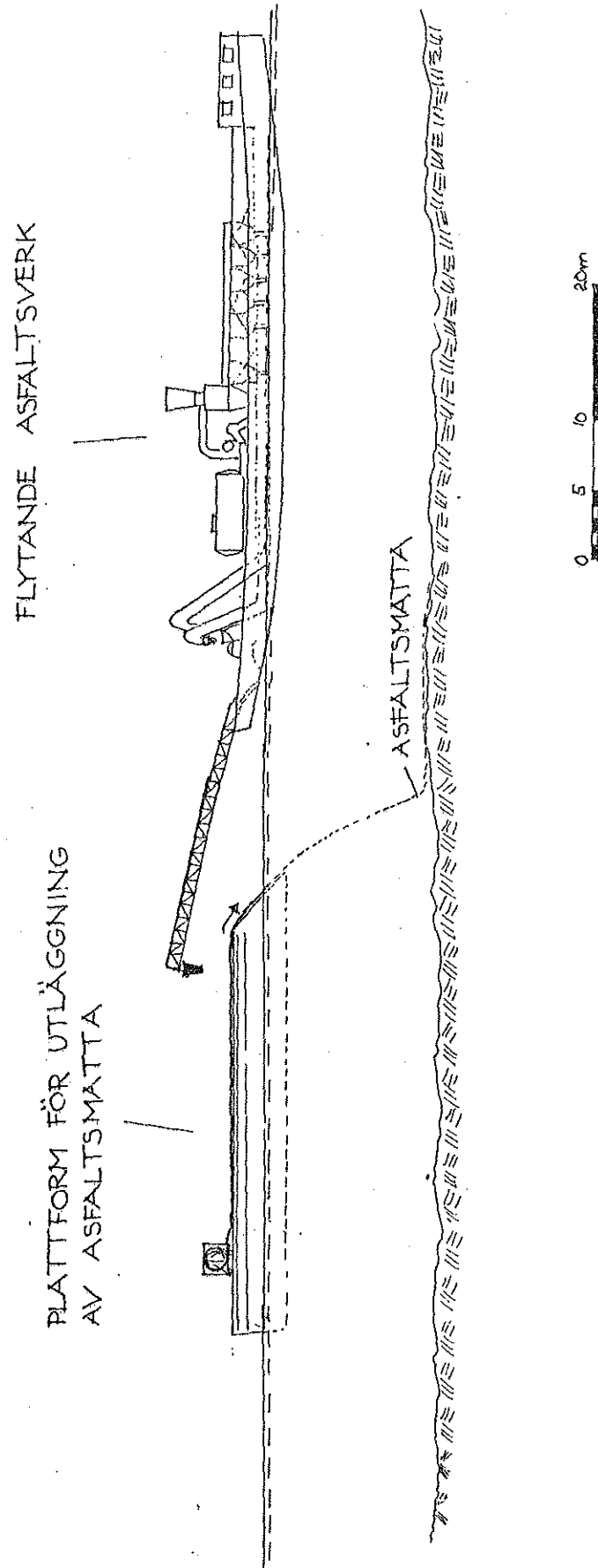


Fig. 11.10 FLYTANDE ASFALTSVERK.

11.3 Erosionsskydd

Fig. 11.11 - 11.30 visar olika anordningar för att erosionsskydda stränder. Skydden består mestadels av sten och beläggningar.

Dalälven bör erosionsskyddas långa sträckor, speciellt uppströms Avesta till Leksand. Exakt var det är nödvändigt med erosionsskydd anges inte i denna uppsats utan vi anser att detta bör avgöras först efter noggrannare studier experimentellt, teoretiskt och främst praktiskt. Troligtvis kan bara en mindre del av de upptagna muddrings- och schaktmassorna användas till erosionsskydd. Ett praktiskt utförandesätt av erosionsskydden kan vara att bygga upp erosionsskydden på sådant vis att lastbilar kan använda dessa till väg. Genom att lastbilarna backar och tippar ut massorna i ändan av denna väg byggs erosionsskydden ut.

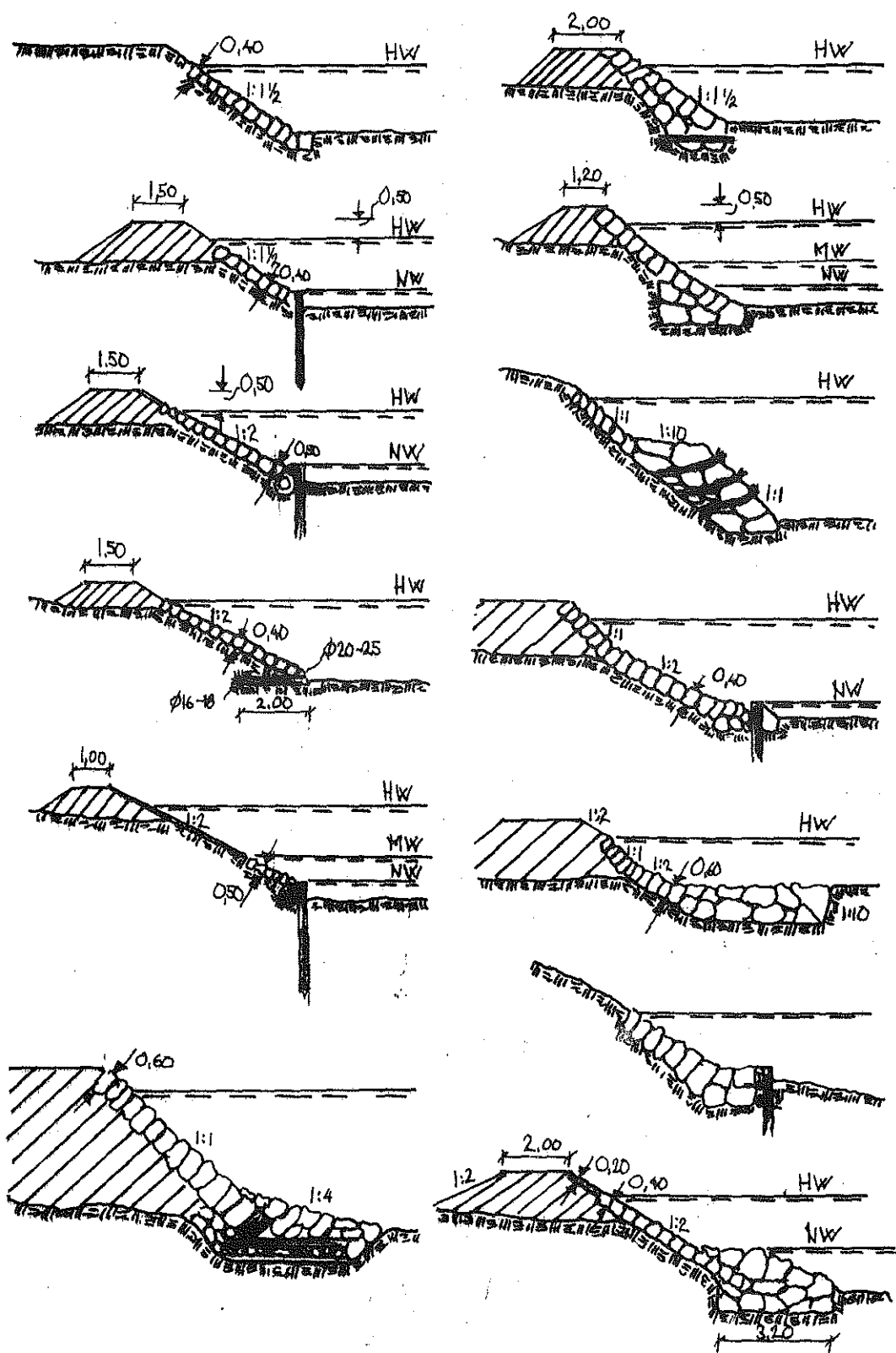


FIG 11,11 -11,23 EXEMPEL PÅ EROSIONSSKYDD.

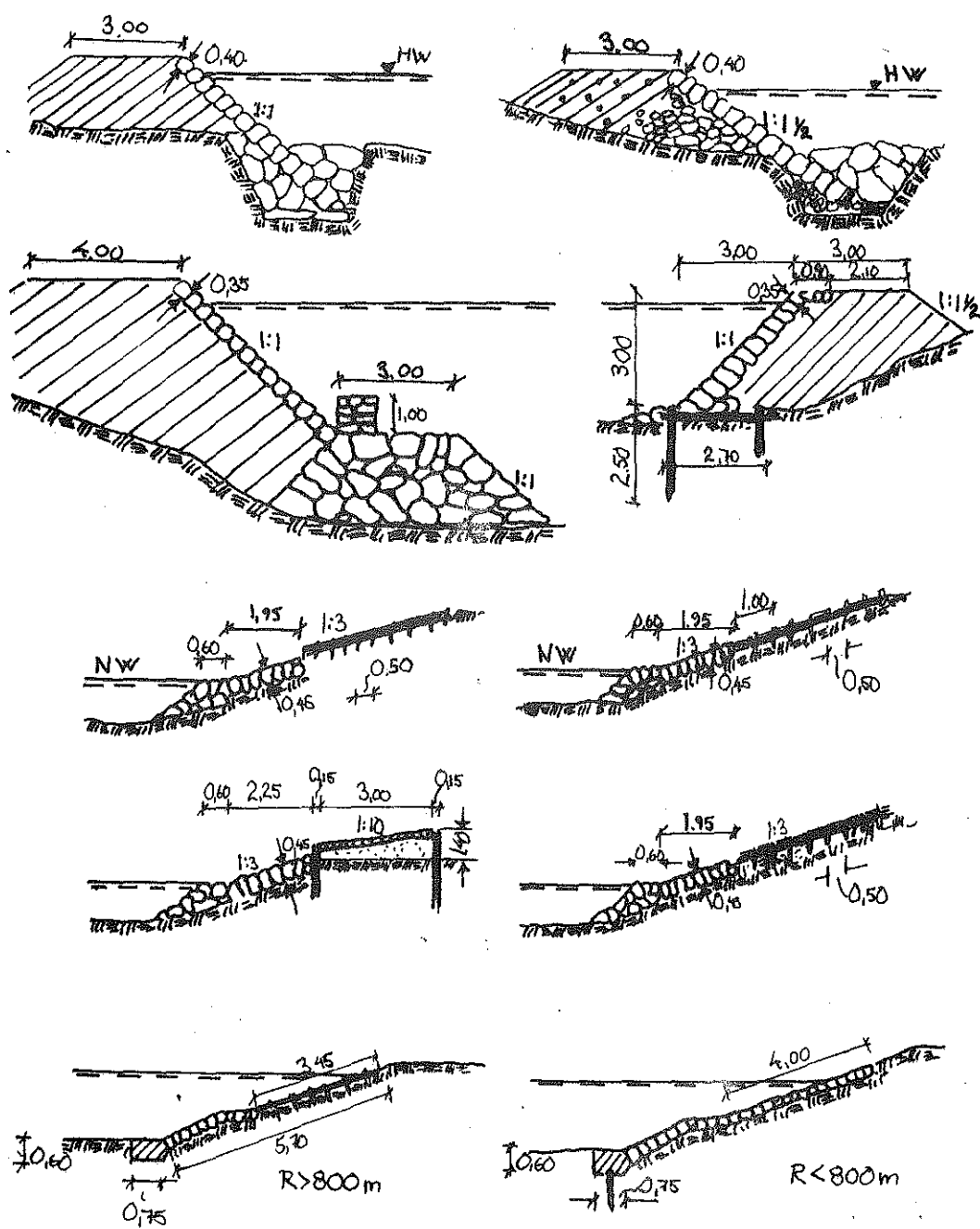


FIG 11.24-11.33 EXEMPEL PÅ EROSIONSSKYDD

12. MUDDRING

Omfattande muddringsarbeten måste företagas i Dalälvens naturliga fåra. På de flesta avsnitten mellan Borlänge och Avesta är vattendjupet tillräckligt men kompletteringar måste ändå tilltagas då Dala kanal är projekterad för dubbelled på ung. 45 meter.

Sträckan Borlänge-Leksand är på flera platser betydligt grundare, varför muddring är absolut nödvändigt. Bottenmaterialet växlar mellan berg, morän, mo, sand, mjåla och lera. Ökade kostnader uppstår vid berg och morän,

Nedan Avesta ändrar älven karaktär till breda fjärdar. Djupfåror i dessa fjärdar kan utnyttjas till Dala kanals farled. Även här måste muddring tillgripas som vid exempelvis Marmafjärden. Dalälvens djup i djupfåran finns angivna i fig. P1-P8.

Problem uppstår med placeringen av de upptagna muddermassorna. Lämpligt är att kartlägga alla djuphål av älven och fjärdarna och utnyttja dessa för utplaceringen av överskottsmassorna. Detta förfarande ger även lägre kostnad. Vid beräkningen av muddrarbeten har vi tagit hänsyn till möjligheten av olika placeringsmöjligheter av muddermassor. Ibland måste pråmar lastas och skickas till avlägsna tippar, flera kilometer bort. Vid erosionsbenägna sträckor som exempelvis Älvkarleby-Östersjön och Insjön-Orsa måste troligtvis årligen återkommande muddringar ske.

Ett lämpligt tillvägagångssätt för att praktiskt och ekonomiskt kunna börja muddra är att först bygga slussar och erforderliga rena kanalsträckor. Detta förfarande medger att mudderverken kan fraktas sjövägen till de olika aktuella platserna.

Olika muddarfartyg som är lämpliga för Dala kanal kan ses på fig.

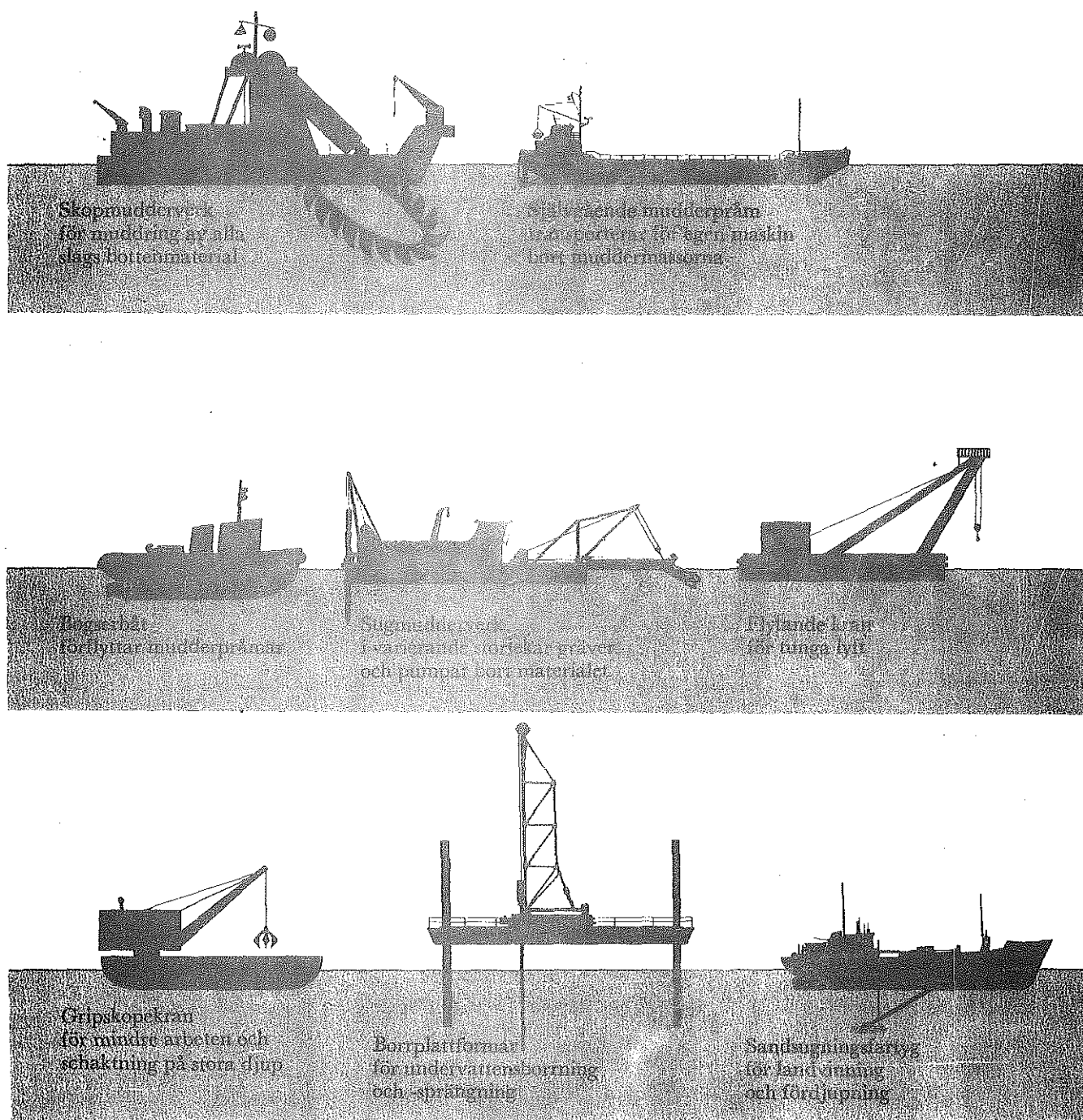


Fig. 12.1

13. FRAMTIDA TRANSPORTTEKNIK

13.1 Allmänt

Det dimensionerande fartyget på 3500 ton för Dala kanal medför åtskilliga kostnader, då detta fartyg kräver en fri seglationshöjd på 28 meter och djupgående på 5,3 meter. Orsaken till valet av detta fartyg har varit den transportekonomiska utvecklingen och troliga framtida utvecklingen av lönsamma fartyg. Ett mindre fartyg skulle medföra åtskilligt lägre anläggningskostnad, då djupgående fri höjd minimiradier skulle kunna minskas. Den naturliga älvfåran skulle då till större delen kunna utnyttjas i sitt nuvarande tillstånd om bara slussar och erforderlig kanalgrävning genomfördes.

Vilka alternativ finns då idag eller i morgondagen? En intressant utveckling de senaste åren är utveckling av t ex lash, bacat och Europaschiff.

Lash

Lash-fartygen är pråmbärande fartyg, se fig.13.1. Pråmarna bogseras en eller flera tillsammans av en bogserbåt till avlastnings resp. pålastningskaj. Då pråmarna har normalt dimensionen $L = 18,74$, $B = 9,4$ och $D = 2,73$ meter kan de ta sig uppför trånga floder. Vid moderskeppet som ligger utanför vid kusten pålastas eller avlastas pråmarna. Totalt tar lash-fartygen ung. 18 pråmar. På detta vis krävs inga omlastningar till lastbil eller järnväg. Jmfr med dimensionerande fartyg har ett sådant "pråmtåg" ung. samma transportkapacitet.

Lash-systemet är i dagens läge mycket dyrbart och kräver returfrakt. En nackdel med lash-pråmar är att de har svårigheter med drivis. För Dala kanal kan detta förbättras när Stålverk 80 bygger ut, vilket troligtvis ger nya isbrytare som även Dala kanal kan ha nytta av.

Bacat påminner om lash-systemet. Pråmarna är något mindre, 11 x 4,7 x 2,79. Bacat benämns pråmbärande semicatamaran. Vanligtvis får 10 pråmar av 200 ton/st plus 3 st lash-pråmar om 370 ton/st plats. Fig. 13.2.

Binnenschiff är standardiserade Europaschiff som finns bl a i Tyskland. Dimensionerna är $L = 85 \text{ m}$, $B = 9,5 \text{ m}$, $D = 2,5 \text{ m}$. Lastförmågan är 1290 ton.

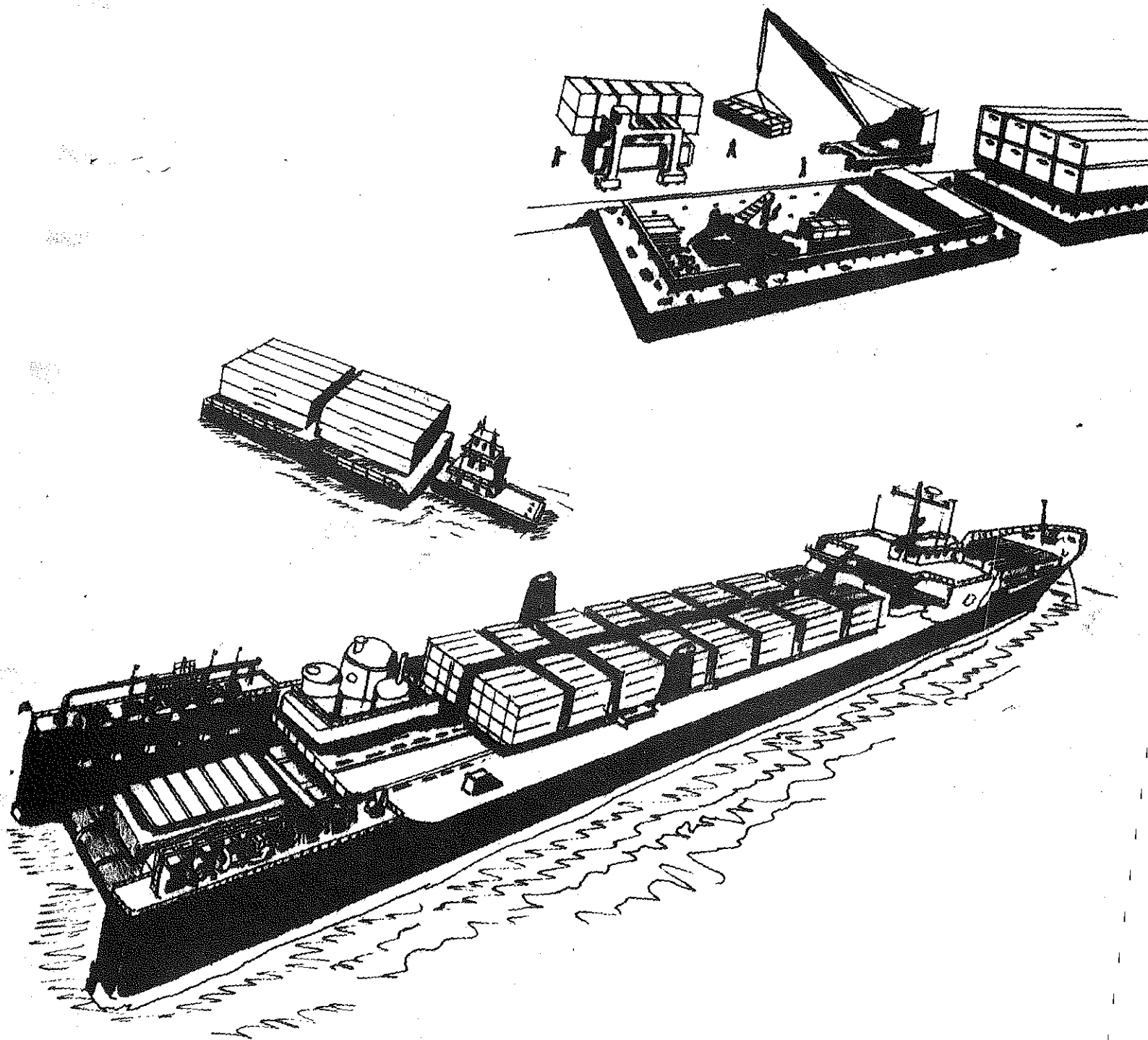


FIG 13.1 LASH

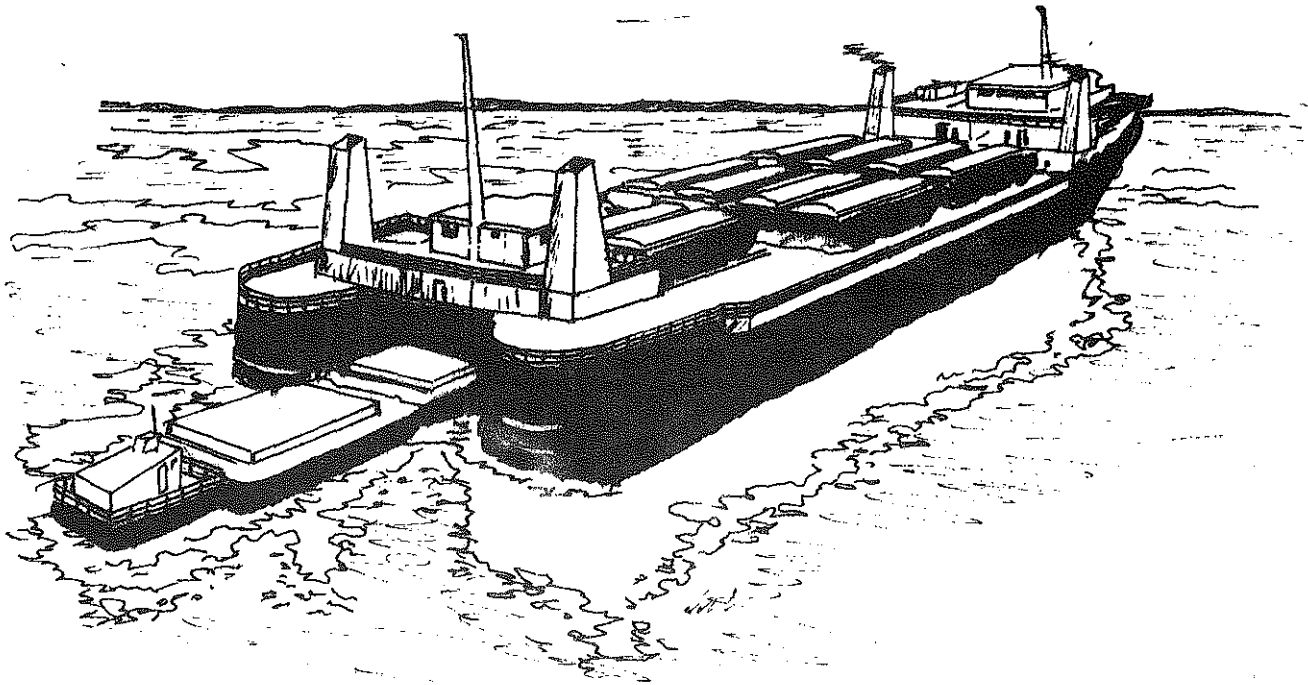


FIG 13.2 BACAT

14. DALA KANALS STRÄCKNING

14.1 Allmänt

14.1.1 Arbetsförutsättningar - målsättningar

Av vad som framgår tidigare gjordes en inventering av älvens förhållanden av oss sommaren 1974. Kartmaterial, ritningar på kraftverk och broar, geologiska beskrivningar, ekolodning, djupnivåkartor, flygfotografier och litteraturstudier gav oss en god kännedom om Dalälven. Konfliktpunkter såsom kraftverk, broar, forsar, naturskyddsområden, bebyggelse m m kunde kartläggas. Resultatet blev att större delen av älvens naturliga sträckning kunde utnyttjas genom att ibland endast öka vattendjupet och erosionsskydda stränderna.

Naturligtvis uppkom områden där kanalgrävning behövdes exempelvis vid Älvkarleby, Untra, Söderfors, Gysinge och Tyttbo. Kanalgrävning fordrades även på mindre sträckor för att komma förbi kraftverk och räta ut farledssträckningen där älvens naturliga radie var för liten.

Då vi diskuterat och skisserat en lämplig sträckning har målet varit att

1. Göra byggkostnaden låg
2. Att spara "känsliga" områden

En utvidgning av målsättningen kunde bestå i att lägga farleden så att kortaste transporttid erhöles. En sådan sträckning skulle fördyra anläggningskostnaderna men i gengäld skulle ton kilometerpriset bli lägre.

Av det som sagts i kap. 7 framgår att vissa krav ställs på radier, djup, raksträckor före och efter kurva liksom före och efter slussar och broar. Raksträckor krävs även mellan två på varandra följande kurvor.

Med hjälp av dessa dimensioneringskriterier har flera olika alternativ undersökts vid de olika konfliktpunkterna. De framtagna förslagen kanske ändå inte är optimala med hänsyn till kostnader och praktiskt utförande. Detta beroende på vaga kunskaper om geologin på större djup, ström-

ningsförhållanden och djup på olika ställen efter älven. För att något kompensera dessa vagheter har vi vid flertalet beräkningar försökt överskatta kostnaderna. Vi anser ändå att vi kommit så nära verkligheten som är möjligt med den knapphändiga information som finns om Dalälven och dess geologi, djupförhållanden och vattenströmningsegenskaper.

14.1.2 Arbetsgång

Följande ordning har följts vid älvsträckning.

1. Skissera trolig sträckning på farleden efter förut nämnda regler.
2. Undersöka om djupet varit tillräckligt.
3. Uppskatta eller beräkna erforderlig mängd muddrings- eller sprängmassor och bedöma materialbeskaffenhet, mjäla - berg?
4. Beräkna kostnaden för delsträckan.
5. Finns det något bättre och billigare alternativ.

I de fall sträckningen medfört att kanalgrävning måste ske har arbetsordningen varit

1. Schaktmassornas storlek och art,
2. Andra faktorer till vilka hänsyn måste tagas ex. fastigheter, industri, naturskyddsområden.
3. Kostnaden för delsträckan.
4. Finns det bättre och billigare alternativ.

Rent generellt kan sägas att älvfåran bör utnyttjas så mycket som möjligt. Där älven är grund på en längre sträcka och bottenmaterialet är morän eller berg blir schaktningen på land ofta billigare ex. Olofsfors. Dock medför kanalgrävningen att man får räkna med något större isproblem vintertid.

Slussar bör om möjligt grundläggas på fast berg då detta medför betydligt lägre grundläggningskostnader.

14.1.3 Bottenprofil

Av det material som stått till vårt förfogande har en profil ritats, se fig. P1-P8. Denna visar kända bottendjup med heldragen linje och uppskattade med streckad. Profilens sträckning är dragen i älvens nuvarande huvudfåra och i sjöar längs den tänkta farleden. Att observera är att farledens sträckning i fjärdarna nedströms Avesta har dragit

med syfte att minimera muddringsmassorna. Fjärdarnas djupaste delar ligger alltså vid eller i närheten av profilsträckningen. För att få en överblick över broarnas fria höjd har dessa markerats på profilen med höjden på brons underkant.

14.1.4 Arbetsmaterial

De olika alternativens skisser och kostnader finns arkiverade i en arbetspärm på institutionen för vattenbyggnad, CTH. I denna pärm finns våra antaganden om olika jordmaterials procentuella fördelning och de uppskattade bottendjup som varit nödvändiga att utföra. Av stor vikt för hela totalkostnaden blev fördelningen lera - morän - fast berg vid undervattensarbeten. Här kan kostnaderna variera avsevärt mot verkligheten.

14.2 Östersjön - Söderfors

14.2.1 Älvkarleby

Vid Dalälvens utlopp i Östersjön har älvsediment avsatts och grunda rev bildats. Denna sträcka måste muddras upp och eventuellt kan s k sand-skärmar byggas vilka styr sedimentationen från farledsrännan. Strax nedströms kraftverket har älven eroderat i älvsidorna och höga erosions-branter bildats. Sportfisket vid Älvkarleby har en mycket stor omfattning vilket bör skyddas. Passagen förbi Älvkarleby kraftverk och Lanforsens kraftverk kan betecknas som mycket problematisk om älvens sträckning skall följas. Höjdskillnaden vid Älvkarleby är 25 m och som ett hinder ligger förutom kraftverket den gamla Karl XII:s bro. Av fyra förslag som studerats innebar tre stycken kanalgrävning på den västra sidan och det fjärde slussbyggnad vid kraftverket. Sträckningarna kan ses på fig. F1. Billigaste alternativet, Alt 2, utgjordes av kanalgrävning 7,8 km väster om Älvkarleby.

Sträckningen börjar ung. 1 km uppströms E4 bron och slutar uppströms Lanforsens kraftverk i Storfjärden. En nivåskillnad på 32 m som kan klaras med 3 eller 4 stycken slussar. Sträckningen berör inga fastigheter medan däremot vägar och kraftledningar berörs. Nuvarande E4 bron får byggas om till öppningsbar bro. Med tanke på den stora trafikintensiteten, 7340 ÅMD (= årsmedeldygn (1973)) vore en högbro att föredraga. Bron vid samhället Mon antas bli nedlagd och riven.

Järnvägen, kustbanan, antas läggas under kanalen strax uppströms en slussbyggnad där kanalen ligger i bank. Detta medger att nuvarande sträckningen på järnvägen i stort kan behållas.

De korsningar av mindre vägar som sker gör att ca 200 m mindre vägar får nybyggas och en mindre klaffbro byggas väster om Älvkarleö. Av de positiva synpunkter som kan nämnas är

Karl XII:s bro sparas.

Sportfisket skadas ej allvarligt

Ett annat och dyrare förslag är att börja kanalen ca 200 m nedströms samhället Mon. Detta innebär att E4 bron sparas samtidigt som möjligheter finns att bygga en högbro över kanalen, Alt. 1a och 1b.

Vintertid medför alternativen med kanalgrävning att isens tjocklek kan skapa problem i det stillastående vattnet. Då Dala kanal har det kravet att den skall vara farbar året runt får detta lösas. Eventuellt kan detta göras genom luftinblåsning i kanalen eller med hjälp av strömmande vatten. Luftinblåsningen fordrar i allmänhet en stor vattenvolym för att inte nedkylningen skall bli för kraftig. Vattenströmningen kunde åstadkommas genom lämpligt konstruerade slussar, vilka höll vattnet i rörelse i kanalen. Nedisningsfrågan måste emellertid tas upp till specialutredning då dess betydelse för projektet är vital. Kanalen avslutas vid Hålldammen v. Älvkarleö.

14.2.2 Storfjärden

Storfjärden har bildats genom dämningen vid Lanforsen. Då sjön till större delen är mycket grund medför detta omfattande muddringsarbeten. Av flygfotografier kan en tydlig djupränna iakttagas som sträcker sig i en båge mot Marma. En lokalisering av kanalen till denna innebär givetvis ett förbilligande. Sträckning, se karta Fig. F1 och F2. Vattendjupet på sträckan Hålldammen - Marma har vi uppskattat med hjälp av flygfotografier m. m.

14.2.3 Marma - Untra

Denna sträcka erbjuder svåra problem att lösa ur vattenbyggnadsteknisk synpunkt. Två huvudförslag kan genast föreslås. Det ena och av oss be-

räknade innebär en framdragning av farleden i en av älvarmarna mot Untra kraftverk. Älven är här på vissa ställen väldigt trång exempelvis vid Mehede - Granön, Prästön och Lundbyön. Fallförlusten är av storleksordningen 1 m vilket visar att strömhastigheten här kan vara hög.

Radier på 800 m och dubbelled gör att många älvstränder "naggas" i kanten. Nivån på botten har erhållits från en år 1917 planerad rensning för Untra kraftverk. Tillförlitligheten i detta material kan diskuteras men ger ändå en fingervisning om nuvarande djupförhållanden.

Vattenhastigheten i rännan måste bestämmas och eventuellt måste kompletterande rensningar ske för att erhålla lämplig strömning. Bottenmaterialet torde växla mellan storsten, pinnmo och lera. $MWQ = 330 \text{ m}^3/\text{s}$.

Det andra alternativet vore att lämna älvfåran vid Marma och utföra en kanalgrävning förbi Untra kraftverk, till Untrafjärden. Väljer man detta alternativ framgår det snart att en lösning med kanalgrävning hela sträckan Östersjön - Untrafjärden kan tänkas. Enligt utförda borrhningar i Prästökanalen är botten lös till minst 6,5 m.

Vid Untra kraftverk drages en kanal vid sidan om kraftverket, se fig. F2. Uppströms Untra kraftverk går farleden över Tylleroppsön ut i Untrafjärden. Vid kanalgrävning i detta område antas det att schaktarbetet kan utföras med konventionella maskiner efter att fångdammar byggts. Djupet på de ställen farleden kan tänkas gå mot Söderfors framgår av profilen fig. P1-P2.

14.3 Söderfors - Avesta

14.3.1 Allmänt

I denna del kan farleden till stor del utnyttja de fjärdsystem som finns. Bottenmaterialet torde i huvudsak bestå av morän överlagrat av lera och älvsediment. Fjärdarna skiljs åt av forssträckor vilket kräver slussbyggnader och ibland kanalgrävning. Nedan behandlas de viktigaste åtgärderna som behöver utföras.

14.3.2 Söderfors

Dalälven delar här upp sig i tre flöden av vilka endast den östra grenen har intresse i detta sammanhang. Denna älvgren går igenom Söderfors brukssamhälle och upptas av ett kraftverk ägt av Stora Kopparbergs Bergslags AB. Fallhöjden = 4,5 m. Strax bredvid ligger Söderfors bruk och samhället. Älvfåran är här endast 30 m bred. I framtiden kommer detta kraftverk att byggas om.

Vi undersökte möjligheten att draga kanalen igenom samhället, Alt. 1. Detta alternativ medförde intrång på industriområdet, broombyggnad och att åtskilliga fastigheter måste flyttas. Det andra alternativet blev en billigare lösning, Alt. 2. En 2,5 km kanal grävs över Jörsön. Sträckningen börjar på nedströmssidan söder om Ekön och slutar uppströms vid St. Karingön, se fig. F3. Kostnaden kunde nedbringas 10 milj.kr. till ca 30 milj.kr. Problemet här liksom vid Älvkarlebyområdet skulle bli isproblemen.

14.3.3 Gysinge

Från Bramsöfjärden letar sig en djupränna fram genom Långräckan och söder Tjursön. Vidare genom Södra Sundet in i Hedesundafjärden mot Gysinge. Avståndet är 66 km från Östersjön. För att ej störa bruksmiljön vid Gysinge har kanalen föreslagits passera söder om samhället genom Mattön. Höjdskillnaden är ca 4,5 m varför en sluss är nödvändig vid ingången av kanalgrävningen. Denna kanal kommer givetvis att betyda ett intrång i den föreslagna naturvårdsplan som föreligger för området. Fors- och selsträckorna kring Mattön blir till största delen opåverkade. Kanalgrävningen skulle i så fall bli ca 3 km. En klaffbro bygges för riksväg 254. I nuvarande situation kommer inga fastigheter att beröras av kanalen. Fig. F4.

14.3.4 Tyttbo

Den 3,5 km långa Tyttboforsen är trång och på ett flertal ställen grund. Trakten har i S.O.U. utredning, VATTENKRAFT OCH MILJÖ, klassificerats som värdefull ur rekreations- och naturvårdssynpunkt. För att få en uppfattning om hur den billigaste lösningen borde se ut studerades följande 3 förslag:

1. Kanalgrävning söder om forsarna.
2. Uppmuddring av älvfåran och placering av kraftverksdamm i kombination med sluss.
3. Kanalgrävning strax intill älvfårans norra sida.

Kostnadsmässigt utföll förslagen så att nr 3 blev billigast, följt av nr 2 och 1.

En sluss placeras vid Stadarna där båtarna lyfts upp till Hovnäs-fjärdens nivå. Tyttboforsen kommer då att bevaras även om miljön på den norra sidan helt förändras. Tekniska utförandeproblem kan uppkomma så som tätning vid kanalgrävning och schaktmassornas placering, fig. F4.

14.3.5 Forsön

Nivåskillnaden på ca 1 m mellan Hovnäs-fjärden och Bysjön kan utjämnas genom rensningar vid Forsön. En fallvinst skulle därigenom erhållas vid Näs kraftverk. Antalet slussar bör vara så få som möjligt för att kortast möjliga transporttid skall erhållas. Fig. F5.

14.3.6 Näs

Vid Näs, 99 km från kusten, placeras en sluss vid en av Vattenfall planerade dammbyggnader. Slussen dras så långt nedströms som möjligt för att minska schaktmängden i förhamnarna. Nuvarande fallhöjd före ombyggnad är 5,4 m. Uppströmsnivån förutsättes dämmas upp så att vattenhastigheten i Jugansboforsen blir mindre. Dessutom måste rensningar utföras i Jugansboforsen. Fig. F5.

14.3.7 Ökroken

Den låga radien ca 250 m medför problem vid passage av fartyg i den större storleken. Ett flertal lösningar kan erhållas av vilka en kanalgrävning tvärs näset har studerats, se fig. F6 och D1.

14.4 Avesta - Borlänge

14.4.1 Allmänt

Farleden följer här den naturliga älvfåran där bottendjupet mestadels är tillfredsställande ur normsynpunkt. Vid hög vattenföring och kuperad botten kan farliga strömmar uppstå för fartygets navigering, även om erforderliga krav uppfylls på radie och bottendjup. Sådana problem fordrar omfattande mätningar och studier under längre tidsperioder kan inte behandlas här.

14.4.2 Avesta

Vid Avesta, 120-124 km från kusten, uppkommer stora problem, då det visar sig att man ej kan passera Avesta utan att göra intrång på industrimark och naturminnen. Fyra broar måste passeras av vilka den nya spännbetongbron får anses som mycket svår att bygga om till klaffbro. Sådana måste dock byggas då den flacka terrängen utesluter högbroar. Detta skulle innebära att brolängden och ombyggnaden av anslutningsvägar torde bli kostsam. Älven är i Avesta grund och har forskaraktär. Avesta Jernverk är beläget på södra sidan och på norra sidan finns höga rasbranter med tätbebyggelse ovanför.

Med hänsyn till ovanstående och de normer för kurvradie m m som getts erhålls ett förslag som innebär kanalgrävning strax söder om Avesta Lillfors och motortrafikledsbron. Se fig. F6 och D2. Detta förslag verkar vågat men på detta vis sparas älvfåran upp förbi Lillforsen och rivning av bron. Ett förslag att helt utnyttja älvfåran ger höga kostnader p g a omfattande undervattensarbeten och rivning av motortrafikledsbron samt nybyggnad av dito. Ingrepp görs däremot i Döda fallen som vid ett försiktigt utförande ej behöver bli så omfattande. Svårare att bedöma är omfattningen av den störning som Avesta Jernverk får vidkännas genom intrång på industriområde.

Mellan Lillforsen och Storforsen utföres bottensprängning och muddringar vilka genom invallning med fångdammar till stor del kan utföras i torrhet. Slussbyggnaderna, två stycken, placeras dels vid ingången i rännan nedströms motortrafikledsbron och dels nedströms nuvarande utskoven vid Storforsen. Därvid får nya utskov lämpligen byggas i anslutning till slussen. För säker navigering fordras ledverk och vatten-skiljare.

En utbyggnad av Avesta Lillfors är planerad och skulle gagna kanalens behov av djupt vatten.

14.4.3 Hedemora

Sträckan Avesta-Hedemora medför inga större problem än kompletterande muddringar och erosionsskydd efter stränderna. Vid Grådö gräves en kanal på sidan om bro W18 varvid en betydande jordskärning erhålles men befintliga bron kan sparas. En ny klaffbro måste dock byggas liksom att den äldre bron, W18, vid Hedemora antingen byggs om eller rives. Dragning av ränna genom sjön Hovran måste studeras i modellförsök för att en linjeföring skall erhållas som minimerar skadeverkingarna på befintliga öar. Hänsyn måste då också tas till det nu pågående erosions- och sedimentationsförloppet. Fig. F7.

14.4.4 Olofsfors

163 km från Östersjön ligger den ca 500 m långa forssträcka, med 1 m fallhöjd, som måste passeras. Tre förslag undersöktes: Fig. D3 och F8

1. Hela nivåskillnaden tas bort genom rensning i älven
2. Sluss byggs liksom damm eller långsträckt vattenskiljare
3. Kanalgrävning vid sidan om älven, ingen sluss.

På lång sikt är alternativ 1 och 3 att föredra då detta minskar transporttiden och driftskostnaden.

Av alternativen blev nr 3 billigast. Det kompletteras även med rensningar i älvfåran för att erhålla en acceptabel vattenhastighet i kanalen. Dämmande punkt kommer att bli Avesta Storfors då grundet vid Grådö i Hedemora även rensas. Ett ytterligare alternativ är att bygga en damm uppströms forsarna samtidigt som alt. 3 med sluss utnyttjas. Genom denna damm kan vattenytan uppströms höjas till ung. nivå 84 m, vilket medför att Långshyttan kan komma i förbindelse med Dala kanal genom sjön Amungen. Nackdelen kan vara att fallhöjden för St. Skedvi kraftverk minskar men i gengäld minskar vattenhastigheten vid Myckelby.

14.4.5 St. Skedvi, Långhag, Myckelby

Mellan Hedemora och St. Skedvi ombyggs fyra broar till klaffbroar. St. Skedvi och Långhags kraftverk, som ligger uppströms Olofsfors, påminner om varandra. Geografin, utförande och problem är likartade. St. Skedvi kraftverk ligger 173 km från havet och Långhag 183 km. I båda fallen undersöktes två alternativ, se fig. D4 och D5. Navigering, strömhastigheter och utförandekostnader gav i båda fallen att en längre kanalgrävning på östra sidan om kraftverket var lämpligast.

14.4.6 Torsång

En kanalgrävning måste ske för uträtande av älvradien. Några fastigheter berörs och ny klaffbro byggs, se fig. F9 och D6,

Förutom i Torsång måste en kanalgrävning göras vid Gustafs.

14.5 Borlänge - Orsa

14.5.1 Allmänt

Vid Borlänge måste farleden passera de fyra kraftverken Domnarvet, Bullerforsen, Kvarnsveden och Forshuvud. Något alternativt sätt att passera Borlänge är svårt att finna. Passage väster om staden stöter på en tät villabebyggelse samt vägar och järnväg. På östra sidan kan en utväg vara att låta kanalen gå in i Runn vidare igenom Ornäs, Lilla Aspan, Djursbo och ut i älven vid Forshuvud. Den höga nivå som måste passeras medför att vattenförsörjningen till kanal och slussar får pumpas upp från älv eller närliggande sjöar.

14.5.2 Domnarvet

Älven är här kringbyggd av industri och vid Islingby även av fastigheter. De hinder som möter farleden är nya landsvägsbron, ny internbro för järnverket, kraftverksdamm, intern järnvägsbro för järnverket, SJ:s järnväg och gamla landsvägsbron. Alla broar är för låga för att segelfri höjd skall erhållas.

Vid utförandealternativ 2 (se fig. D7 och F9) måste de två gamla betongvalvbroarna rivas. En av dessa är järnvägsbron för den livligt trafikerade sträckan Falun-Borlänge. Ett rivnings- och nybyggnadsarbete skulle ge besvär för järnvägstrafiken.

Ett lämpligare alternativ är att göra en enkelledskanal på västra sidan om broarna. Nedschaktningen skulle bli så stor som 15 m. En klar fördel vore om detta kunde genomföras i bergskärning med minskad störningszon som följd. Se ritning D7. Intrång på industriområdet går ej att undvika där kanalen går in i skärning på västra sidan. Järnverket har dessutom transportband över älven som kan få lov att byggas om. I området finns även en minnessten för Engelbrekt. Denna berörs dock ej.

Placeras slussen uppströms broöppningarna erhålls en vinst i fri segelhöjd på ca 4 m till totalt ca 16 m, vilket sparar åtskilliga broöppningar.

Nedströms kraftverket är älven trång och beskriver en S-kurva. Lämpligt vore att placera broöppningen för motortrafikledsbron vid västra landfästet och vid högra landfästet för järnverkets nya internbro. Är vattenhastigheten för hög kan navigeringssvårigheter uppstå varför hela sträckan genom Domnarvsområdet får förses med ledverk med styrrullar och vattenavskiljare nedströms kraftverket.

14.5.3 Bullerforsen

Bullerforsen uppströms Domnarvet har en fallhöjd på 11,5 m. Lämpligaste sträckning blir en kanal på västra sidan varvid vattenavskiljare och lugnvatten enkelt erhålles. Kraftverket står närmast efter Kvarnsvedens kraftverk på tur att byggas ut. Fig. D8 och F9.

14.5.4 Kvarnsveden

Kraftverket håller f.n. på att byggas ut som tidigare nämnts. Detta sker på östra sidan med aggregat och ny utloppstunnel. På västra sidan ligger pappersindustrin. Av detta följer att slussbyggnaden måste placeras i älvfåran genom dammbyggnaden.

Lämpligaste alternativet, se fig. D9 och F10, blir att utnyttja den östra överfallsrännan. Slussens stagande vinkelstöd tar endast ett utskov i anspråk. Kvarvarande utskovsöppningar, tillsammans med möjligheten att avbörda vatten genom slussen i exceptionella fall, ger erforderlig avbördning vid nuvarande regleringssituation.

14.5.5 Forshuvud

Forshuvud är det sista kraftverket i Tunaforsarna. Byggnaderna anses i S. O. U., VATTENKRAFT OCH MILJÖ, som teknikhistoriskt intressant. Olika alternativ finns för sträckningen.

Vi bedömde alternativ nr 1 som lämpligast, se fig. D9.

14.5.6 Bysjöområdet m m

Då älvens slingrande förlopp ger små radier måste en uträtning av farleden ske. Se fig. D10. Materialet är mycket erosionsbenäget varför ett noggrant studium av området måste utföras vid projektering. På sträckan Bysjön - Gråda måste älven på ett flertal ställen rätas för att fartygen tillfredsställande skall kunna manövreras. Ex. vid Duvnäs, Pellesgårdarna och kyrkbyn i Gagnef, se fig. D11, D12 och D13. Två landsvägsbroar berörs och en järnvägsbro. Alla ombyggs till öppningsbara broar. Då fartygstrafiken troligen minskar efter Borlänge blir broöppningarna färre och till mindre besvär för trafiken. I Gagnef finns två kulturhistoriska flottbroar som i möjligaste mån bör bevaras. I Gagnefområdet korsas älven på ett flertal ställen av rullstensåsar. Dessa grund av stenmaterial gör att kostsamma muddringar måste utföras.

14.5.7 Gråda

Kraftverket reglerar Siljans vattennivå. Fallhöjden är ca 11 m. Av fyra förslag utnyttjar två stycken sjön Flogen, se fig. D14, nedströms kraftverket. Slussplaceringen utfördes alternativt på västra eller östra sidan om kraftverket, Alt. 1 och 3. Vid en minimiradie på 600 m visade sig detta bli kostsamt och ge vattenströmningsproblem. En mindre kostsam lösning erhöles genom att göra en längre kanalgrävning på östra sidan. Alt. 2. Konsekvensen blir tyvärr att användningen av åkermark störs.

Uppströms Gråda måste uträtning av älven ske vid Kilen och Ålsgrådan i Gagnef, vid järnvägs- och landsvägsbron i Insjön och vid Ytteråkerö i Leksand. Fig. D15, D16, D17 och D18. Öppningsbara broar får byggas i Gråda, Insjön, Leksand.

Vid muddringsarbeten i Insjöområdet 1961 utfördes mätningar av vattenföroreningen nedströms arbetsplatsen. (Ex. arbete vid CTH, inst. för vattenbyggnad).

Av detta kan utläsas att den förorening som kunde spåras avtog i kornstorlek med längre avstånd från arbetsplatsen. Mängden av förorening vid mätplats i Kvarnsveden visade sig bli av den storleksordningen att slammängden från Västerdalälven gav betydligt större mätvärden.

14.5.8 Mora

Avstånd från kusten ca 313 km.

Infarten mot Mora och älvsträckan mot Orsa fordrar omfattande sandmuddringar från trakten av Sandholmen. Broarna byggs lämpligen om med öppningar på östra sidan. Här liksom på ett flertal ställen korsas älven av tryckavlopp och va-ledningar, som måste nedgrävas och skyddas. Fig. F13

15. KOSTNADSKALKYL

15.1 Kostnadsposter

För att kunna uppskatta byggnadskostnaden någorlunda rätt har en listning och prissättning skett av de åtgärder som bedömts som oundvikliga. Exempel härpå är slussbyggnader, muddring, kanalgrävning, kanalbeklädning, erosionsskydd, mark- och fastighetsersättning, farledsmarkering m m. Mängden av dessa åtgärder har bedömts utifrån tillgängligt arbetsmaterial och med den målsättning som tidigare angetts.

15.2 Kostnader

Priserna är avsedda att gälla i 1974 års prisliv och har erhållits från byggherrar och entreprenörer vilka utfört liknande arbeten.

Trots att å-priser kunnat erhållas för de flesta arbeten, har en subjektiv bedömning måst utföras vid bedömning av ex schakt- och muddringsarbetens svårighetsgrad. Transport- och upplagsaspekter har därvid fått påverka m³-priset. Liknande tillvägagångssätt har även använts i övriga fall.

På grund av byggnadsarbetenas art där kostnadskrävande moment såsom muddring, kanalschakt och slussbyggande blir helt dominerande ur kostnadssynpunkt, får uppkommande övriga kostnader ex. arbeten med korsande ledningar m m anses som marginella. För att täcka dessa och övriga oförutsedda kostnader har dels ett påslag på 15 % och dels ett på 10 % gjorts på bygg- och projekteringskostnader.

15.3 Mängd- och kostnadsförteckning

Rena schakt- och muddringskostnader exkl. alla tillägg. Endast farledsarbeten. Schakt- och muddringsarbeten vid slussar med omgivande kanaler är ej medtagna, dessa massor är inräknade i slusskostnad.

ÖSTERSJÖN - SÖDERFORS (0-34/300)

<u>Muddring</u>	<u>m³</u>	<u>Kostnad kr</u>
Morän	800 000	71 milj. kr.
Sand-lera	1 040 000	9 "-

SÖDERFORS - AVESTA (34/300 - 120/000)

Morän	440 000	38 milj. kr.
Sand-lera	800 000	7 "-

Schakt

Morän	500 000	4 "-
-------	---------	--------

AVESTA - BORLÄNGE (120/000 - 204/000)

<u>Muddring</u>		
Morän	160 000	14 milj. kr.
Sand-lera	390 000	4 "-

Schakt

Sand-lera	340 000	3 "-
Morän	330 000	3 "-

BORLÄNGE - ORSA (204/000 - 320/000)

<u>Muddring</u>		
Morän	860 000	75 milj. kr.
Berg	30 000	8 "-
Sand-lera	1 600 000	17 "-

Schakt

Mjåla-morän	2 330 000	18 "-
-------------	-----------	---------

15.4 Sträckkostnader, milj. kr.

Schakt och muddring i samband med slussar är inräknat i slusskostnad. Beklädnad, erosionsskydd, kraftledningar, farledsmarkering, extra bergförstärkning, vissa delar av juridiska kostnader, projektering, räntekostnader och oförutsett är ej inräknat. Nedanstående kostnader anger billigaste sträckningsalternativ enligt fig. F1-F13 och D1-D18.

<u>Sträcka</u>	<u>Slussar</u> ¹⁾	<u>Broar</u>	<u>Muddring</u>	<u>Kanalschakt</u>
Östersjön - Söderfors	150	26	80	- 3)
Söderfors - Avesta	100	10	45	10 4)
Avesta - Borlänge	85	66	18	35 4)
Borlänge - Orsa	225	77	100	11 4)
Summa	560	179	223	56

1) OBS. Schakt och muddring medräknad enl. sträckning, se 15, 8.

2) se broar 15, 9

3) helt inräknat i slussar

4) delvis inräknat i slussar

SAMMANFATTNING

	Sekt	Kostnad i milj. kr.
Östersjön - Söderfors	0-34/300	256
Söderfors - Avesta	34/300-120/000	165
Avesta - Borlänge	120/000 - 204/000	204
Borlänge - Orsa	204/000 - 320/000	413
Summa		ung. 1050 milj. kr.

15.5 Övriga kostnader

Extra berg, inkl. förstärkning	100 milj. kr.
Kanalbeklädnad samt erosionsskydd	100
Kraftledningar, ombyggnad	15
Farledsmarkering	20
Juridiska kostnader ex. expropriering	100
Räntekostnader under byggnadstid	400
Projektering	50
Övriga kostnader + sträckkostnader	ung. 1850
Övrigt (ledningar, adm. byggn. m m) 15 %	
Oförutsett 10 %	

Totalt ung. 2300 milj. kr.

15.6 Årskostnad

Vid beräkning av årskostnad har genomsnittliga livslängden satts till 40 år och räntan 8 %. Driftspersonalen förutsättes arbeta i 3-skift med 6 man per driftställe. Då en del klaffbroar och slussar ligger i omedelbar närhet av varandra har detta beaktats.

Annuitet	190 milj. kr.
Drift	16
Underhåll	<u>7</u>
Totalt	213 milj. kr.

15.7 Sammanfattning

Om den totala ungefärliga kostnaden fördelas på de olika sträckorna blir resultatet troligtvis enligt nedanstående tabell. Observera att alla kostnadsposter är medräknade och fördelade.

<u>Sträcka</u>	<u>Sekt.</u>	<u>Milj. kr.</u>
Östersjön - Söderfors	0/000-34/300	570
Söderfors - Avesta	34/300-120/000	370
Avesta - Borlänge	120/000-204/000	450
Borlänge - Orsa	204/000-320/000	<u>910</u>
		2300 milj. kr.

Årskostnad ung. 215 milj. kr.

Den framtagna totala kostnaden på ungefär 2,2 till 2,3 miljarder kronor måste betraktas som en trolig kostnad för Dala kanals uppförande. Detta trots att vi vid muddrings- och schaktningsarbeten försök överskatta mängderna och kostnaderna. Eventuellt kan juridiska kostnader, och kostnadsposterna för oförutsett, övrigt och extra berg minskas något. Om de skisserade billigaste sträckningsalternativen ej kan genomföras kommer kostnaden att stiga ytterligare. Det bör observeras att alla angivna kostnader är ungefärliga, men ger ändå en vägledning om olika kostnadsposters troliga storleksordning. En minskning av storleken på dimensionerande fartyg medför avsevärd kostnadsminskning.

15.8 Sammanställning av ungefärliga kostnader vid olika sträckningsalternativ som medför sluss.

Sträckningarna se fig. F1-F13 och D1-D18.

Utförligare beräkning se arbetspärm.

Enbart anläggningskostnad, dvs av kap. 15.10 är allt medräknat eller beaktat utom kanaltätning och erosionsskydd.

Övriga kostnader enligt 15.5 ej medräknat.

Läge	Alternativ	Sträcka (Sekt.)	Total kostn. i milj. kr.	Anm.
Älvkarleby	1a	3/500 - 12/050	120	1)
	1b	3/500 - 14/100	125	1)
	2	6/000 - 14/100	110	1) ingår bro-
	3	4000 - 12/400	--	ombyggnad
Lanforsen	1	13/900 - 16/500	50	1)
Untra	2	26/500 - 30/800	40	1)
Söderfors	1	34/300 - 43/500	50	1)
	2	34/300 - 40/000	30	1)
Gysinge	2	65/400 - 70/000	30	1)
Tyttbo	1	83/000 - 89/500	65	
	2	83/000 - 89/500	85	1)
	3	83/000 - 89/500	40	1)
Avesta	2	120/000 - 125/000	95	1), 2)
Olofsfors	1	162/500 - 164/500		1)
	2	162/500 - 164/500	25	1)
St. Skedvi	1	172/000 - 174/200	40	1)
	2	172/000 - 174/200	30	1)
Långhag	1	181/000 - 184/000	45	1)
	2	181/000 - 184/000	30	1)
Domnarvet	1	205/000 - 207/800	95	1), 2)
Bullerforsen	1	207/800 - 209/000	35	1)
Kvarnsveden	1	209/000 - 210/300	45	1)
Forshuvud	1	211/400 - 212/000	25	1)
Gråda	1	247/000 - 251/000	45	1)
	2	247/000 - 251/000	25	1)
	4	247/000 - 251/000	35	1)

1) Kanalgrävning och muddring ingår samt mindre klaffbro i förekommande fall.

2) En viss del av intrångsersättning medräknat.

15. 9 Sammanställning av ungefärlig kostnad för broar

Enbart ren ombyggnads- eller nybyggnadskostnad.
Markarbeten, juridiska kostnader m m ej medtagna

Läge	Beteckning	Fri höjd vägbana	Spänn- vidd	Total bro- längd (m)	Trafik i års- medel- dygn. 4)	Trolig kostnad i milj. kr.
Mora	landsvägsbro	5, 3	35, 43	205, 4		5, 5
"	järnvägsbro	4, 7		112		10
Leksand	W 174	13, 7	47, 49	225	3650	13
"	B 6490					9, 5
Tunsta	B 6489-5			138		5 1)
"	W 154	7, 5	106, 5 41, 1	191	9560	7 1)
Gråda	W 386	3, 0	18	157, 3	520	3
Gagnef	W 385	0 2)	12	144		0, 8 1)
"	W 384	0 2)	21	212		0, 8
Djurås	W 51	14, 5	41, 8	158, 5	2500	9
Duvnäs	B 6487-1	7, 0	41, 35	111		1)
Mellsta	W 42	9, 45	22, 24	198, 3	6080	6, 5
Forshuvud	W 785	8, 5	25, 61	128		2, 5
Domnarvet	W 59	11, 7	15, 60	127, 5		11 1)
"	B 6503					11 1)
"	järnvägsbro intern trafik stora.					1)
"	intern landsvägs- bro, stora (under byggnad)					4
Islingby	W 689	16	32	311, 1	6030	15
Torsång	W 62	5, 0	24, 31	126, 0		5
Solberga	W 56	8, 5	45, 56	283		4
Landa	W 25					5
Uppbo	W 19	7, 0	39, 53	199, 1	2300	5
Husby	W 12	6, 0	36, 9 50, 8		310	7

Läge	Beteckning	Fri höjd vägbana	Spänn- vidd	Total bro- längd (m)	Trafiki års- medel- dygn	Trolig kostnad i milj. kr.
V. Duvåker	W 737	3,9	30,42	115	1420	4
Vikbyn	W 735	5,5	39,51	142	900	4
Hedemora	W 18	4,2	39,56	141,6		5 1)
"	W 775	8,8	34,43	206,0	4940	8 1)
Avesta	W 1	2,8	30,44	228,3	4000	6
"	W 799	16,0	39,43	363		7 3)
Krylbo	W 22	9,0	29,46	222,2		4
"	B 1220	8,0	31,49	200		14
Utsund	W 20	6,0	19,24	236,1		5
Näs	W 242	3,5	34,51	214,5	790	4
Gysinge	X 254	3,0	21	121,5	2040	1)
Älvkarleö	B 3205					10 1)
Älvkarleby	CE4-12	8,0	53,6	249	7850	26
Mon					0	2)

1) Annat sträckningsalternativ på Dala kanal medför att bro ej behöver ombyggas till angiven kostnad

2) Flottbro

3) Begränsad ombyggnad

4) Å. m. d. 1973

15.10 Förteckning över vad som medtagits vid kostnadsberäkningen
av broar och större kanalgrävning inkl. slussar.

Broar

Begränsad ombyggnad, helt ny överbyggnad, komplettering av pelare, fundament, erosionsskydd, schakt, muddring, ledverk, rivningskostnad, marklösen, klaffbro, provisorisk bro, ersättning till ex. SJ, stödmur, omläggningar av vägar, kanalbeklädning och rälsomläggning.

Större kanalgrävning inkl. slussar

Kanalgrävning i torrhet eller under GVY, förhamn, slusschakt, marklösen, fastigheter, vägomläggning, kraftledning, broombyggnad, annan konstbyggnad, slussbyggnad, ledverk, muddring, väg (små), SJ järnväg, kanaltätning till erosionsskydd, klaffbro, vattenskiljare, stödmurar, fångdammar, ombyggnad av damm, rensning, intrångsersättning, Va-ledningar, elproduktionen, ombyggnad av utskov, flyttning av transformatorstation och påverkan på industriproduktionen.

16. SLUTORD

Den framtagna totalkostnaden på 2300 milj. kr. och likaså årskostnaden på 215 milj. kr. (se kap. Ekonomi) måste betraktas som en minimikostnad för Dala kanals uppförande. Detta trots att vi försökt överskatta kostnaderna för varje delsträcka. Ett naturligt tillvägagångssätt har för oss varit att försöka finna det sträckningsalternativ som medfört lägsta anläggningskostnaderna inom ramen för Dala kanals minimikrav (se kap. 1.4). De enligt vår mening, enligt dessa principer, lämpliga sträckningarna (fig. F1-F13 och D1 - D18) kan vid noggrannare geotekniska och hydrologiska undersökningar visa sig vara olämpliga. Likaså kan studier av arbetstekniska utförande och hänsyn till miljövårds-, rekreations- och kulturhistoriska intressen medföra andra sträckningar.

Vi tror ändå att vi under detta examensarbete fått god kännedom om geologin, nivådjupen på älven, lämpliga farledssträckningar och troliga anläggningskostnader. Omfattande muddrings-, schaktnings- och anläggningsarbeten måste utföras för kanalens genomförande.

Totalt krävs ung. 19 stycken slussar för att övervinna den 161 meter höga höjdskillnaden mellan Östersjön och Orsasjön-Siljan. Ren kanalgrävning genom schaktning erfordras på en sammanlagd sträcka av ung. 3,1 mil. Längsta kanalgrävningarna blir vid Älvkarleby, Söderfors, Gysinge, Tyttbo och Gråda. Dessutom kan långa kanalgrävningar uppkomma vid Avesta och Borlänge om de nu framtagna förslagen visar sig genomförbara.

Dala kanals farled har dimensionerats för dubbelled med minimiradier på 800 meter, djup på 6,3 meter och fri seglationshöjd på 28 meter. Raksträckor på 180 meter både före och efter broar. Slussar och kurvor har inlagts, likaså väntplatser vid slussar och broar. Krav på minimiradier och raksträckor kan inte utnyttjas överallt. Så är fallet vid vissa slussar, samhällen och broar. Vid Domnarvet i Borlänge måste exempelvis en radie på 475 m utnyttjas, se fig. D7.

Höga kostnader uppstår vid muddring och schaktning av berg och morän. En felaktig procentuell fördelning mellan olika jordmaterial eller jordmaterial och berg medför särskilt vid muddringsarbeten stora kostnads-

ändringar. För att eliminera sådana osäkerheter har vi tvingats att välja de muddringsdjup och jordmaterialfördelning som ur kostnads-hänseende är ogynnsammast. Där älven är grund på en längre sträcka och bottenmaterialet är morän eller berg blir schaktning på land ofta billigare.

Större delen av Dalälven uppströms Avesta liksom vid nya kanalgrävningar bör erosionsskyddas. Lämpliga beklädnader ges i kap. Kanal-tätning och Erosionsskydd.

Samtliga landsvägs- eller järnvägsbroar längs Dala kanal måste endera byggas om eller rivas och ersättas med ny bro. Broarna ombygges endera till klaffbro, svängbro eller högbro så att fria seglationshöjden på 28 meter klaras av (se kap. Broar). Största problemen uppkommer vid E4 bron vid Älvkarleby och järnvägsbroarna vid Älvkarleby, Avesta och Borlänge. Fartygstrafiken bör anpassa sig efter järnvägstrafiken.

Vintertid uppkommer isproblem. Dessa problem uppkommer främst vid kanalgrävningar och där älven genomkorsar fjärdarna nedströms Avesta eller sjöar såsom Siljan och Hovran. Naturliga älvfåran uppströms Avesta får anses tillfredsställande isfri. Isproblemen måste lösas då Dala kanal har kravet på sig att vara segelbar året runt. På fjärdarna och sjöarna löses detta enklast genom isbrytare (se fig. 12, 1).

Svårare ter sig isproblemen vid längre kanalgrävning som vid Älvkarleby, Söderfors, Gysinge och Gråda. Detta är problem som vi ej har haft möjlighet att lösa med tanke på att försöka begränsa omfattningen på vår uppsats ifråga om arbete och tid. En lösning är att låta vatten vara i ständig rörelse i både kanalen och slussar eller/och att blåsa ut luft från kanalbotten. Lämplig vattenrörelsehastighet, för att is ej skall bildas, kan vi ej ange, men hastigheten bör inte vara högre än 2 knop. Detta med tanke på att fartygens framfart inte skall äventyras hydrodynamiskt.

Aktuella och lämpliga vattenhastigheter vid olika ställen längs Dala kanal borde enligt vår uppfattning undersökas noggrannare. Vi har inte haft någon möjlighet till detta. Lämpliga vattenhastigheter och strömmar kan fås genom rensningar och vattenskiljare. På flertalet ställen kompletteras dessa med ledverk.

Genomgående för Dala kanal är att det uppstår stora överskottsmassor från muddring och schaktning. Muddermassorna kan till stor del placeras vid angränsande djuphålor i vattendraget medan schaktmassor ofta måste bortköras av lastbil.

Efter muddring måste botten kontrolleras så att bottenmaterialtransporten inte sker ogynnsamt. Detta bör särskilt beaktas vid utloppet av älven till Östersjön vid Älvkarleby, sträckan Leksand-Insjön och där vattnets strömningshastighet är stor.

De för Dala kanal eftersträfvade minimimåtten av radier på 800 m, djup på 6,3 meter och fri seglationshöjd på 28 meter medför höga anläggningskostnader jämfört med mindre krav. De höga kraven är en följd av vårt dimensionerande fartyg. Detta fartyg har valts av transportekonomiska och framtida utveckling, se kap. 7. Utveckling av ex. fartygstyper som Lash och Bacat (se kap. 13) kan i framtiden ge helt andra möjligheter. Då dessa bygger på pråmteknik skulle detta medföra, att fria seglationshöjden på 28 meter skulle sänkas, att 6,3 meters djupgående skulle sänkas till ung. 3 meter, att radier skulle kunna minskas. Allt detta skulle få till följd att broar ej behövde byggas om, mindre muddring och mindre schakt dvs anläggningskostnaderna skulle minska betydligt. Om dessa typer av fartyg är möjliga i framtiden att vara transportekonomiska och att kunna klara ex. isproblem borde undersökas.

Naturligtvis kan anläggningskostnaderna minskas om det dimensionerade fartyget minskas, om radierna minskas till ex. $R = 400$ meter eller om endast fartyg med fällbara master får trafikera eller om styrpropeller finns på fartygen. En minskning av passagetiden inbespar ung. 20 öre/ton och timme.

Slussar vid Dala kanal med $L \times B \times h = 135 \times 18,2 \times 8,2$ meter är för det dimensionerande fartyget överdimensionerade. Detta medför att inga hinder finns i framtiden att öka fartygsstorleken till exempelvis 6000 ton för Dala kanal ifråga om slussar.

Dala kanals utbyggnad bör ske etappvis.

1. Slussar byggs
2. Schaktning för vissa nödvändiga kanalsträckor
3. Muddring
4. Ombyggnad av broar
5. Kompletterande arbeten ex. signaler, ledverk

Om samtliga slussar byggs först samt att sträckan Mon - Marmafjärden färdigställs kan mudderverk slussas upp till fjärdarna och påbörja tidskrävande muddring. Under tiden bör övriga kanalgrävningar färdigställas med följd att samtliga platser längs Dala kanal är åtkomlig för muddring. Givetvis måste de lägsta broarna färdigställas för att muddarfartygen skall kunna ta sig fram. Mindre tonnagesfartyg kan nu börja trafikera. När samtliga farledsarbeten är klara kan fartyg av typ dimensionerande fartyg börja trafikera.

Som vi hoppas att det har framkommit så är vår uppgift med detta examensarbete inte att transportekonomiskt avgöra om Dala kanal är lönsam, utan vår del består i att objektivt försöka avgöra om den tekniskt är möjlig och då till vilken kostnad. Svaret blir att Dala kanal är tekniskt möjlig med kostnad på ung. 2,3 miljarder kronor.

17. Längdmätning

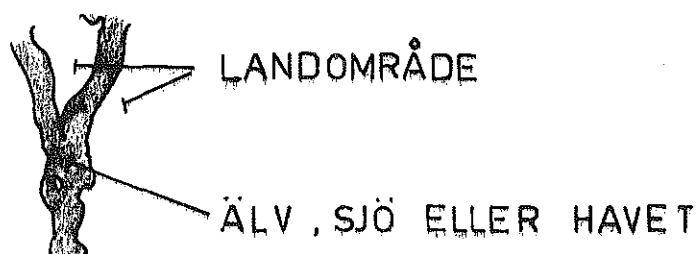
<u>Km.</u>	<u>Plats</u>
0	Kläckgrundet
4,0	Bro Mon
5,1	Bro E4
10,1	Älvkarleby kraftverk
11,3	Järnvägsbro
14,9	Lanforsens kraftverksdamm
17,2	Sävsundet
23,2	Bodholmen
27,4	Untraverkets kraftstation
28,9	Ö. Tylleroppsön
29,8	" "
32,0	Fiskeholmen
36,2	Bro Söderfors
46,7	Klockarholmarna
51,4	Hasselön
55,9	Södra Sundet
60,5	Hästholmen
64,2	Järnvägsbro Storön
66,0	Bro Gysinge Kalvbron
72,6	Karlholmen
74,1	Aspön
81,0	Älgön
86,4	Stadarna, Tyttbo plan. kraftverk
89,3	Härsingen kraftledn.
90,7	Hovnäs färja
95,2	Lillön
97,4	Lammön
98,9	Bro Näs
99,85	Damm Näs
101,5	Jugansboforsen - kraftledn.
110,95	Bro, Folkkärna
115,35	Ö Kroken
120,77	Bro Krylbo, väg + jvg

122,35	Bro Avesta
123,15	Avesta Lillfors
124,14	Avesta Storfors damm
124,21	Bro W1
129,4	Asköholmen
139,1	Grådöbron
139,8	Bro Hedemora
151,0	Bro Vikbyn
158,0	Bro Näsgårdsön
161,9	Bro Husby
163,300	Olofsfors, Bergaforsen
170,69	Bro Uppbo
173,32	Skedvi kraftverk
175,60	Flottbro Skedvi
175,70	Bro Landa
178,90	Färja Översätra
183,23	Långhags kraftverk
191,0	Bro Gustafs
197,7	Bro Torsång
202,9	Flott-bro Nyckelby
205,0	Bro Islingby
206,50	Domnarvet kraftverk
206,67	Bro Domnarvet
208,55	Bullerforsen, damm
210,38	Kvarnsveden, damm
211,60	Forshuvud, damm
212,00	Forshuvud, bro
221,62	Bro, väg 70
227,77	Bro jvg Duynäs
234,08	Grund uppströms Holmen
239,00	Bro Djurås
244,300	Bro Gagnef - Flottbro
247,200	Flottbro

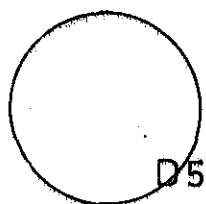
248,75	Kraftverk Gråda
250,10	Bro, Marielund
250,4	Bro Insjön
261,50	Bro Insjön jvg
271,20	Bro jvg Leksand
271,70	Bro Leksand
313,00	Bro jvg Mora-Noret
313,15	Bro Mora - Noret
326,7	Småbåtshamnen Orsa

FIGURERNA F 1 TILL F 13 VISAR DALA-KANALS
TÄNKTA STRÄCKNING FRÅN ÖSTERSJÖN TILL
ORSA SJÖN - SILJAN, FARLEDEN HAR DRAGITS
MED SYFTE ATT MINIMERA ANLÄGGNINGS -
KOSTNADERNA.

BETECKNINGAR.



12/500



LÄNGDMÄTNING FRÅN ÖSTERSJÖN MÄTT
LÄNGS ÄLVENS NATURLIGA DJUPFÅRA.

ANGER ATT DETALJRITNING FINNS, SE
EX. FIGUR D 5 I DETTA FALL.

FORTS.



LANDSVÄG



JÄRNVÄG

K

KRAFTVERK

S

SLUSS

R

RÖRLIG BRO

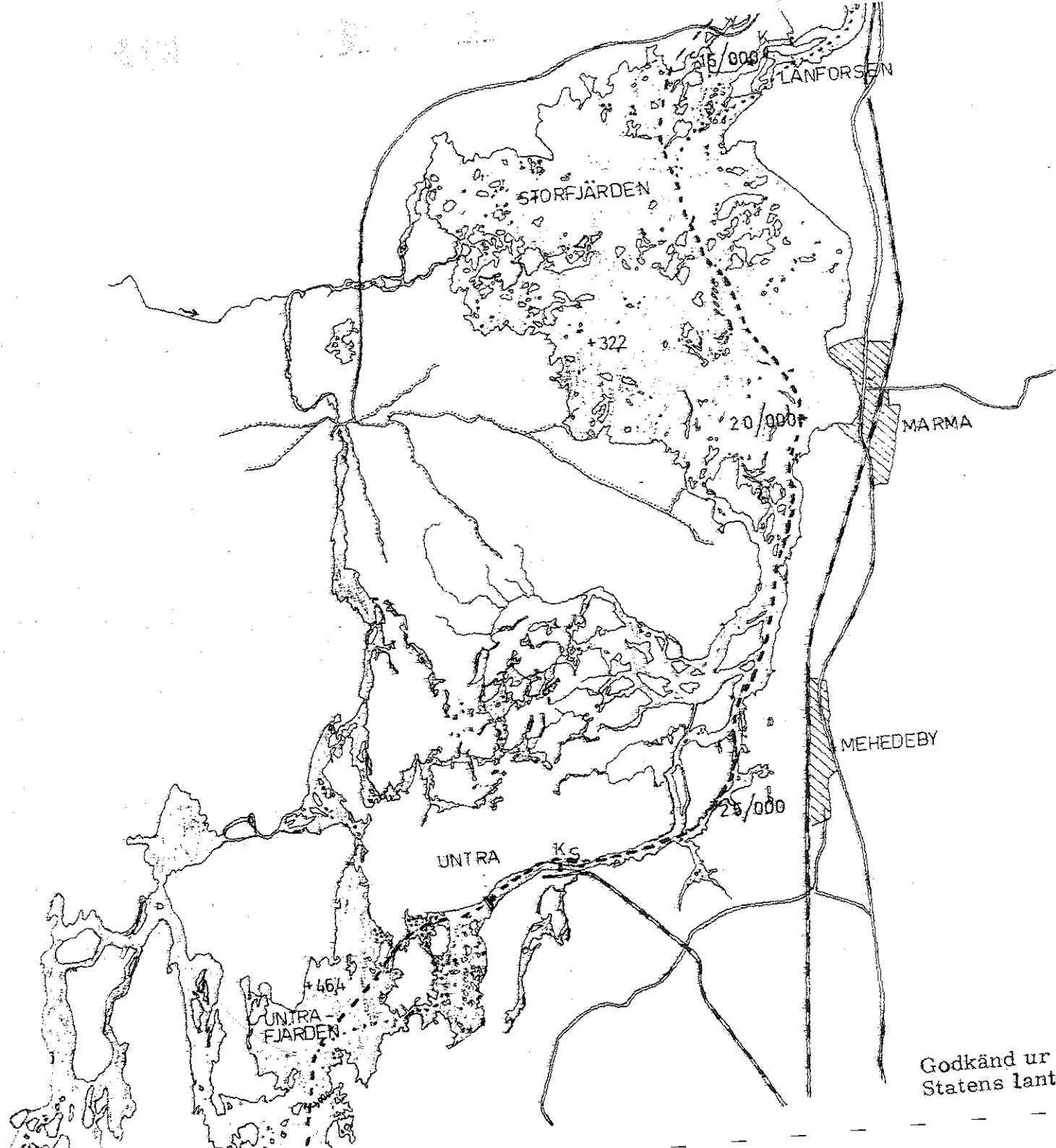


FIG. F 2

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

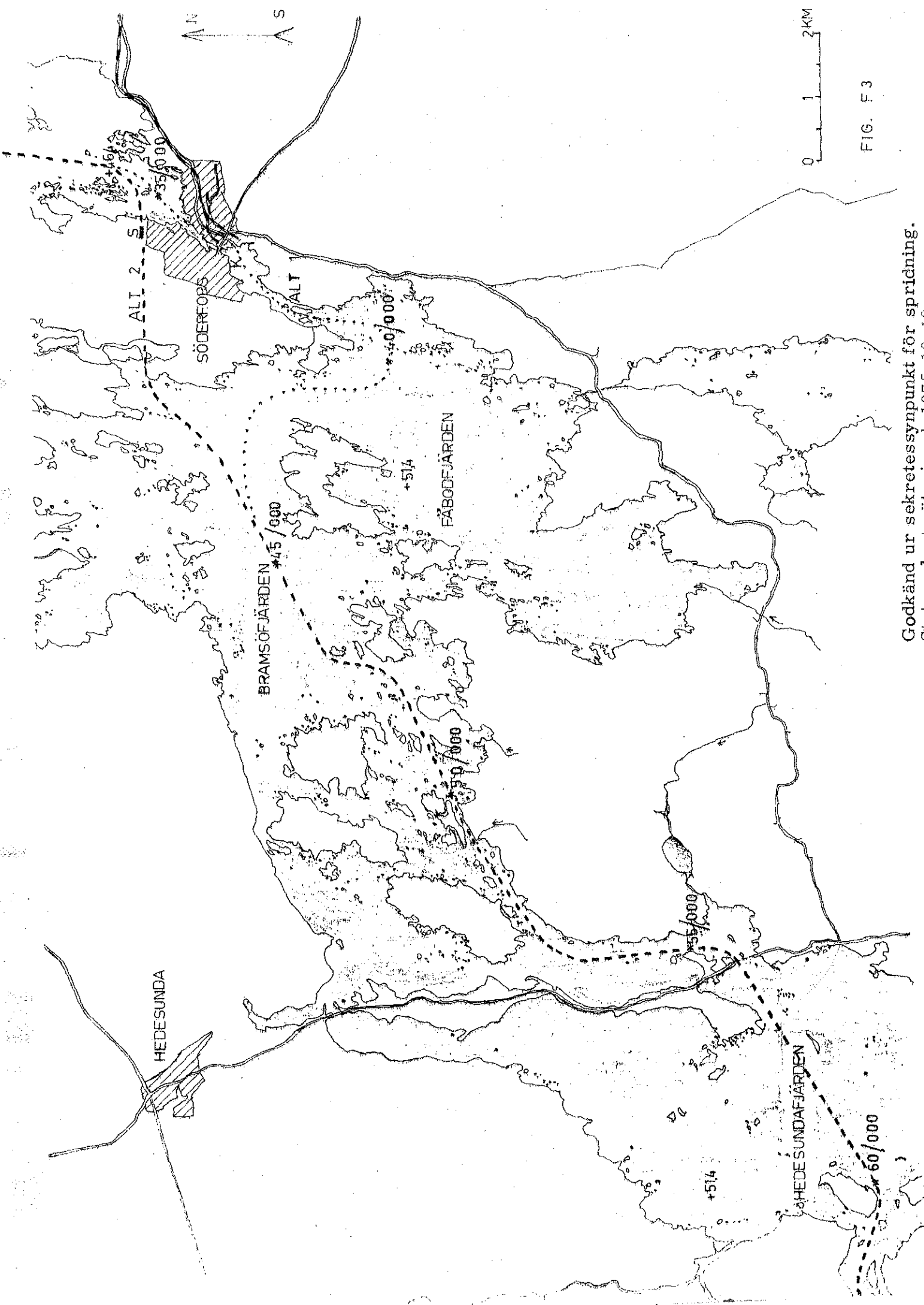


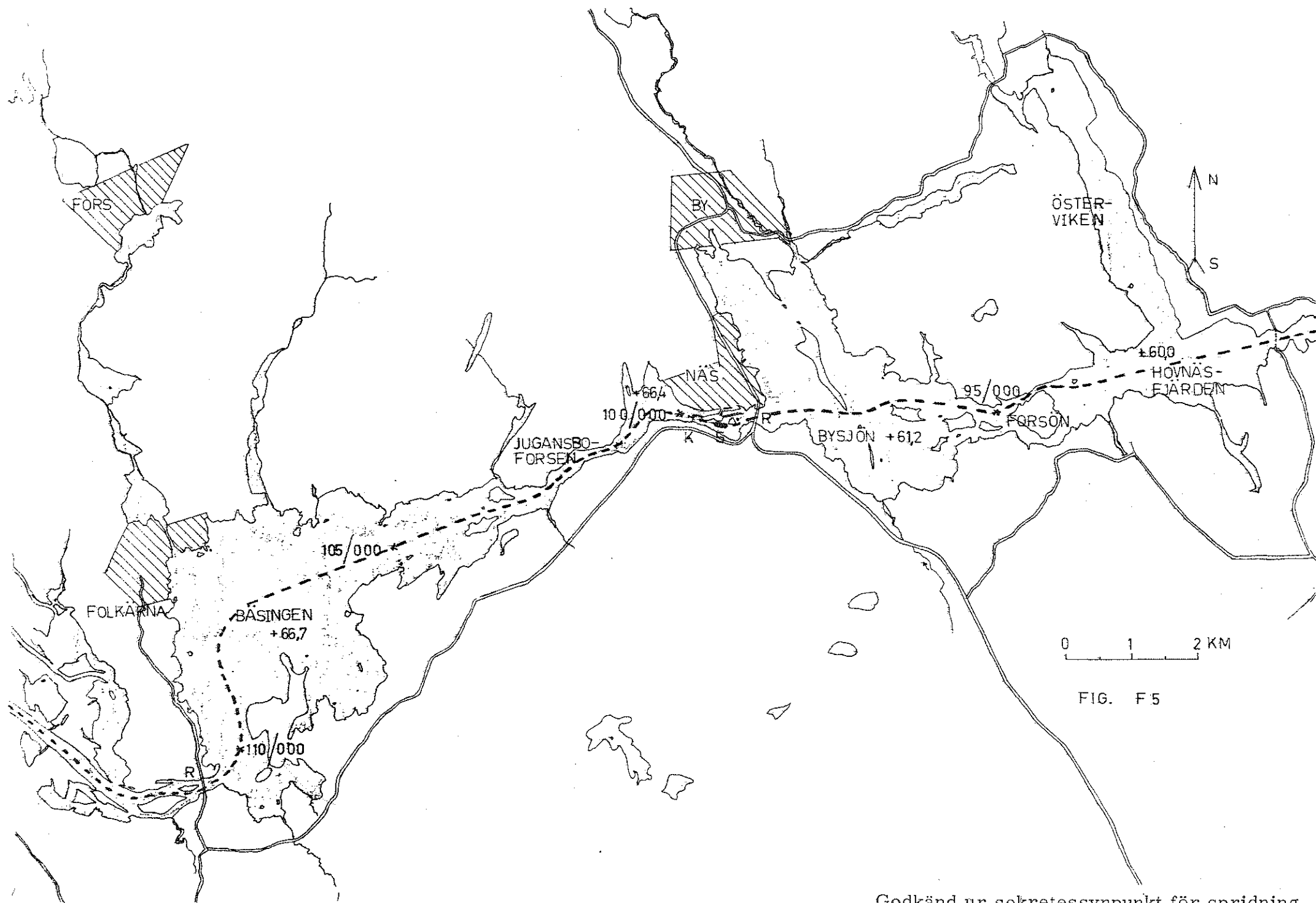
FIG. F3

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäterverk 1975-10-13



FIG. F4

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens Lantmäteriet 1975:10:10



Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.

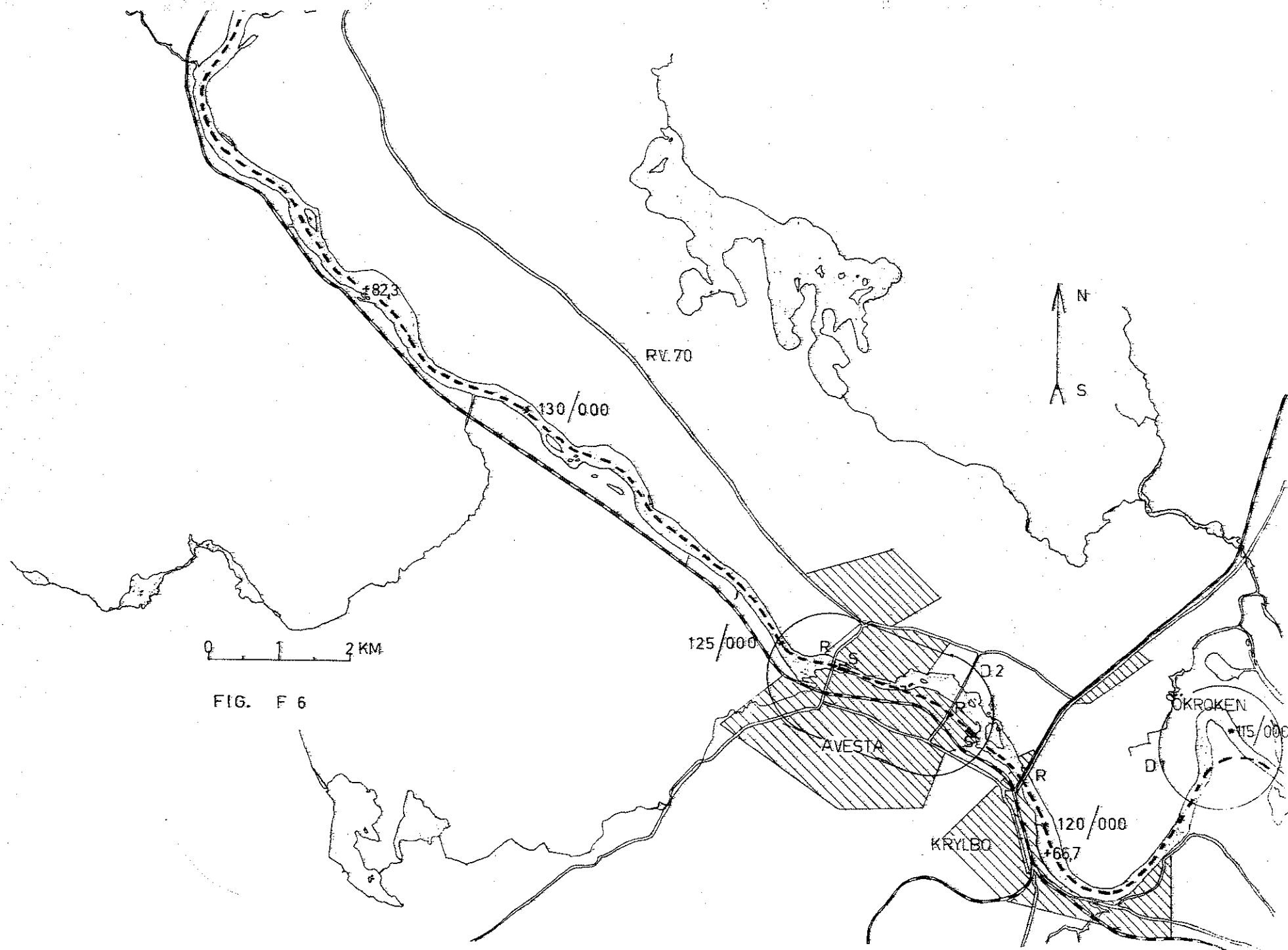


FIG. F 6

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

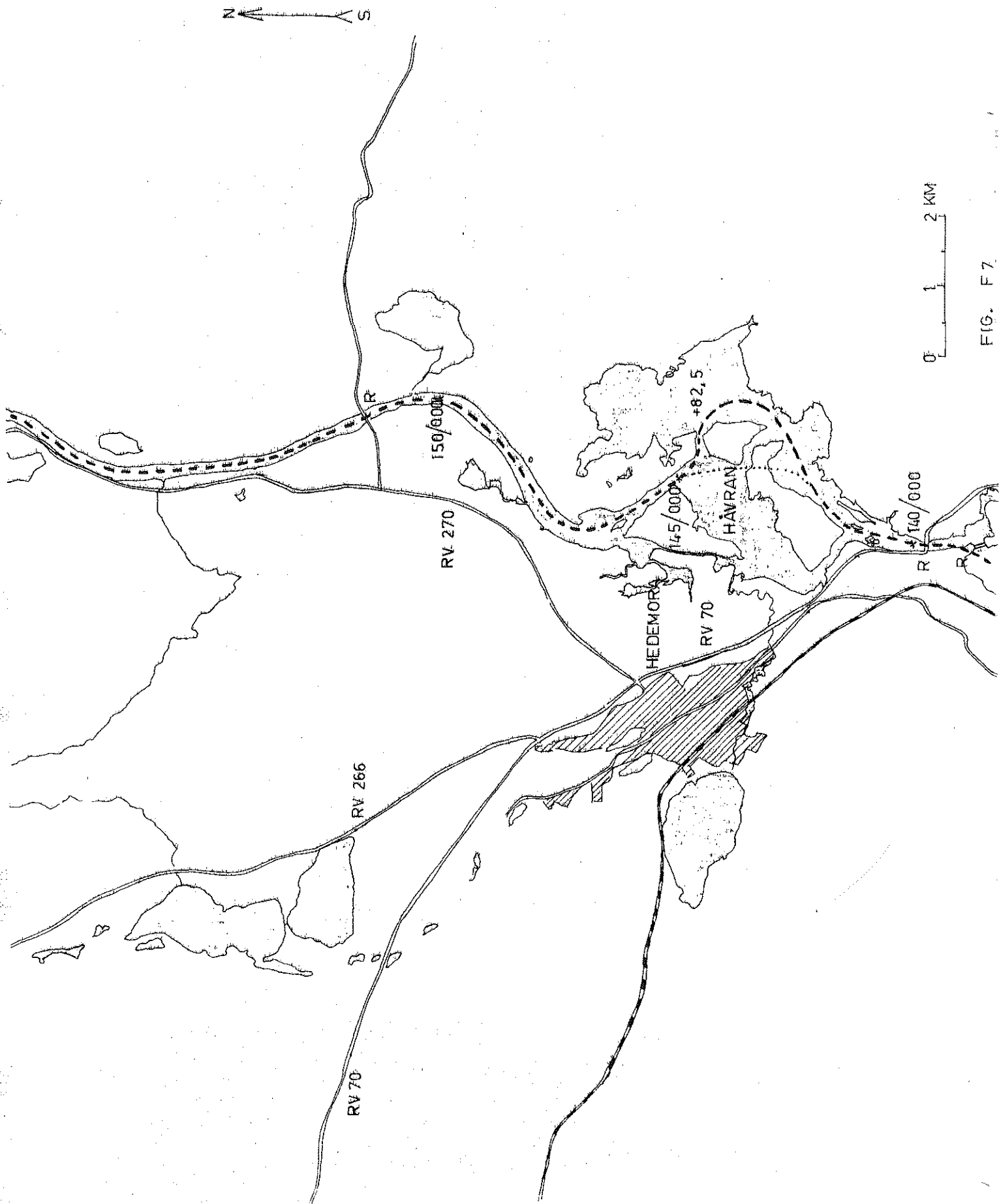
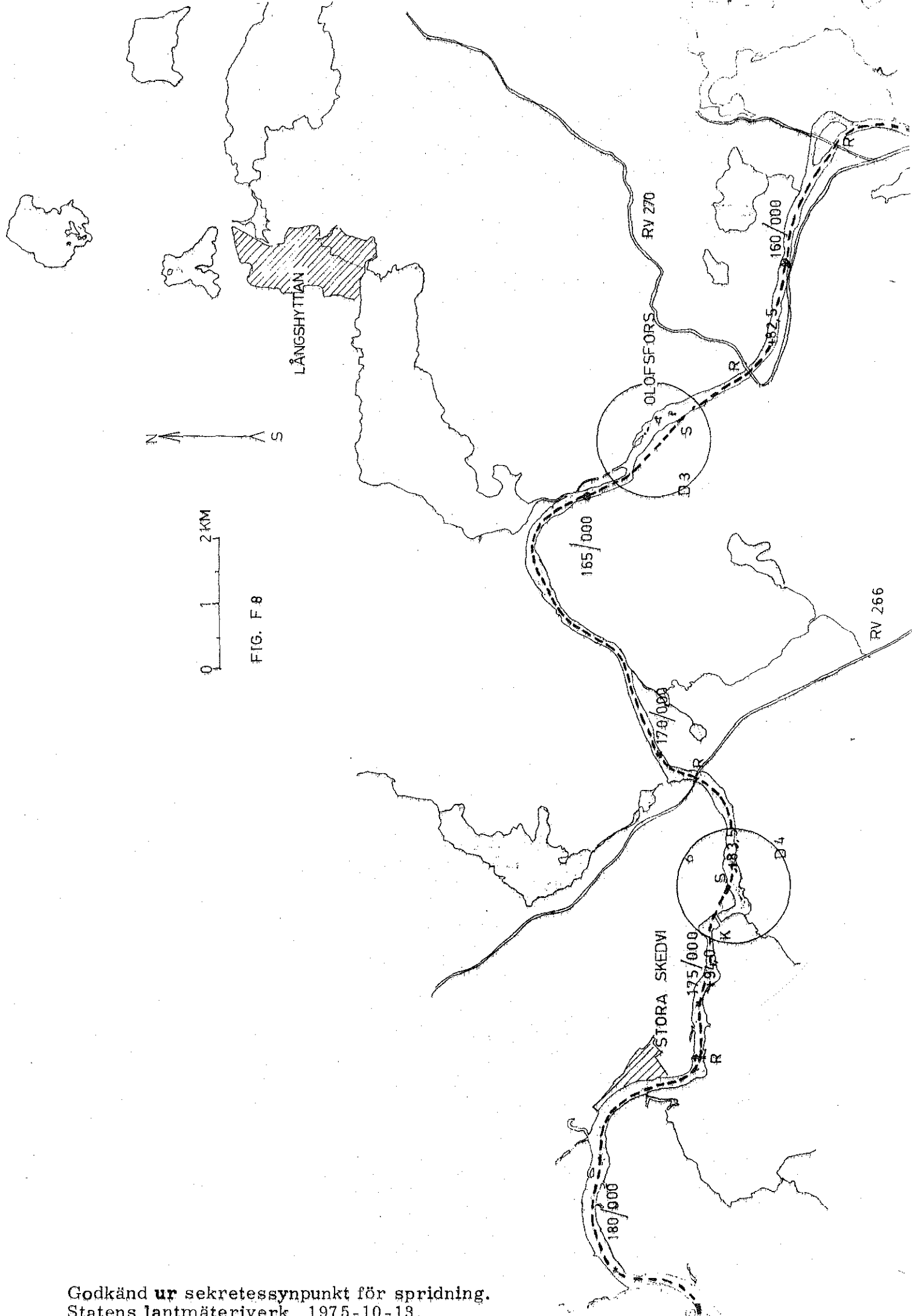
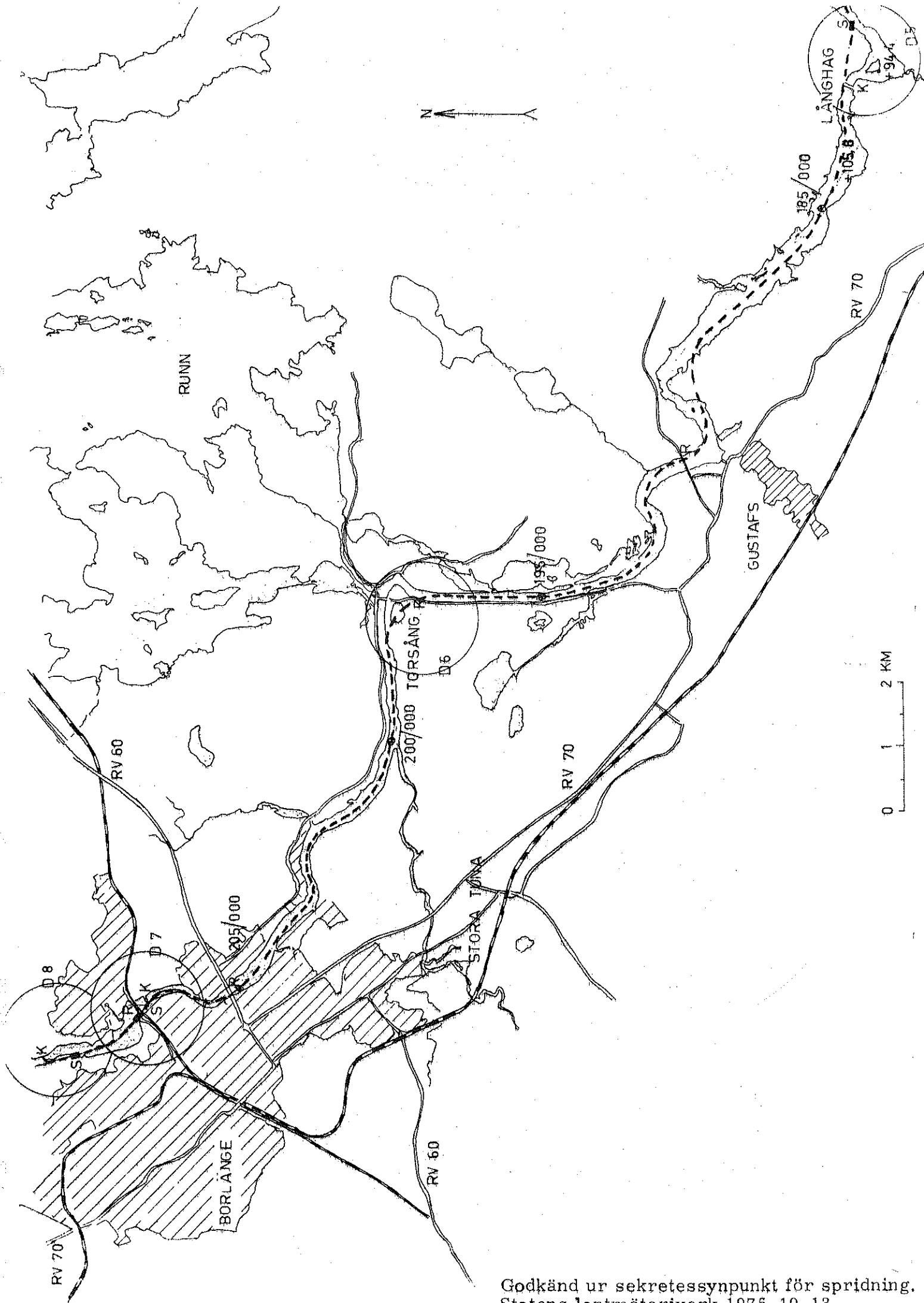


FIG. F7.



Godkänd **ur** sekretessynpunkt för spridning.
 Statens lantmäteriverk 1975-10-19.



Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
 Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

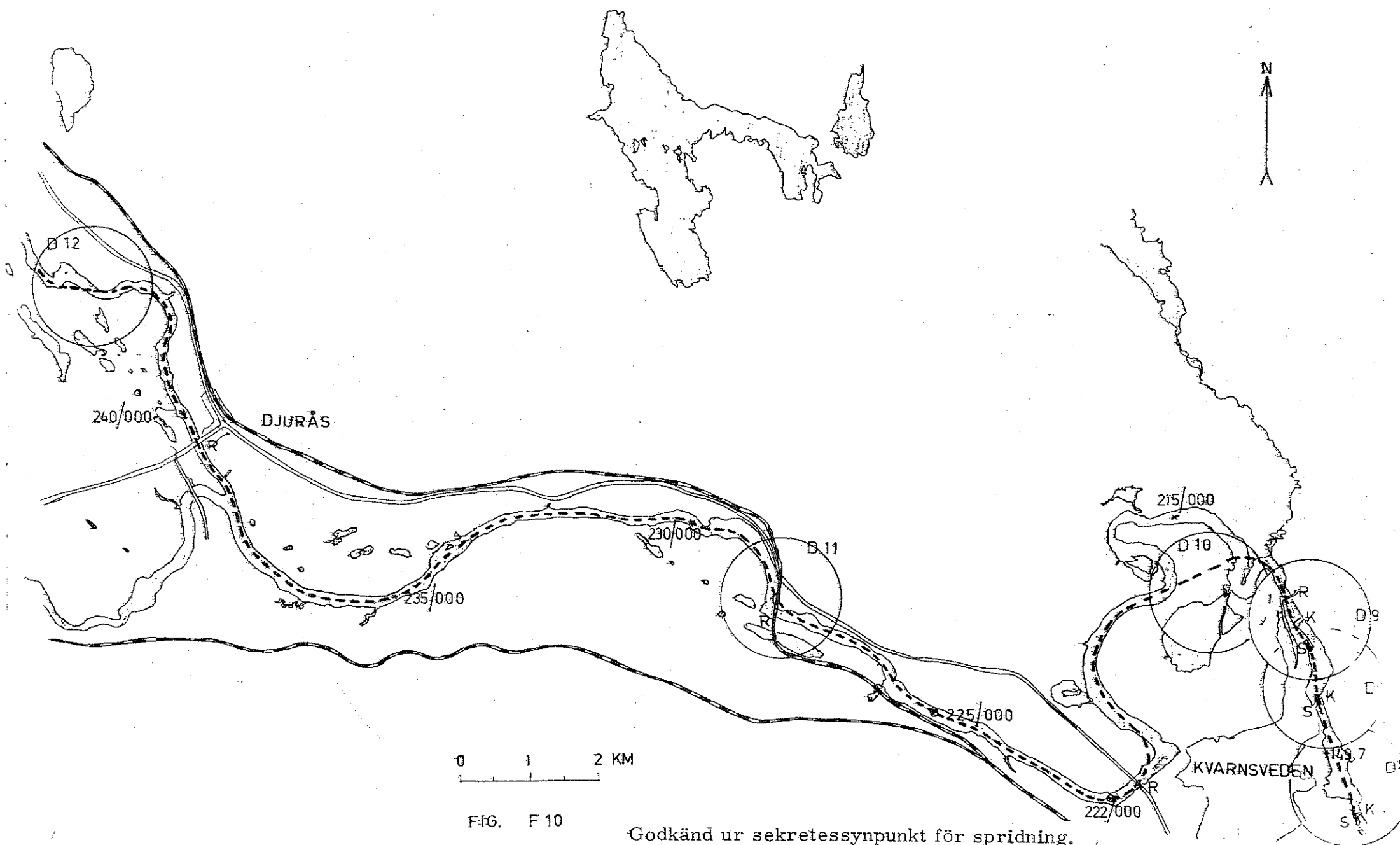
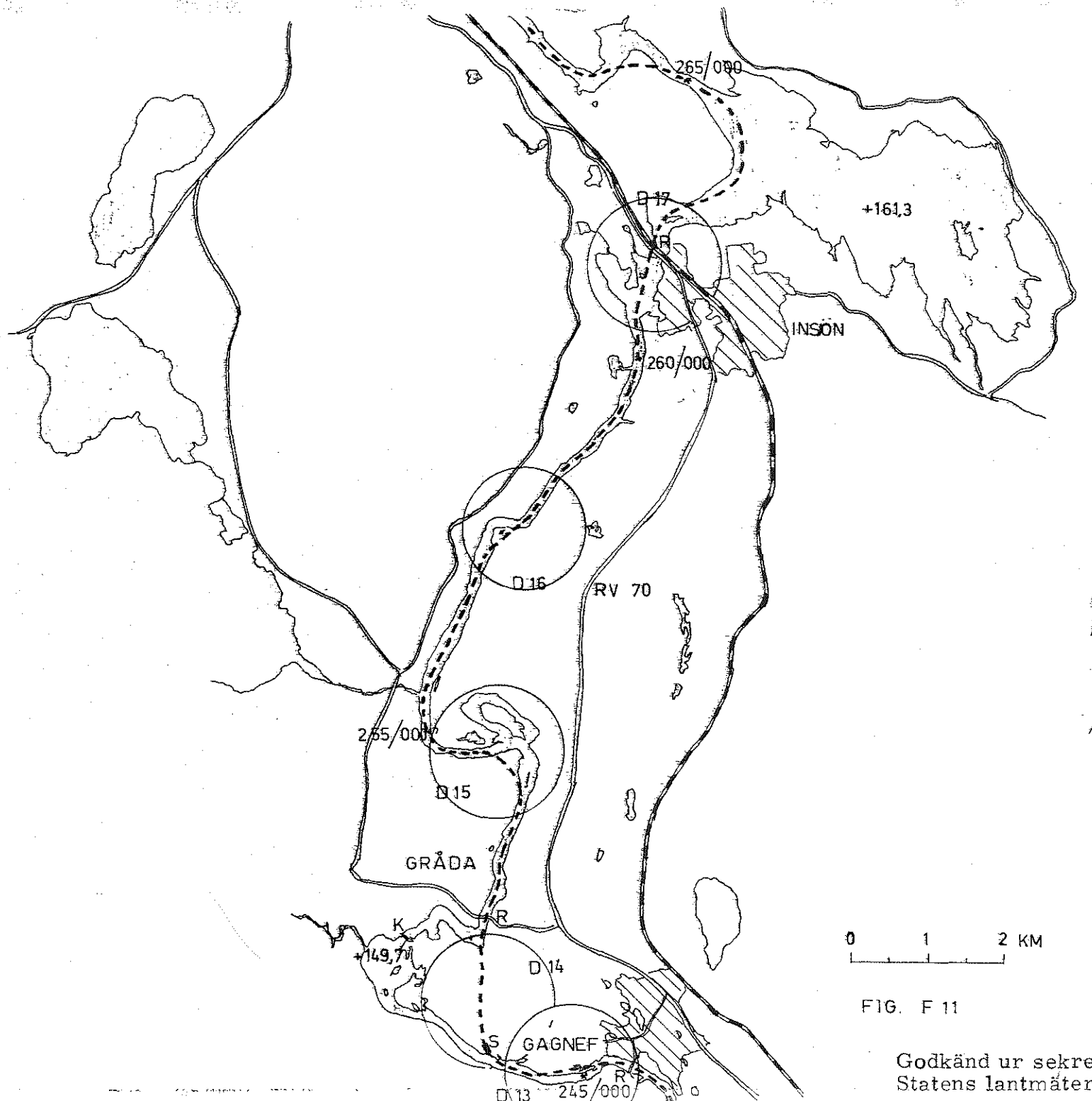


FIG. F 10

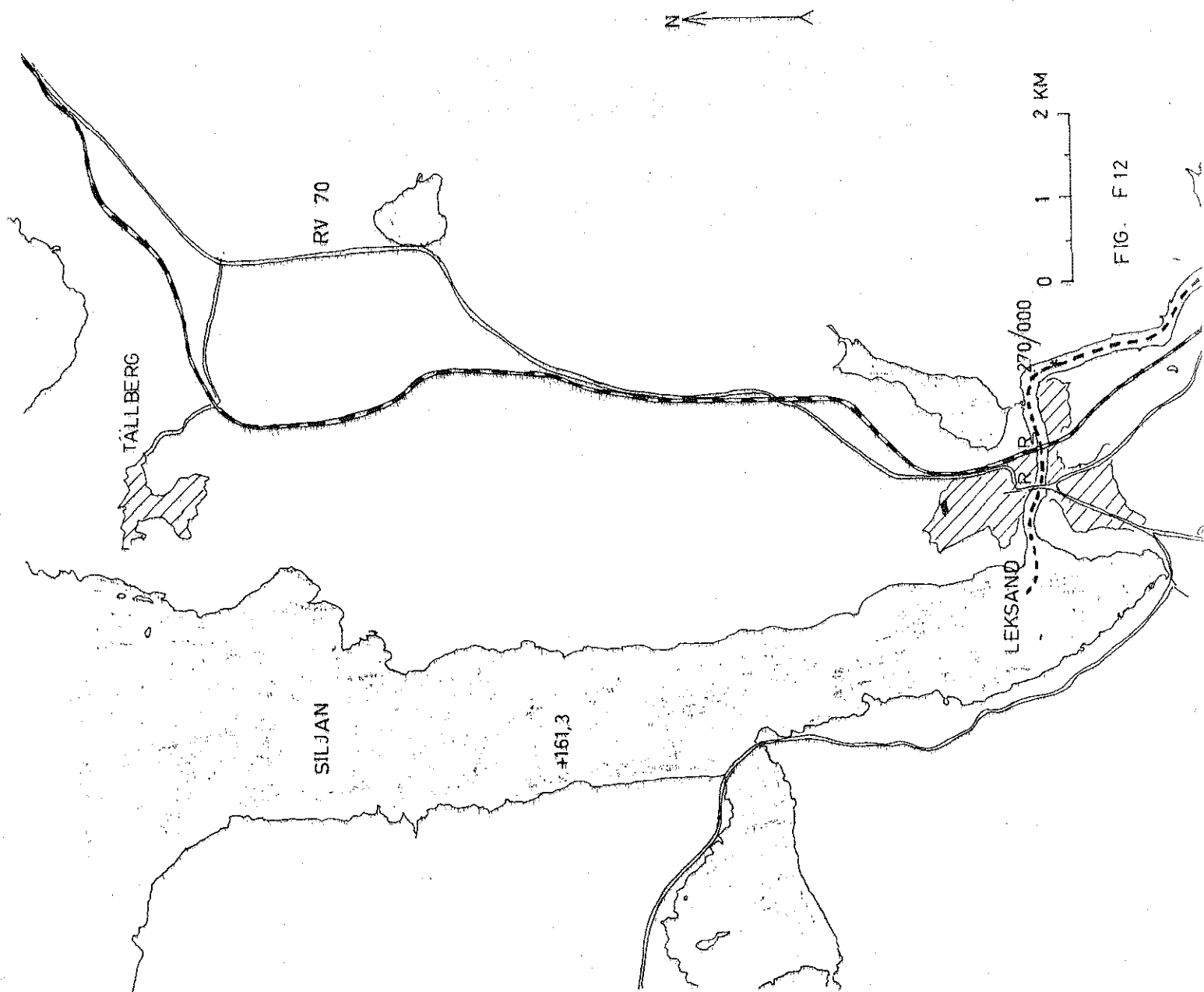
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.



0 1 2 KM

FIG. F 11

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.



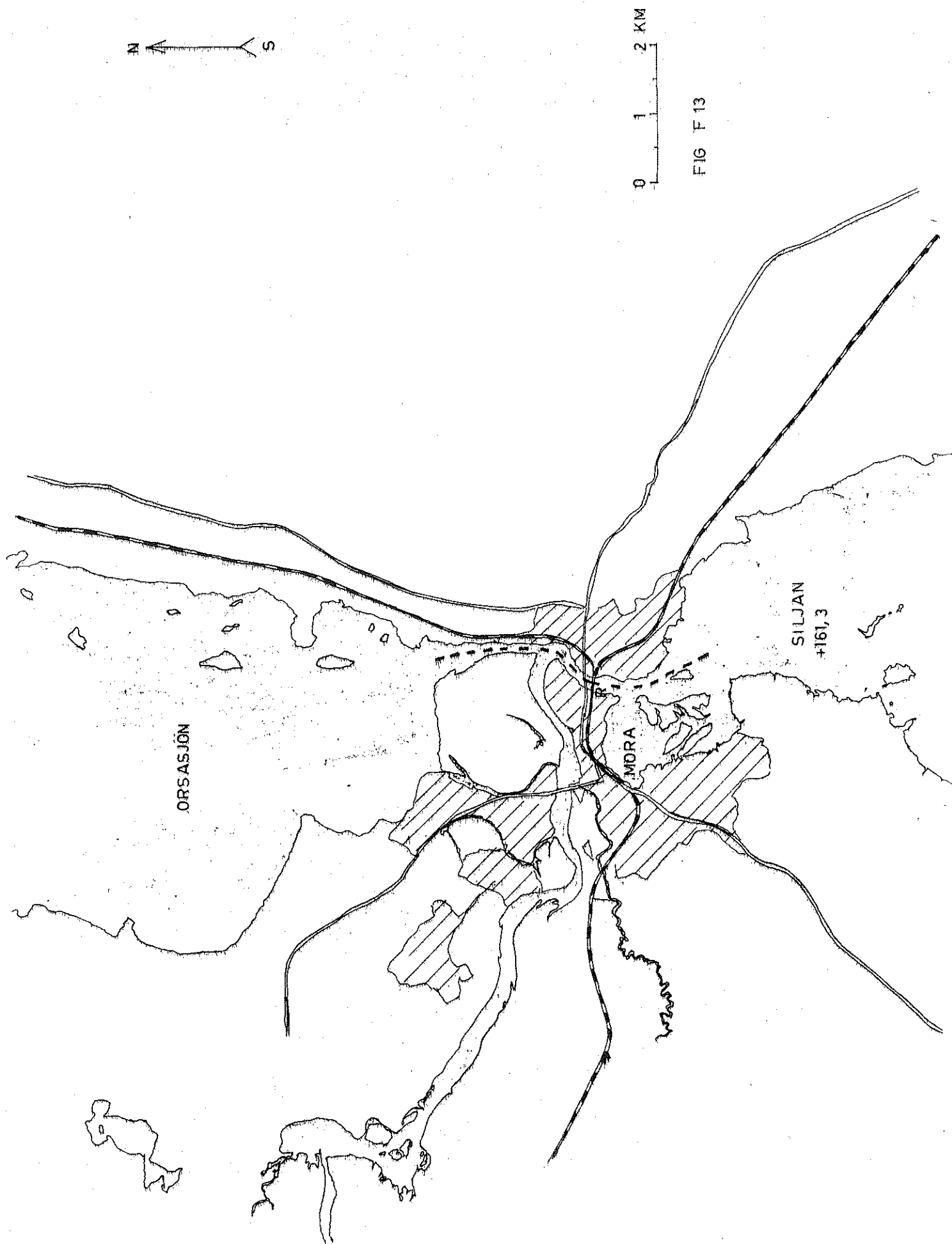


FIG F 13

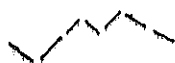
19. BOTTENPROFIL

FIGURERNA P1 TILL P8 VISAR BOTTENPROFILERNA
FÖR ÄLVENS NUVARANDE HUVUDFÅRA OCH I SJÖAR
LÄNGS DEN TÄNKTA FARLEDEN, FARLEDENS STRÄCK-
NING I FJÄRDARNA NEDSTRÖMS AVESTA HAR DRAGITS
MED SYFTE ATT MINIMERA MUDDRINGSMASSORNA.

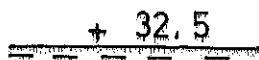
BETECKNINGAR.



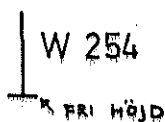
KÄNDA BOTTENDJUP.



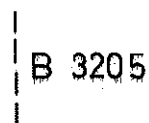
UPPSKATTADE BOTTENDJUP.



MEDELVATTENYTANSNIVÅ.



LANDSVÄGSBRO MED FRI HÖJD.



JÄRNVÄGSBRO -//- -//- -//-



LÄGE AV EX. ORT.

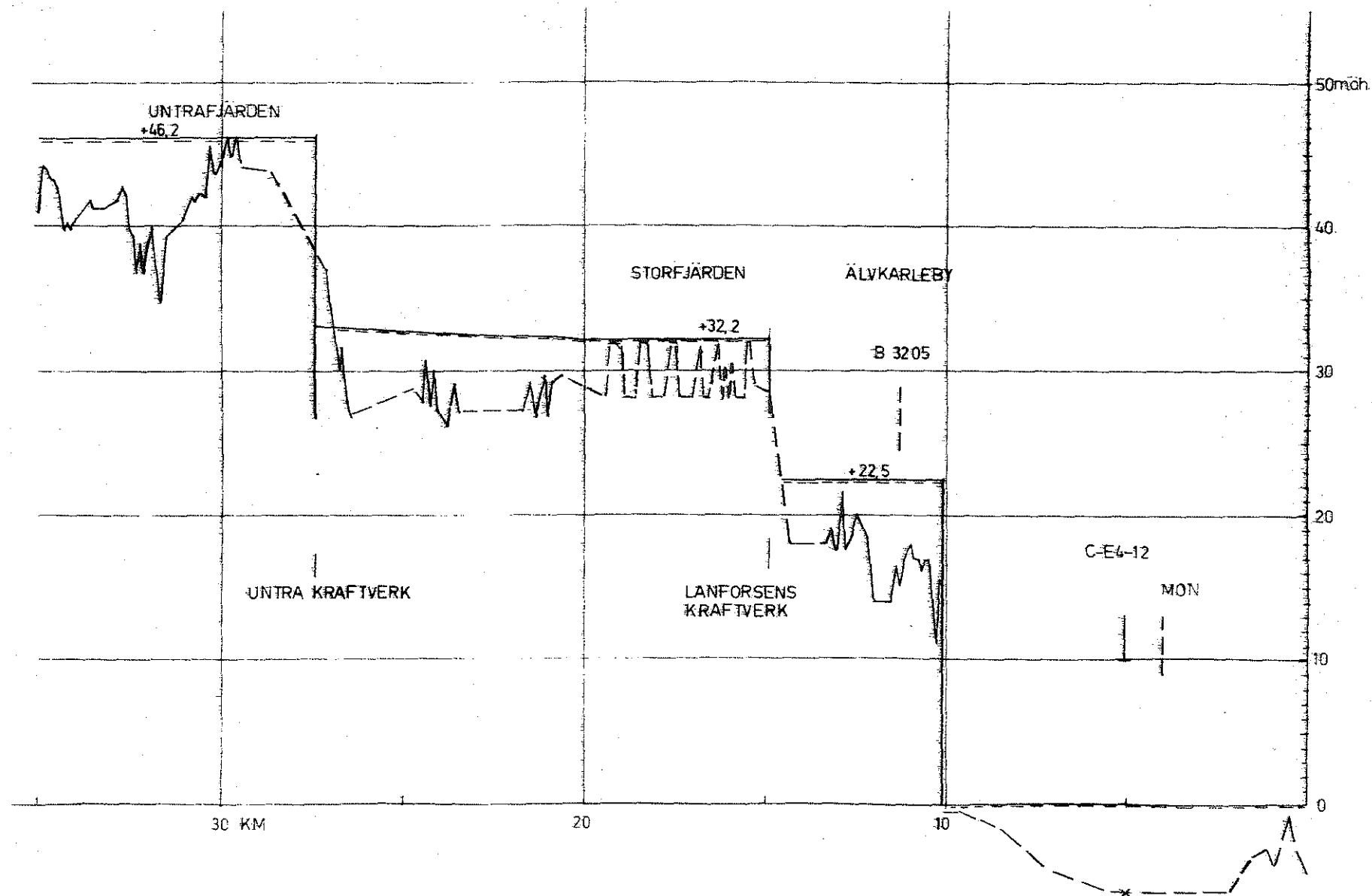


FIG. 1 P 1

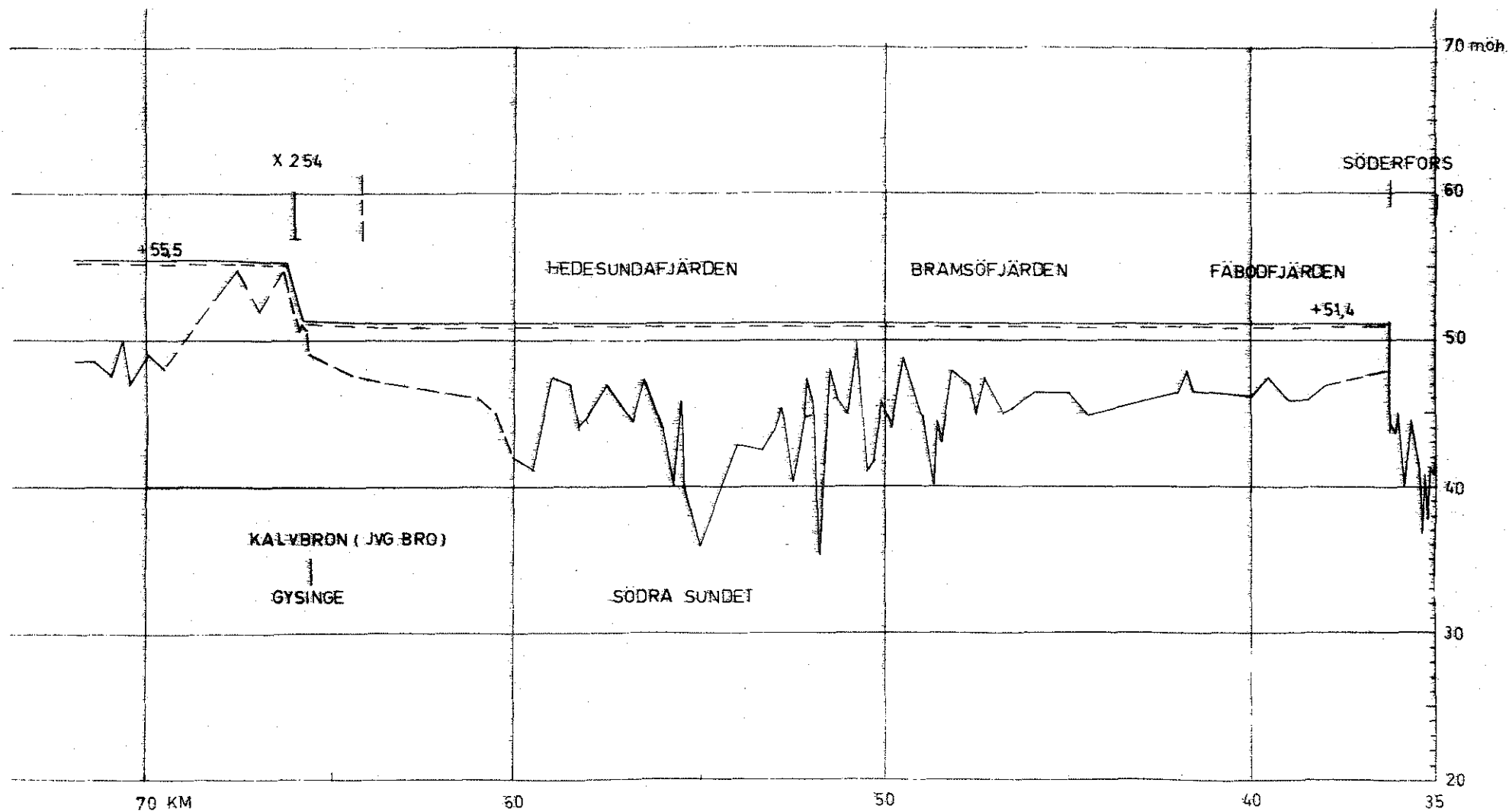


FIG. P 2 ,

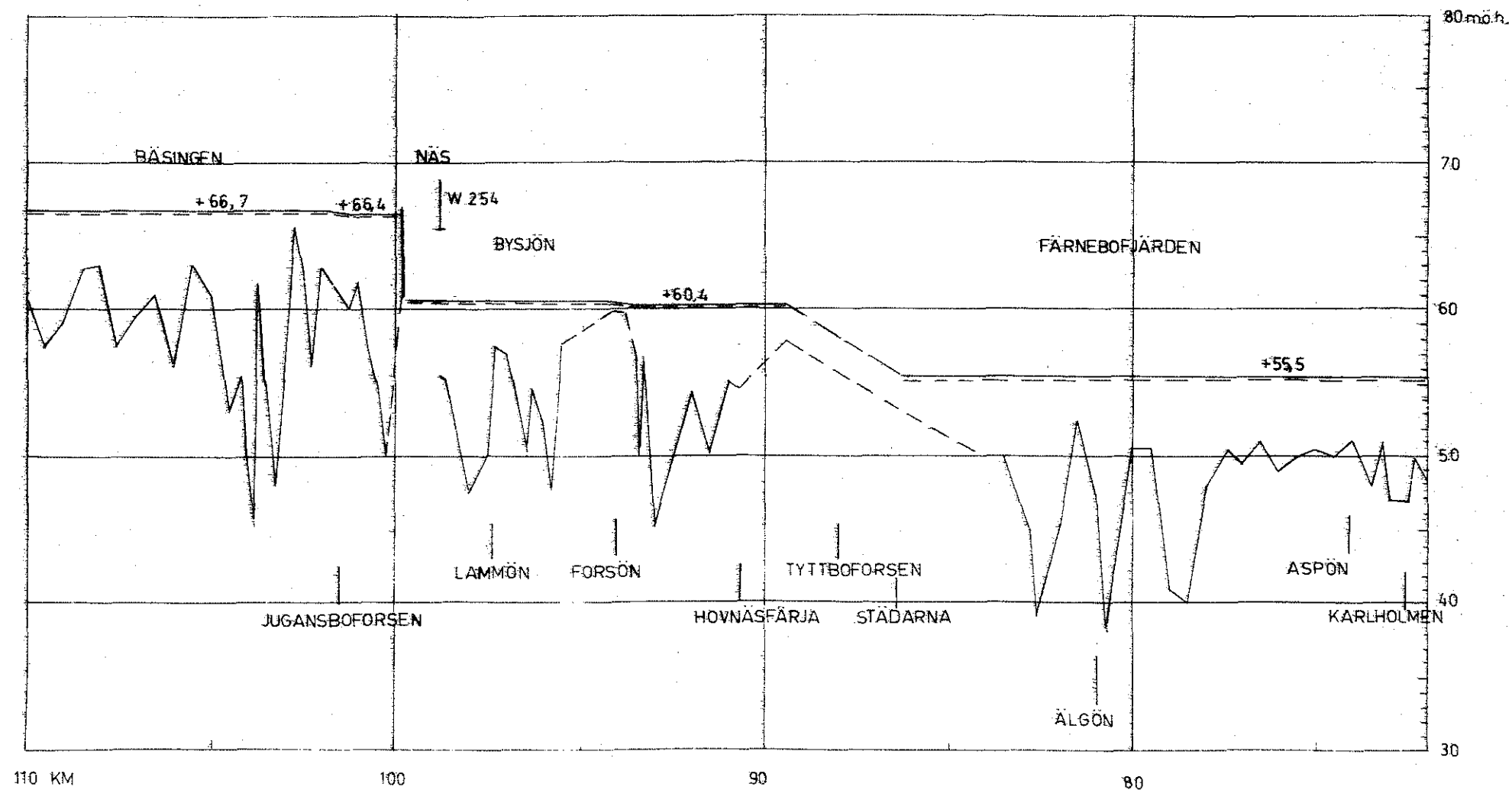


FIG. P 3

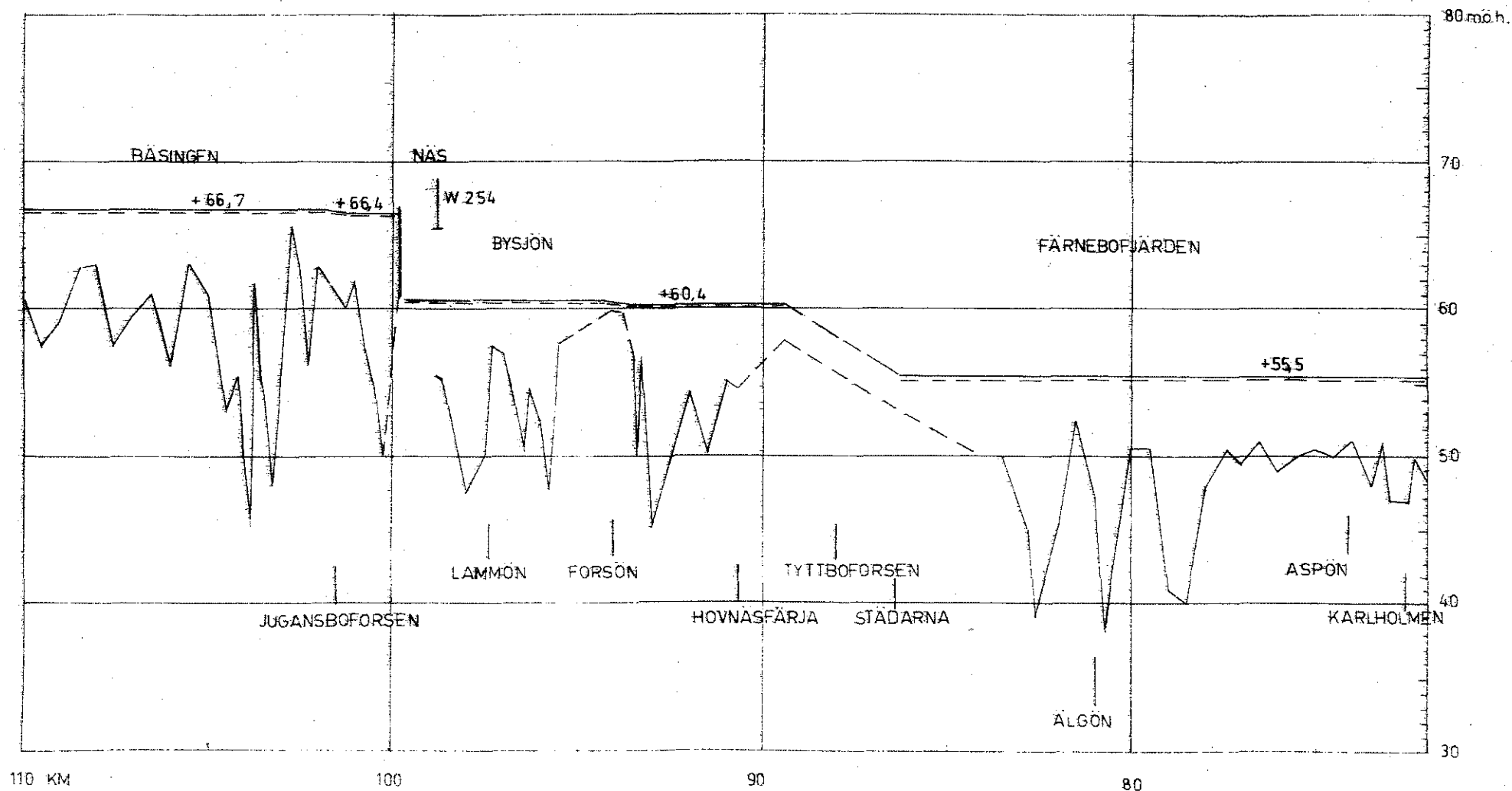


FIG. P 3

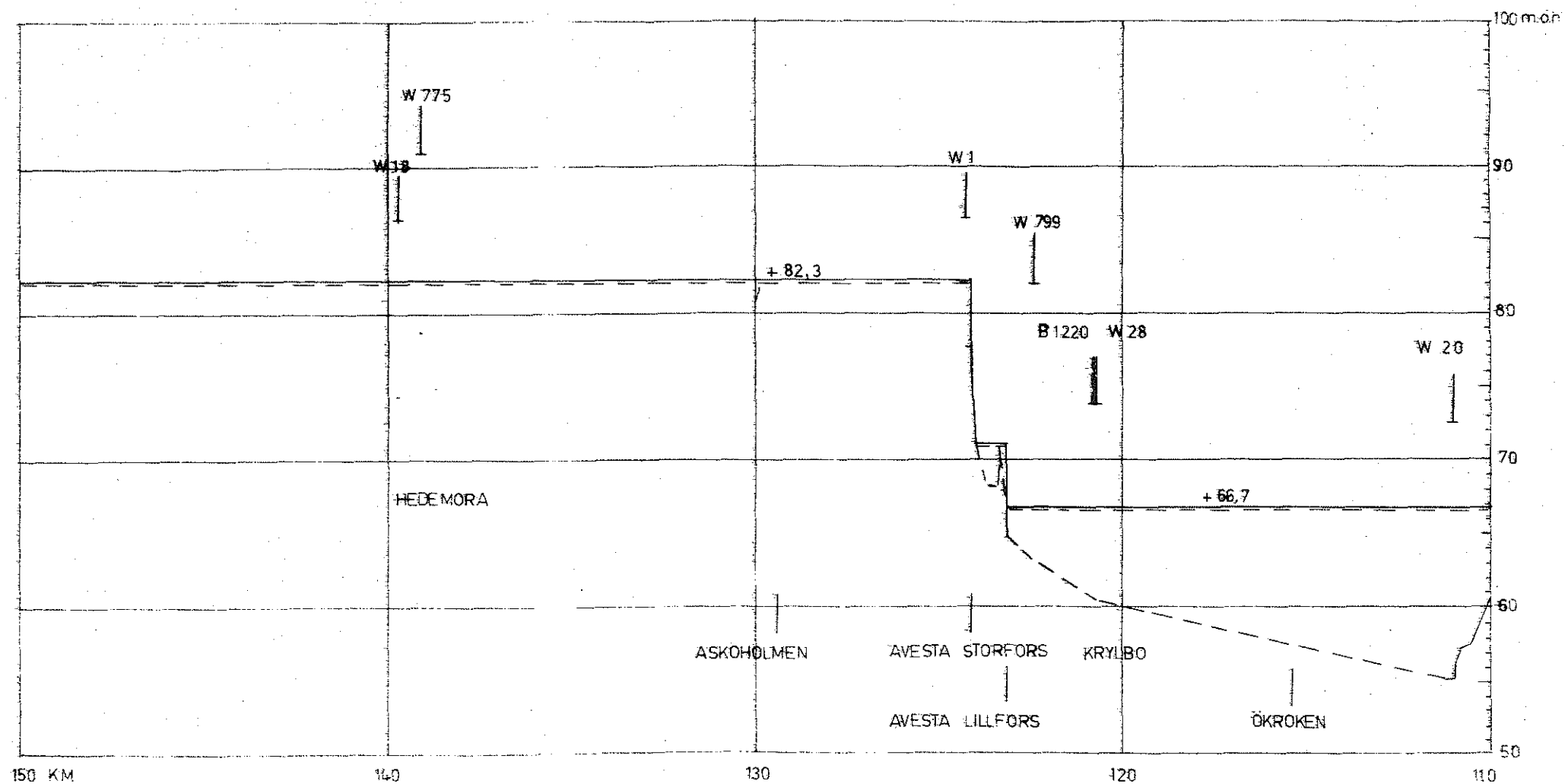


FIG. P 4

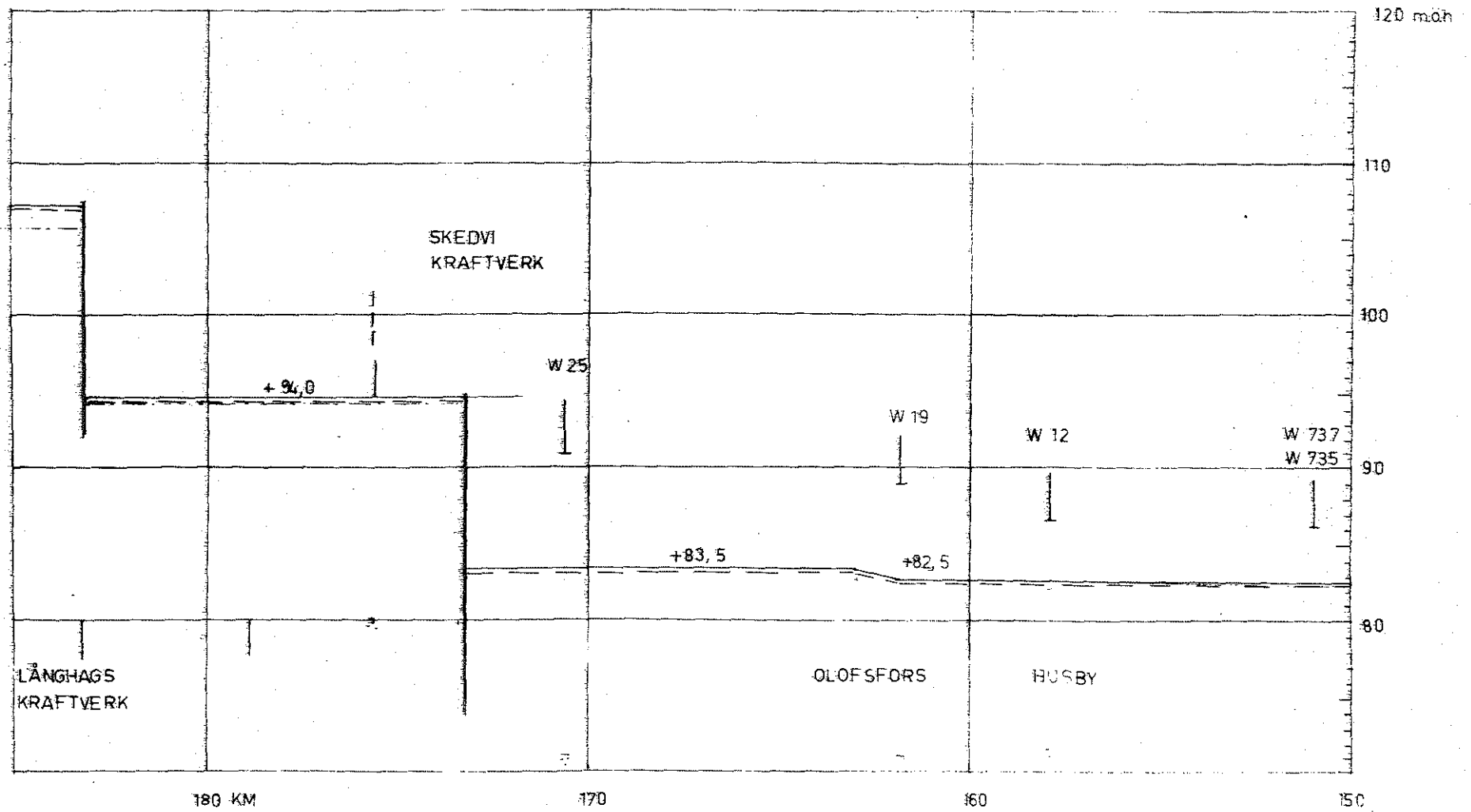


FIG. P5

W 42

W 785

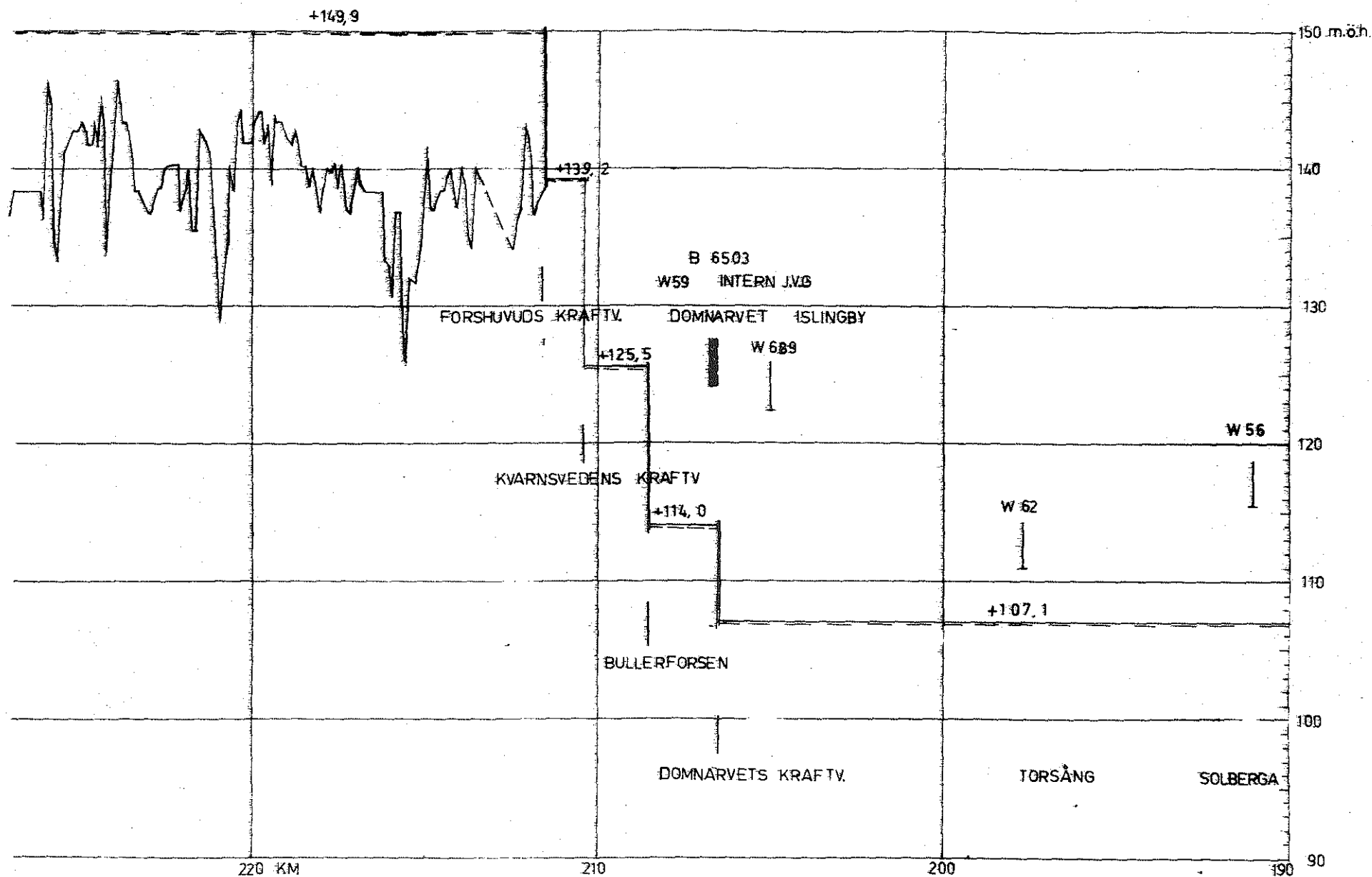


FIG. P 6

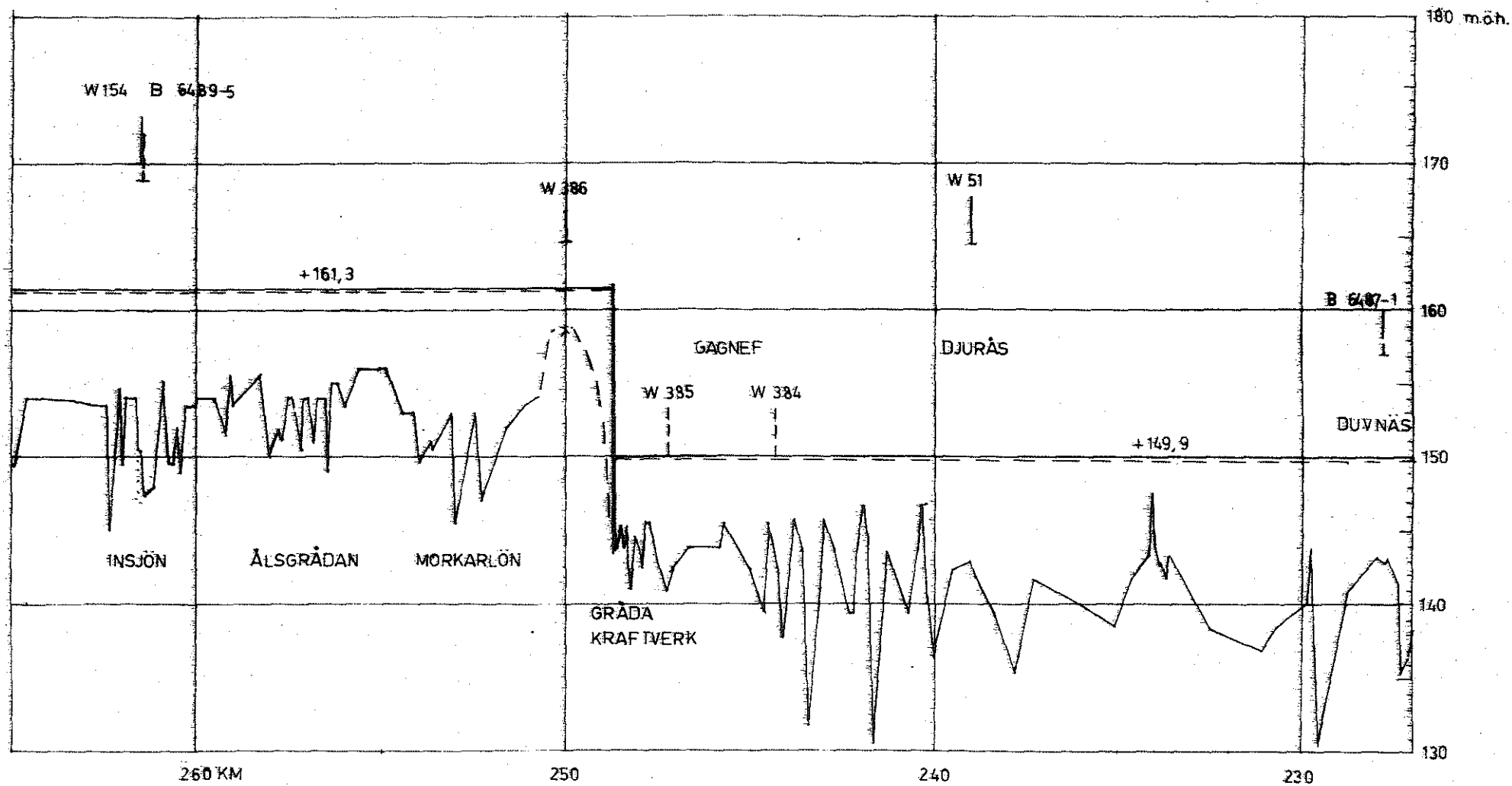


FIG. P 7

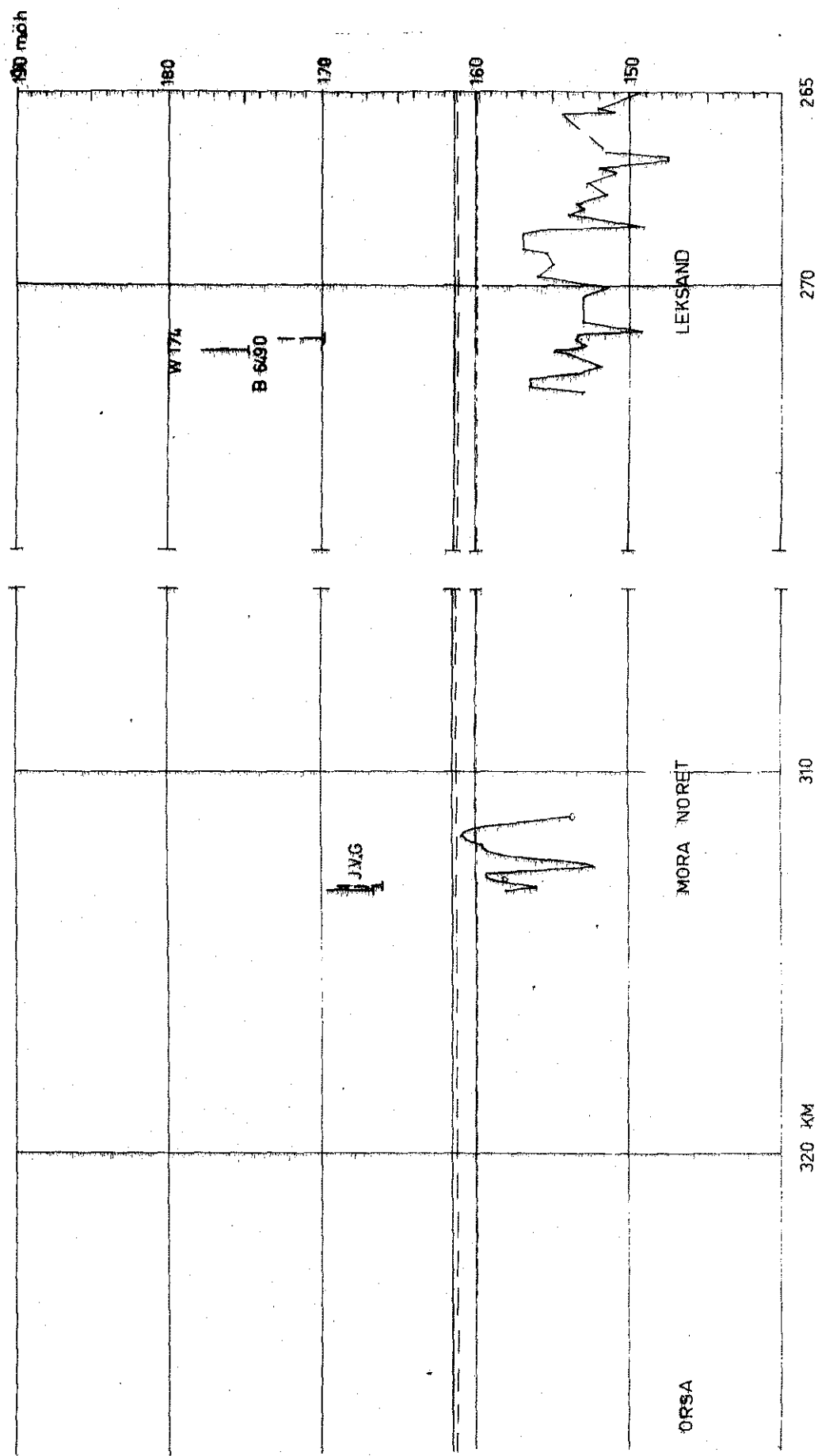
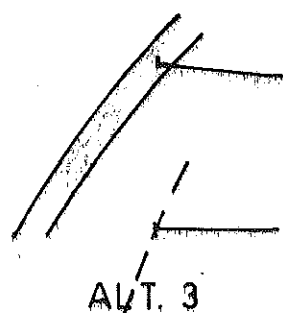


FIG. 28

20. DETALJRITNINGAR

FIGURERNA D1 TILL D18 VISAR I SKALA 1:10 000
DALA KANALS STRÄCKNING VID VISSA KONFLIKTPUNKT-
ER. FARLEDEN HAR DRAGITS MED SYFTE ATT
MINIMERA ANLÄGGNINGSKOSTNADERNA.

BETECKNINGAR



FARLEDSSTRÄCKNING

ALTERNATIV STRÄCKNING

S/

VATTENSKILJARE

V/

VÄNTHAMN

234 / 500

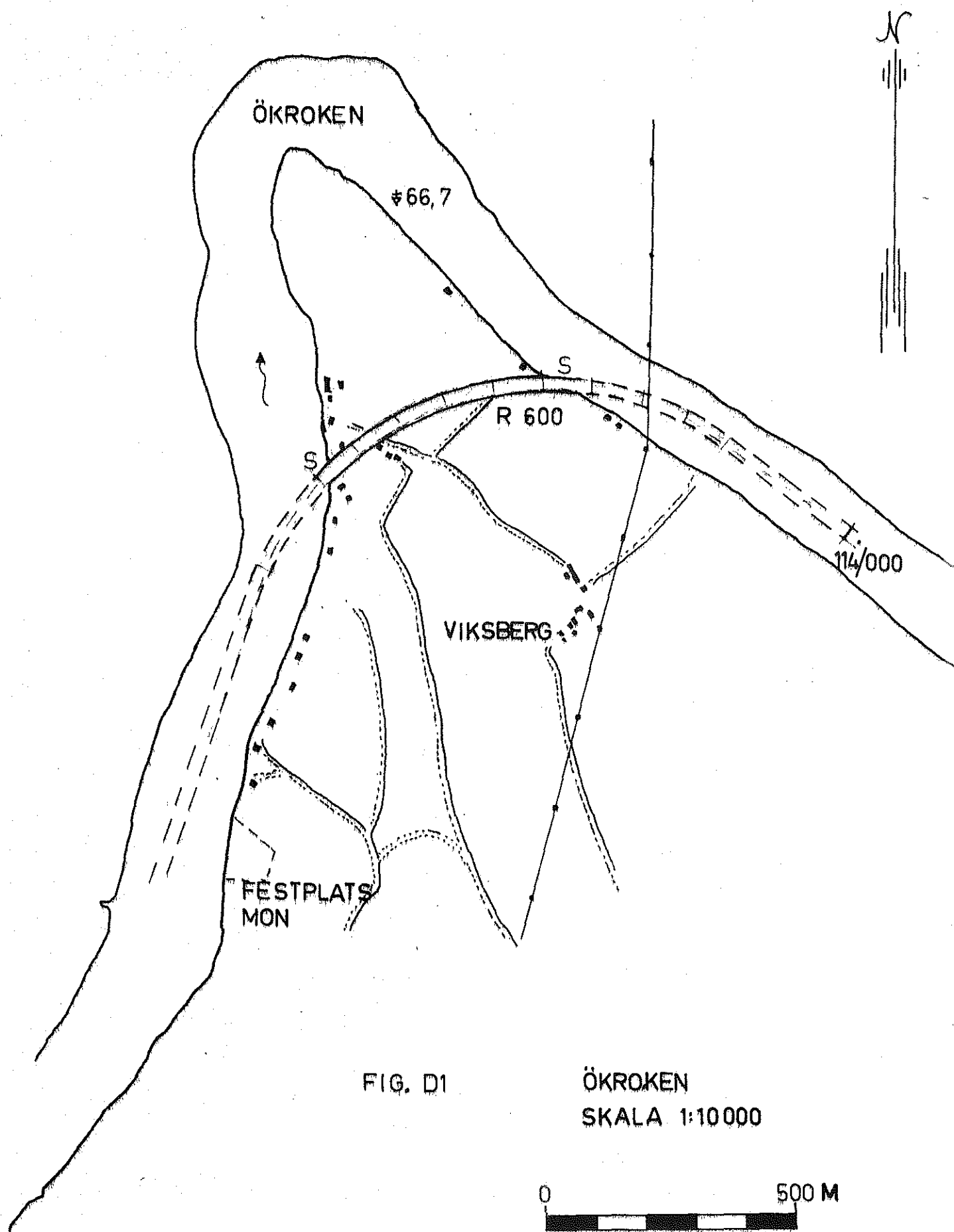
LÄNGDMÄTNING FRÅN ÖSTERSJÖN
MÄTT LÄNGS ÄLVENS NATURLIGA
DJUPFÅRA,

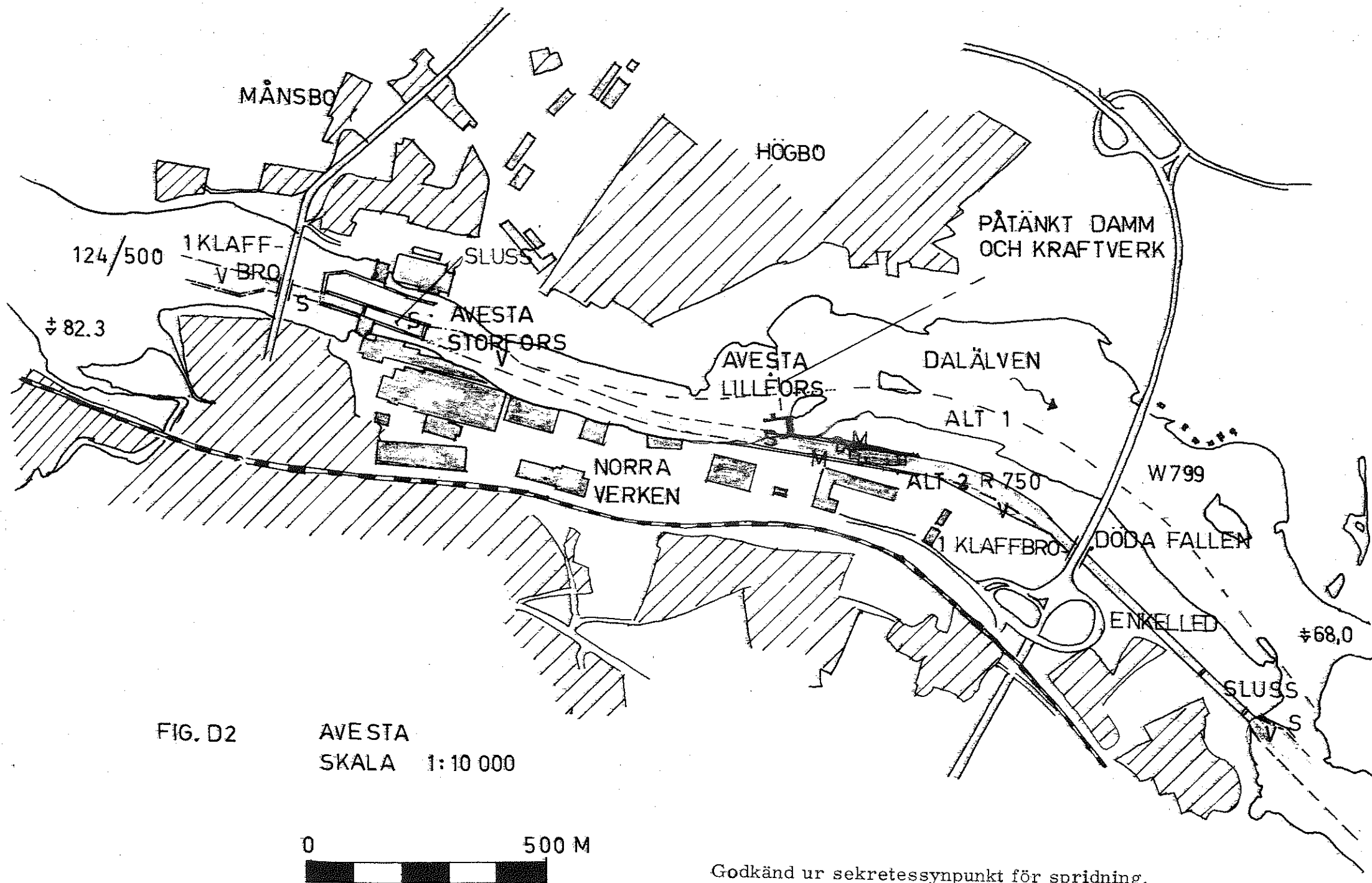


SAMHÄLLE

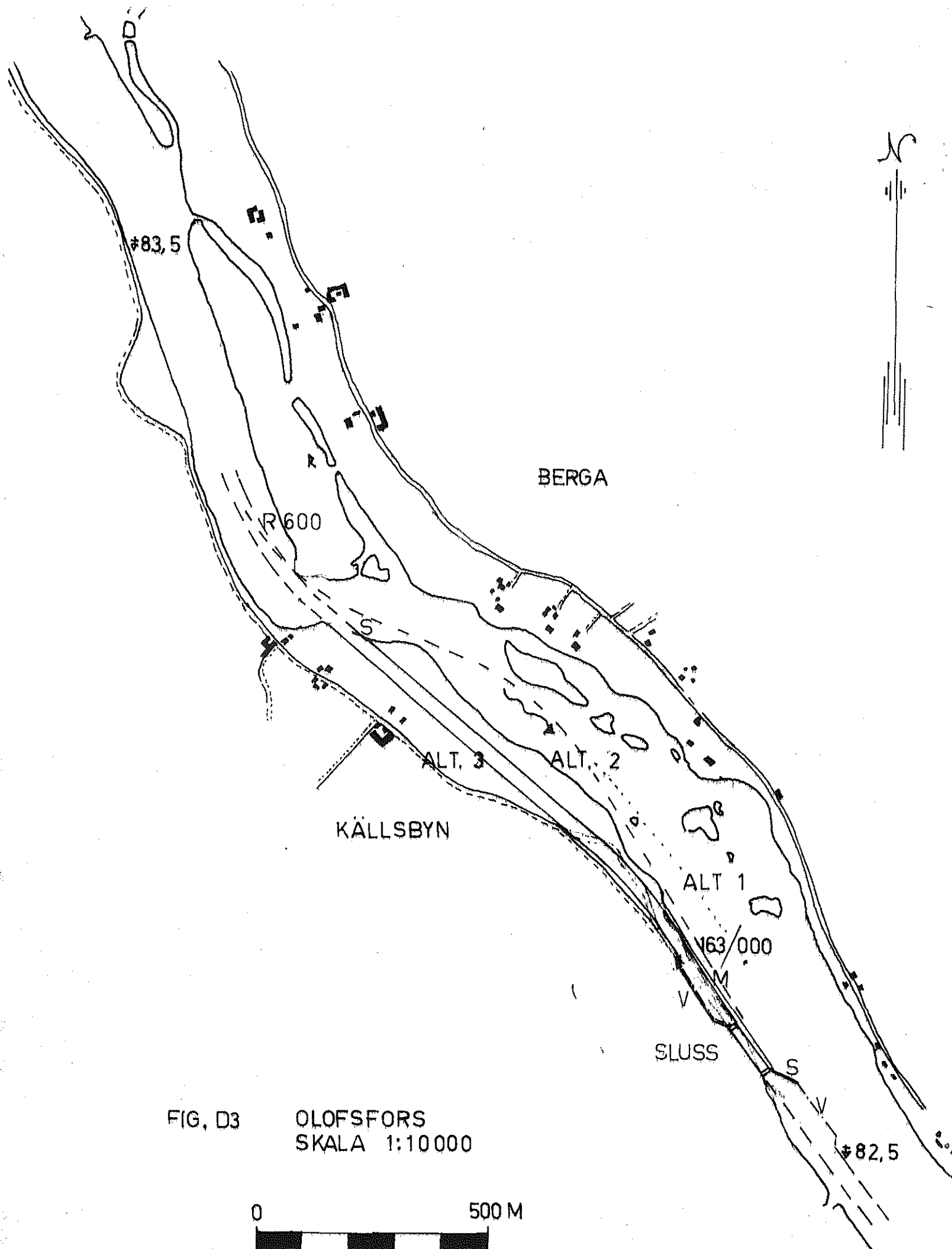
M

STÖDMUR





Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.,



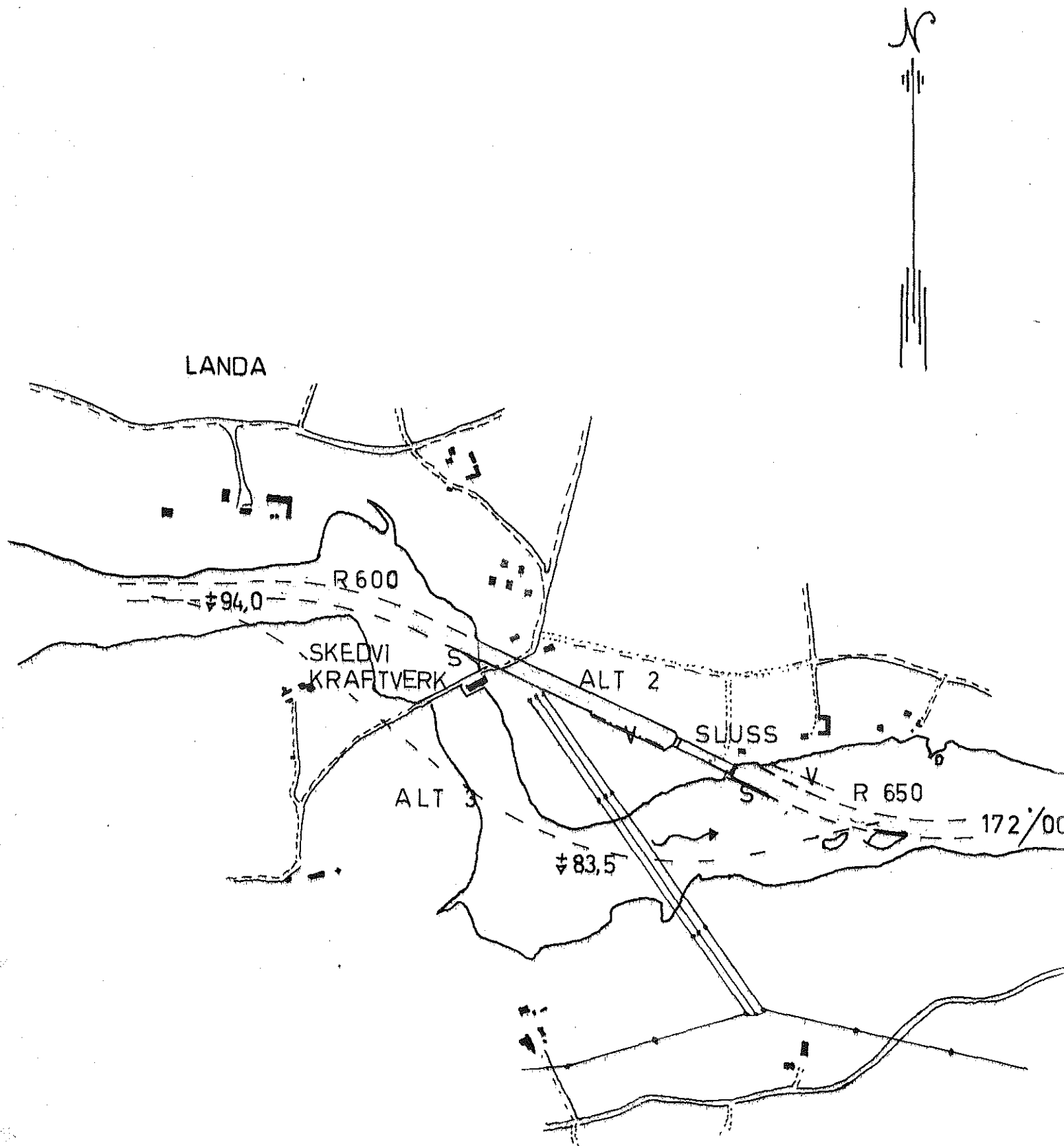


FIG.D4 STORA SKEDVI
SKALA 1:10 000



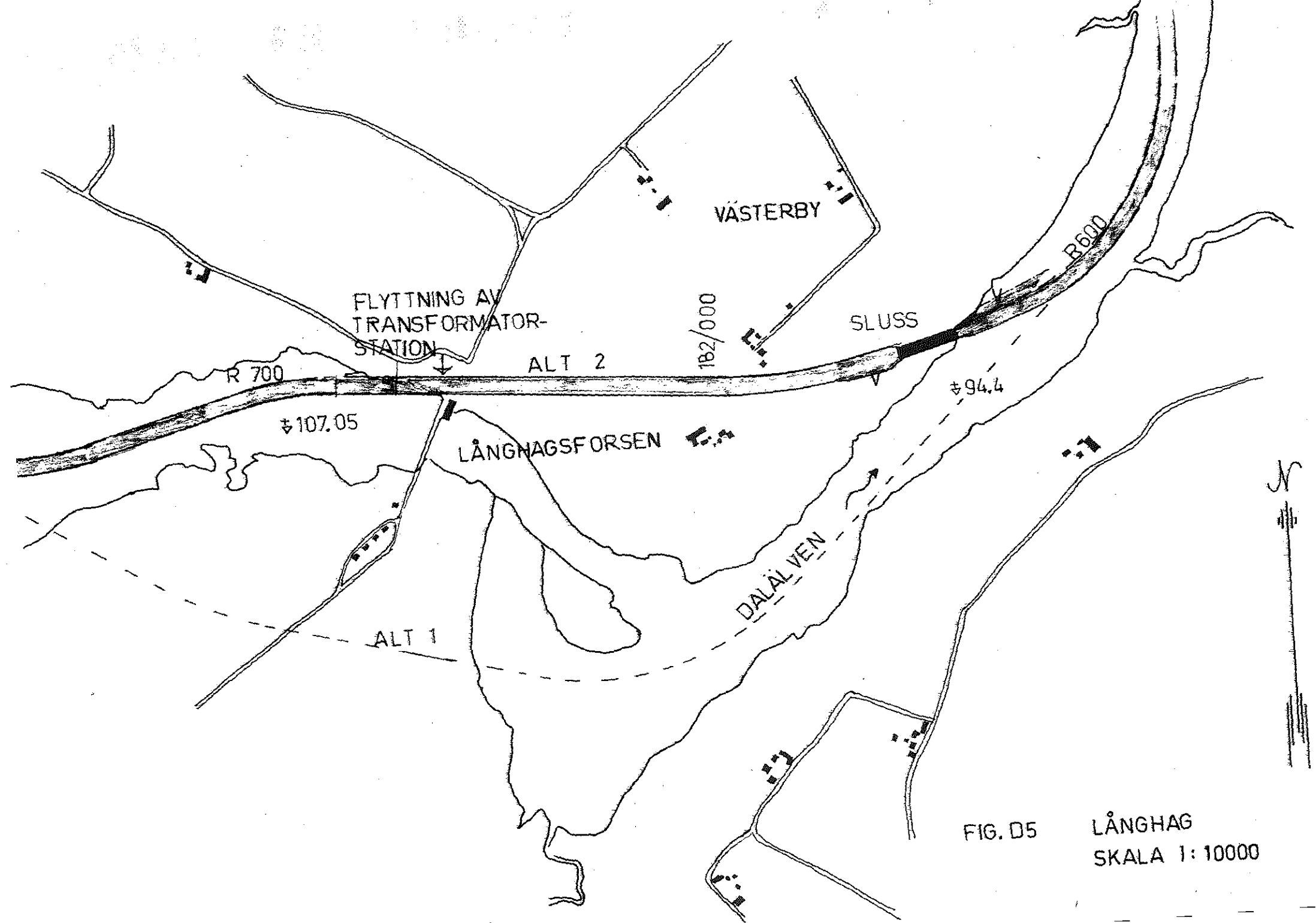
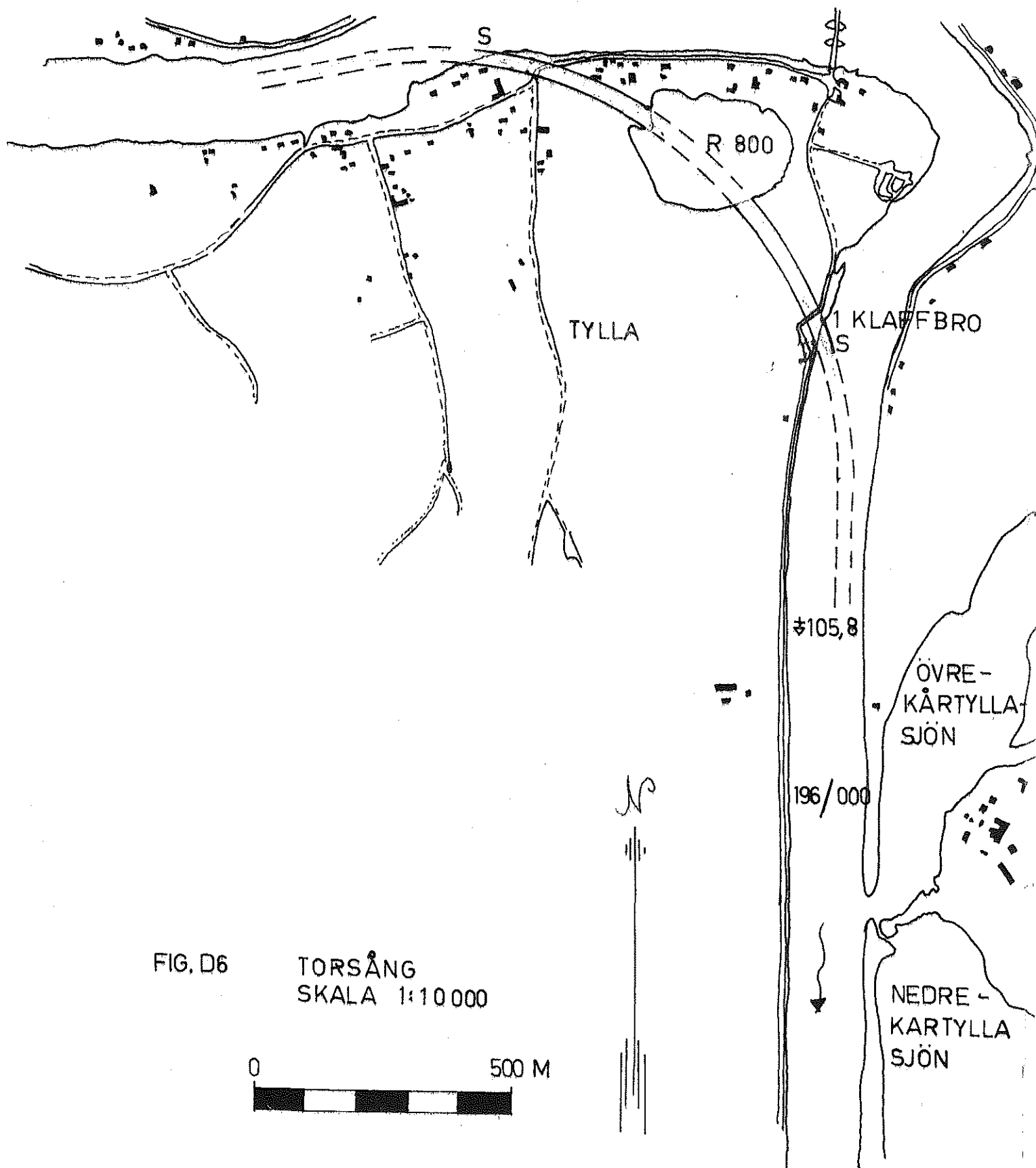


FIG. D5

LÅNGHAG
SKALA 1:10000



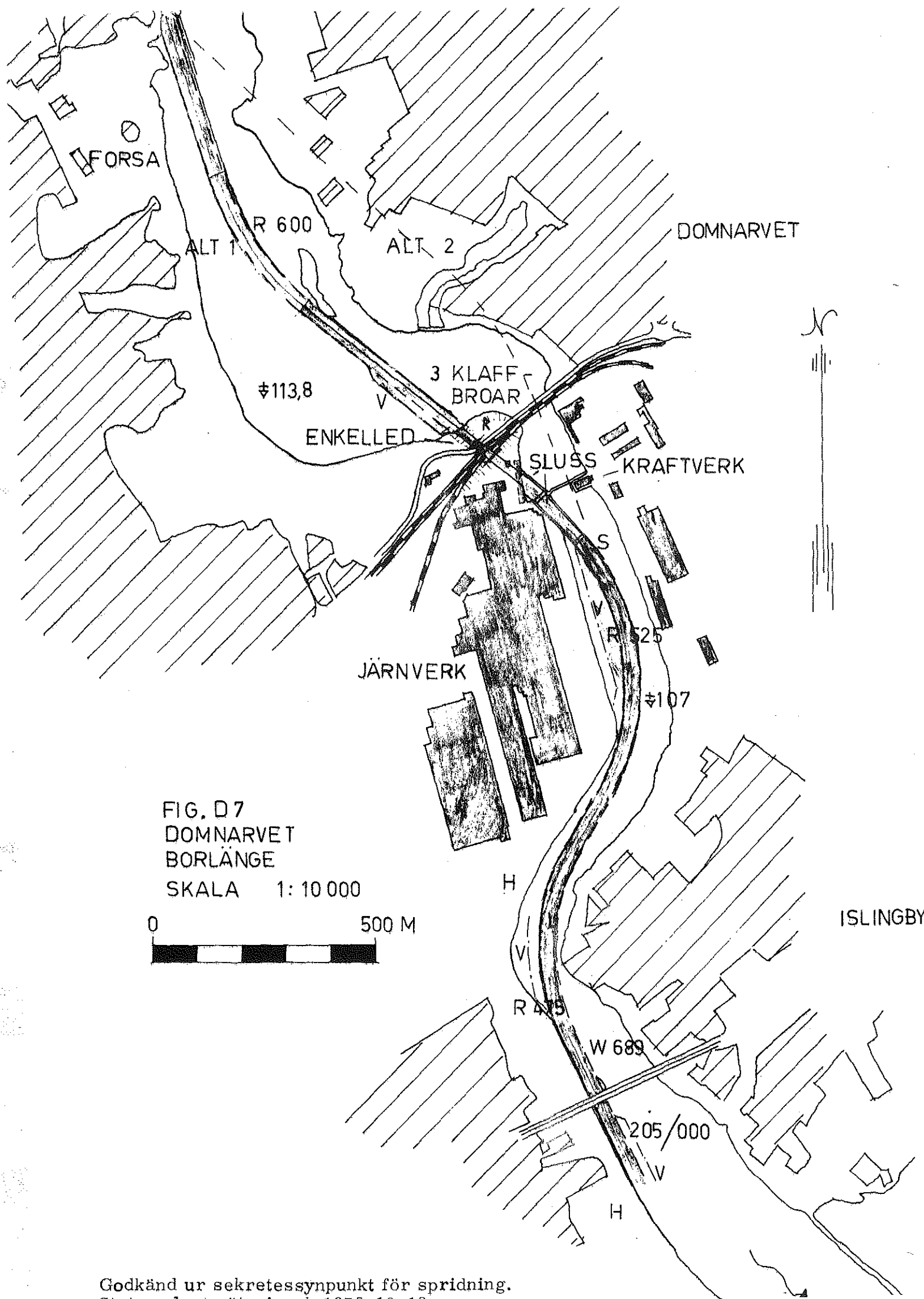
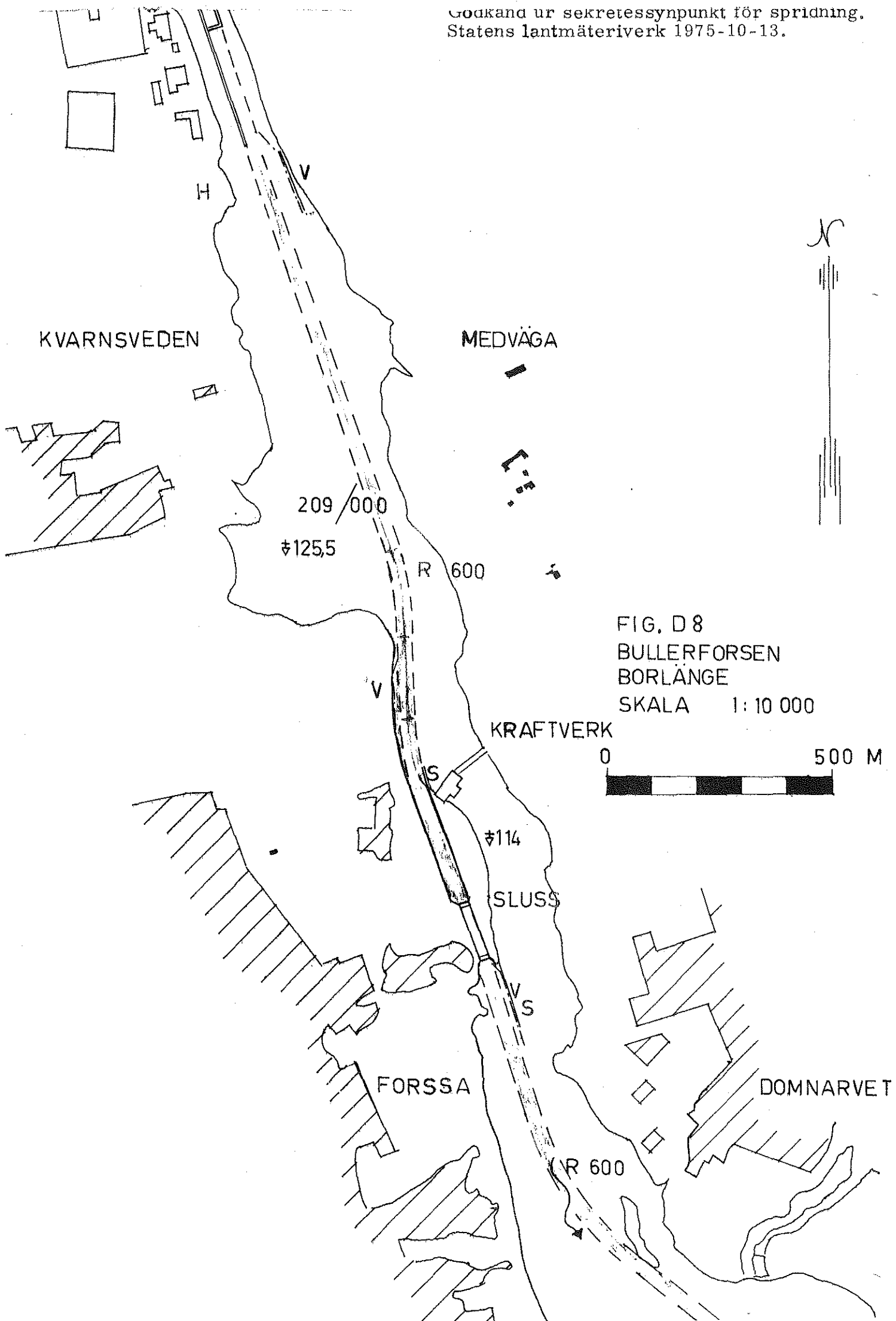
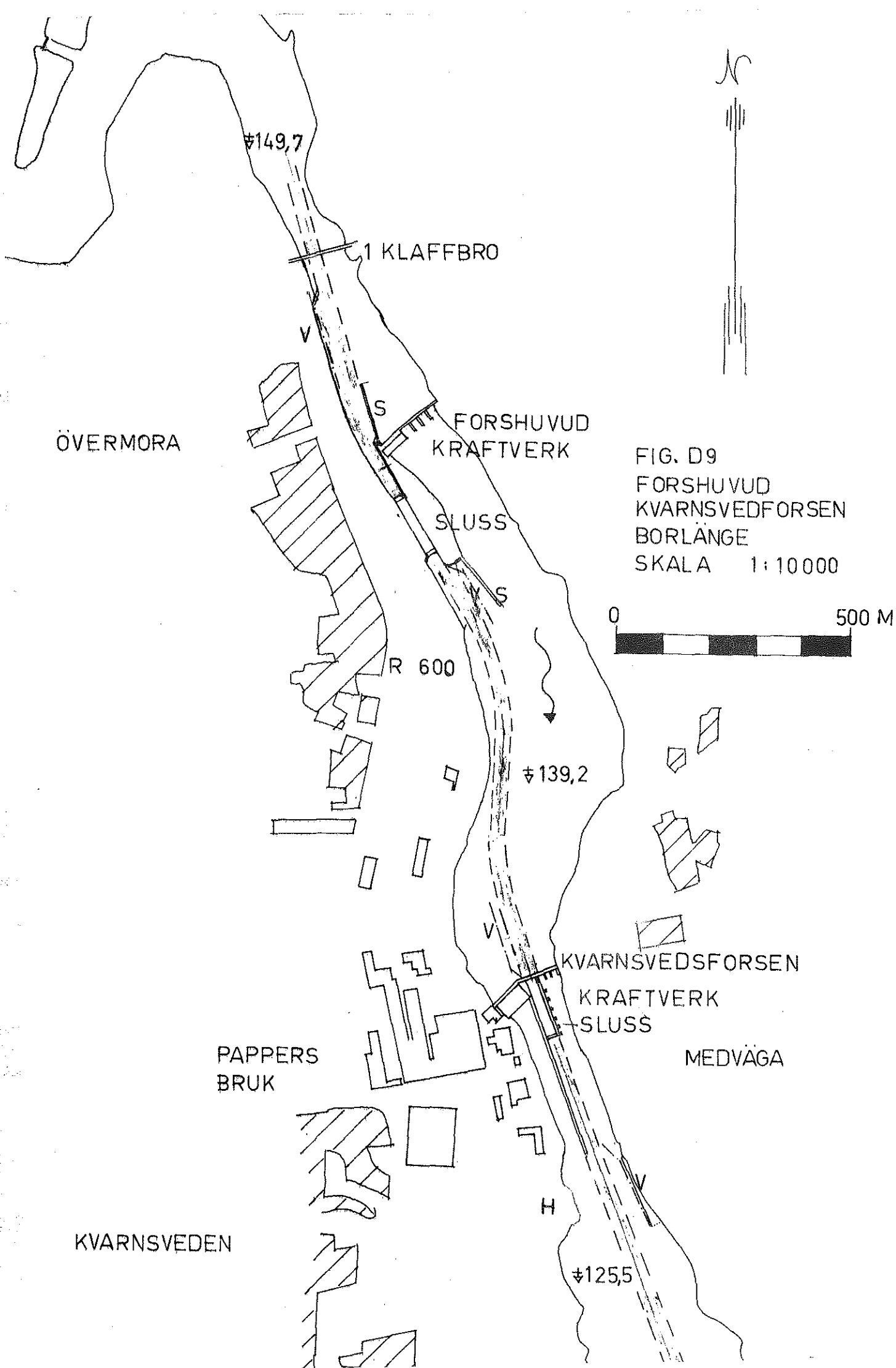
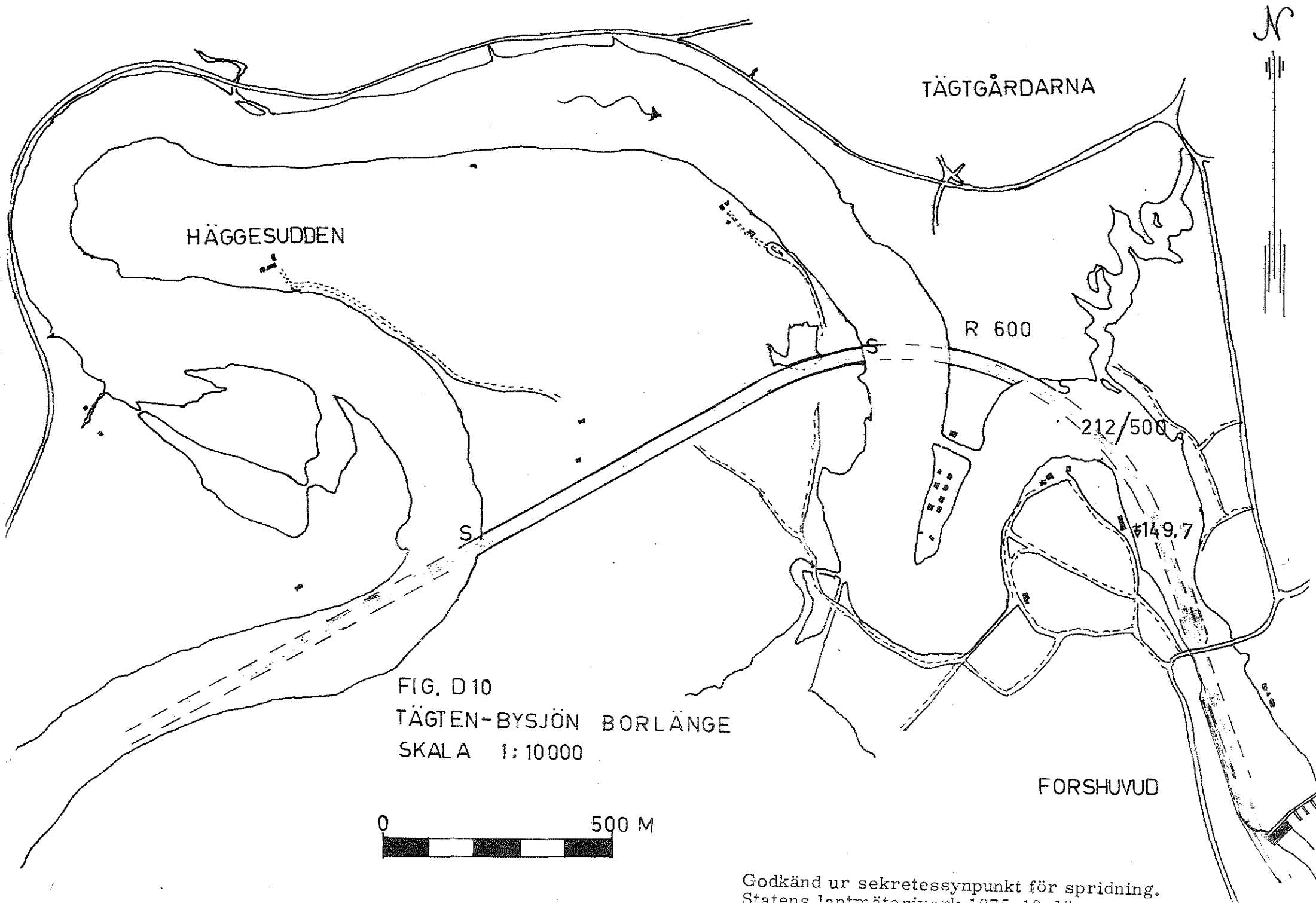


FIG. D7
DOMNARVET
BORLÄNGE
SKALA 1: 10 000









HÄGGESUDDEN

TÄGTGÅRDARNA

R 600

212/500

149.7

FIG. D10
TÄGTEN-BYSJÖN BORLÄNGE
SKALA 1:10000

FORSHUVUD

0 500 M

Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13

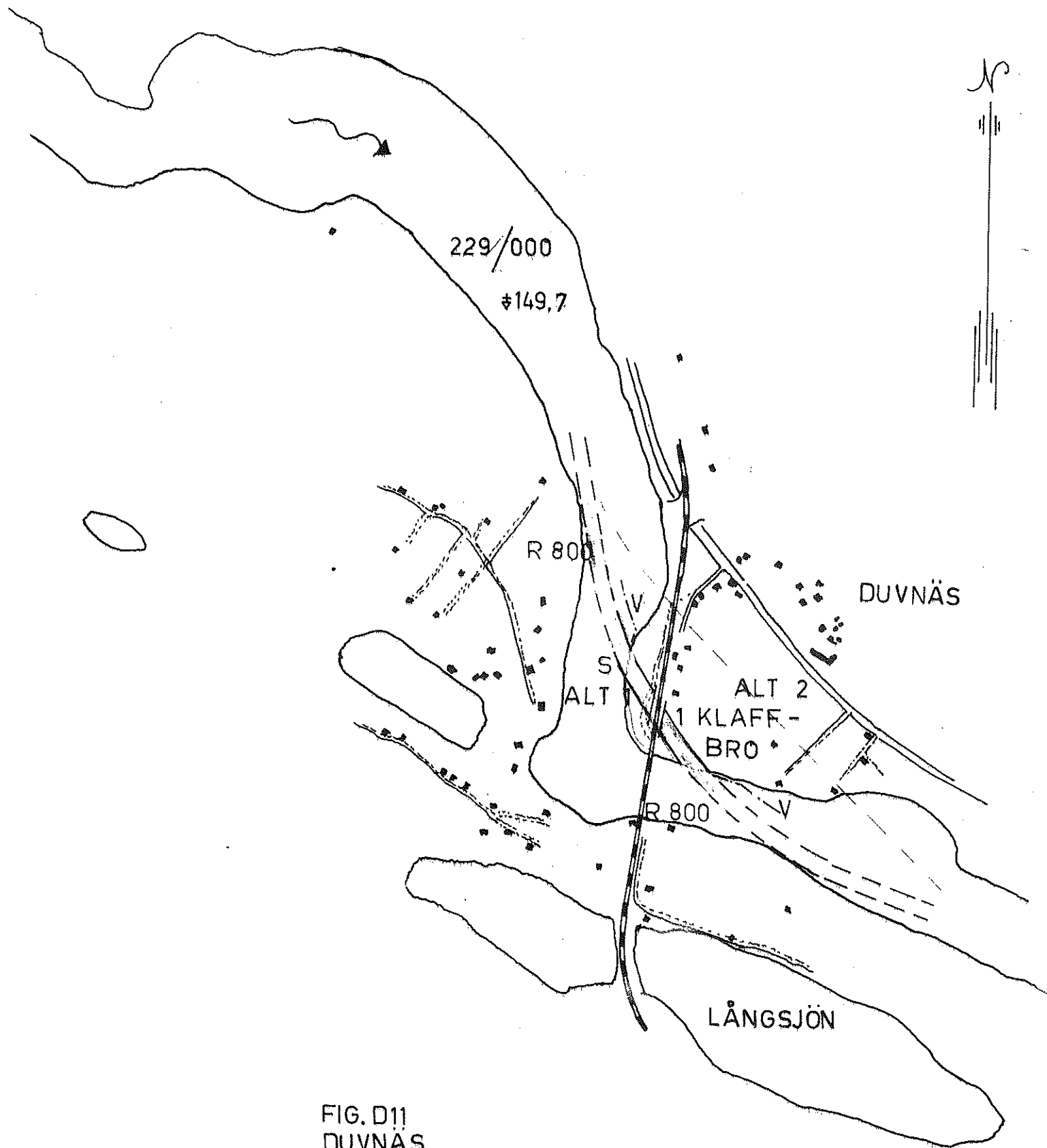


FIG. D11
DUVNÄS
SKALA 1:10 000



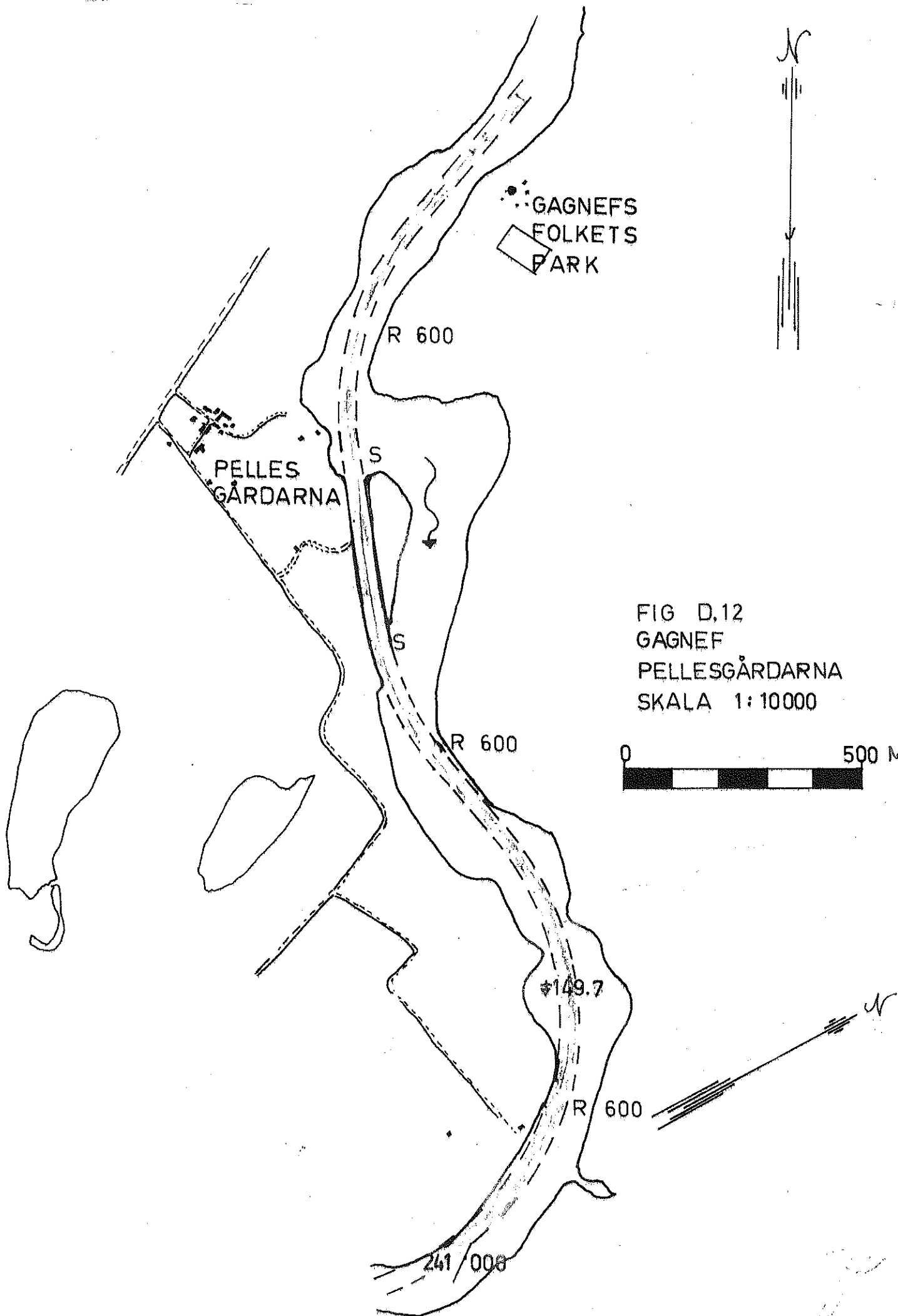


FIG D.12
GAGNEF
PELLESGÅRDARNA
SKALA 1:10000

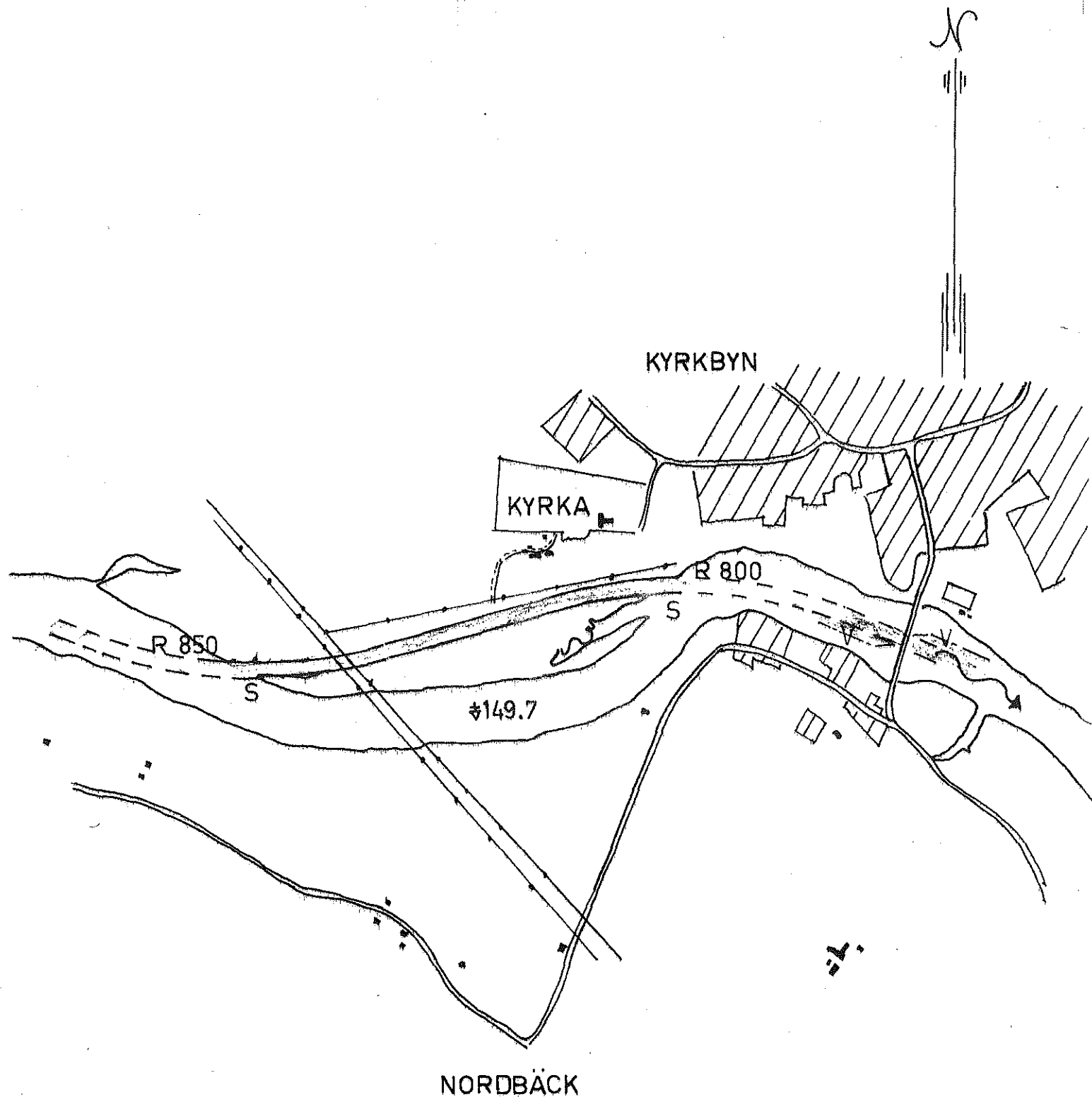


FIG. D 13
 GAGNEF KYRKBYN
 SKALA 1:10 000



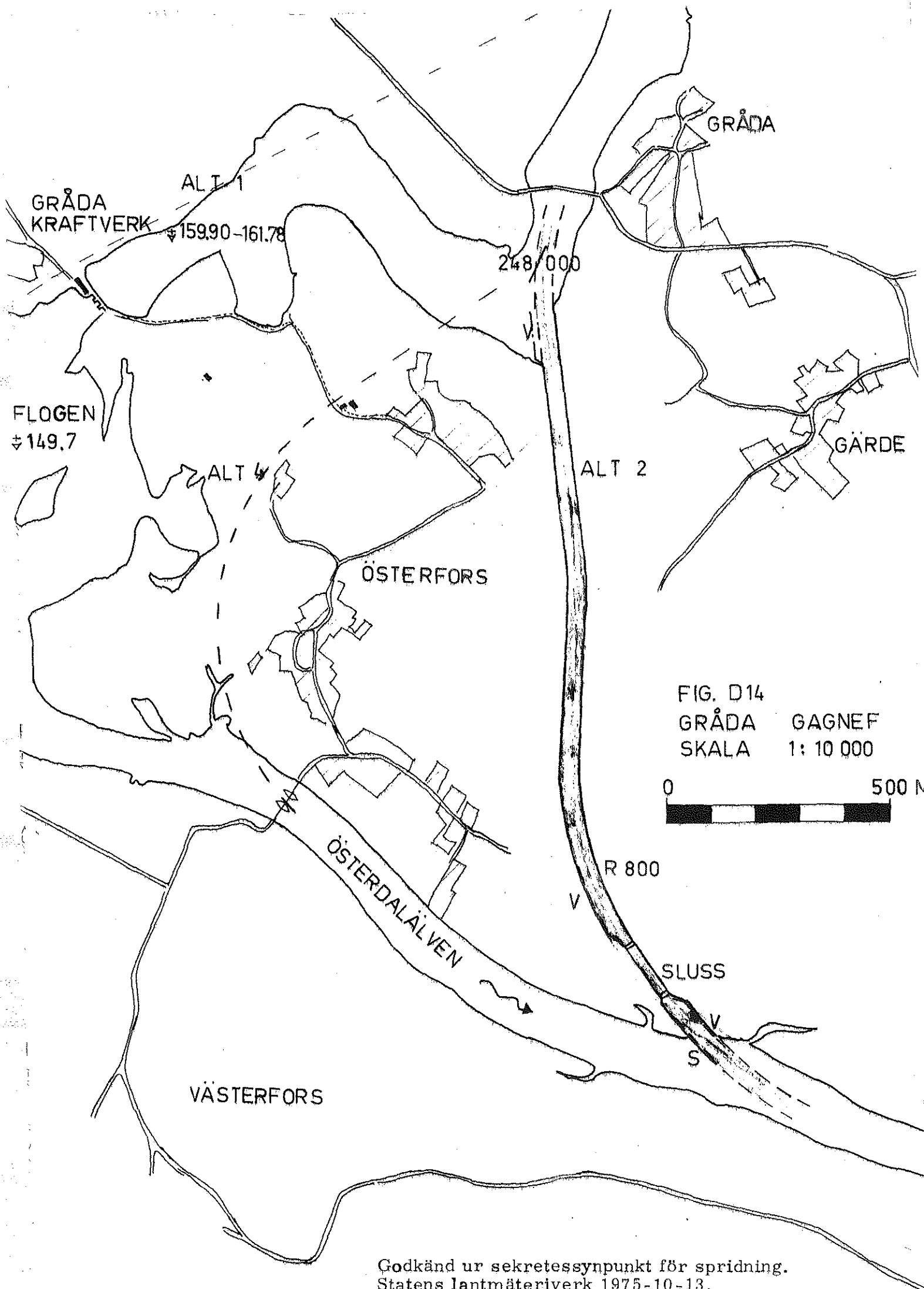
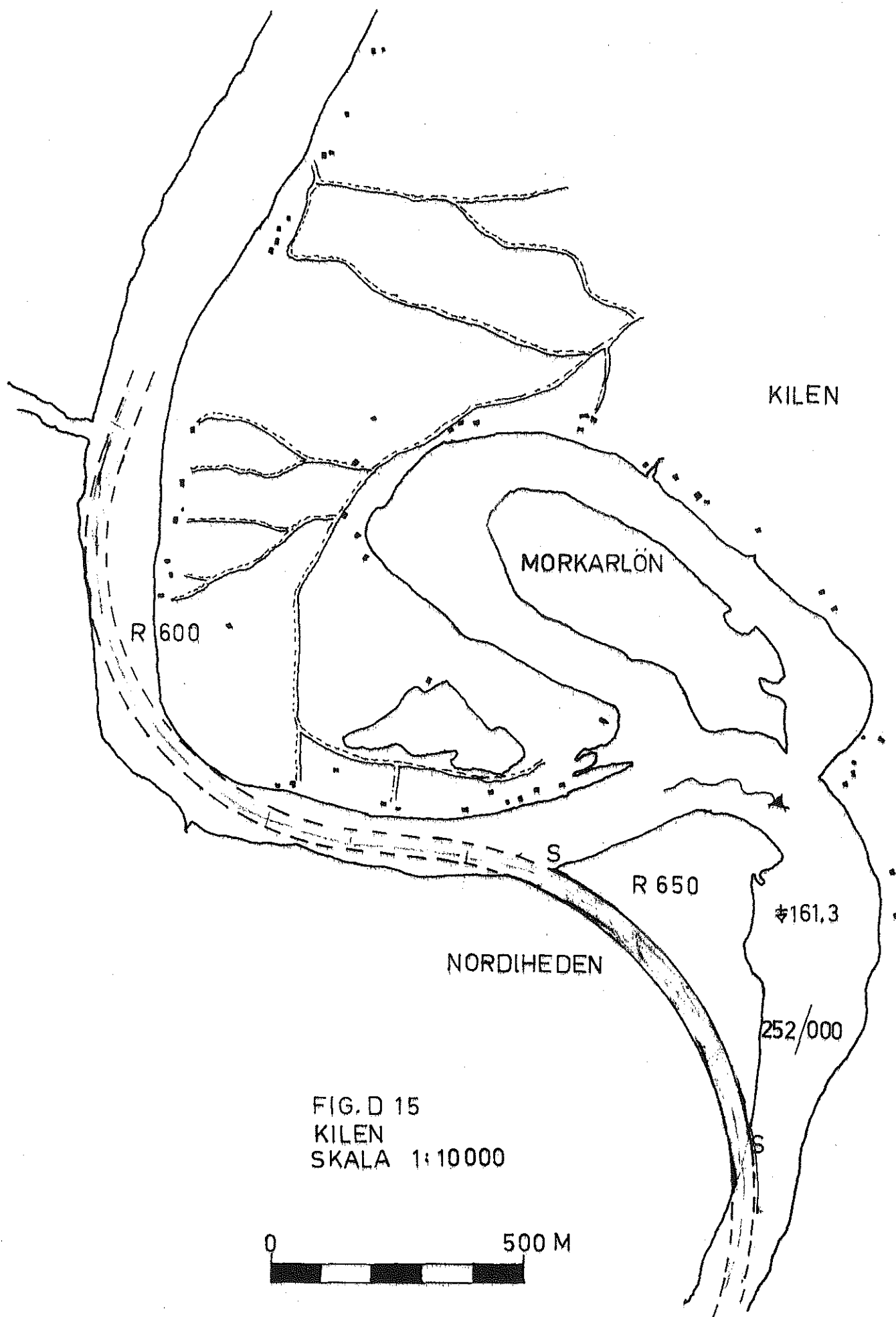
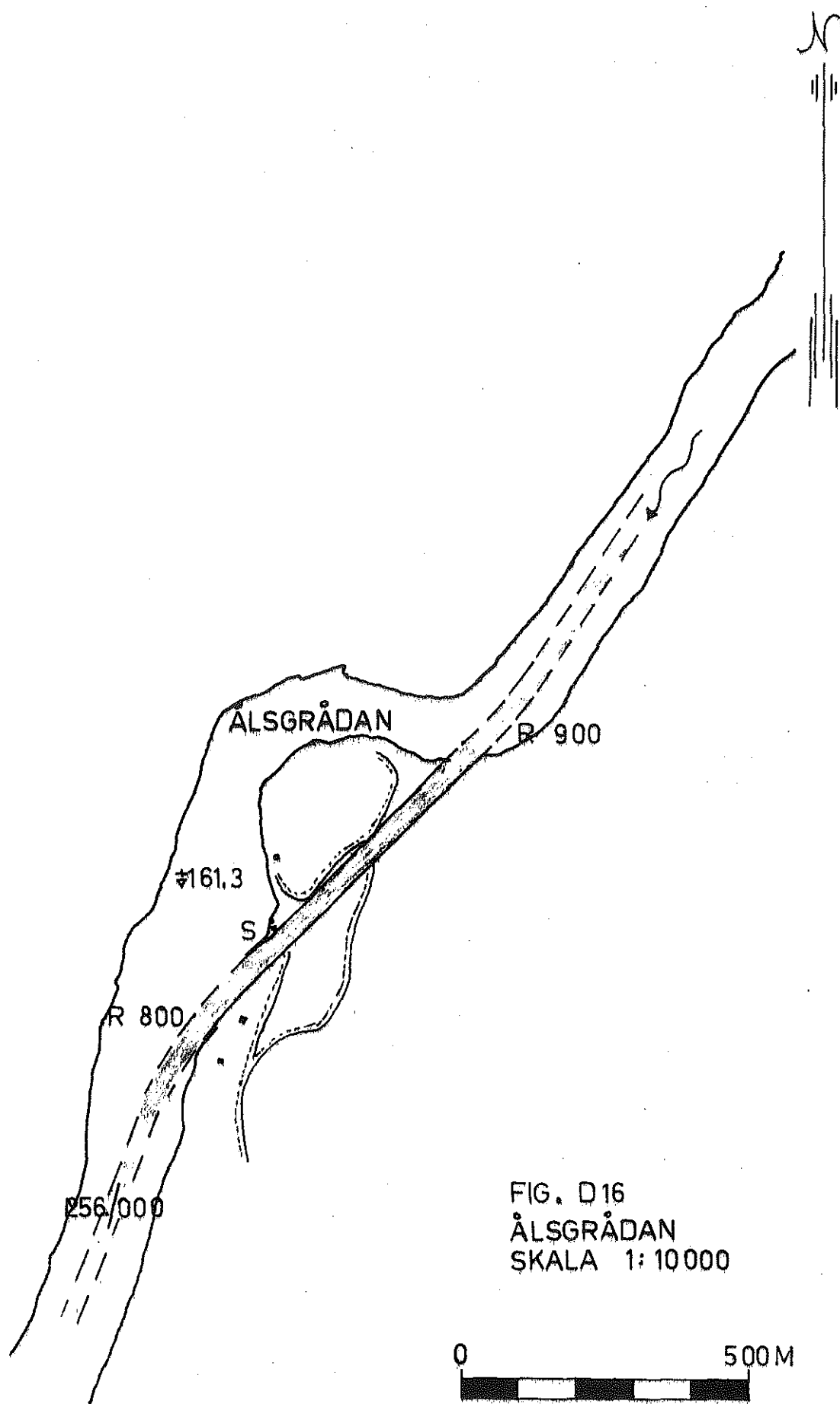


FIG. D14
GRÅDA GAGNEF
SKALA 1: 10 000





Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.



Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

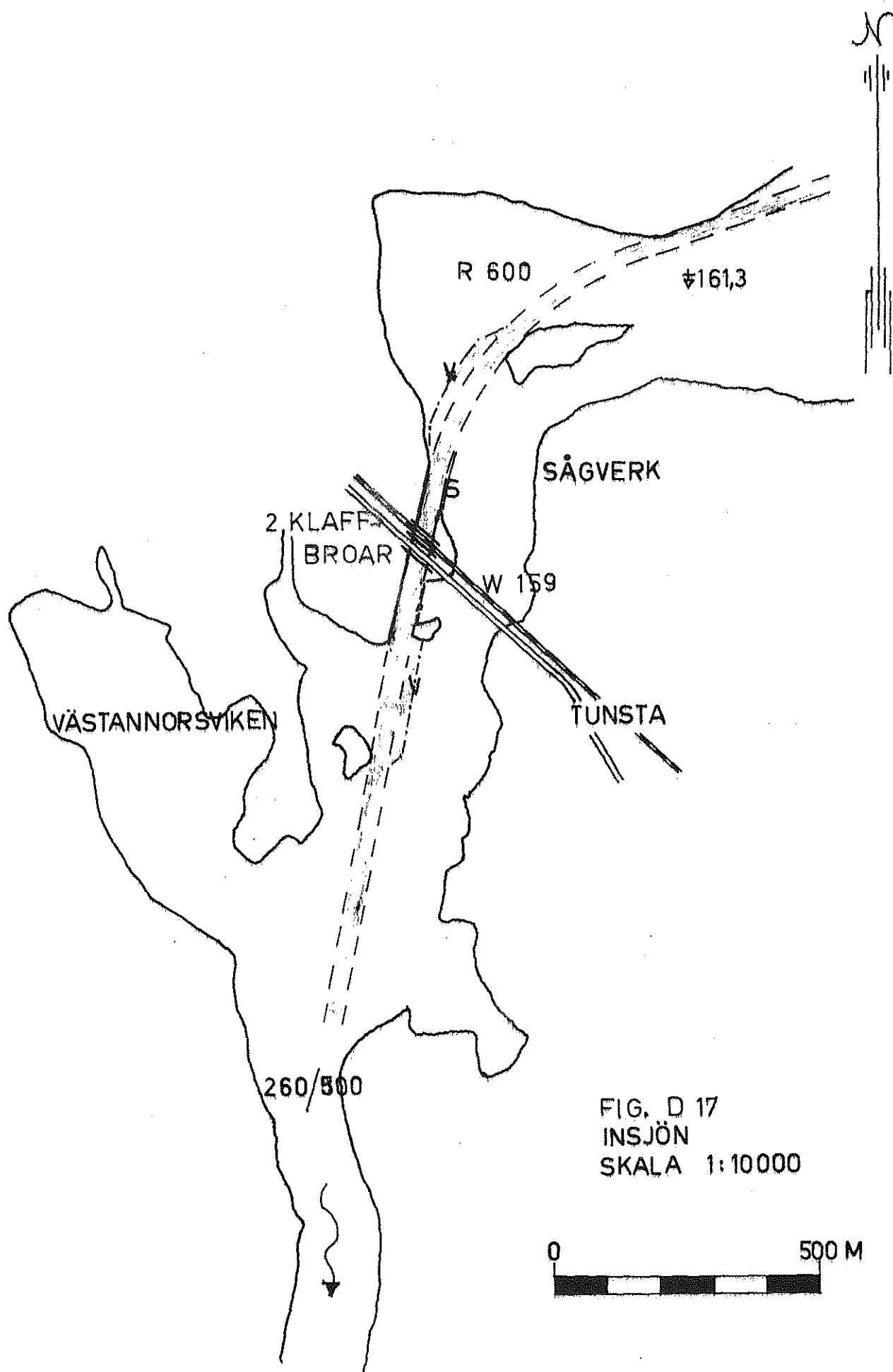
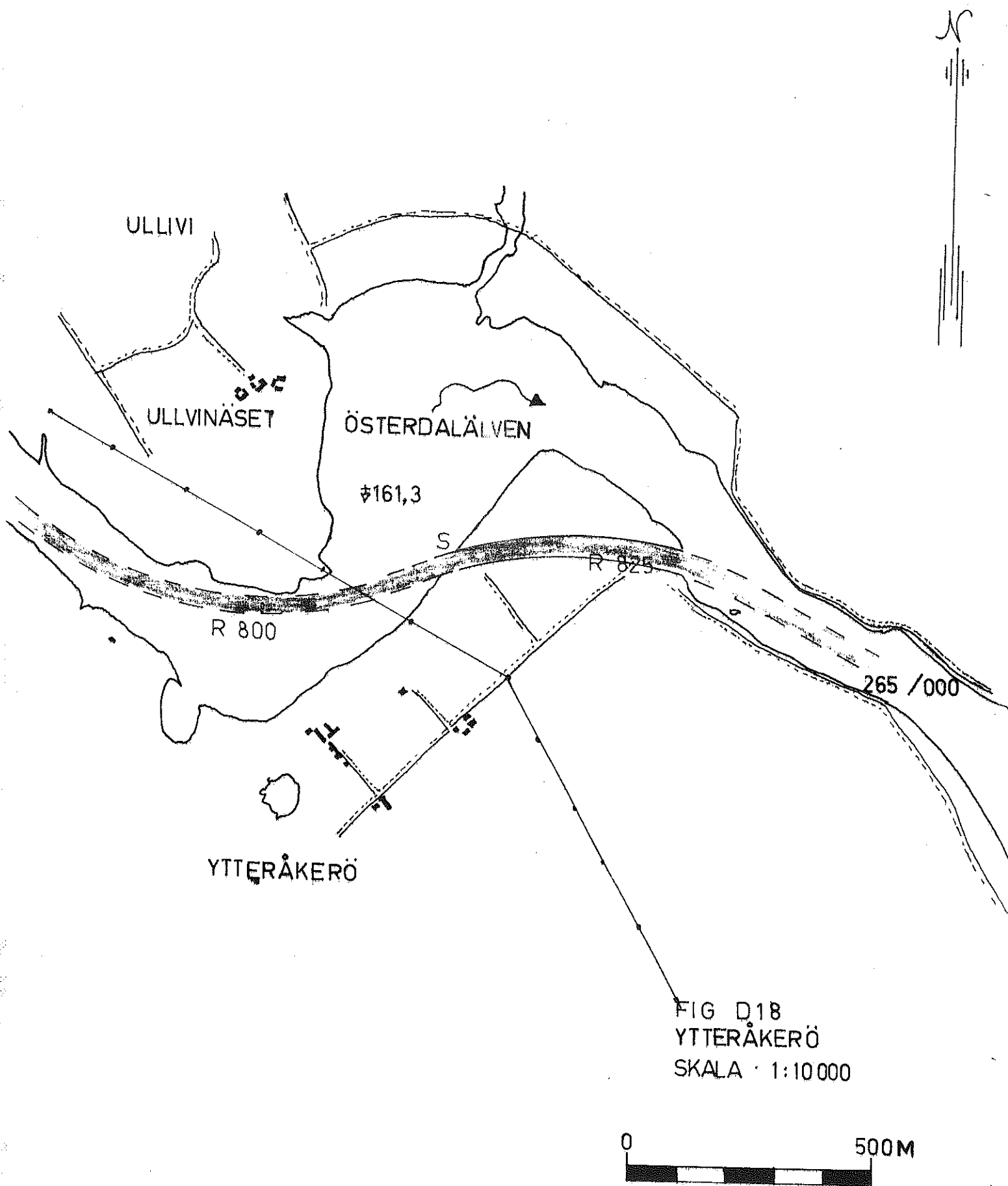


FIG. D 17
INSJÖN
SKALA 1:10000

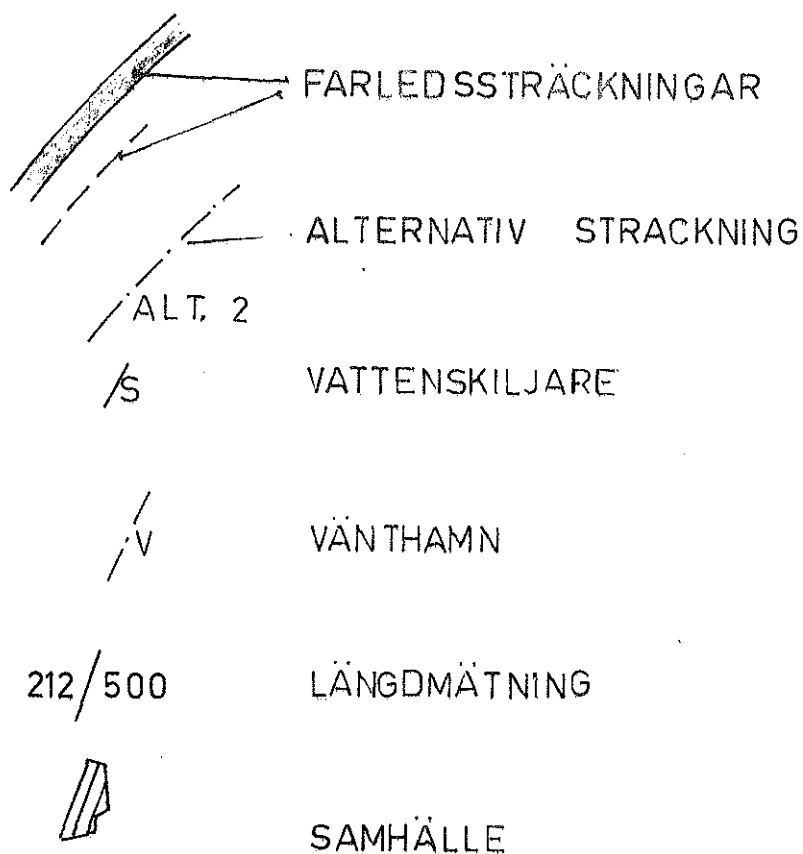
Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

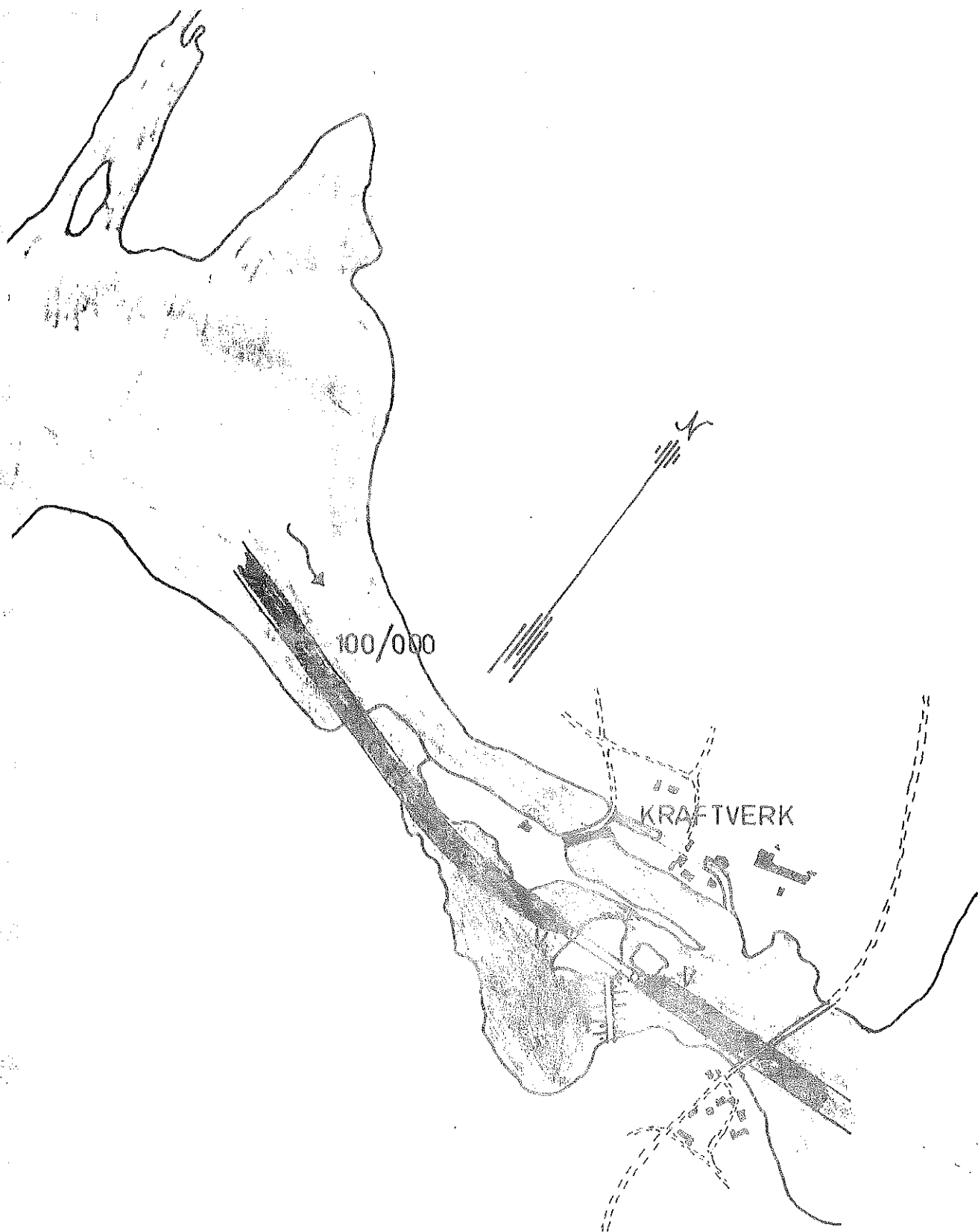


21. ÖVRIGA DETALJRITNINGAR

FIGURERNA Ö1 TILL Ö4 VISAR DALA KANALS
STRÄCKNING VID VISSA KONFLIKTPUNKTER.
FARLEDEN HAR DRAGITS MED SYFTE ATT
MINIMERA ANLÄGGNINGSKOSTNADERNA.

BETECKNINGAR

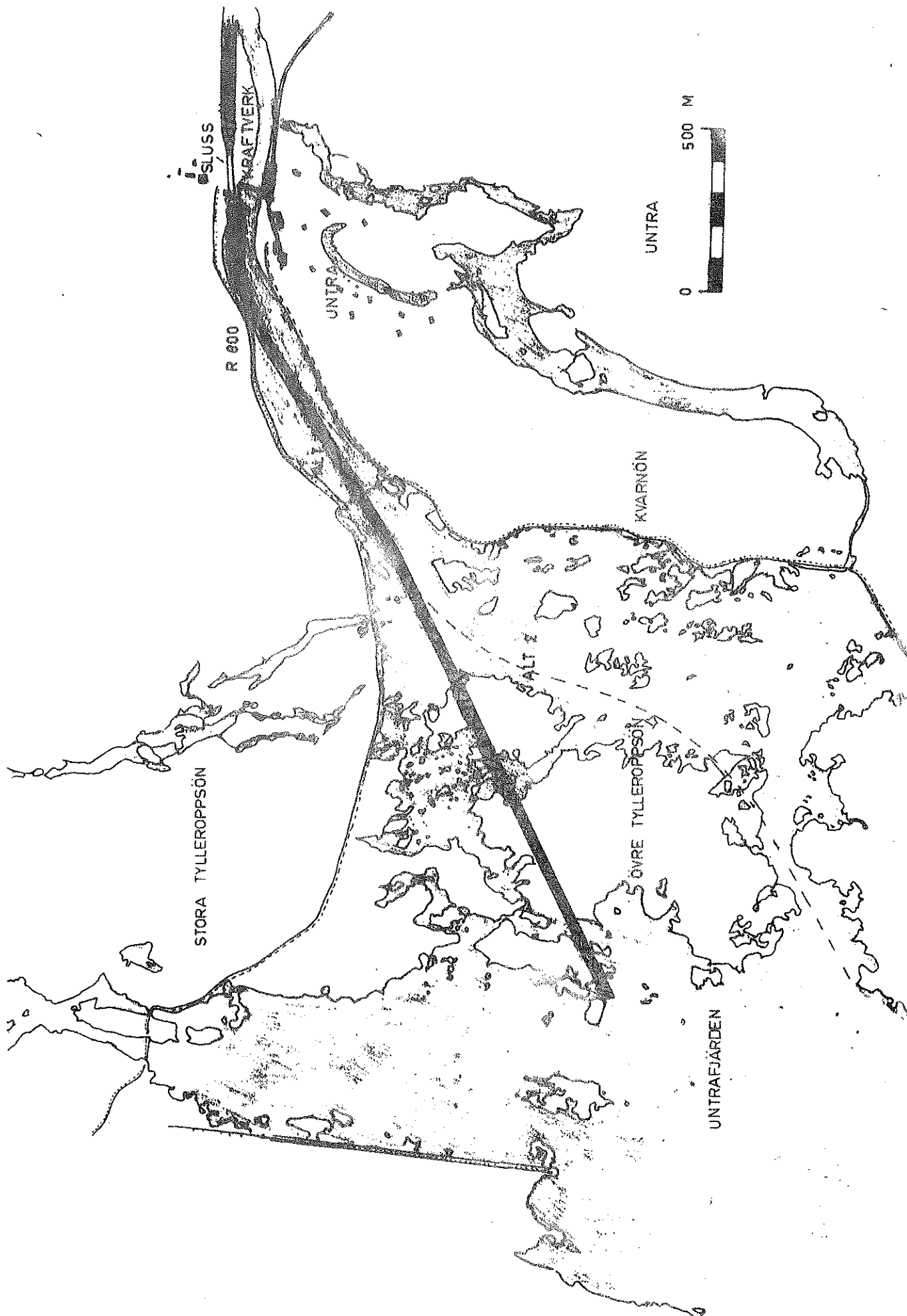




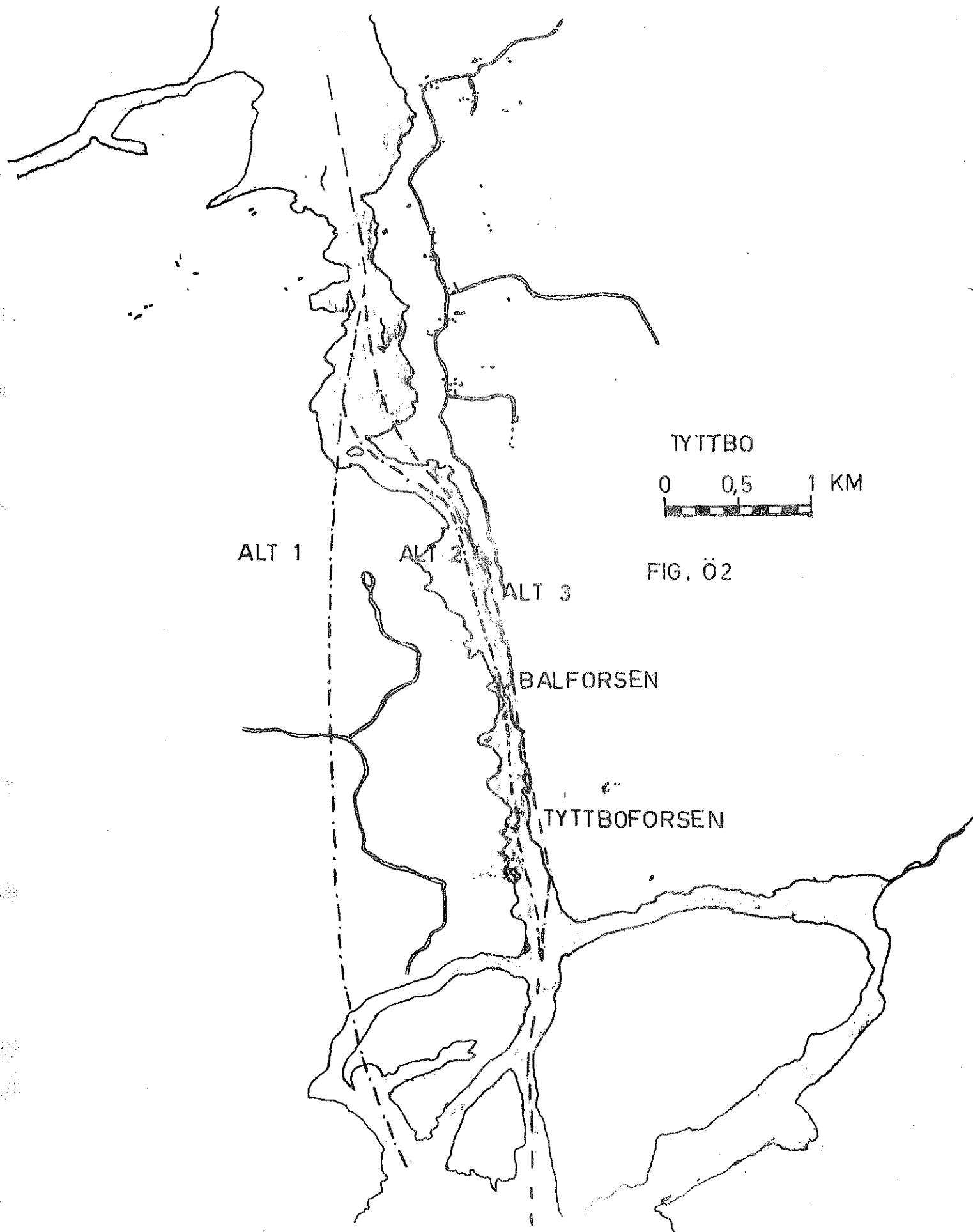
NÄS

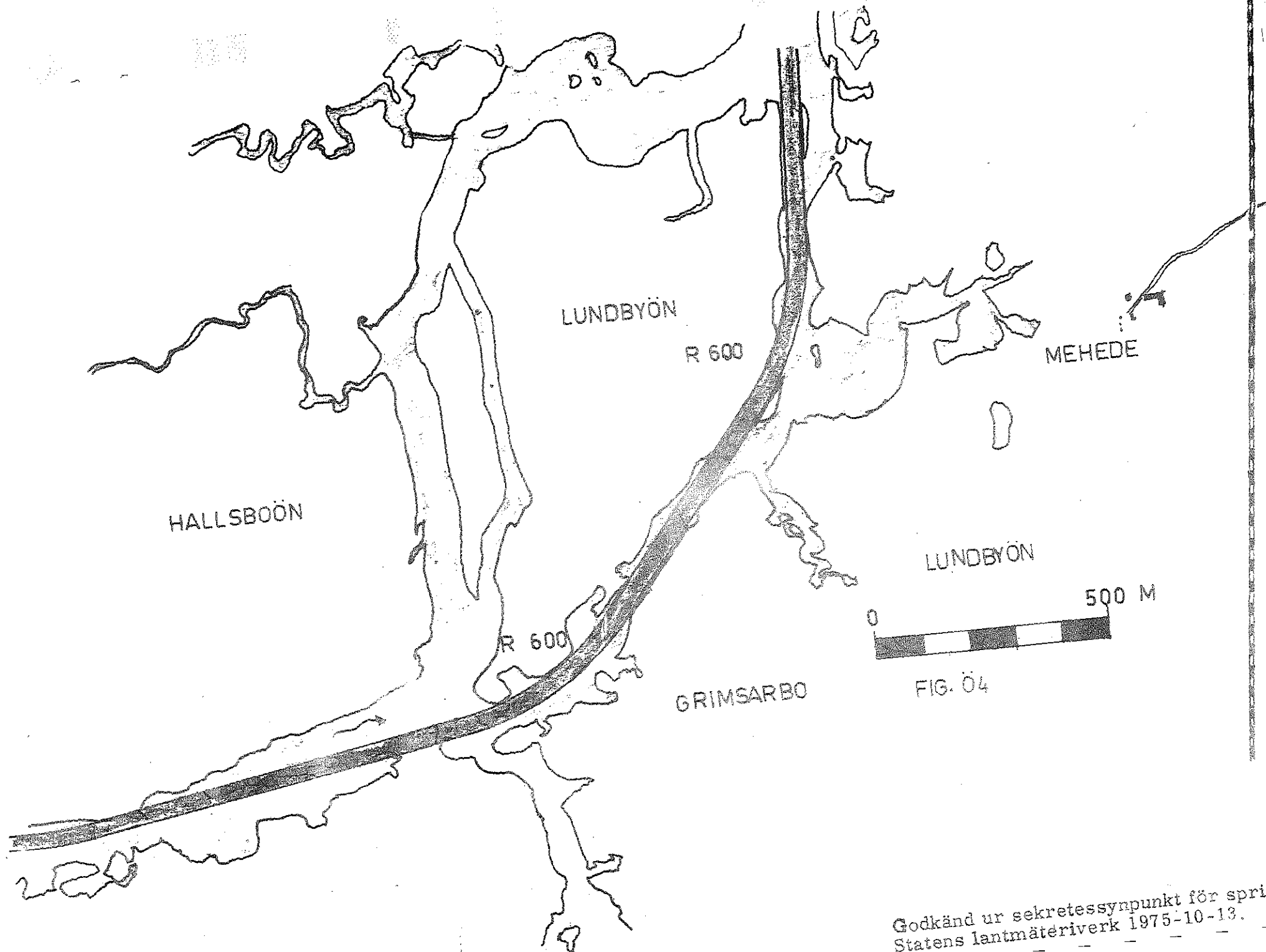


FIG. Ö1



Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning.
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.





Godkänd ur sekretessynpunkt för spridning
Statens lantmäteriverk 1975-10-13.

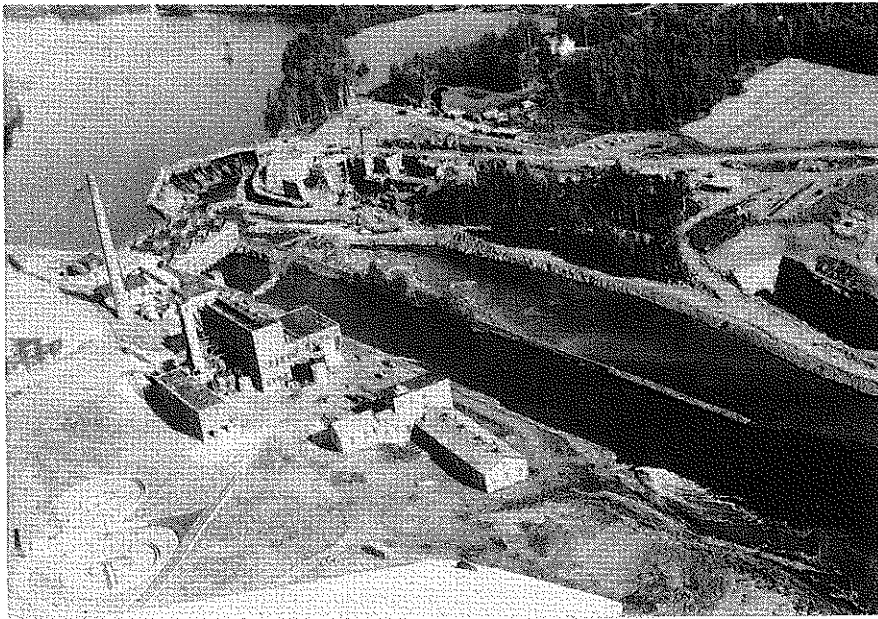


BILD 1.

Kvarnsveden.

Ombyggnad för ökad kraftproduktion.

För Dala kanals vidkommande måste kanalsträckningen ske genom något av de utbyggda utskoven.

Några kraftverk.

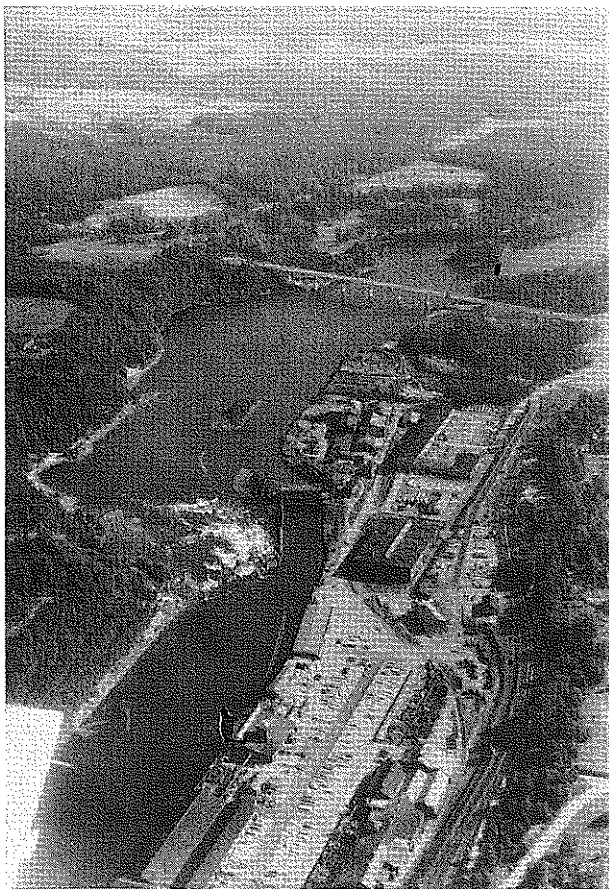


BILD 2. Avesta Lillfors.

Ex. på svårare konfliktpunkt

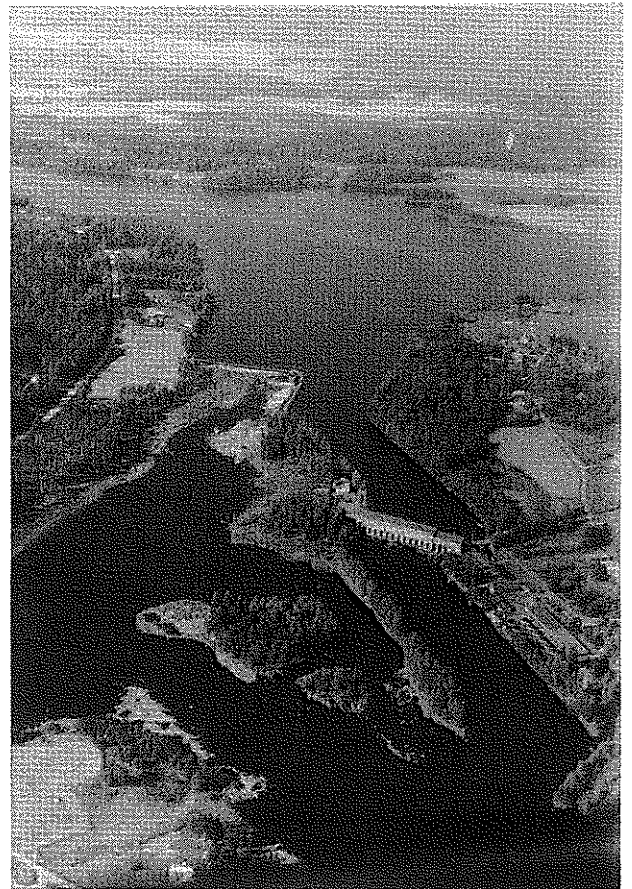


BILD 3. Näs.

Utbyggnad av kraftverket kommer att ske på vänstra sidan om nuvarande kraftverk

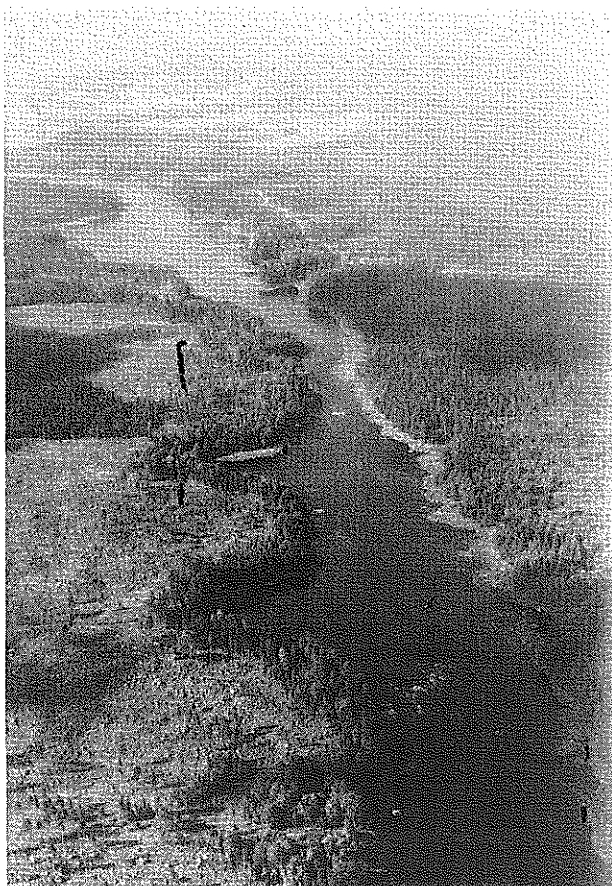


BILD 4. Tyttbo

Forsen är trång och på flertalet ställen grund.

Klassificerat som värdefull ur rekreations- och naturvårdssynpunkt av SOU:s utredning VATTENKRAFT OCH MILJÖ.



BILD 5.



BILD 6.
Ekolodning

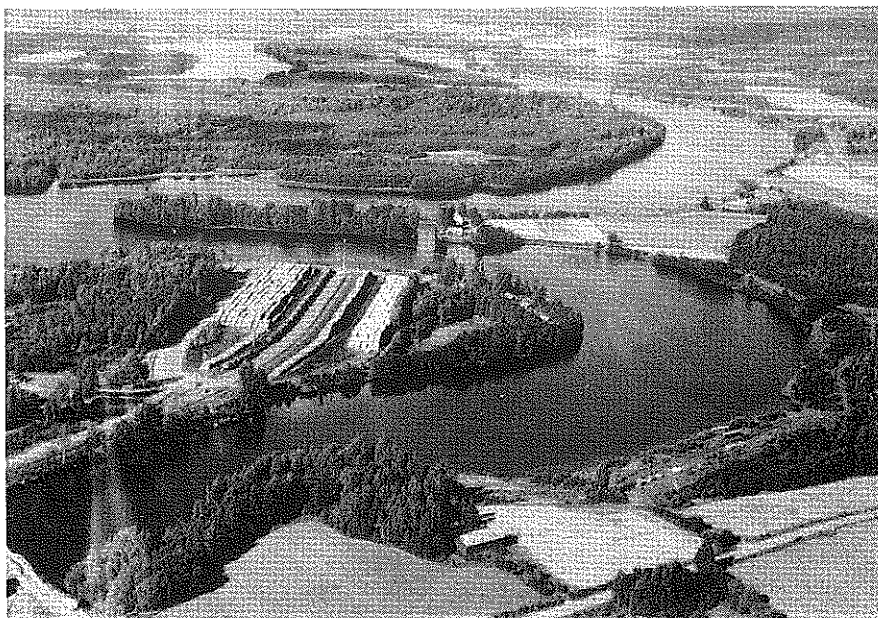


BILD 7.
Forshuvud-Bysjöområdet.
Älvens radier är för små.
Uträtning genom kanal-
grävning måste ske.

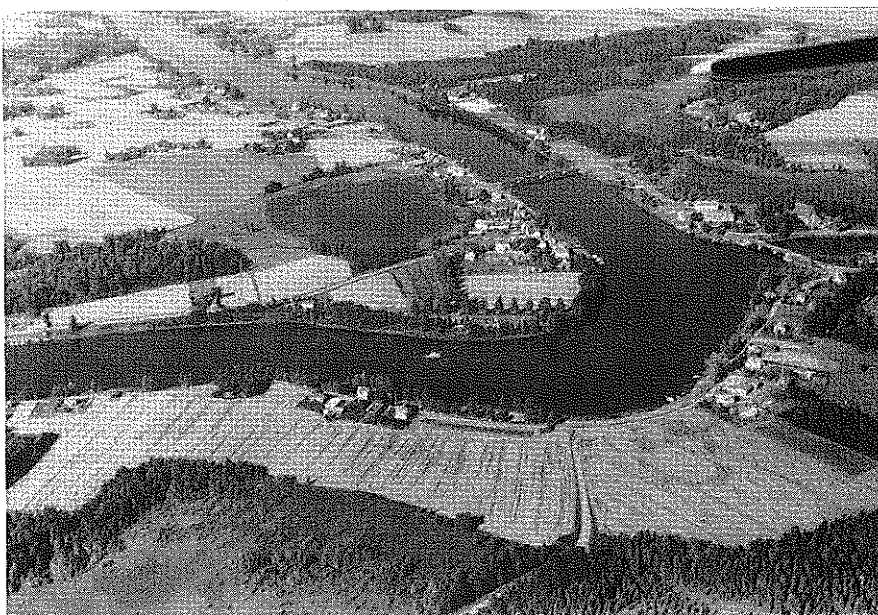


BILD 8. Torsång

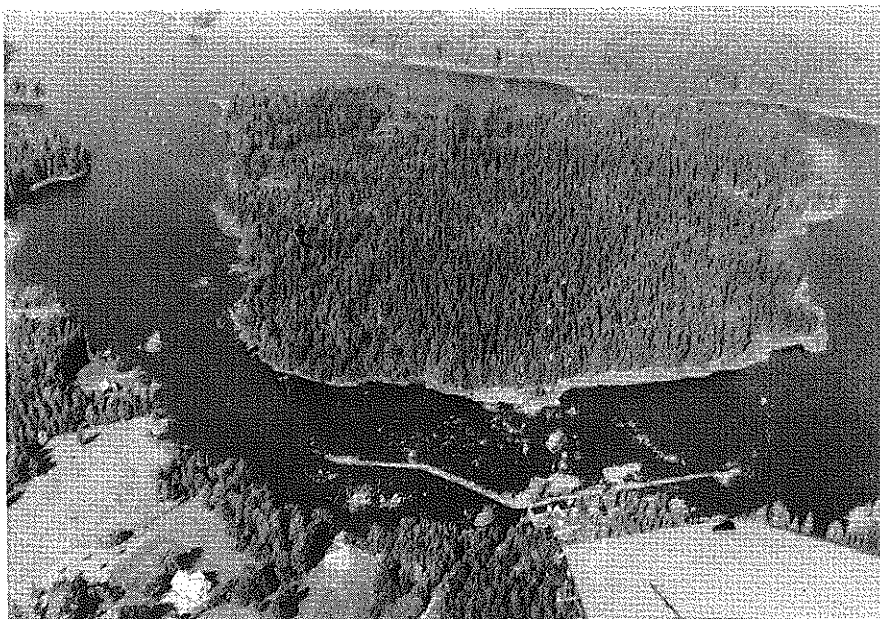


BILD 9. Forsön
Rensningar måste
genomföras.



BILD 10. Gysinge
Uppströms broarna
liksom nedströms den
vänstra bron syns
karaktäristiska fors-
nackar.

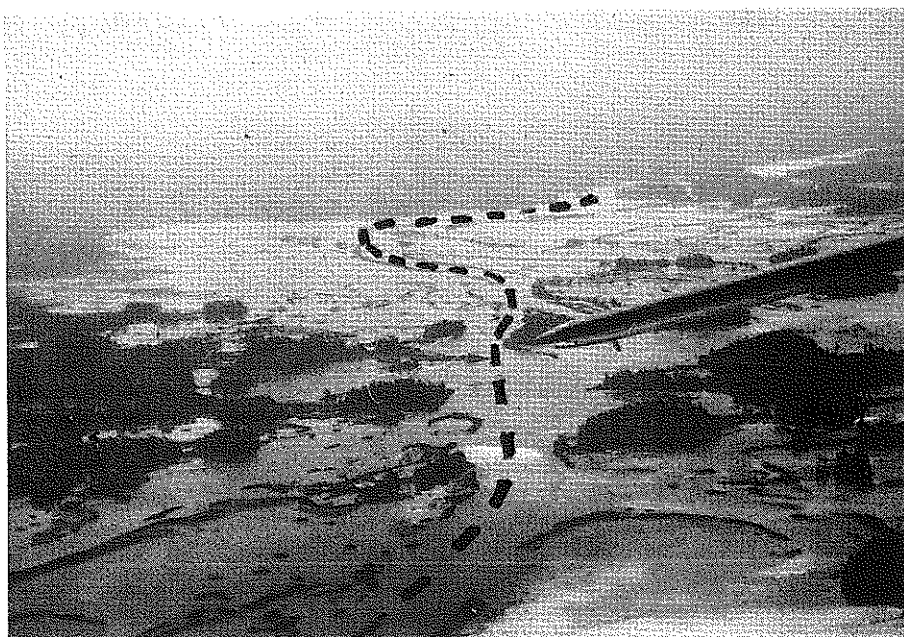


BILD 11. Storfjärden
Djupfåran är streckad
på bilden.



BILD 12. Trollhätte kanal.

Erosionsskydd

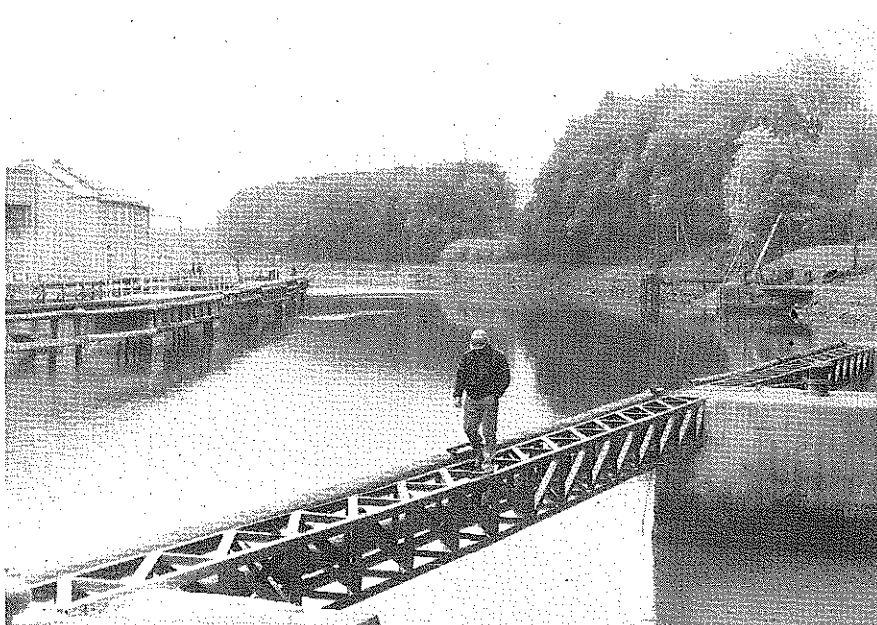


BILD 13.

Ledverk vid nedre sluss-
infart Lilla Edet



BILD 14. Lilla Edet

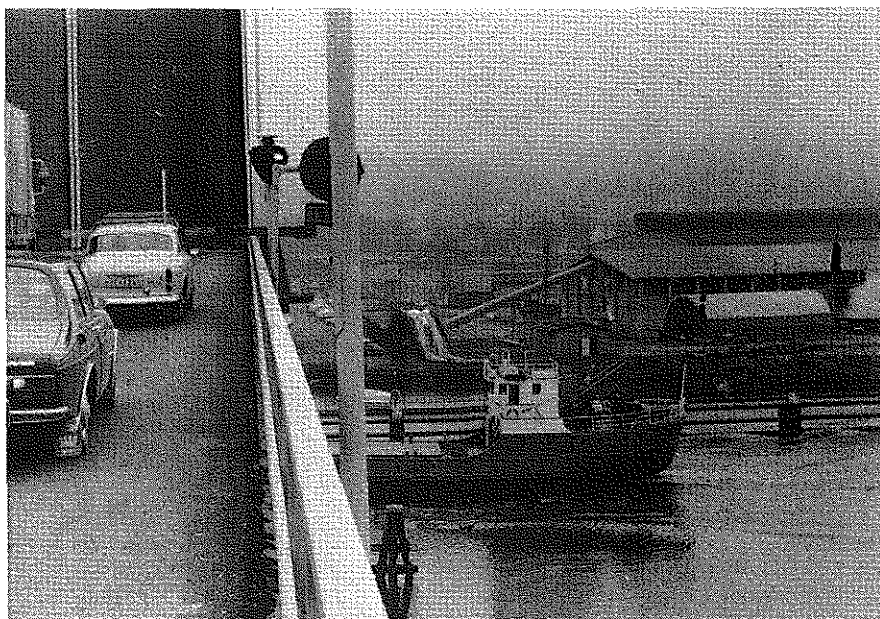


BILD 15.
Klaffbroöppning vid
Kungälv



KLAFFBROAR.

BILD 16. Lilla Edet
Klaffbro i anslutning till sluss

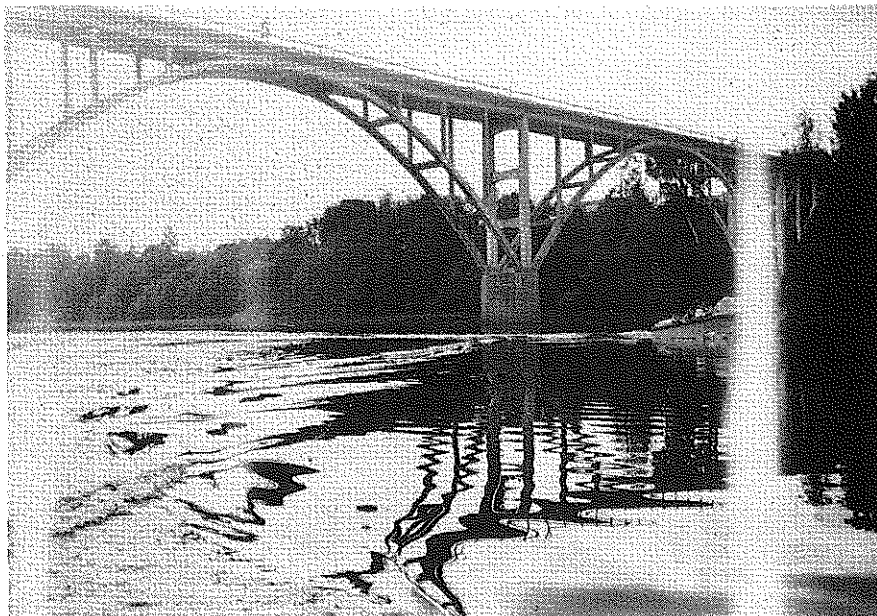


BILD 17.

Betonggjuten bro vid
Djurås.

Fri seglationshöjd 12,3 m.

Bron måste ersättas
med klaffbro.

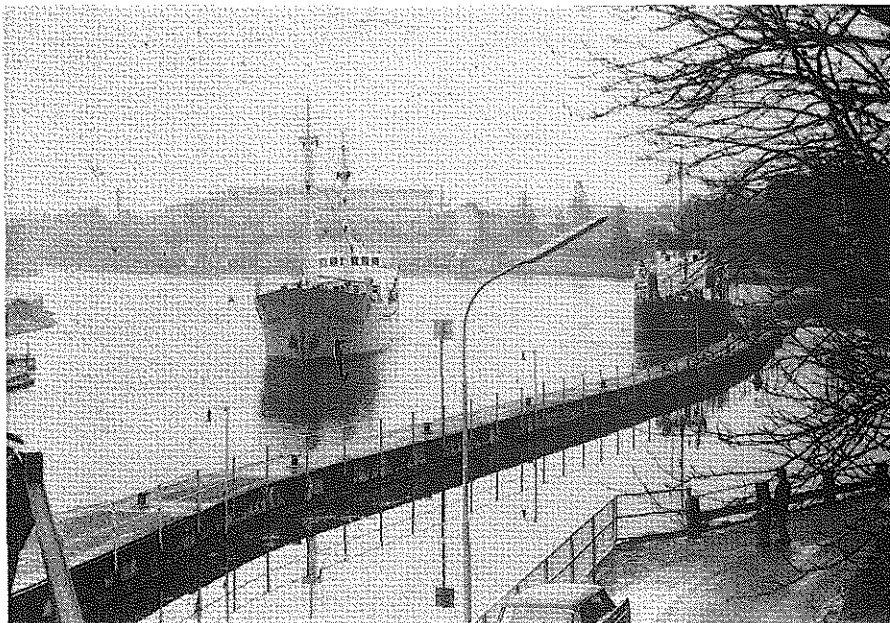


BILD 18.

Trollhättan.

Övre sluss-
infart med
vänthamn

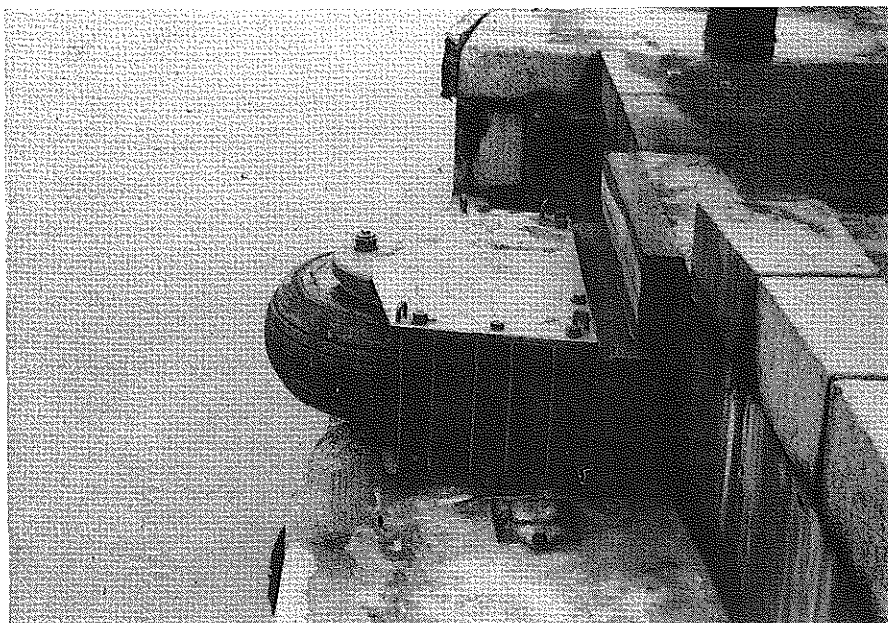


BILD 19.

Styrhjul vid sluss

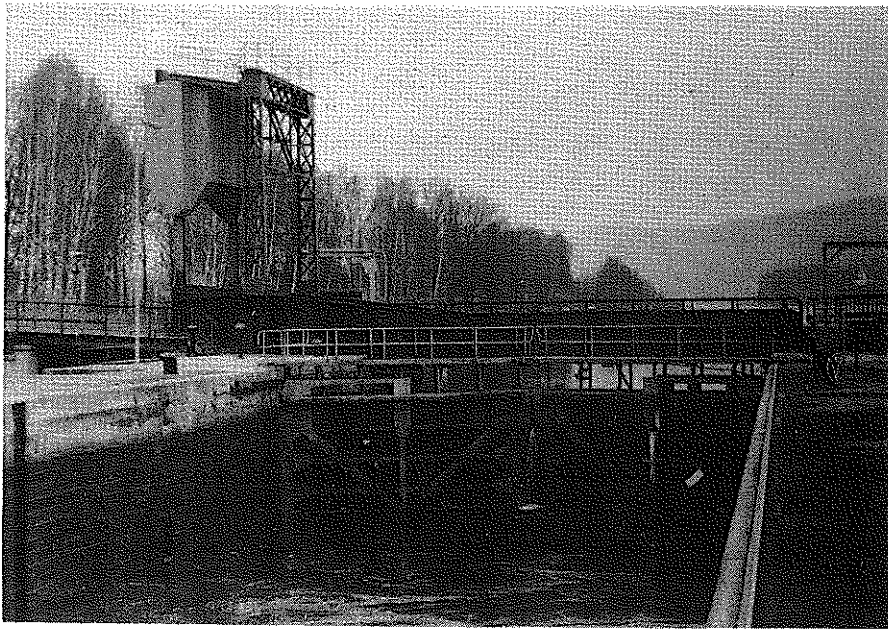


BILD 20.
Slussfyllning



BILD 21.
Slussning.

LITTERATURFÖRTECKNING

1. Geomorfologisk beskrivning av Hovran. Gunilla Björklund. Naturgeografiska inst. Uppsala 1973.
2. SOU 1923:11 Kommunikationsdepartementet.
3. Hochwasserentlastung von Staustufen durch Schiffsschleusen. Darmstadt 1965.
4. Handbuch des Wasserbaues. Armin Schocklitsch. Wien 1962.
5. Schleusen und Hebewerke. H. Dehnert. Springer Verlag 1954.
6. Något om Dalälven och dess omgivning sträckan Repbäcken - Forshuvud. O. Larsson, A. Lindström. Prosem. uppsats Naturgeografiska inst. Uppsala Univ. 1965.
7. Dalälven vid Torsång. Strandstudier med speciell hänsyn till levébildning. U. Linde och K. Linde. Prosem. uppsats Naturgeografiska inst. Uppsala Univ. 1965.
8. Asphalt-Wasserbau. Arbeiten aus den Jahren 1964-1967. Köln-Deutz 1968. Strabag-Schriftenreihe.
9. Means of making watertight the beds and dikes of navigable canals and rivers. S1-C2. International Naval Congress. London 1957.
10. Kulturlandskap i älvdalar. Rapport D3. Riksantikvarieämbetet 1973.
11. Om zoologiska skyddsvärden vid Klarälven, Dalälven, Ljusnan, Ljungan och Indalsälven. Jan Höjer. Rapport nov. 1973 till Statens Naturvårdsverk.

12. Vattenkraft - Miljö, SOU
13. PM nr 1 beträffande Trollhätte kanals fördjupning till ca 5,0 m djupgående. Sträckan Vänern-Trollhättan. Vattenfall.
14. Prof. Jan Erik Jansson, Tekniska högskolan, Helsingfors. Föredrag vid nionde Nordiska Skeppstekniska mötet 2.10.1964. Saima kanal och fartygsmodellförsök i samband med dess nyprojektering.
15. J.T.Tothill, Marin technology, Ship in restricted channels, Volume 4 number 2. April 1967.
16. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft. Springer Verlag. 1966-68.
17. PM beträffande beräkning av fartygs nedsänkning vid kanaldimensionering.
18. Bygg VI kap. 956:8
19. AIPCN PIANC Vol. IV 1971. Nr. 10
20. Yttrande över farledsutredningens slutrapport. Statens Vattenfallsverk. Drift och förvaltning Trollhätte Kanalverk.
21. Kustsjöfart. Inst. för transportteknik 1974.
22. Älven Kraften Bygden 1916-1966. Dalälvens vattenregleringsförening.
23. SMHI - HBK PM 8.10.1968.
24. Ehrman Kent S.: Plastic surgery on irrigation arteries, Proceedings of the ASCE, vol 90 (1964), No. C01, p. 47-57.

25. Kuhn, Rudolf: Ergebnisse einer Ausschreibung von Dichtungen des Main-Donau-Kanals, Die Wasserwirtschaft, 57 (1967), H7, p.259-263.
26. XIXth International Navigation Congress, London 1957, section 1. communication 2, S1-C2.p.22-28, 67-87, 182-184.
27. Marotz Günter: Standfestigkeit von dichten Asphaltbelägen im Grosswasserbau, Technische Hochschule, Stuttgart 1963.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid.

1.	ALLMÄNT	1.1
1.1	Äldre påtänkta kanalförbindelser i Dalarna	
1.2	Framtidens tänkta Dala kanal	1.4
1.3	Dimensionerande fartyg	1.5
1.4	Karakteristiska mått för Dala kanal	1.7
1.5	Arbetsmetoder och hjälpmedel	
2.	NÅGOT OM KUSTSJÖFART	2.1
2.1	Allmänt	
2.2	Svensk kustsjöfart	
2.3	Geografiska begränsningar	
2.4	Handelsflottans storlek och fördelning på olika tonnagegrupper	2.2
2.5	Konkurrenssituationen inom kustsjöfart	2.3
2.6	Konkurrens vid trafik mellan Sverige och utlandet	2.6
2.7	Förslag till förbättringar för de svenska redarnas situation och möjligheter	2.7
3.	HYDROLOGI	3.1
3.1	Allmänt om Dalälven	
3.2	Reglering av Dalälven	3.3
3.3	Siljan och Trängslet	3.5
3.4	Nuvarande regleringsbestämmelser	3.6
3.5	Vattenstånd	
3.6	Vattenföring m^3/s	3.8
3.7	Vattenföringens inverkan på fartygstrafik	
4.	KARAKTERISTISKA KÄNNETECKEN HÖR DALÄLVEN MED UTGÅNGSPUNKT FRÅN GEOLOGIN	4.1
4.1	Allmänt	
4.2	Orsasjön - Siljan	
4.3	Leksand - Djurås	4.2
4.4	Djurås - Bysjön	
4.5	Bysjön - Gustafs	4.3

	<u>Sid.</u>
4.6 Gustafs - Hovran	4.6
4.7 Hovran - Bäringen	4.11
4.8 Bäringen - Bramsöfjärden	4.12
4.9 Bramsöfjärden - Storfjärden	4.14
4.10 Storfjärden - Östersjön	4.15
5 KRAFTVERK	5.1
5.1 Allmänt	
5.2 Regleringar	
6 VATTENKRAFT OCH MILJÖ	6.1
6.2 Dala kanal	
7 TEKNISK OCH GEOMETRISK UTFORMNING AV KANALER	7.1
7.1 Allmänt	
7.2 Kanaleffektbegränsning	7.2
7.3 Fartygens nedsänkning squat	7.4
7.4 Marginalhöjd under köl	7.7
7.5 Vattennivåns nedsänkning vid kanalens stränder	
7.6 Strömhastigheten med hänsyn till bottenerosion	7.8
7.7 Kanalens godhetstal = Faktorn n	7.9
7.8 Övrig sänkning av vattennivån	7.10
7.9 Fartygs manöveregenskaper	7.13
7.10 Två fartygs möte i rak kanal	7.14
7.11 Kanalens kurvor	7.15
7.12 Kritiska fartygshastigheten	7.16
7.13 Sammanfattning	7.18
Bilagor	7.20
8 BROAR	8.1
8.1 Allmänt	
8.2 Landsvägsbroar	
8.3 Järnvägsbroar	8.2
8.4 Förteckning över broar över Dalälven sträckan Orsa - Östersjön	8.6
Figurer B1 -B8.	8.8

	<u>Sid.</u>
9 SLUSSAR	9.1
9.1 Allmänt om slussar	
9.2 Slussutrustning	9.3
9.3 Slussportar	
9.4 Fyllnings- och tömningssystem	9.7
9.5 Slusskroppens utformning	
9.6 Vattenbesparande slussar	9.8
10 ÖVRIGA DATA I SAMBAND MED SLUSSAR OCH KANALER	10.1
10.1 Ledverk	
10.2 Vattenskiljare	
10.3 Kantmur	
10.4 Övre förhamnar	10.2
10.5 Miljö	
10.6 Fartygs vägledning	
10.7 Lots	
11 KANALBEKLÄDNAD OCH EROSIONSSKYDD	11.1
11.1 Kanalbeklädnad	
11.2 Tätningssmetoder	
11.3 Erosionsskydd	11.10
12 MUDDRING	12.1
13 FRAMTIDA TRANSPORTTEKNIK	13.1
13.1 Allmänt	
14 DALA KANALS STRÄCKNING	14.1
14.1 Allmänt	
14.2 Östersjön - Söderfors	14.3
14.3 Söderfors - Avesta	14.5
14.4 Avesta - Borlänge	14.8
14.5 Borlänge - Orsa	14.10
15 KOSTNADSKALKYL	15.1
15.1 Kostnadsposter	
15.2 Kostnader	

	<u>Sid.</u>
15.3 Mängd- och kostnadsförteckning	
15.4 Sträckkostnader, milj. kr.	15.2
15.5 Övriga kostnader	15.3
15.6 Årskostnad	15.4
15.7 Sammanfattning	
15.8 Sammanställning av ungefärliga kostnader vid olika sträckningsalternativ som medför sluss	15.5
15.9 Sammanställning av ungefärlig kostnad för broar	15.6
15.10 Förteckning över vad som medtagits vid kostnadsberäkningen av broar och större kanalgrävning inkl. slussar	15.8
16 SLUTORD	16.1
17 LÄNGDMÄTNING	17.1
18 FARLEDSFIGURER ORSASJÖN - ÖSTERSJÖN	F1-F13
19 BOTTENPROFILFIGURER ORSASJÖN - ÖSTERSJÖN, P1 - P8	
20 DETALJRITNINGAR ÖVER KONFLIKTPUNKTER I DALARNA, D1 - D18	
21 ÖVRIGA DETALJRITNINGAR ÖVER NÅGRA KONFLIKTPUNKTER UTANFÖR DALARNA, Ö1 - Ö4	
22 BILDSIDOR	
23 LITTERATURFÖRTECKNING	