

# RAPPORT

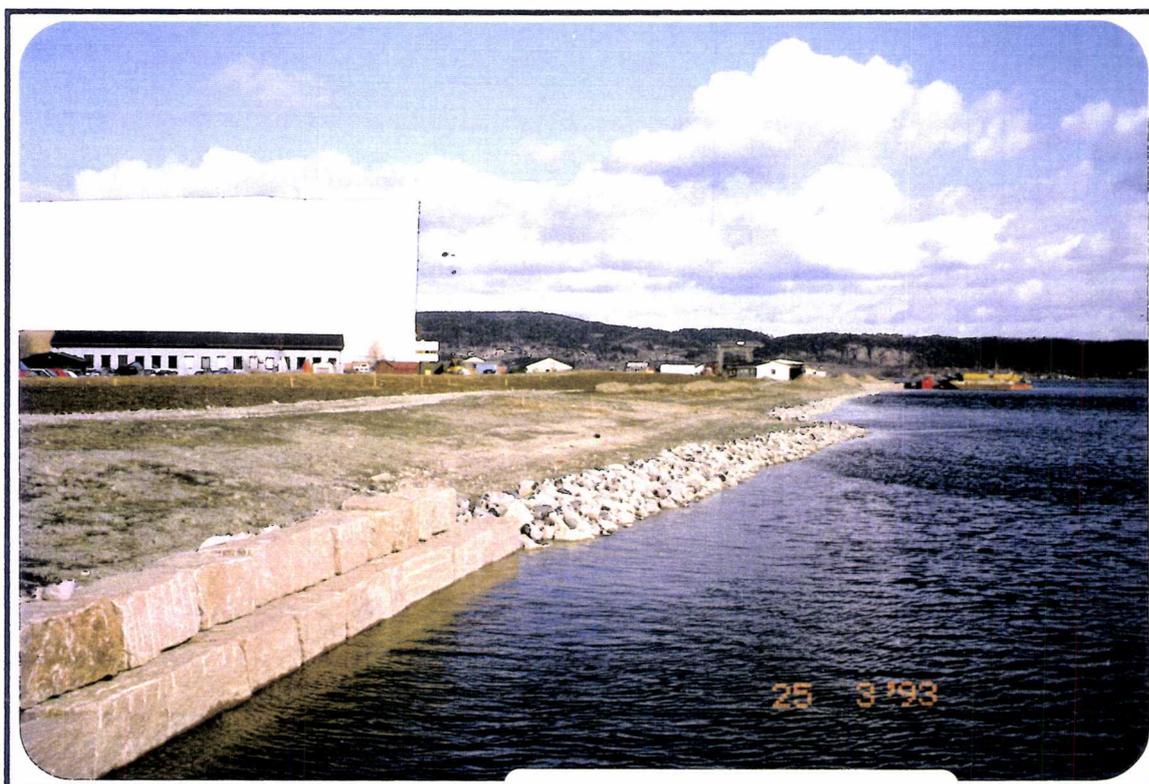
12 1993



NVE  
NORGES VASSDRAGS-  
OG ENERGIVERK

*Eirik Traae*

## VASSDRAGSTEKNISK VURDERING AV UTFYLLINGER I DRAMMENSELVA I TRÅD MED KOMMUNEDELPLANEN OG VEI-TUNNEL LANGS DRAMMENSELVA



VASSDRAGSAVDELINGEN

NORGES  
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK  
BIBLIOTEK

Omslagsbilde: Viser utløpet av Drammenselva på Bragenessiden,  
hvor utfylling i henhold til kommunedelplanen er utført  
Foto : E. Traae



TITTEL Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger i Drammenselva i tråd med kommunedelplanen og vei-tunnel langs Drammenselva	RAPPORT 12-1993
SAKSBEHANDLER Eirik Traae	DATO 09.08.1993
	RAPPORTEN ER åpen
OPPDRAGSGIVER Drammen Kommune	OPPLAG 15

## SAMMENDRAG

Kommunen sine planlagte utfyllinger på Bragenessiden opp til ca profil 5900 og på Strømsøsidan opp til ca profil 6100 gir ingen oppstuvning og hastighetsendring. Her vises ellers til NVE's brev av 20/4-1993.

Det vises til vedlagte tegning for en oversikt over bla. profilnummer, utfyllinger o.l.

Beregningene er oppdelt i følgende alternativ:

- I) Dagens tilstand, dvs sommeren 1992.
- II) Her er alle utfyllingene med, inkludert vegvesenet sin vei-tunnel.
- III) Samme som alt. II men uten nedkjøringsrampen til vei-tunnelen.
- IV) Som alt. II men uten utfyllingep langs NSB på Strømsøsidan fra profil 5275 til 6100.
- V) Som alt. II men uten vei-tunnelen.

Oppstrøms for by-brua gir alt.II og III en økt oppstuvning på 10-27 cm avhengig av vannstand og vannføring.  
Tilsvarende gir alt.IV og V 3-8 cm oppstuvning.

Alt.II og III gir relativt store økninger av hastigheten og kan føre til relativt store endringer i erosjonsforholdene. Dersom alt.II eller III er aktuelle må det utføres nærmere vurderinger av konsekvensene spesielt mhp erosjonsforholdene.

Alt.IV og V gir noe mindre økninger av hastigheten men fortsatt har en lokale variasjoner. Spesielt gjelder det alt.V under by-brua og "nedkjøringsrampen" i alt.IV.

Utfra en helhets vurdering av oppstuvning og erosjonsforholdene gir alt.IV og V minst konflikter/problemer.

Det kan med fordel gjøres visse korreksjoner på alt.IV og V :  
Vegvesenet sin "nedkjøringsrampe" kan med fordel utformes slik at den ikke stikker så langt ut i elven.  
NSB/Kommunen sin utfylling kan med fordel gjøres noe smalere for å redusere oppstuvning og erosjon ved by-brua.

NORGES  
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK  
BIBLIOTEK

EMNEORD/SUBJECT TERMS  
Oppdrag

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

  
H.Haga  
Regionsjef

## FORORD

Drammen kommune har laget en kommunedelplan for Drammenselva. I denne reguleringsplanen inngår det utfyllinger i elva for å gi mulighet for adkomst til og langs elva.

I tillegg utreder vegvesenet muligheten for å bygge en veitunnel langs Drammenselva.

NVE Region Sør har fått i oppdrag å vurdere de vassdrags-tekniske sidene ved inngrepene.

Det presiseres at dette er et konsulentoppdrag som ikke må forveksles med NVE's rolle som forvaltningsorgan.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	side
1.0 Innledning .....	3
2.0 Datagrunnlag.....	4
2.1 Inngrep/Tiltak.....	4
2.2 Hydrologi .....	4
2.3 Vannstand-vannføring.....	5
2.4 Lagdelingsforhold.....	6
2.5 Bragenesløpet-Strømsløpet.....	6
3.0 Beregning av oppstuvning som følge av inngrepene/ tiltakene.....	6
3.1 Innledning.....	6
3.2 Ulike alternativ.....	6
3.3 Beregningsresultater.....	7
3.4 Sammendrag.....	10
4.0 Erosjon .....	10

BILAG : Tegning nr. VRS-200  
Oversiktstegning.  
Nedfotografert fra 1:1000 til 1:2000

## 1.0 INNLEDNING

Utfyllingene er tenkt bygd opp av tunnelstein fra en eller flere av de planlagte tunnelene i området.

Det er nødvendig med en utredning av de vassdragstekniske konsekvensene ved de aktuelle utfyllingene. Drammen Kommune har bedt NVE utføre denne.

I tillegg har Vegvesenet planer om å legge gjennomgangs- trafikken utenom selve sentrum på Bragenes-siden. Her foreligger flere alternativer og et av de aktuelle er å legge veien i betong-tunnel ute i elva på Bragenes-siden fra P5900-P5100.

NVE mener det er naturlig at alle inngrep sees under ett for å få helheten. Vegvesenet var enig i at de vassdragstekniske sidene ved dette prosjektet ble vurdert samtidig. Vegvesenet oversender tegninger av betongtunnelen.

Vi har sett på de stømningstekniske forholdene, oppstuvning og hastighetsendringer som kan forventes som en konsekvens av de planlagte utfyllingene.

De geotekniske forholdene vedrørende utfyllingene er ikke vurdert i denne rapporten.

## 2.0 DATAGRUNNLAG

Høyder som det referes til er NGO høyder, og vannføringene referer seg til utløpet av Drammensvassdraget dersom ikke annet er sagt.

### 2.1 Inngrep/tiltak

Ytterbegrensningene for de planlagte fyllingene er funnet på grunnlag av følgende tegning : Kommunedelplan Drammenselva fra 5.12.89, sist revidert 14.03.91.

En har også sett på Hindhammer, Sundt og Tommesen sine tegninger nr. 20-27 som skisserer hvordan utfyllingene er tenkt utformet.

Vi har valgt å forenkle utformingen noe og holdt oss til ytterbegrensningen gitt i Kommunedelplanen. Vi har antatt jevn skråningshelning 1:1.5. Se nærmere detaljer på vedlagte tegning.

På Strømsø siden er det utenfor på NSB sitt område (ca ved profil 6000) foreslått en utfylling med noe uheldig utforming strømningsmessig sett. Vi har tillatt oss å runde av hjørnet i våre beregninger, se vedlagte tegning.

Vegvesenet sin planlagte tunnel på Bragenes siden har vi motatt følgende tegninger over : tegninger nr 5004-4, 5004-5 og 5004-6 av 18/5-93. Dette er i følge vegvesenet bare foreløpige tegninger. Dersom en eventuell endelig utforming avviker vesentlig fra de foreløpige tegningene må en utføre nye beregninger/vurderinger. Endelige tegninger må foreligge for å kunne vurdere om eventuelle endringer er av vesentlig betydning.

### 2.2 Hydrologi

Vannføringer i Drammensvassdraget er funnet ved vannmerke (VM) 434 Døvikfoss og 2119 Døvikfoss. Ved Døvikfoss er det et totalt nedbørsfelt på 16020 km<sup>2</sup> og ved Drammensvassdragets utløp ca 17000 km<sup>2</sup>. Vannføringene ved Døvikfoss er skalert opp med faktoren  $17000/16020=1.06$ . Dette er ikke helt korrekt da det kan være store lokale variasjoner fra flom til flom, men vi anser det for å være den mest korrekt metoden når en tar i betraktning at 94% av feltet er oppstrøms vannmerket.

Følgende flomverdier er beregnet ved Drammen (Beheim 1986) :

middelflom		1050 m <sup>3</sup> /s
10	"	1540 "
20	"	1750 "
50	"	2010 "
100	"	2200 "

### 2.3 Vannstand - Vannføring

Vannstanden i Drammenselva påvirkes av to ting : vannføringen i elva og vannstanden i Drammensfjorden.

Vannstanden i Drammensfjorden er avhengig av bla. flo og fjære, månefaser, vindretninger og delvis vannføringen i elva.

Vannføringen i elva påvirkes av snøsmelting, nedbør samt magasinutfyllingen i de regulerte vannene og muligheten for å dempe flommene her.

Drammensvassdraget er litt spesielt mhp flommer da det er svært stort samt at det er regulert. Skal vi få en større flom i nedre deler, kreves det en flom med stort volum. I praksis vil det si at en må ha kraftig snøsmelting samt nedbør og relativt fulle reguleringsmagasin.

Den mest ugunstige situasjonen er når det er både høy vannføring og høy vannstand.

Et eksempel fra en slik situasjon har vi i oktober 1987 da det var en døgnmiddelvannføring på ca 1540 m<sup>3</sup>/s og en vannstand ved Holmen-nokken på + 1.9 m (NGO) på havnevesenet sin vannstandsmåler.

Vi har gått gjennom en del av vannstandsobservasjonene til Havnevesenet samt flommene på vannmerket, og det er ingen sammenheng mellom vannstanden i Drammensfjorden og vannføringen i elva.

En tendens er derimot at de fleste store flommer er vårflommer i mai og juni, og da ligger vannstanden ofte i området -0.5m til +1.0 m.

Vi velger å beregne oppstuvning som følge av inngrepene for følgende vannstander i Drammensfjorden:

kt. 0.0  
kt. 1.0  
kt. 2.0

og for følgende vannføringer :

1500 m<sup>3</sup>/s  
2200 "

## 2.4 Lagdelingsforhold

Når ferskvann fra en elv renner ut i salt sjøvann, vil det lettere ferskvannet legge seg over det tyngre saltvannet.

Skille-flaten blir ikke skarp på grunn av innblanding og dette gir en sone, kalt sprangsjikt, med gradvis endring av salt-holdighet fra det øvre ferskvannslaget til det nedre saltvannslaget.

Er strømhastigheten i overflatelaget liten, vil sprangsjiktet gå relativt langt opp i elva. Ved større vannføringer vil saltvannet presses ut i fjorden. Under spesielle forhold kan det muligens bli en utskylling av saltvann ut til terskelen i Svelviksundet.

Vi velger under våre beregninger å se på flomsituasjoner og antar at det ikke er saltvannslag oppe i elva, dvs vi antar hele profilet effektivt mhp saltvann-ferskvann.

## 2.5 Bragenesløpet-Stømsøløpet

I følge tidligere beregninger utført av NHL i 1986 ("Drammen havn, stengning/innsnevring av Bragenesløpet") er fordelingen mellom de to løpene ca 15 % i Bragenesløpet og ca 85 % i Strømsøløpet.

Vi bruker denne fordelingen som utgangspunkt for våre beregninger.

## 3.0 BEREGNING AV OPPSTUVING SOM FØLGE AV INNGREPENE/TILTAKENE

### 3.1 Innledning

For å beregne oppstuvningen fra de planlagte tiltakene har vi bla brukt en hydraulisk modell som er beregnet for store elver/vassdrag kalt HEC -2. Det er en Amerikansk modell som er utviklet av US Army Corps of Engineers ved avdeling for Hydrologic Engineering.

### 3.2 Ulike alternativ

Vi har valgt å dele opp beregningene i følgende alternativ :

#### 1) Alt. I

Alt. I representerer dagens tilstand. Med dagens tilstand menes forholdene slik de var ved bunnkote-kartleggingen sommeren 1992. Vi bruker denne situasjonen som utgangspunkt for vurderingene av oppstuvning som følge av de planlagte utfyllingene.

## 2) Alt. II

Her er alle utfyllingene med slik som vist i Kommunedelplanen for Drammenselva, med visse korreksjoner ved Holmen og utenfor NSB. I tillegg er Vegvesenet sin planlagte betongtunnel langs elven tatt med i henhold til mottatte tegninger.

## 3) Alt. III

Samme som alt. II men uten nedkjøringsrampen ved Erik Børresens gate. Da denne stikker noe ut i elveløpet vil vi prøve å se hva dette betyr for oppstuvningen.

## 4) Alt. IV

Som alt. II men uten NSB sin utfylling.

## 5) Alt.V

Som alt. II men uten Vegvesenet sin utfylling.

### 3.3 Beregningsresultater

I tabellene nedenfor er beregnings-resultatene listet opp. Tabellene viser beregnet oppstuvning i meter i forhold til alt.I.

**DRAMMENSELVA  
BEREGNINGRESULTATER**

Tabellen viser beregnet oppstuvning i meter i forhold til Alt. I

Profil nr.	Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 0					Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 1,0					Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 2,0					Anm.
	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	
8100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	
5970	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	
5820	0	0,08	0,06	0,02	-	0	0,06	0,04	0,02	-	0	0,06	0,04	0,02	-	
5643	0	0,08	0,06	0,03	0,04	0	0,06	0,04	0,02	0,03	0	0,06	0,04	0,02	0,04	Bybrua
5520	0	0,13	0,12	0,03	0,04	0	0,09	0,08	0,02	0,03	0	0,09	0,08	0,03	0,04	
5023	0	0,14	0,12	0,03	0,04	0	0,12	0,10	0,03	0,03	0	0,12	0,11	0,05	0,06	
4700	0	0,14	0,12	0,03	0,04	0	0,12	0,10	0,03	0,03	0	0,12	0,11	0,05	0,06	
4125	0	0,12	0,11	0,03	0,04	0	0,11	0,10	0,03	0,03	0	0,11	0,10	0,04	0,05	
1750	0	0,09	0,08	0,02	0,02	0	0,09	0,08	0,02	0,03	0	0,09	0,08	0,03	0,04	

**DRAMMENSELVA  
BEREGNINGSRISULTATER**

Tabellen viser beregnet oppstuvning i meter i forhold til Alt. I

Profil nr.	Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 0					Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 1,0					Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 2,0					Anm.
	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	
8100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	
5970	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,02	0,01	
5820	0	0,17	0,12	0,06	-	0	0,12	0,09	0,05	-	0	0,11	0,09	0,06	-	
5643	0	0,17	0,13	0,06	0,07	0	0,12	0,09	0,05	0,05	0	0,13	0,10	0,06	0,08	
5520	0	0,25	0,21	0,06	0,07	0	0,18	0,15	0,05	0,05	0	0,19	0,16	0,06	0,08	
5023	0	0,27	0,24	0,06	0,07	0	0,23	0,20	0,05	0,06	0	0,23	0,21	0,08	0,10	
4700	0	0,25	0,22	0,05	0,06	0	0,22	0,19	0,05	0,06	0	0,22	0,20	0,08	0,10	
4125	0	0,22	0,19	0,05	0,06	0	0,18	0,16	0,04	0,05	0	0,20	0,18	0,07	0,09	
1750	0	0,15	0,13	0,04	0,04	0	0,14	0,12	0,03	0,04	0	0,16	0,15	0,06	0,07	

## Anmerkninger

- Profilnummerne refererer seg til bunnkotecartet av 1992.
- P 5643 er ved bybrua.
- Den planlagte "elvetunnelen" går ca mellom P5900 og P5100.
- Tabellen over viser et utdrag av profilene som er brukt ved beregningene.

### 3.4 Sammendrag

1) Sammenligner vi Alt.II og Alt.III ser en at "nedkjøringsrampen" til elvetunnelen utgjør ca 2-5 cm oppstuvning. Totalt får vi her en økt oppstuvning i forhold til Alt.I på i størrelsesorden 10-27 cm, noe avhengig av vannstand og vannføring.

I tillegg til at "nedkjøringsrampen" fører til økt oppstuvning kan den ha en uheldig virkning på strømningsforholdene. Det anbefales at den utformes slik at den stikker minst mulig ut i elven.

2) Alt.IV og Alt.V

En har her sett på ensidig utfylling, henholdsvis av Vegvesenet eller NSB/Kommunen.

En får her en økt oppstuvning på i størrelsesorden 3-8 cm avhengig av vannstand og vannføring.

Oppstuvningen blir tilnærmet den samme hvilken utfylling som taes vekk.

3) På Bragenessiden opp til ca profil 5900 og på Strømsøssiden opp til ca profil 6100 blir det ingen oppstuvning og hastighetssendring.

Her vises ellers til NVE's brev av 20/4-1993.

### 4.0 EROSJON

Bunnforholdene i Drammenselva er ustabile og de tenkte inngrepene kan føre til endrede forhold når det gjelder erosjon.

Den faktoren som betyr mest når det gjelder erosjon er vannhastigheten. Vi har derfor sett litt på hvordan midlere hastighet endrer seg som følge av de ulike inngrepene.

I tabellen under har vi satt opp midlere hastighet som funksjon av vannføring og vannstand i enkelte utvalgte profil :

DRAMMENSELVA

Midlere vannhastighet (m/s) i noen utvalgte profil

Profil nr.	Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 0					Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 1,0					Q = 2200m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 2,0					Anm.
	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	
7900	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
6550	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
5895	2,07	2,78	2,64	2,32	2,12	1,78	2,41	2,28	2,02	1,82	1,54	2,06	1,95	1,73	1,56	
5643	2,24	2,66	2,68	2,30	2,62	1,98	2,40	2,41	2,05	2,33	1,75	2,09	2,10	1,80	2,03	
5023	2,43	2,36	2,37	2,42	2,42	2,25	2,20	2,20	2,24	2,24	2,05	2,0	2,0	2,03	2,03	
4700	2,71	2,60	2,62	2,68	2,68	2,46	2,38	2,39	2,44	2,44	2,19	2,12	2,13	2,17	2,16	

Profil nr.	Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 0					Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 1,0					Q = 1500m <sup>3</sup> /s Vst. Kt. 2,0					Anm.
	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	Alt. I	Alt. II	Alt. III	Alt. IV	Alt. V	
7900	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	
6550	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
5895	1,48	1,97	1,88	1,65	1,52	1,25	1,68	1,59	1,41	1,28	1,07	1,43	1,36	1,21	1,09	
5643	1,61	1,93	1,94	1,66	1,88	1,39	1,70	1,70	1,44	1,63	1,21	1,48	1,48	1,26	1,42	
5023	1,75	1,72	1,73	1,74	1,74	1,59	1,57	1,57	1,58	1,58	1,43	1,41	1,42	1,43	1,43	
4700	2,0	1,95	1,96	1,99	1,98	1,76	1,74	1,74	1,76	1,76	1,55	1,52	1,53	1,54	1,54	

Kommentarer :

1) I profilene 7900 og 6550 er der ingen endring da her ikke er gjort inngrep.  
Det er her sett bort fra den nye NSB broen.

I en tidligere rapport fra SINTEF (Ny jernbanebro over Drammenselva, februar 1993) blir det konkludert med at de nye fundamentene har liten innvirkning på hastigheten og oppstuvningen men det kan eventuelt bli lokale endringer av erosjonsforholdene.

2) Nedstrøms for profil 6100 er det ingen hastighetsendring av betydning.

3) I profil 5895 blir det en hastighetsøkning mellom alt. I, II, III, IV og V på henholdsvis 34%, 27%, 12% og 2.2%.  
Forskjellen mellom IV og V er hovedsakelig "nedkjøringsrampen" til vegvesenet som stikker litt langt ut i elven.

4) I profil 5643, ved by-brua, blir det en hastighetsøkning mellom alt. I, II, III, IV og V på henholdsvis 20%, 20%, 3.3% og 17%.  
Alternativ V gir en relativt større utfylling under by-brua enn alt. IV og derav forskjellen i hastighetsøkning.

5) Oppstrøms for profil 5000 er det relativt små endringer i hastigheten som følge av de ulike utfyllingene. Enkelte steder vil hastigheten reduseres som følge av oppstuvning og dette kan føre til økt opplagring av masse. Men i dette tilfellet er reduksjonen så liten at det ikke burde bli endringer i forhold til dagens situasjon.

**BILAG :** Tegning nr. VRS-200  
Oversiktstegning.  
Er fotografert ned fra 1 : 1000 til 1: 2000

KART

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)  
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo

#### I 1993 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Bjarne Krokli: Flomberegning for Tyinvassdraget. (39 s.)
- " 2 Randi Pytte Asvall: Tyin kraftverk. Virkninger av ombygging på vanntemperatur- og isforhold. (8 s.)
- " 3 Hallgeir Elvehøy: Sluttrapport for massebalansemålinger på Spørteggreen. (24 s.)
- " 4 Lars-Evan Pettersson: Flomberegning Arendalsvassdraget. (65 s.)
- " 5 BEGRENSET.
- " 6 BEGRENSET
- " 7 Johan Engebak: Tilsigsmålinger i Glommavassdraget. (9 s.)
- " 8 Einar Beheim og Eirik Smidt Eriksen: Vassdragsteknisk seksjon 1992. (84 s.)
- " 9 Bjarne Krokli: Reguleringens innvirkning på naturlige flommer i Høyangervassdraget (079.Z). (49 s.)
- " 10 Rune Dahl, Hans Otnes, Frode Trengereid: Rapport fra uværet i Nord-Norge vinteren 1993. (20 s.)
- " 11 Randi Pytte Asvall: Øvre Otta. Virkninger på vanntemperatur- og isforhold ved utbygging av Glitra og Øyberget kraftverker. (14 s.)
- " 12 Eirik Traae: Vassdragsteknisk vurdering av utfyllinger i Drammenselva i tråd med kommunedelplanen og vei-tunnel langs Drammenselva. (13 s.)