



Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva

Kai Fjelstad
Erik Traae

6
1999

D O K U M E N T



NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEK

Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva

Norges vassdrags- og energidirektorat
1999

556(05)
ex3

Dokument nr 6

Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat, mars 1999

Saksbehandler: Kai Fjelstad og Eirik Traae

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 25
Forsidefoto: Kai Fjelstad
ISSDN: 1501-2840

Sammendrag: Formålet med vannlinjeberegningene i denne rapporten, er å kartlegge om den nye demningen i Fjellhamarelva endrer flomforholdene i vassdraget. Beregningen er gjort for tre ulike damalternativer. Resultatene viser at utformingen av dammen slik som ønsket ikke vil skape økte flomproblemer i vassdraget oppstrøms Struterud. Det er først og fremst det trange partiet ved Struterud som virker bestemmende for vannstander oppover i vassdraget.

Emneord: Vannlinjeberegning
Følsomhetsanalyse
Rekonstruksjon av 1987 flommen

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95

Telefaks: 22 95 90 00

Internett: www.nve.no

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Kort historikk	6
3. Datagrunnlag	7
3.1 Generelt.....	7
3.2 Tverrprofiler.....	7
3.3 Hydrologi	8
4. Kalibrering av beregningsmodellen	8
4.1 Generelt om selve modellen.....	8
4.2 Tverrprofiler.....	9
4.3 Kalibrering av modellen.....	9
5. Fjellhamardemningen	10
5.1 Damalternativene	10
5.2 Vurdering av resultatene	12
6. Følsomhetsanalyse	12
7. Rekonstruksjon av flommen i 1987	14
8. Konklusjon	15
Appendix	
Vedlegg	

Forord

Icopal A/S har planer om å bygge om demningen i Fjellhamardammen.

Bakgrunnen for denne rapporten , er at Det kongelige kommunal- og arbeidsdepartement har bedt NVE om å vurdere flomproblemer som følge av den planlagte demningen. Arbeidet med ombygging av dammen er påbegynt, men er blitt stoppet da noen grunneiere oppstrøms hevder at en ombygging vil medføre økte flomproblemer oppover i vassdraget

Denne rapporten er utarbeidet for å klarlegge om den planlagte demningen medfører økte flomproblemer i Fjellhamarelva.

Vassdragsteknisk seksjon, 09.03.99

Asbjørn Osnes
seksjonssjef

Sammendrag

Icopal A/S har planer om å bygge om demningen i Fjellhamardammen fra flomavledning via nåleløp til fritt overløp. Arbeidet med ombyggingen er påbegynt, men er blitt stoppet på grunn av konflikter med noen grunneiere som hevder at den nye demningen vil øke flomproblemene oppover i vassdraget.

Formålet med vannlinjeberegningene i denne rapporten, er å kartlegge om den nye demningen i Fjellhamarelva endrer flomforholdene i vassdraget. Beregningen er gjort for tre ulike damalternativer. Resultatene viser at den planlagte utformingen av dammen ikke vil skape økte flomproblemer i vassdraget oppstrøms Struterud. Det er først og fremst det trange partiet ved Struterud som virker bestemmende for vannstander oppover i vassdraget.

Det er i tillegg gjort en følsomhetsanalyse på vannstandshøyder oppover i vassdraget samt en rekonstruksjon av flommen den 16 oktober 1987.

Følsomhetsanalysen viser hvor høy vannstanden kan være i Fjellhamardammen uten å påvirke vannstanden oppstrøms Struterud. Våre beregninger tilsier at demningen har tilstrekkelig avledningskapasitet.

Før sluttføring av demningen bør dameier kontrollere at flomavledningskapasiteten på det nye flomlopet har tilstrekkelig kapasitet til at vannstanden i Fjellhamardammen ikke overstiger de beregnede vannstandene. Det er spesielt viktig å vurdere innvirkningen av fjellknausen like oppstrøms demningen.

Rekonstruksjonen av 1987 flommen viser at vannføringen var et sted mellom 40 og 48 m³/s.

1. Innledning

Fjellhamarelva ligger i Lørenskog kommune i Akershus fylke. Nedbørfeltet ligger for det meste i Østmarka øst for Oslo. Vassdraget består av to hovedløp; Ellingsrudelva (inkl. Langtjern) og Losbyelva med et nedbørfelt på henholdsvis 38 km^2 og 57 km^2 ved samløpet. Etter samløpet heter elven Fjellhamarelva og renner ned til Fjellhamardammen. Totalt er nedbørfelter på 97 km^2 ved Fjellhamardemningen. Fra dammen renner elven ut i Nitelva og videre ut i Øyeren.

Det foreligger planer om å bygge om demningen i Fjellhamardammen fra flomavledning via nåleløp til fritt overløp. Arbeidet med ombygging av dammen er påbegynt (94/95), men er blitt stoppet da noen grunneiere oppstrøms hevder at en ombygging vil medføre økte flomproblemer oppover i vassdraget.

I brev av 15.09.1997 fra Det kongelige kommunal- og arbeidsdepartement ber de NVE om en ny vurdering av flomproblemene i forbindelse med den nye demningen. NVE har av den grunn gjort nye vurderinger og utført vannlinjeberegninger for hele Fjellhamarelva. Beregningene i denne rapporten forsøker å gi svar på om den nye demningen i Fjellhamardammen forverrer flomforholdene i vassdraget. I tillegg er det gjort en følsomhetsanalyse på vannstandshøyder oppover i vassdraget samt en rekonstruksjon av flommen den 16 oktober 1987.

2. Kort historikk

Fjellhamarelva (inkl. Losbyelva og Ellingsrudelva) er et flomutsatt vassdrag. Store arealer dyrket mark settes under vann ved relativt små flommer. Det har vært et sterkt ønske fra bl.a. grunneierne å få gjennomført en senking/kanalisering av elva for å redusere flomproblemene. Det har vært utarbeidet følgende senkingsplaner for den omtalte strekningen :

- 1934 senkingsplan utarbeidet av NVE
- 1951 og 1952 senkingsplan utarbeidet av Ingeniør Gravrok i Lørenskog kommune
- 1962 senkingsplan utarbeidet av VIAK
- 1978 senkingsplan utarbeidet av NVE

Av ulike grunner har ikke noen av senkingplanene kommet til utførelse. Vi kommer ikke nærmere inn på dette her.

Ved større flommer, som for eksempel i 1987, ble hus, veier og dyrket mark satt under vann med betydelige skader som følge av dette. Etter 1987 flommen ble det foretatt en utvidelse i det trange partiet ved Kloppa for å redusere flomvannstandene og flomskadene ved en fremtidig storflom.

Nedenfor er det listet opp noen av rapportene og brevene i saken :

- NVEs rapport 33 1995 ” Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva”
- NVEs brev datert 10.10.1996, med vedlagte notat, sendt til Fylkesmannen i Oslo og Akershus.
- NVEs rapport 18 1997 ” Flomberegning – Fjellhamardammen (002.CBC)”
- Brev fra Kommunal og arbeidsdepartementet til NVE datert 15.09.1997

Våren 1998 utførte NVK Vandbygningskontoret en beregning av flomvannstandene for området like oppstrøms Kloppa i forbindelse med utbygging av et boligområde.

Beregningene i denne rapporten skal søke å gi et svar på om en ombygging slik som planlagt vil forverre flomforholdene oppstrøms Fjellhamardammen.

3. Datagrunnlag

3.1 Generelt

Som underlag til rapporten er det brukt følgende grunnlagsdata:

- Ombygging av Fjellhamardammen, forslag fra Icopal A/S.
- Tegninger av den gamle demningen
- Profiler tatt av NVE ved Struterud og Kloppa 1986 (før senking 1987)
- Profiler tatt av NVE nedstrøms Struterud 1995
- Profiler tatt av NVE på strekningen fra Fjellhamardemningen til Strømsveien 1998
- Senkingsplan fra VIAK av 1962
- Senkingsplan fra NVE av 1978
- NVEs rapport 33 1995 ” Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva”
- NVEs brev datert 10.10.1996, med vedlagte notat, sendt til Fylkesmannen i Oslo og Akershus.
- NVEs rapport 18 1997 ” Flomberegning – Fjellhamardammen (002.CBC)”

3.2 Tverrprofiler

Det er tatt opp tverrprofiler på deler av den aktuelle elvestrekningen flere ganger i forbindelse med tidligere planlagte inngrep. At en har riktige tverrprofiler er helt sentralt i denne typen beregninger. Det er derfor målt opp nye tverrprofiler (NVE

1998) av hele elvestrekningen fra Fjellhamardemningen opp til Strømsveien, jfr. vedlegg. Høyder som blir referert til er SK (Statens kartverk, NN 1954)) høyder dersom ikke annet er sagt. Tverrprofilene er orientert slik at venstre og høyre side er sett med strømretningen.

3.3 Hydrologi

I denne rapporten går vi ikke inn på de hydrologiske beregningene, men viser til de gamle senkingsplanene samt NVEs rapport nr.18 1997 "Flomberegning – Fjellhamardammen (002.CBC)". I denne rapporten har vi konsentrert oss om å angi vannlinjene ved ulike vannføringer. Det er ikke vurdert hvilke gjentaksintervall de ulike vannføringerne har. Følgende vannføringer er valgt ut: 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 og 100 m³/s.

4. Kalibrering av beregningsmodellen

4.1 Generelt om selve modellen

Alle vannlinjeberegningene utføres med software programet HEC-RAS, som er utviklet ved United States Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. HEC-RAS er utviklet for å kunne beregne vannlinjer i naturlige og kanaliserte elver. Programmet regner seg trinnvis oppover i elven med statiske grensebetingelser, og er en av de mest anvendte modellen innen hydrauliske beregninger for åpne kanaler.

I modellen er Mannings formel en av basisformlene for beregning av vannlinjene. Ut fra de kjente faktorene for hvert tverrprofil og med grensebetingelser i det nederste profilet, regner programmet på vannstanden profil for profil oppover i elveløpet. Det er viktig at tverrprofilene er representativ for elvestrekningen.

Mannings formel er følgende:

$$V = M (R)^{2/3} I^{1/2}$$

Der,

V = vannhastighet

M = manningstall (friksjonstall)

R = hydraulisk radius, gitt ved A/P = areal/våt omkrets

I = fallgradienten

Manningstall (M) er et friksjonstall for overflatens ruhet i et elveprofil. Det er først og fremst dette tallet som brukes til kalibrering i modellen. Der det ikke er observerte vannstander og dermed heller ikke en kjent vannføring å kalibrere mot, må det velges et Manningstall. Dette kan gjøres i henhold til erfaringer fra tidligere beregninger for lignende forhold. Eller så finnes det empiriske verdier av M for ulike typer overflater.

Ut fra slike opplysninger har man mulighet til komme fram til et friksjonstall som er representativ for elveløpet.

4.2 Tverrprofiler

Det er meget viktig å ha representative tverrprofiler for den aktuelle strekningen, spesielt der det skjer markerte endringer i helning, elvebredde, ruhet og vannføring. Antall tverrprofiler som legges inn i modellen er avgjørende for hvor nøyaktig beregningene blir. Ofte interpolerer man et profil mellom to målte profiler for å få en bedre hydraulisk kontroll over elvestrekningen. I denne rapporten er det målt opp 50 tverrprofiler på den aktuelle strekningen, og vi mener disse representerer strekningen på en tilfredstillende måte. Total lengde på den aktuelle strekningen er ca 1900 m.

4.3 Kalibrering av modellen

For å kalibrere en slik hydraulisk modell er det en fordel å ha observert vannlinje med tilhørende målt vannføring. På denne aktuelle strekningen finnes det registrerte vannstander fra flere flommer. Beregningsmodellen er kalibrert på grunnlag av observerte flomhøyder og en målt vannføring fra flommen 27. oktober 1998. Det ble målt en vannføring på $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Tabellen under er tilpasningen mellom observerte verdier og simulerte verdier vist.

Tabell 1. Tilpasning mellom observerte og simulerte verdier for Fjellhamarelva

	P 4950	H.A.MØLLER BRU	NY BRU	GANGBRU	P 4100	P 22+3	OPPSTRØMS DAM
Observert (m.o.h.)	153.03	152.98	152.94	152.90	152.78	151.88	151.88
Simulert (m.o.h.)	153.00	152.95	152.90	152.89	152.80	151.90	151.88

Vi anser sammenhengen mellom observerte og simulerte vannstander som tilfredsstillende og vi bruker denne modellen til videre vannlinjeberegning for Fjellhamarelva.

Som en del av kalibreringen har vi også prøvd å rekonstruere 1987 flommen. Da det etter 1987 flommen har vært foretatt en utsprenging i Kloppa har en korrigert tverrprofilene utfra gamle sinkingsplaner. For mer detaljer vises det til kap.7.

5. Fjellhamardemningen

5.1 Damalternativene

Vi skal sammenligne følgende damalternativer i Fjellhamarelva :

Alt. 1 Gammel dam

B = 15.5 m

B effektiv = 14.5 m (pga ugunstige innstrømningsforhold)

Terskelhøyde kote 151.05

Alt. 2 Icopal a.s. sitt forslag til dam utforming :

B = 20.5 m

B effektiv = 20 m (pga ugunstige innstrømningsforhold)

Terskel høyde kote 152.10 m

Alt. 3 NVE sitt forslag til dam, jfr. plan fra 1978 :

B = 25 m

B effektiv = 24 m (pga ugunstige innstrømningsforhold)

Terskel høyde kote 152.21

For alternativ 1 forutsettes det at alle nålene er fjernet.

Kapasiteten til de ulike damalternativene er beregnet ved formelen:

$$Q = CB (H)^{3/2}$$

der ,

$$Q = \text{vannføring } m^3/s$$

C = En konstant som bla er avhengig av utformingen av overløpet, vannstanden og vanndybden oppstrøm terskelen I dette tilfellet har en forenklet noe og satt C = 2.0 for alle damalternativene. Denne forenklingen har ingen praktisk betydning i dette tilfellet.

H = vannhøyde over topp dam (m)

B = effektiv bredde på demningen (m)

For hver av de tre alternativene er det gitt en terskelhøyde og en bredde på dammen. Effektiv bredde på dammen er mindre enn faktisk bredde. Like oppstrøms dammen på høyre side stikker terrenget såpass langt ut at det blir ugunstig innstrømning. Det er ikke tilstrekkelige opplysninger om innstrømningsforholdene ved dammen til å kunne sette opp en helt nøyaktig kapasitetskurve. Vi har derfor redusert overløpslengden noe ut fra skjønnsmessige vurderinger.

Resultatene av vannlinjeberegningene er vist med vannstand oppstrøms dam, ved profil P 4100 og ved profil P 4950. Profil P 4100 ligger oppstrøms Struterud, samme sted som P 0 fra tidligere beregninger, jfr. NVEs rapport nr. 33 og VV notat 16/96.

Alternativ 1. Gammel nåledam.

Terskelhøyde på kt 151.05 m.o.h

B = 15.5 m (B-effektiv = 14.5 m)

Vannføring (m ³ /s)	Vst. Oppstrøms dam	Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)	Vst. Profil 4950 (oppstrøms Kloppa)
20	151.83	153.25	153.48
30	152.07	153.61	153.90
40	152.29	153.94	154.22
50	152.49	154.24	154.60
60	152.67	154.54	154.96
70	152.85	154.85	155.37
80	153.02	155.14	155.77
100	153.33	155.67	156.29

Alternativ 2. Den nye dammen, jfr. Icopals plan.

Terskelhøyde på kt 152.10 m.o.h

B = 20.5 m (B-effektiv = 20 m)

Vannføring (m ³ /s)	Vst. Oppstrøms dam	Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)	Vst. Profil 4950 (oppstrøms Kloppa)
20	152.73	153.24	153.47
30	152.92	153.60	153.89
40	153.10	153.93	154.26
50	153.26	154.25	154.60
60	153.41	154.55	154.96
70	153.55	154.85	155.37
80	153.69	155.14	155.77
100	153.94	155.67	156.29

Alternativ 3. Dam jfr. NVEs planforslag fra 1978

Terskelhøyde på kt. 152.21 m.o.h

B = 25 m (B-effektiv = 24)

Vannføring (m ³ /s)	Vst. Oppstrøms dam	Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)	Vst. Profil 4950 (oppstrøms Kloppa)
20	152.77	153.24	153.47
30	152.94	153.60	153.89
40	153.10	153.93	154.26
50	153.24	154.25	154.60
60	153.37	154.55	154.96
70	153.50	154.85	155.37
80	153.61	155.14	155.77
100	153.84	155.67	156.29

5.2 Vurdering av resultatene

Tabell 2. Sammenligning av vannstand oppstrøms Struterud for de ulike damalternativene.

Vannføring (m ³ /s)	Alternativ 1 Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)	Alternativ 2 Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)	Alternativ 3 Vst. Profil P 4100 (P 0) (oppstrøms Struterud)
20	153.25	153.24	153.24
30	153.61	153.60	153.60
40	153.94	153.93	153.93
50	154.24	154.25	154.25
60	154.54	154.55	154.55
70	154.85	154.85	154.85
80	155.14	155.14	155.14
100	155.67	155.67	155.67

Tabellen over viser at beregnet vannstand oppstrøms Struterud (profil 4100) er den samme for alle tre alternativene. Dette viser at uavhengig av hvilken av de alternative overløpsløsningene som velges, vil det ikke medfører økt flomfare oppover i vassdraget. Det er det trange partiet ved Struterud som virker bestemmende for vannstader oppstrøms Struterud, jfr. figur 1.

6. Følsomhetsanalyse

For å undersøke betydningen av Fjellhamardammen for vannstader oppover i vassdraget er det gjort en følsomhetsanalyse for Fjellhamarelva. Ut fra disse beregningene finner man en grense for hvor høy vannstand en kan ha i Fjellhamardammen uten at den påvirker vannstanden oppstrøms Struterud. De hydrauliske betingelsene i elveløpet vil da være avgjørende for når vannstanden i dammen påvirker vannstanden oppover i vassdraget.

Følsomhetsanalysen er utført ved at en har valgt ut tre vannføringer på henholdsvis 25, 50 og 75 m³/s. En utfører vannlinjeberegninger for 10 ulike vannstader i Fjellhamardammen for hver av vannføringene. Ved 25 m³/s er vannstanden nede ved demningen satt fra 151.6 og går opp til 153.4 med 0.2 m mellom hvert høydeintervall. For 50 m³/s starter vannstanden på 152.2 og går opp til 154 med også 0.2 m mellom hvert intervall. Ved 75 m³/s starter den fra 152.8 og går opp til 154.6 med samme høydeintervall som for 25 og 50 m³/s. Disse høydene blir satt som statiske grensebetingelser i modellen.

Resultatene blir presentert i form av et lengdeprofilplott forbi strykpartiet ved Struterud, jfr. figur 2, 3 og 4. Figuren viser 10 vannlinjeberegninger for en vannføring på henholdsvis for 25 m³/s, 50 m³/s og 75 m³/s. Nedstrøms Struterudpartiet (venstre side i figuren) ligger vannlinjene i dammen parallelt. Først i selve strykpartiet (midt

på figuren) er det en del vannlinjer som går sammen og blir liggende oppå hverandre. For disse vannlinjene blir vannstanden bestemt av de hydrauliske betingelsene i partiet og ikke av vannstanden i dammen. Vannlinjene som avviker fra de som ligger oppå hverandre, indikerer at disse blir styrt av vannstanden i dammen. Det vil si at vannstandene i dammen begynner å påvirke vannstanden forbi det trange partiet ved Struterud (helt til høyre i figuren).

Resultatet viser at først ved en vannstand på over 152.9 nede ved demningen vil den påvirke vannstanden oppstrøms Struterudpartiet ved $25 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved $50 \text{ m}^3/\text{s}$ må vannstanden nede ved demningen være over 153.3, og for $75 \text{ m}^3/\text{s}$ må den være over 153.7 for å kunne påvirke vannstanden oppstrøms Struterudpartiet. Så lenge vannstanden i dammen er under disse høydene, blir vannstanden oppstrøms Struterud styrt av det trange partiet ved Struterud. Vi ser også at påvirkningen går gradvis oppover i partiet etter hvert som vannstanden øker i dammen.

Tar man utgangspunkt i vannstandene fra analysen og sammenligner med avledningskapasiteten for de tre damalternativene, får man følgende resultat;

Tabell 3. Sammenligning av kapasiteten mellom Struterudpartiet og de tre damalternativene ved en gitt vannstandshøyde i dammen.

Vannstand ved demningen (m.o.h.)	Vannføringen gjennom Struterudpartiet	Alternativ 1 Gammel nåldam (m^3/s)	Alternativ 2 Ny dam (m^3/s)	Alternativ 3 NVEs damforslag (m^3/s)
152.9	25	73	28	27
153.3	50	98	52	54
153.7	75	125	80	87

Tabellen viser at alle damalternativene har en større kapasitet enn det trange partiet ved Struterud. For den nye dammen (alt.2) ligger kapasiteten ca 4 – 12 % over kapasiteten til Struterud partiet. Tilnærmet det samme gjelder også for NVEs damforslag fra 1978. Men følsomhetsanalysen viser også at effekten er liten ved akkurat disse høydene og først ved noe høyere vannstand i dammen vil det få stor betydning oppover i vassdraget.

Med dette viser analysen at ingen av damalternativene vil ha noen særlig effekt for vannstander oppover i vassdraget slik som forholdene er i dag. Det er først og fremst det trange partiet ved Struterud som er bestemmende for vannstandene oppover i vassdraget. Men det er imidlertid et par momenter en bør være klar over ved observasjon av vannstander gjennom Struterudpartiet. Ved lav vannføring blir vannstanden oppstrøms bestemt av et profil lengere nede i partiet enn ved større vannføringer, hvor da det bestemmende profilet går oppover i partiet etter hvert som vannføringen øker. Ved en viss flomvannføring blir profil 5+2 bestemmende for vannstanden oppstrøms Struterud.

Et annet moment en skal være oppmerksom på er at ved nedadgående flom vil en ha lavere vannføring med tilsvarende vannstand enn det en har i oppadgående flom. Dette bidrar til at differansen mellom vannstanden oppstrøms partiet og i dammen vil variere avhengig av både vannføring gjennom partiet, og om det er en nedadgående eller oppadgående flom.

7. Rekonstruksjon av flommen i 1987

Det er simulert en vannføring for flommen 1987 ut fra observerte flomhøyder i Fjellhamarelven. Flomhøydene baserer seg på NVEs observasjoner den 16 oktober 1987 mellom kl 13:00 og 14:00, samt observasjoner gjort av Ann-Marie Oppegaard samme dato mellom kl 22:00 og 24:00. Vi har valgt å bruke Ann-Marie Oppegaards flomhøyder som referanse, da vi antar at flommen kulminerte om natten den 16. og 17. oktober.

Ved kalibreringen av modellen for 1987 flommen har vi merket av flomhøydene til A. M. Oppegaard på H. A. Møller bru, ny bru og gangbru ved Kloppa, samt nede i Fjellhamardammen. Elveløpet er da tilpasset slik som det var i 1987 utfra målte tverrprofiler fra tidligere senkningsplaner.

A.M. Oppegård sine observert vannstader fra 1987 flommen er følgende :

Sted	Kotehøyde (m.o.h)
Nordliveien – avkj. Nordli gård	155.4
Strømsveien – gangvei v/avkj. Torshov	155.3
Kloppa – ny bru	155.0
Kloppa – ny gangbru	154.9
Kloppa bru	154.8
Fjellhamar – Fjellhamar bru	152.7

Den beregnede vannføringen for 1987 flommen er gjort ut fra en ren hydraulisk betrakning i modellen. Det er imidlertid to kriterier en må ta hensyn til under beregningene i modellen, disse er;

- Det ene blir gjort på bakgrunn av en observert vannstand, hvor man i modellen kan tilpasse en beregnet vannføring mot en observert vannstand. Når man har en vannstand lik den observerte, har man en vannføring i profilet som oppfyller dette kriteriet.
- Det andre kriteriet er å tilpasse vannføringen etter energihøyden med en observert vannstand. Energihøyden er summen av vannstand og hastighetshøyde (sees som grønn stiplet linje i lengdeprofilplottet) i et elveprofil. Ofte er det energihøyden man går ut i fra etter beregnet vannføring, da denne høyden kan være mer representativ enn beregnet vannstand i et profil.

Ut fra disse to kriteriene vil en ha to simulerte vannføringer som er tilpasset etter A. M. Oppegaards flomhøyder. Rent praktisk kjører man flere beregninger slik at man til slutt har tilpasset disse to linjene med observerte flomhøyder.

Beregningmessig får vi at vannføringen ligger mellom 43 og 45 m³/s for 1987 flommen. Men tar en hensyn til usikkerheten i beregningene mhp. rekonstruksjon av profiler, Manningstall, unøyaktighet i vannstandsregistreringer o.l., vil A. M. Oppegaards flomhøyder tilsvare en vannføring et sted mellom **40 og 48 m³/s**, jfr. figur 5.

I VIAKs senkningplan fra 1962 er det vedlagt en vannføringskurve basert på vannføringsmålinger fra flommen den 29. oktober 1961. Kurven viser en vannføring på ca 22 m³/s ved en vannstand på 154.1 (154.3 i NGOs høyder) ovenfor Kloppa, jmf. figur 6. Beregnet vannføringskurve fra modellen viser en vannføring på ca 26 m³/s ved samme vannstand (154.3) ovenfor Kloppa, jfr. figur 7.

Det er gjort en del tiltak i form av retting og kanalisering i elveløpet mellom 1962 og 1987, noe som vil medføre økt vannføringskapasitet i elven. I tillegg er det kommet opp nye bruer ved Kloppa som sannsynligvis har redusert noe av kapasiteten igjen. Lengdeprofilplottet for 1987 flommen viser at bruer har en del oppstuende effekt ved større vannføringer. Dette gjør det desto vanskeligere å si noe om beregnet vannføringskurve som er gjort i denne sammenheng og tidligere vannføringsmålinger, har overenstemmelse med hverandre. Likevel gir resultatet fra beregningene en indikasjon på at vannføringen var et sted mellom 40 og 48 m³/s under flommen i 1987.

8. Konklusjon

Følsomhetsanalysen viser hvor høy vannstand kan være i Fjellhamardammen før den påvirker vannstanden oppstrøms Struterud. De tre ulike vannføringen med tilhørende maksimal vannstand i Fjellhamarelven, er vist i tabellen under.

Vannføring	Maksimal vannstand i Fjellhamardammen (m.o.h.)
25 m ³ /s	vst. kt. 152.9
50 m ³ /s	vst. kt. 153.3
75 m ³ /s	vst. kt. 153.7

Våre beregninger for demningens avledningskapasitet tilsier at demningen har tilstrekkelig avledningskapasitet. Dvs. at utformingen av demningen slik som planlagt ikke vil endre flomproblemene i vassdraget oppstrøms Struterud. Det er først og fremst det trange partiet ved Struterud som virker bestemmende for vannstanden oppstrøms Struterud.

Før sluttføring av dammen bør dameier kontrollere at flomavledningskapasiteten på det nye flomløpet har tilstrekkelig kapasitet til at vannstanden i Fjellhamardammen ligger lavere enn angitt i tabellen ovenfor. Det er spesielt viktig å vurdere innvirkningen av fjellknausen like oppstrøms dammen.

Rekonstruksjonen av 1987 flommen, viser at vannføringen var et sted mellom 40 og 48 m³/s for A. M. Oppegaards observerte flomhøyder. Årsaken til at man ikke kan få et mer nøyaktig tallverdi på flommen, ligger i alle den usikkerhetsmomentene ved rekonstruksjon av 1987 forholden.

Appendix

- Figur 1: Lengdeprofilplott av Fjellhamarelva og Losbyelven for dagens situasjon med henholdsvis en vannføring på 20, 50 og 80 m³/s.
- Figur 2: Følsomhetsanalyse/lengdeprofilplott av Struterudpartiet ved 25 m³/s.
- Figur 3: Følsomhetsanalyse/lengdeprofilplott av Struterudpartiet ved 50 m³/s.
- Figur 4: Følsomhetsanalyse/lengdeprofilplott av Struterudpartiet ved 75 m³/s.
- Figur 5: Rekonstruksjon/lengdeprofilplott av 1987 flommen.
- Figur 6: Vannføringskurve for "Kloppa ovenfor", målt i 1961.
- Figur 7: Simulert vannføringskurve for "Kloppa ovenfor".

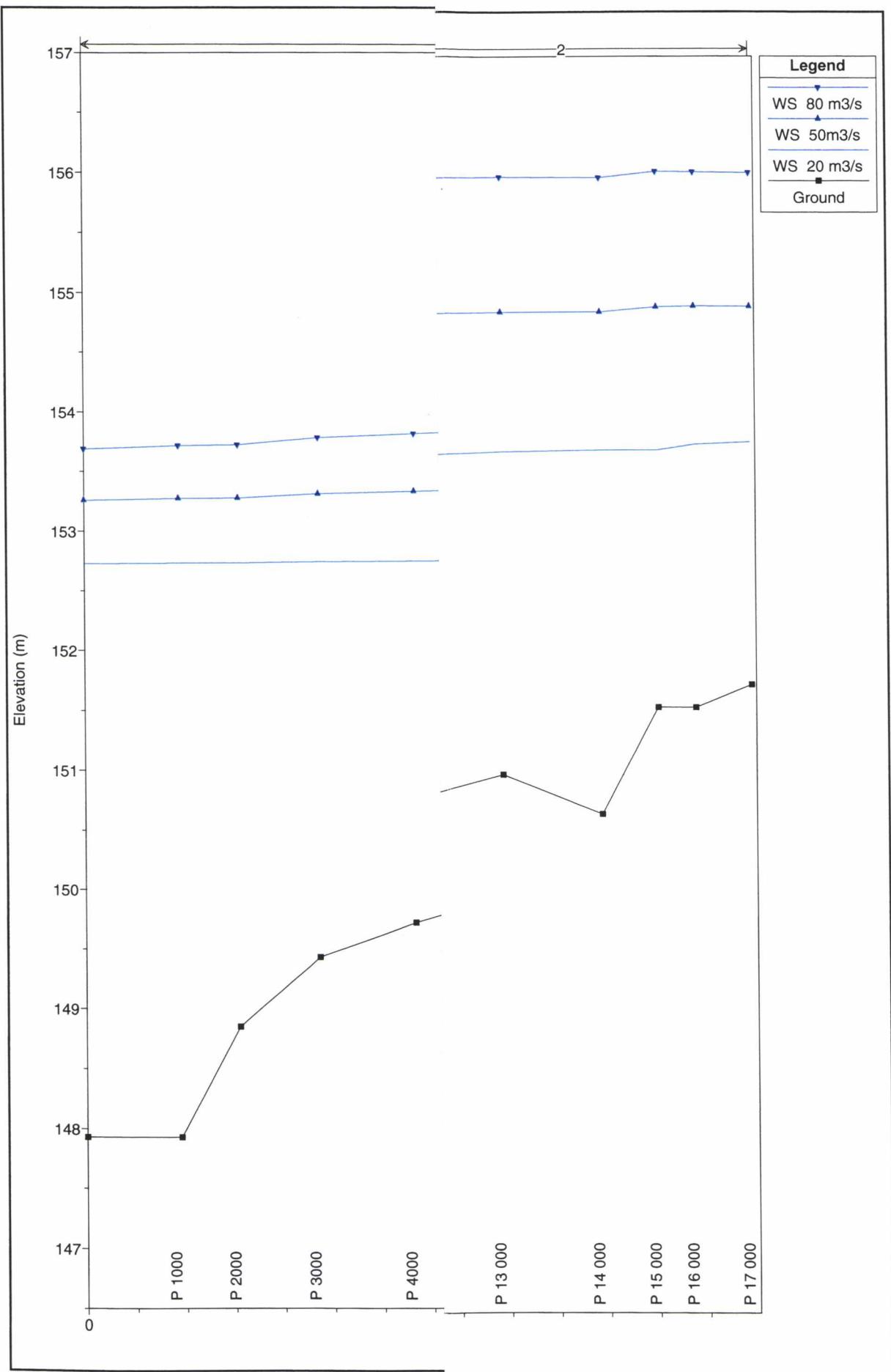


Fig. 1

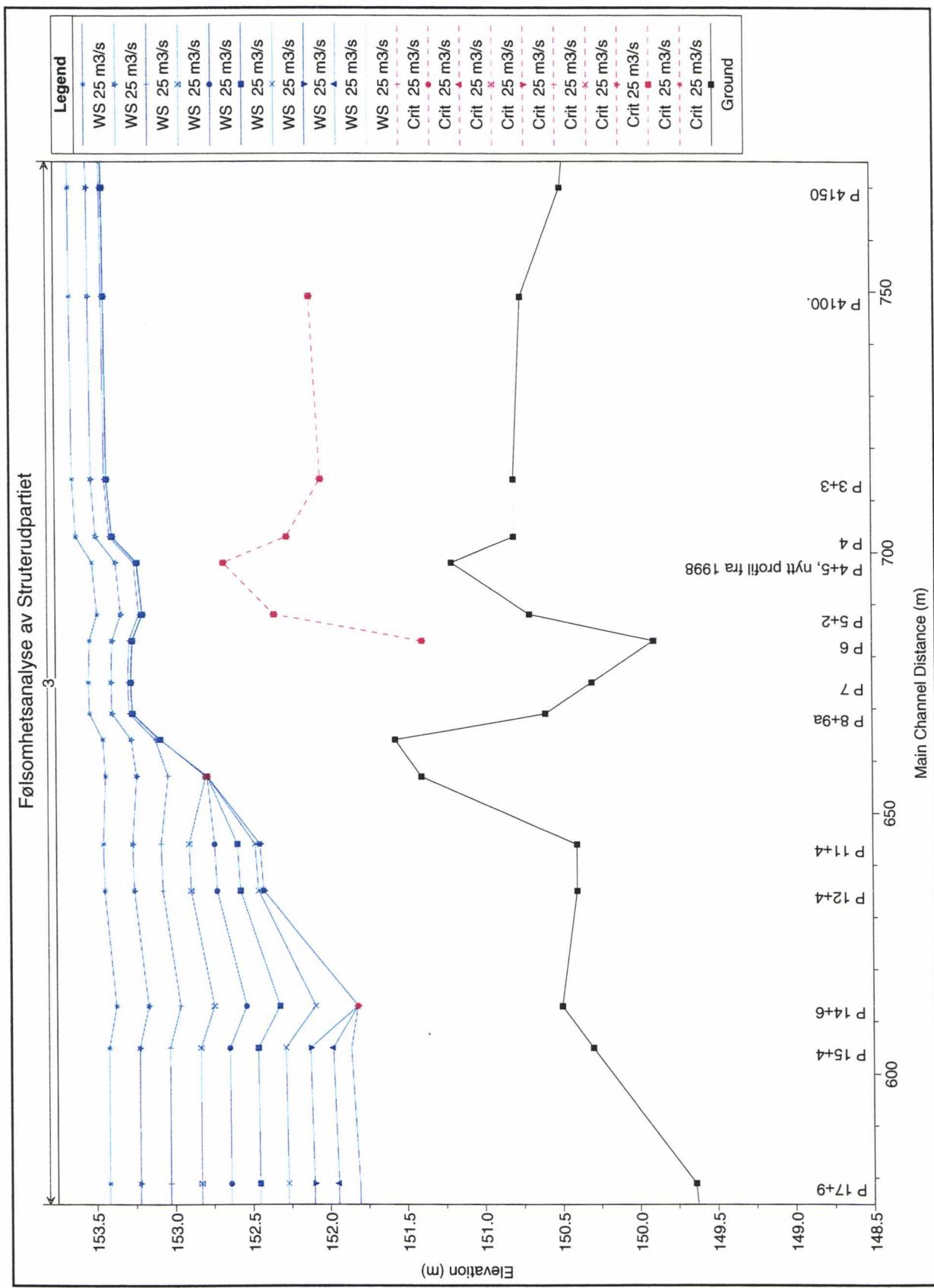


Fig. 2

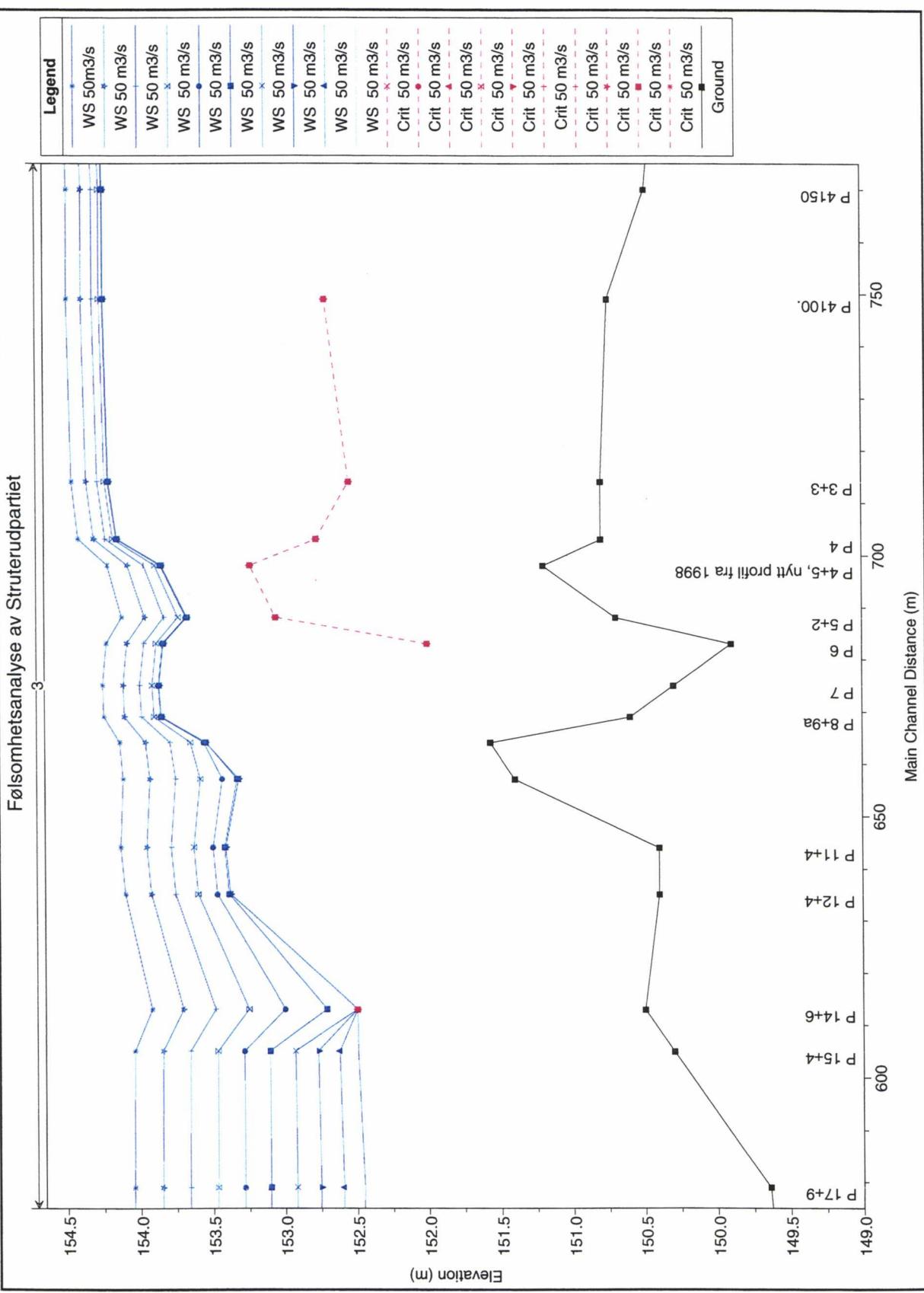


Fig. 3

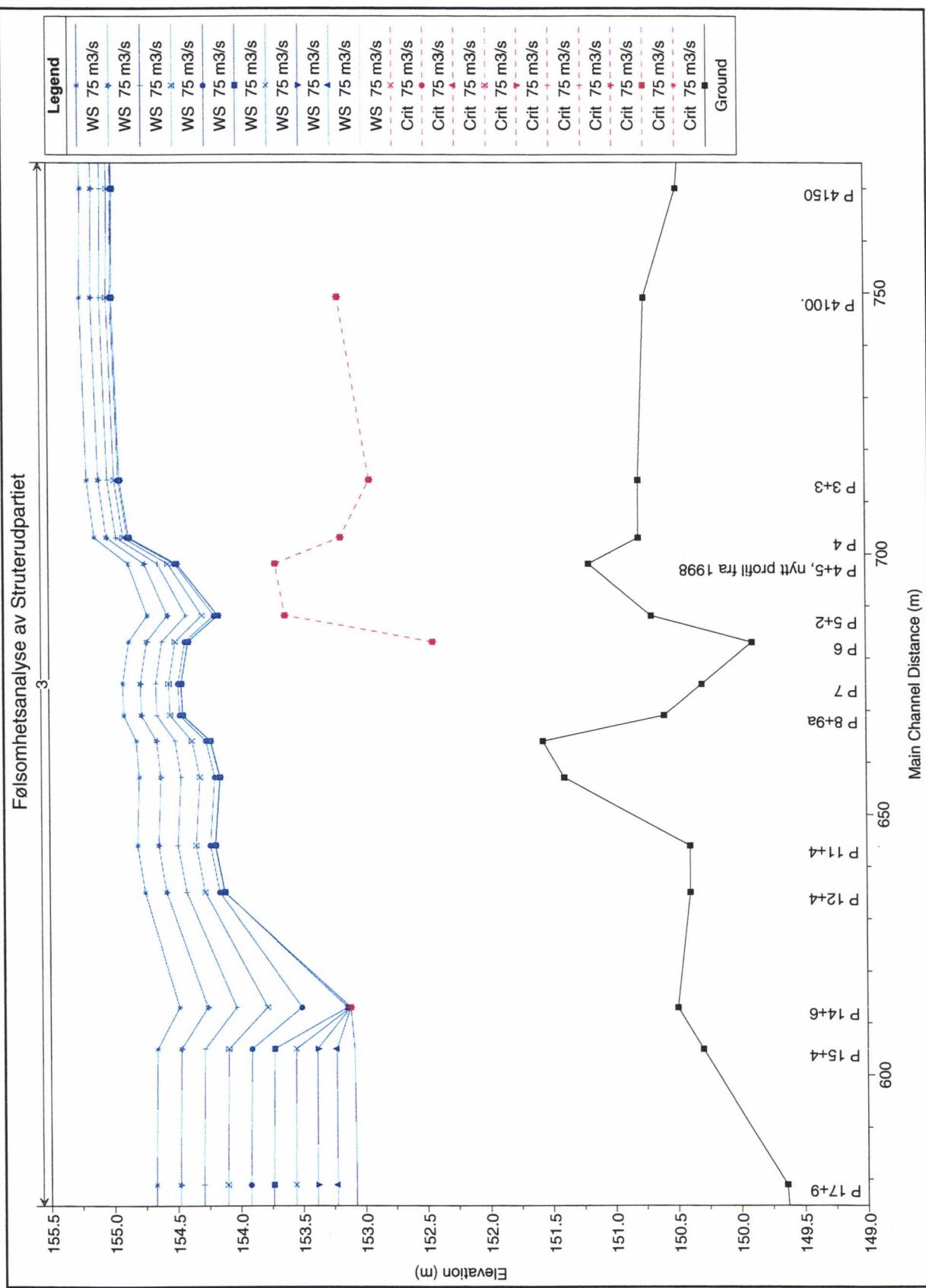


Fig.4

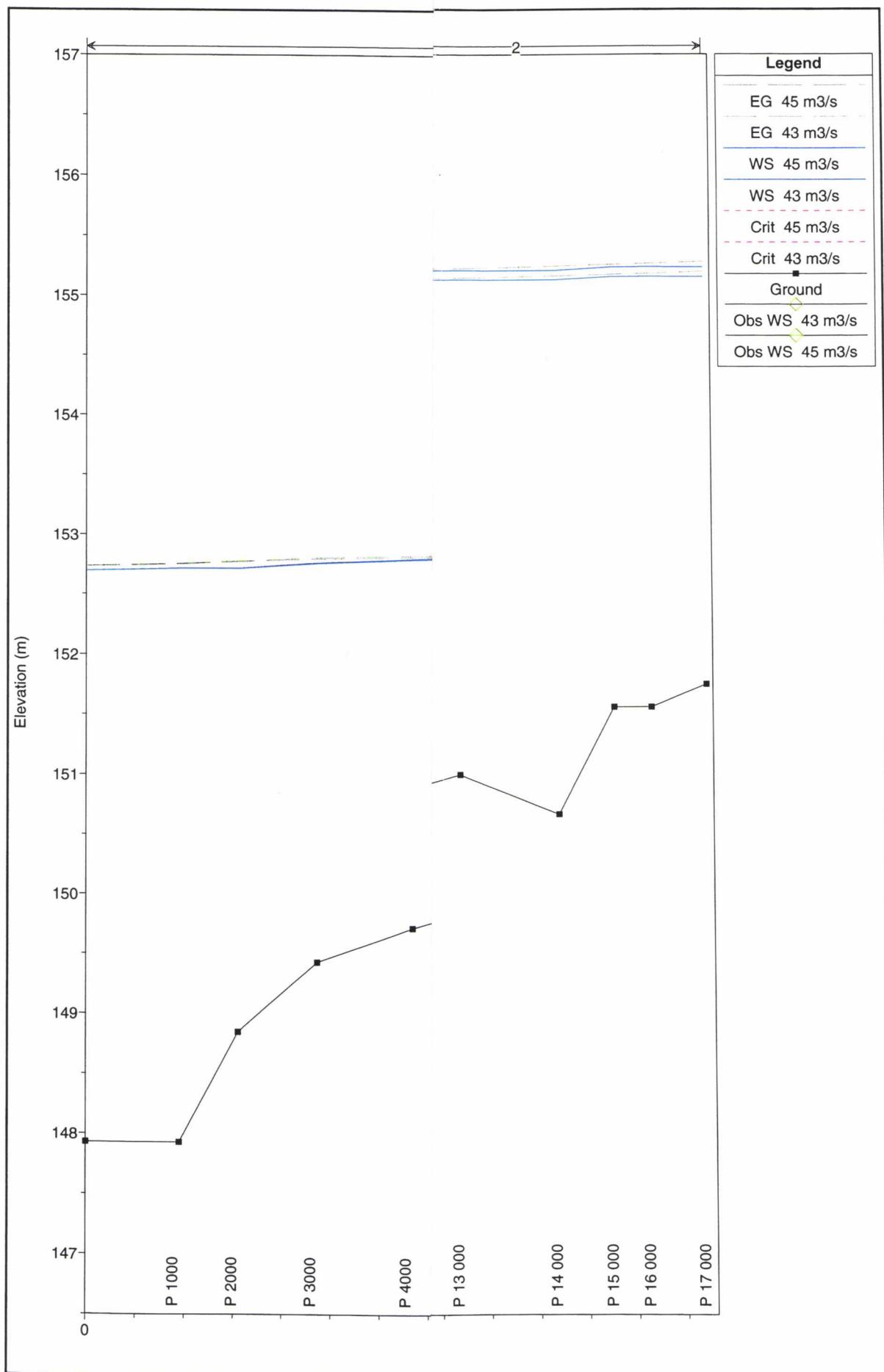


Fig. 5



LØRENSKOG KOMMUNE

SENKNING AV LOSBY- FJELLHAMARELVEN

Bilag nr. 1

61.1009

Vannföringskurve för „Kloppa ovenfor”

Haslum 15-6-62

Lørenskog

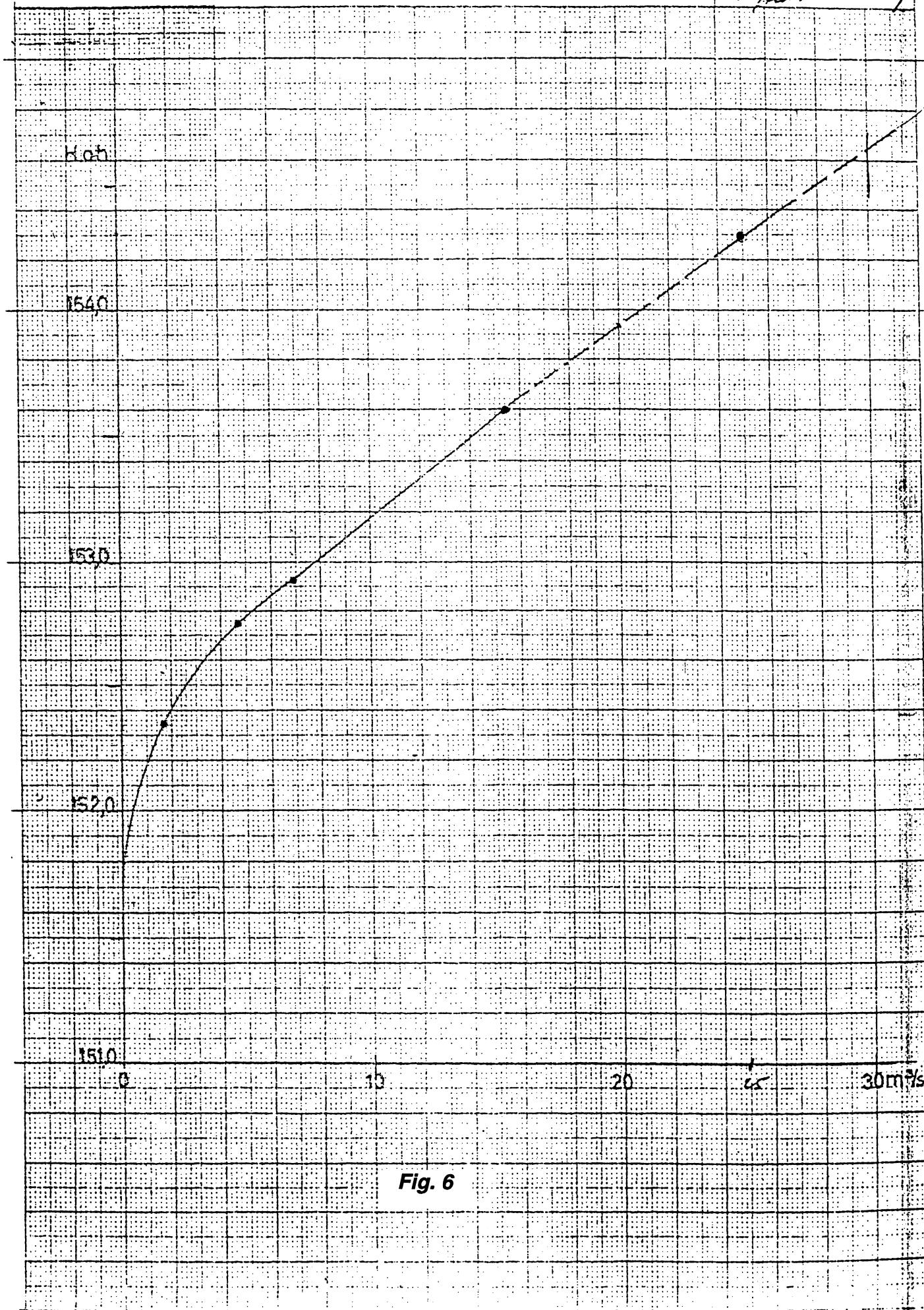


Fig. 6

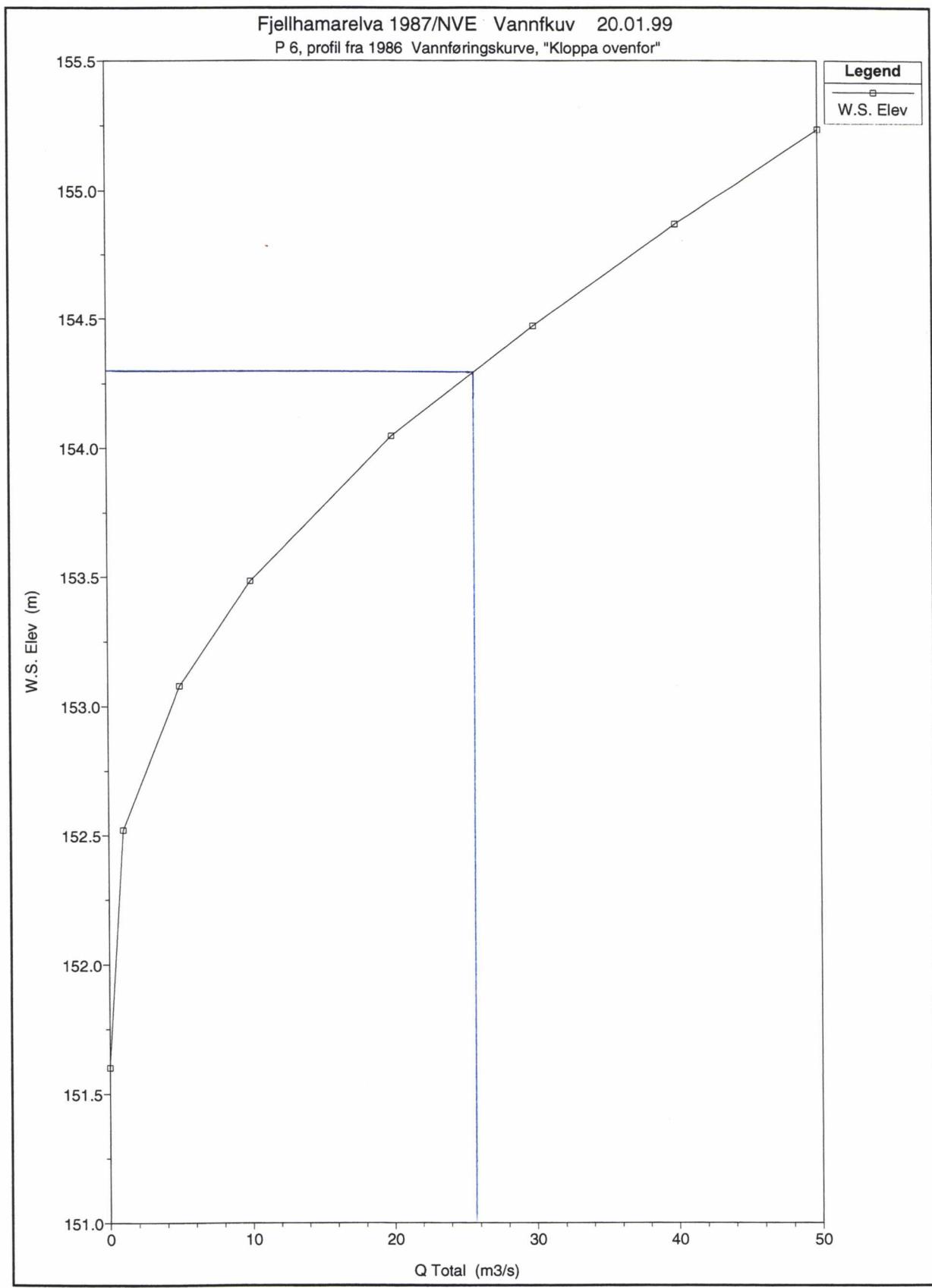


Fig. 7

Vedlegg

Oversiktskart M 1:50 000

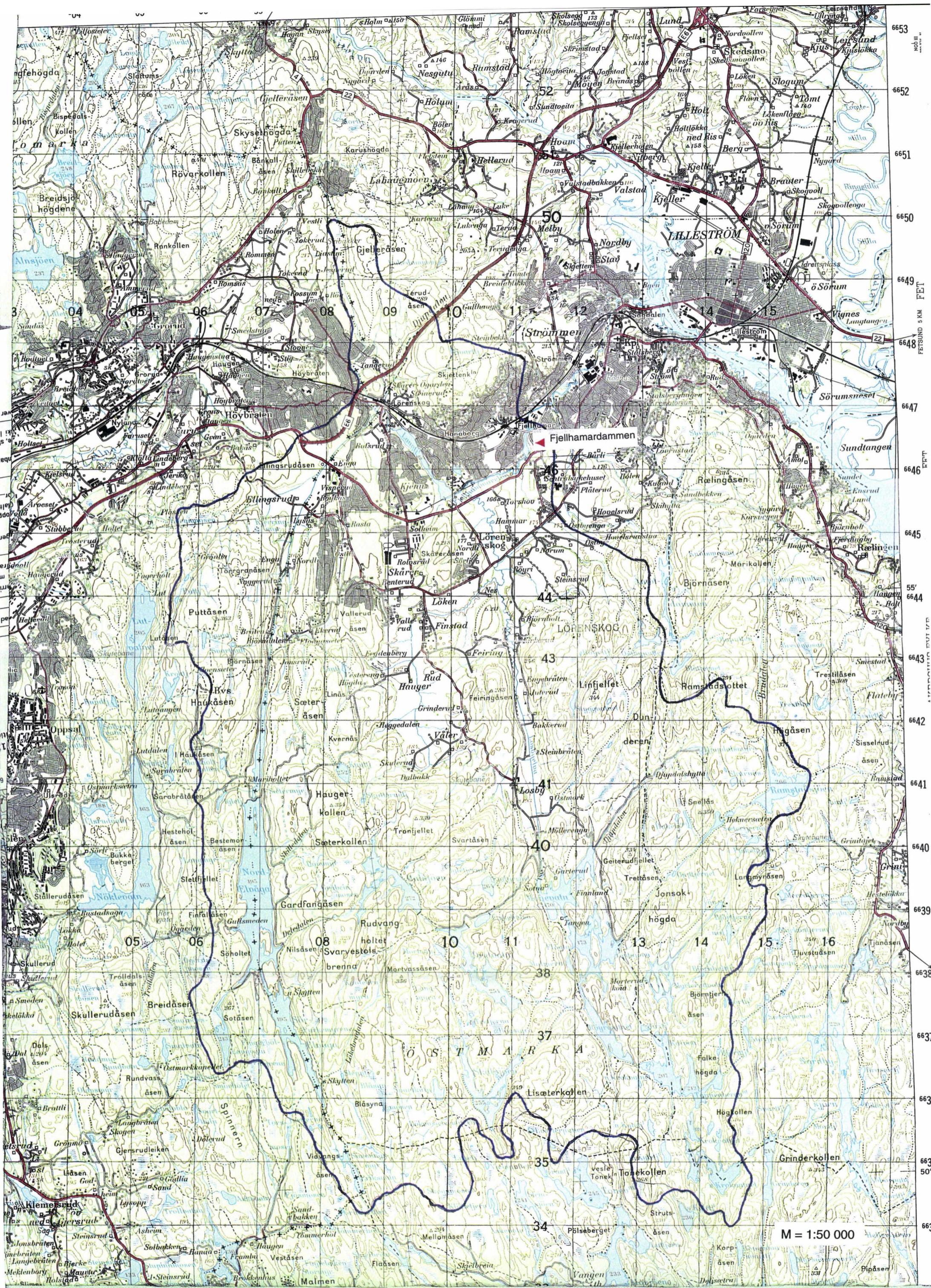
Oversiktskart M 1:5000

Tegninger nr. 30565 A-B og 30566 A-B M 1:1000

Tverrprofiler målt i 1998 (ikke i målestokk)

Tegning nr. 30549 M 1.1000

Tverrprofiler målt i 1986 (ikke i målestokk)



610

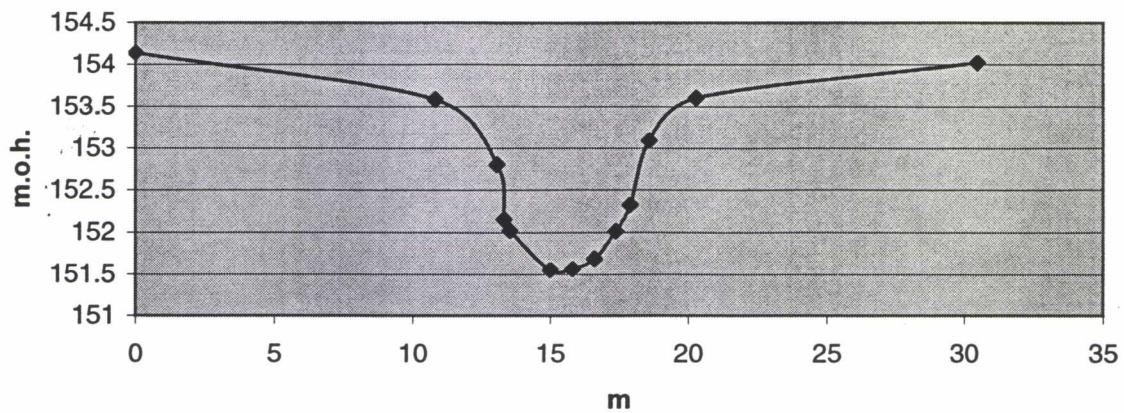
(HANEORGASSEN)

111

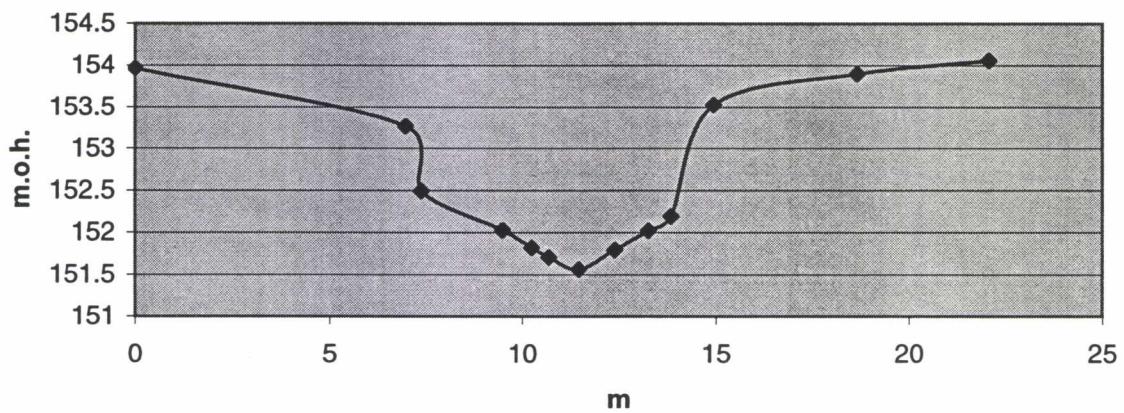


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

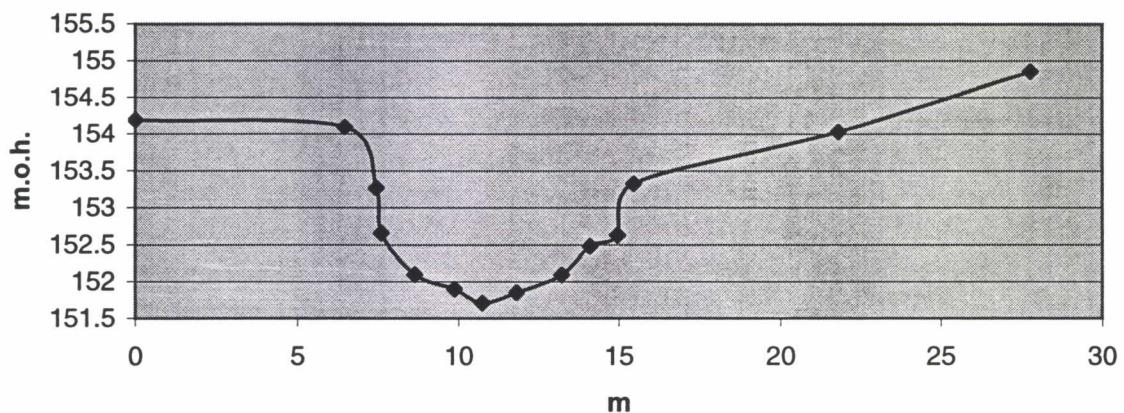
P 15 000



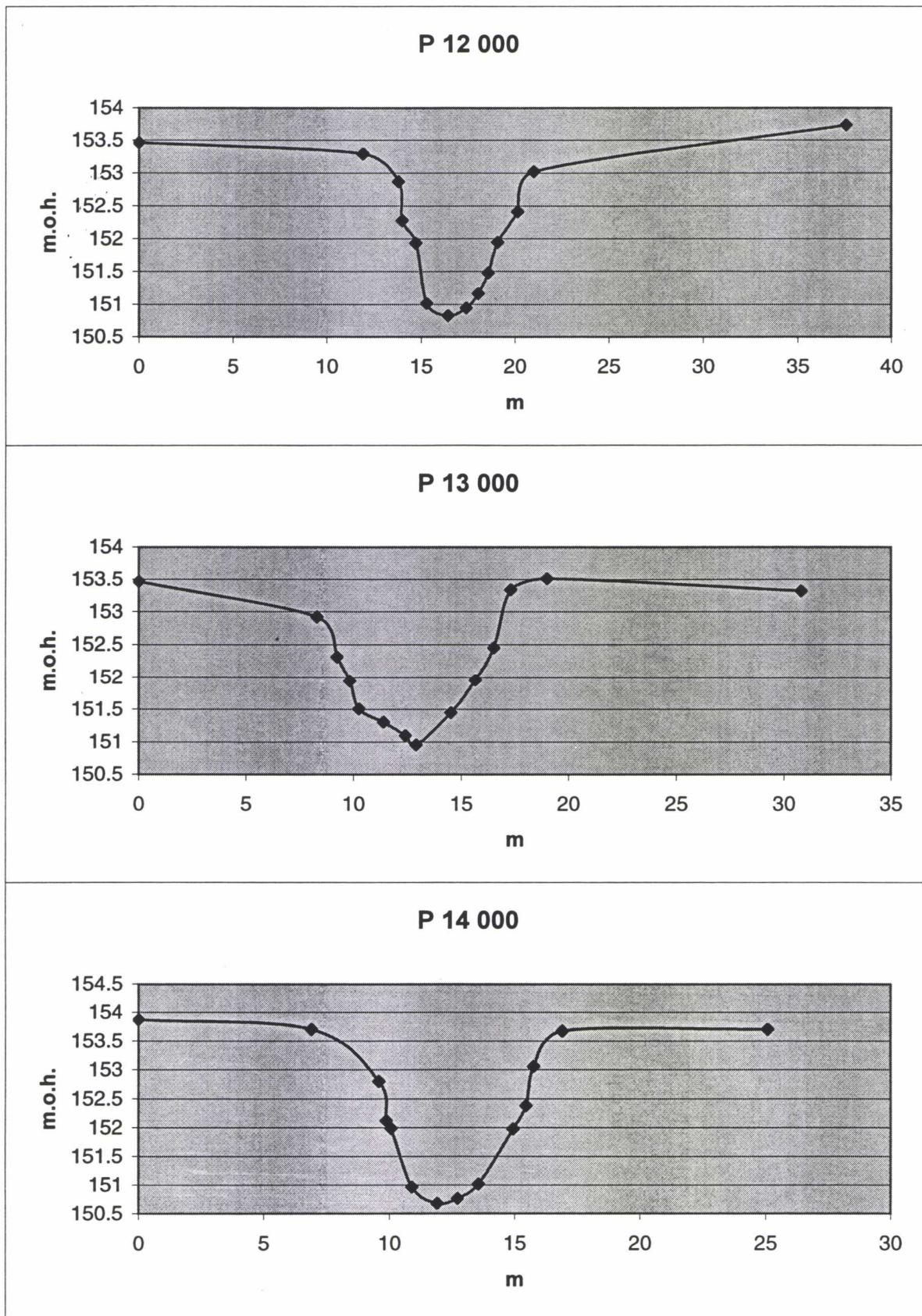
P 16 000



P 17 000

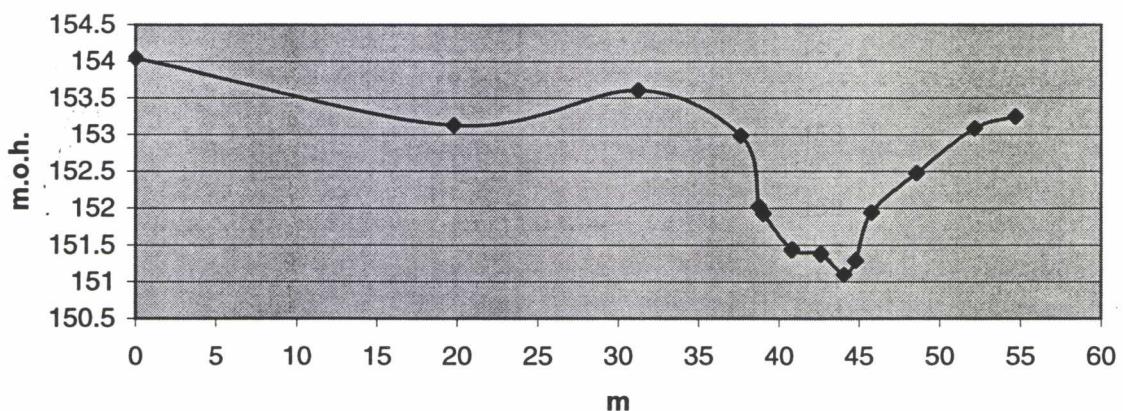


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

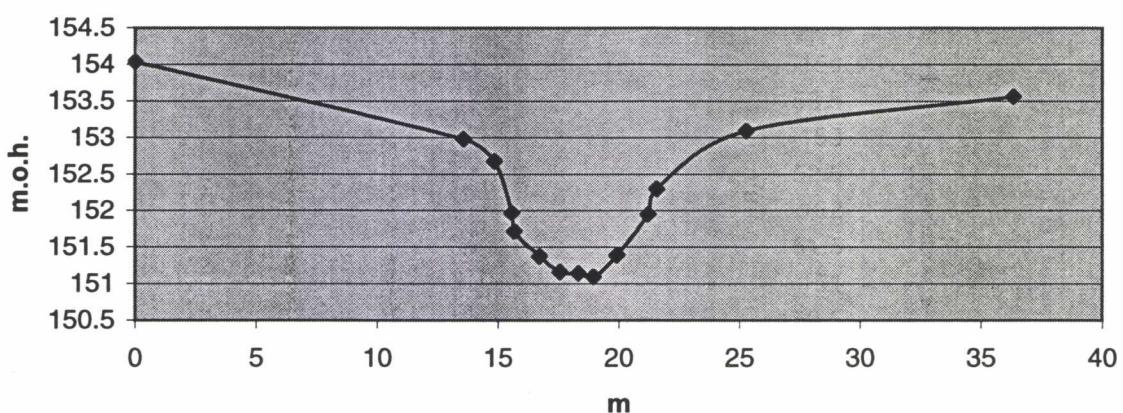


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

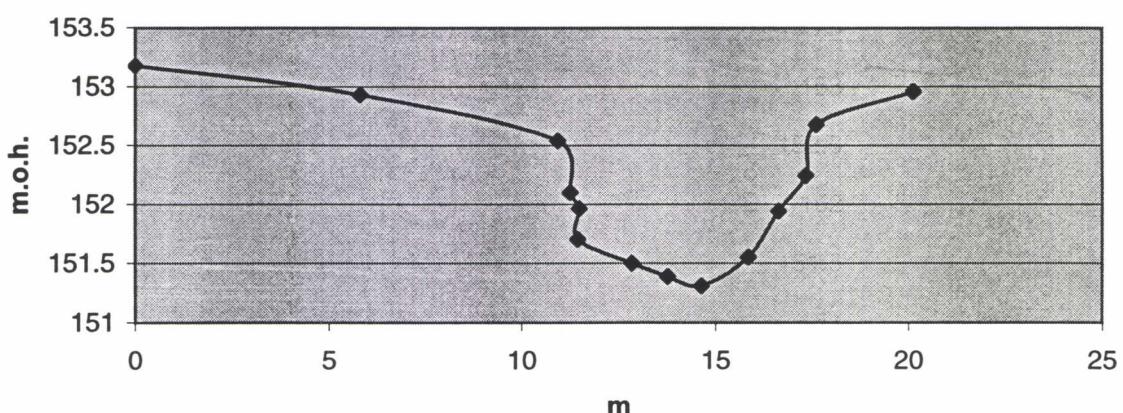
P 9000



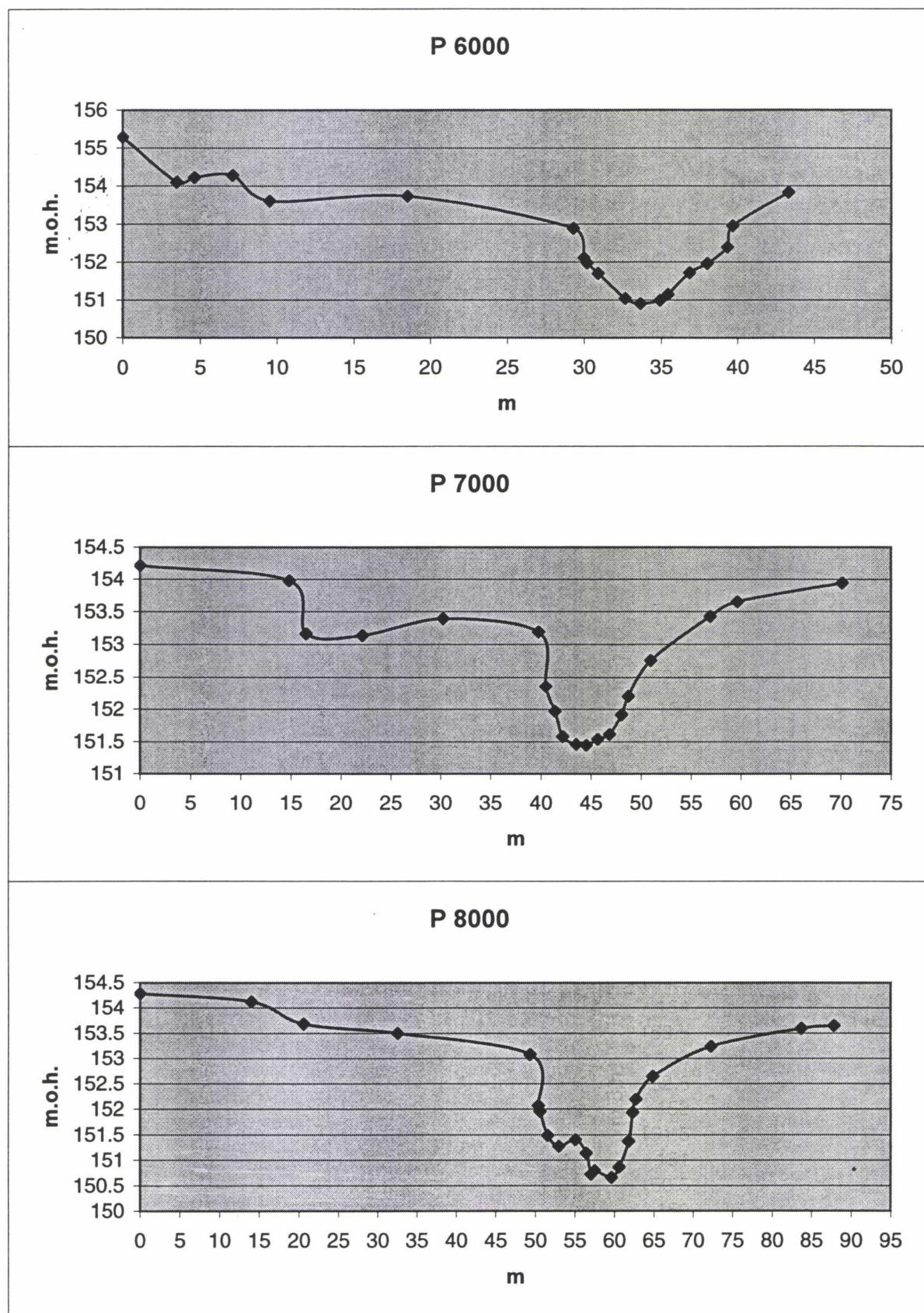
P 10 000



P 11 000

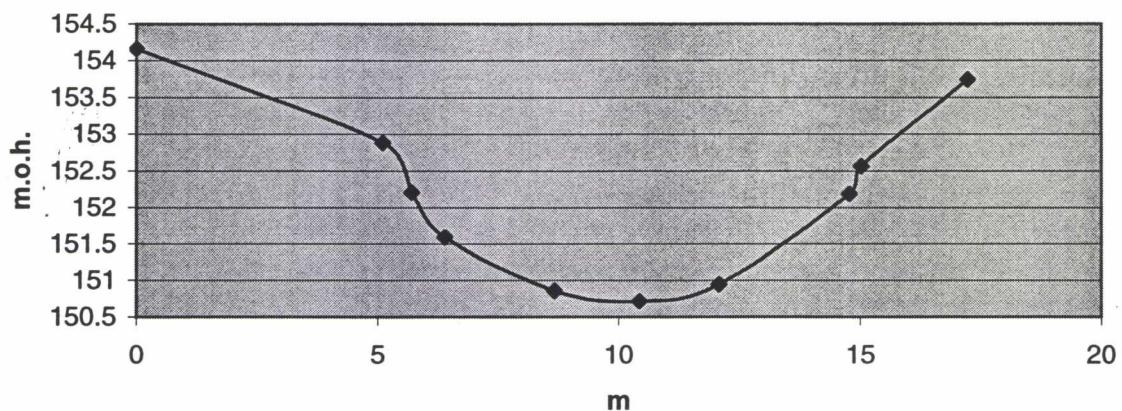


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

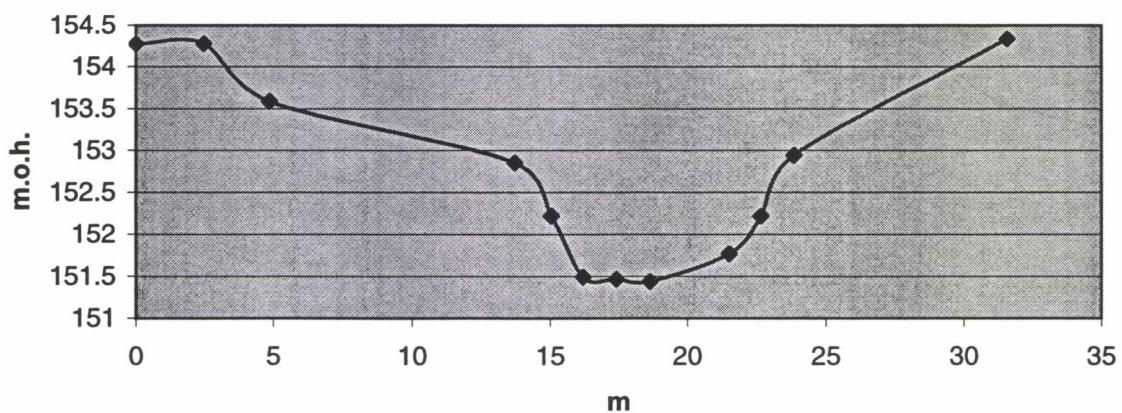


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

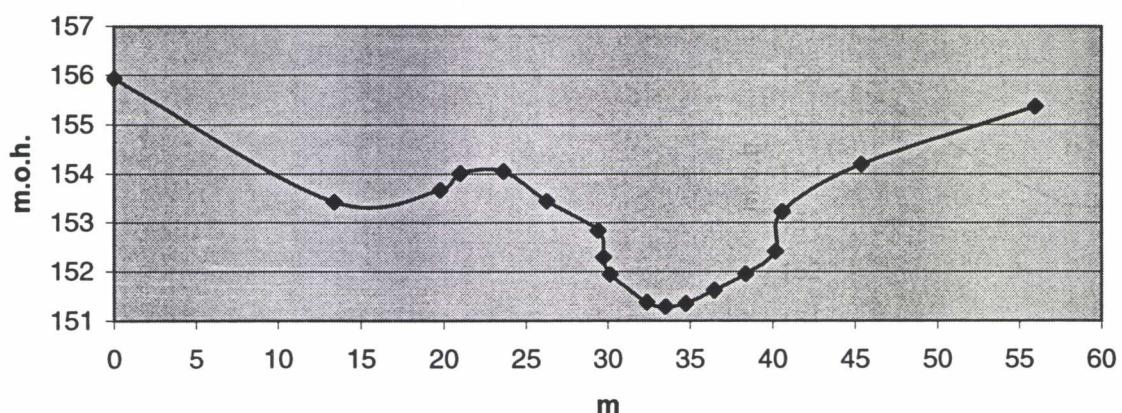
P 4900



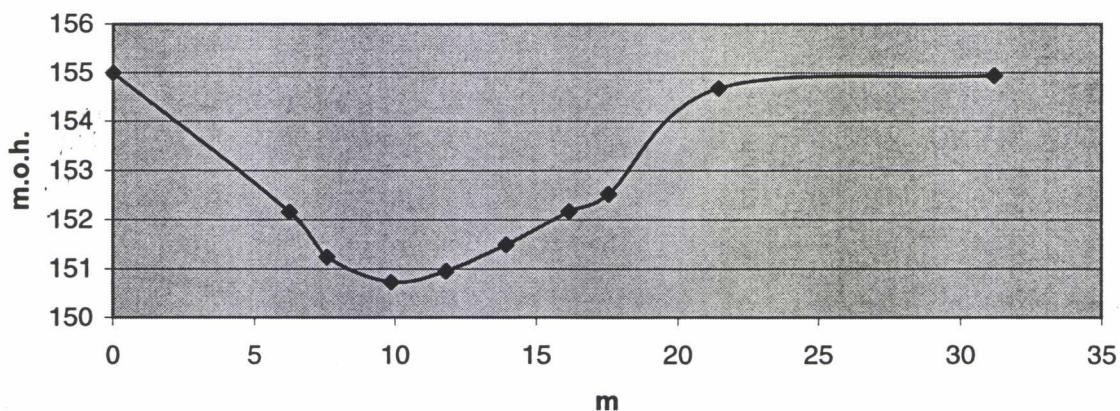
P 4950



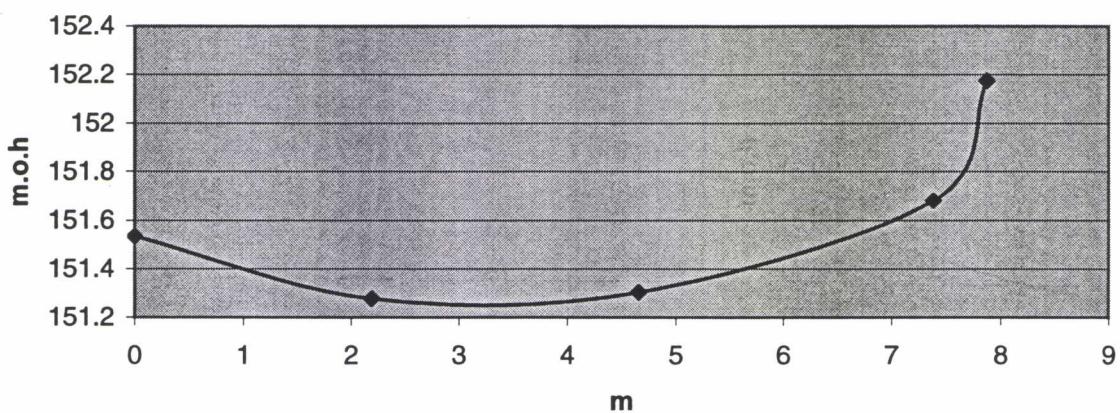
P 5000



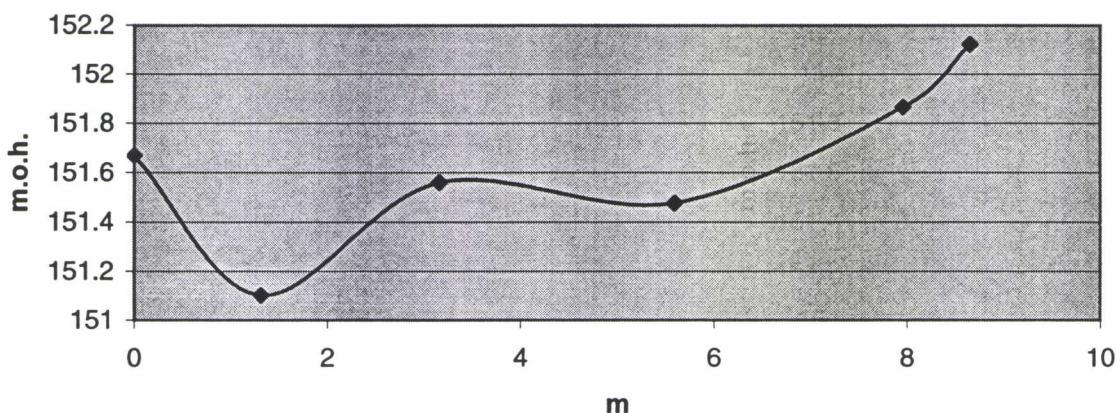
P 4750



P 4800, Under H.A.Møller bru

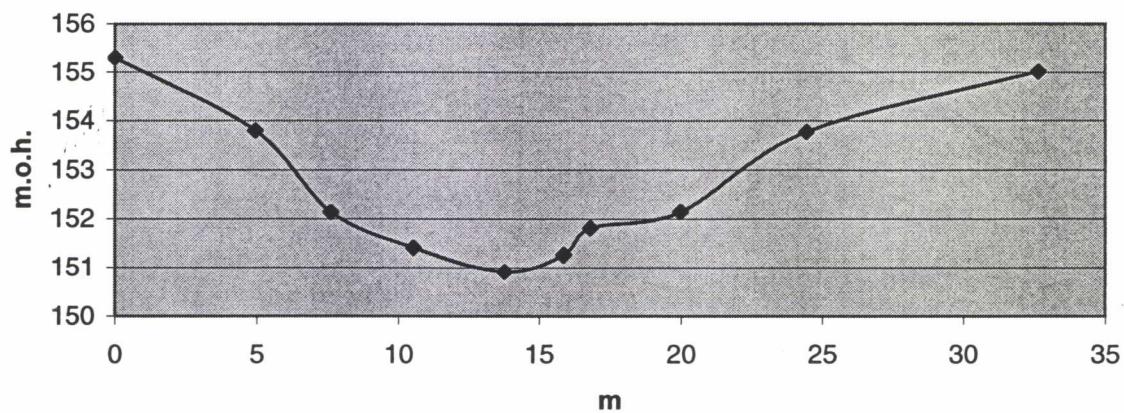


P 4850

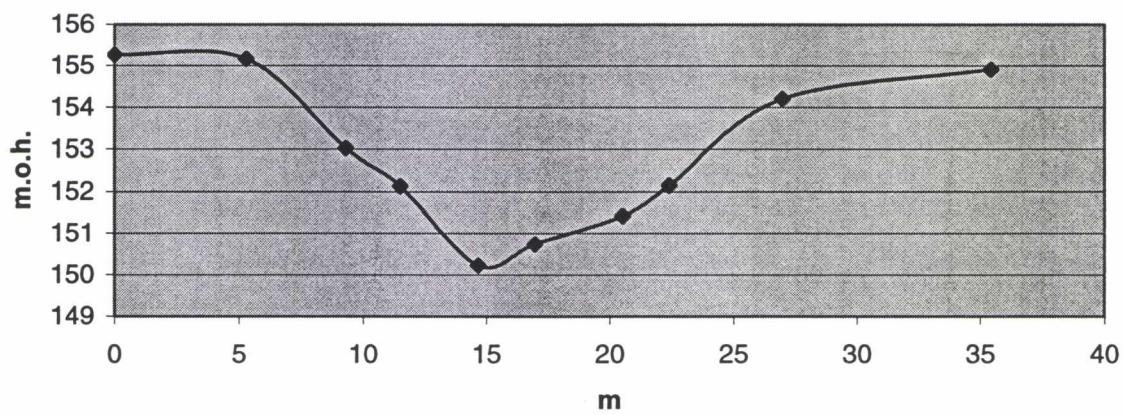


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

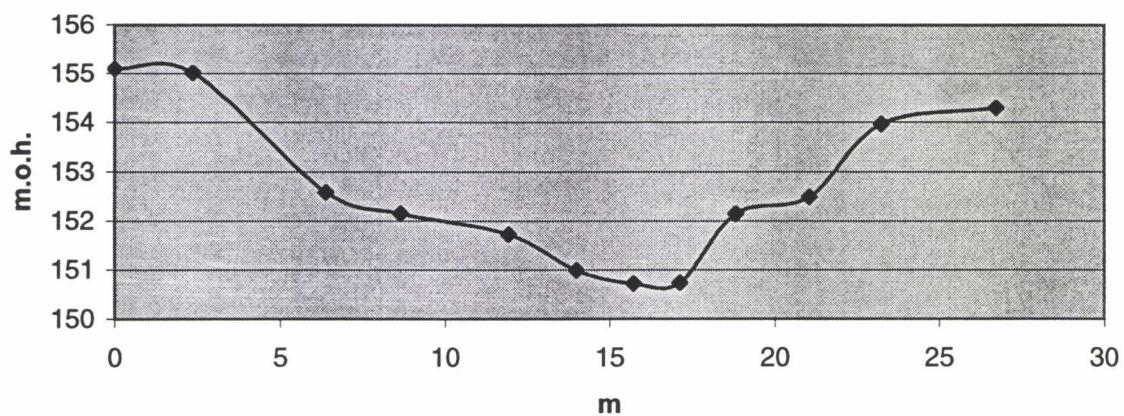
P 4600



P 4650

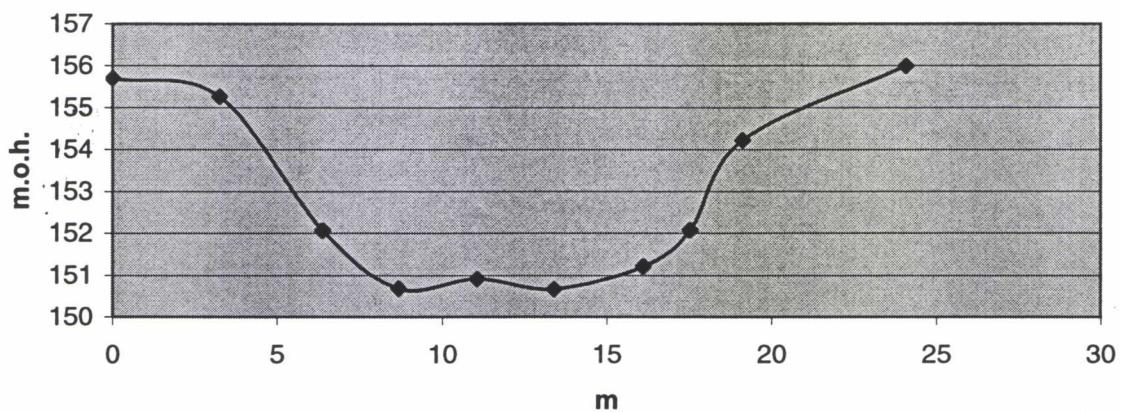


P 4700

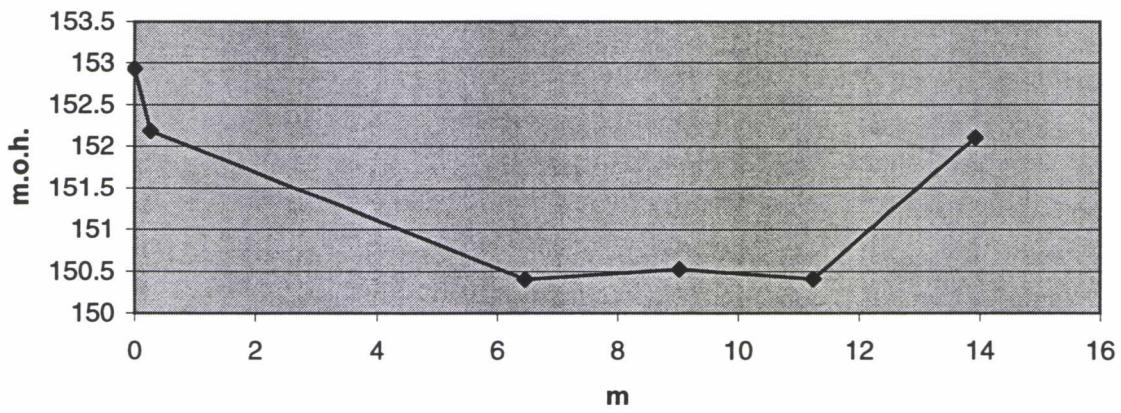


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

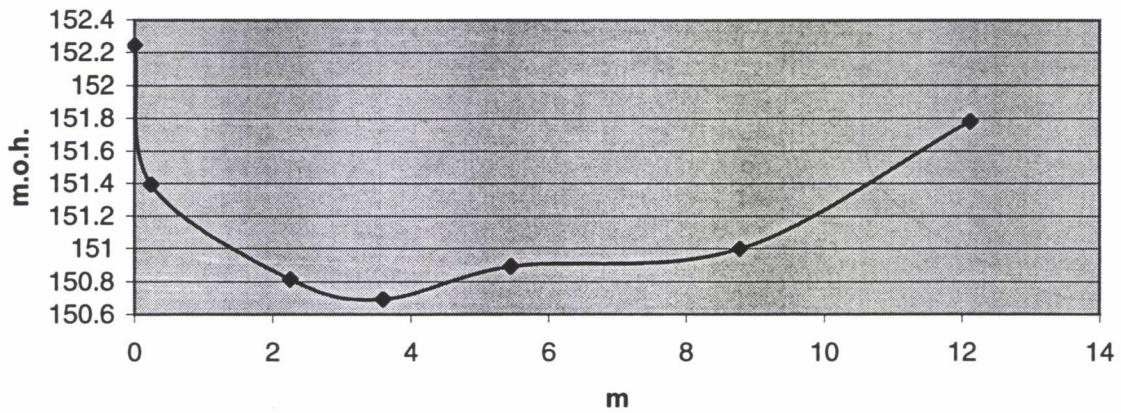
P 4450



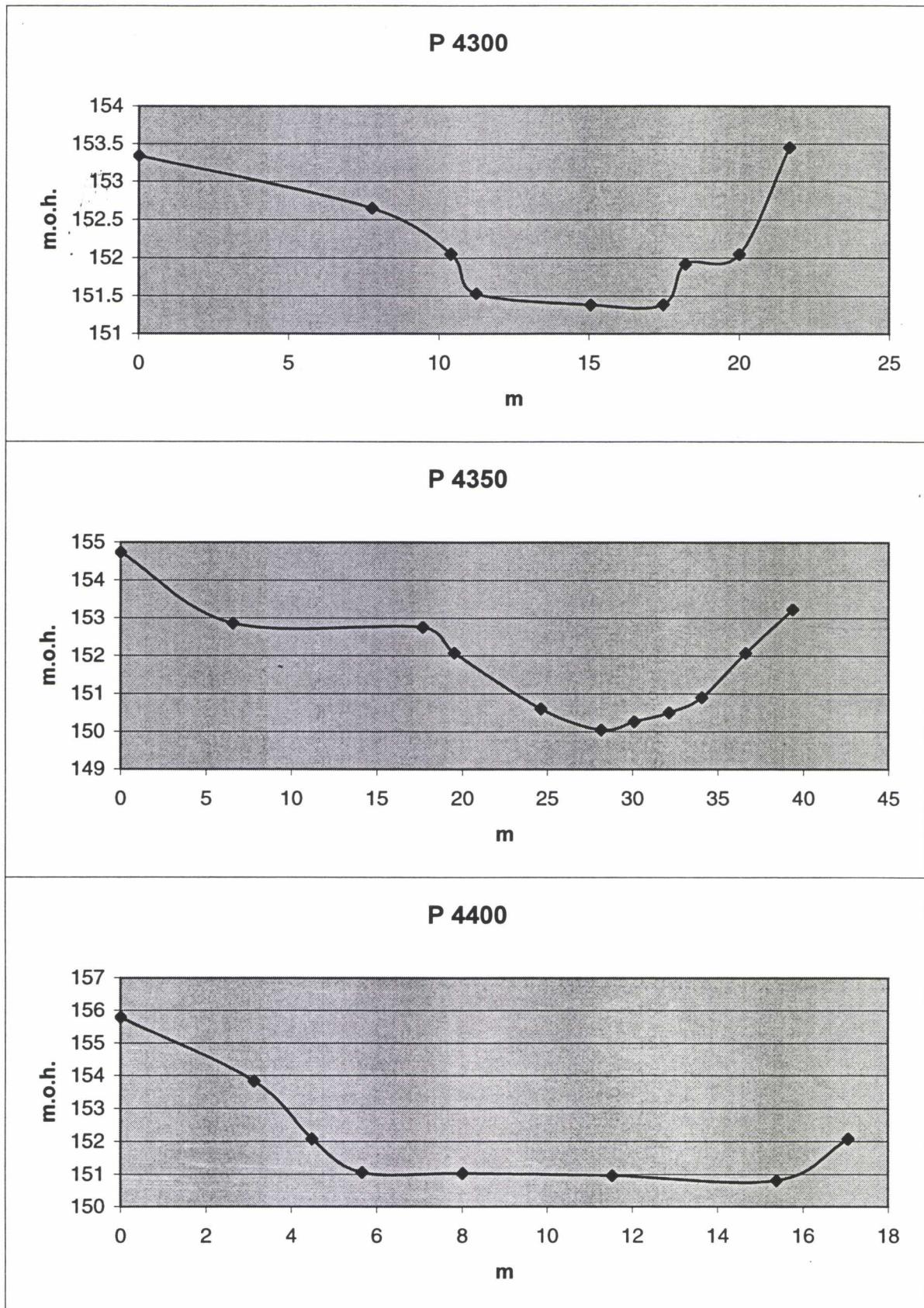
P 4500, under gangbru



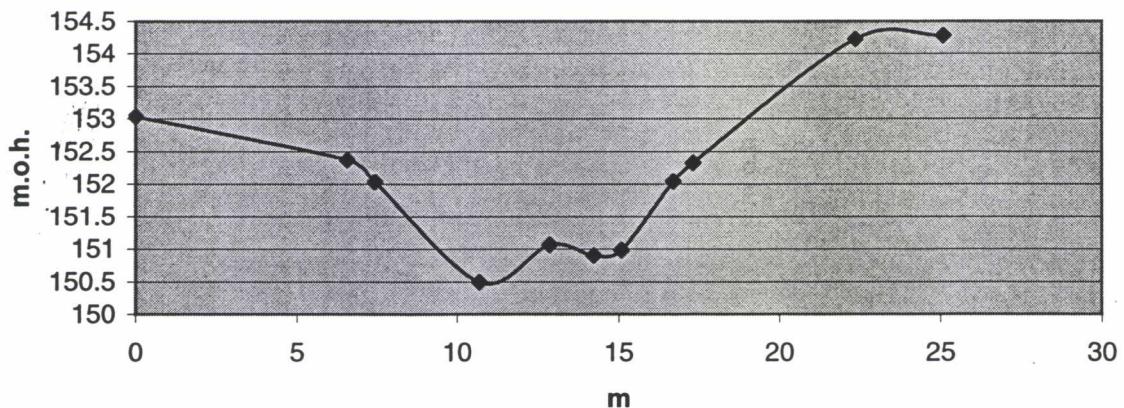
P 4550, under Ny bru



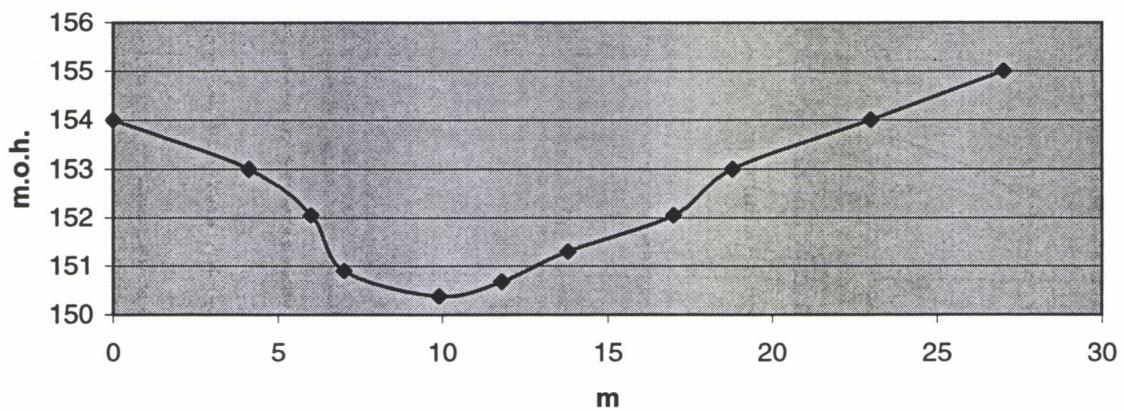
Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998



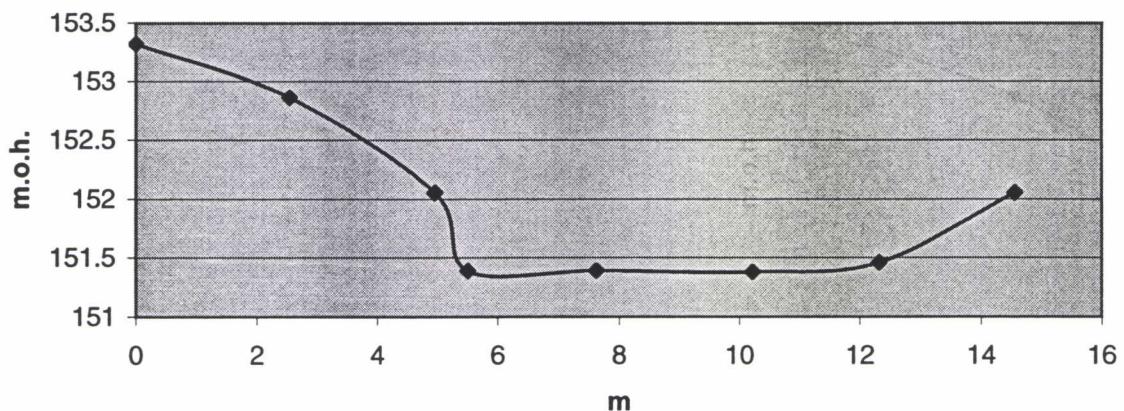
P 4150



P 4200

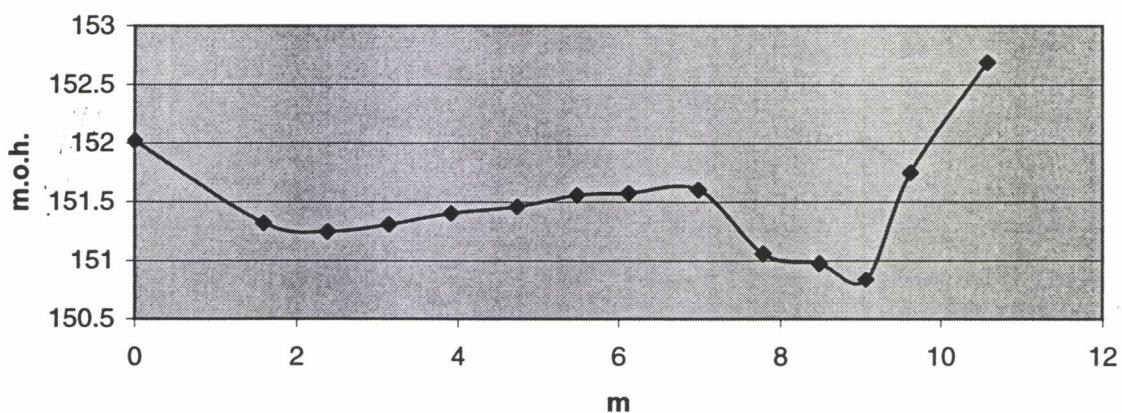


P 4250

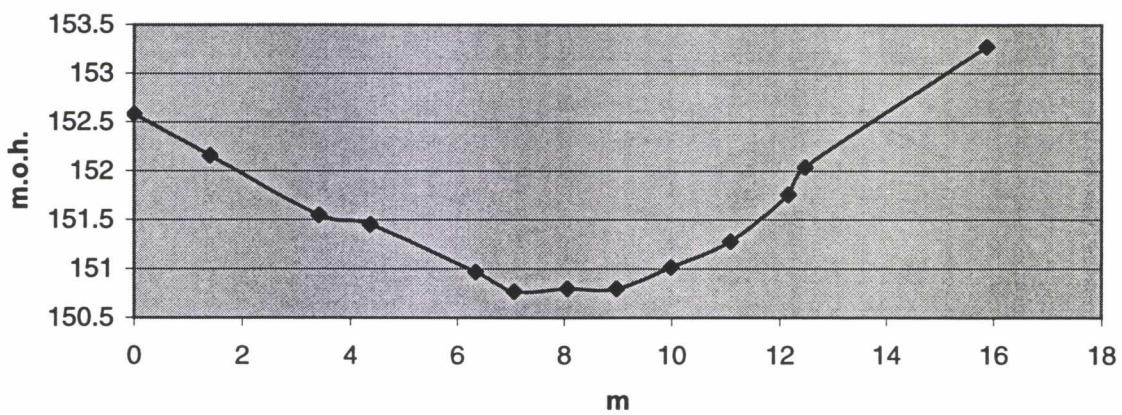


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

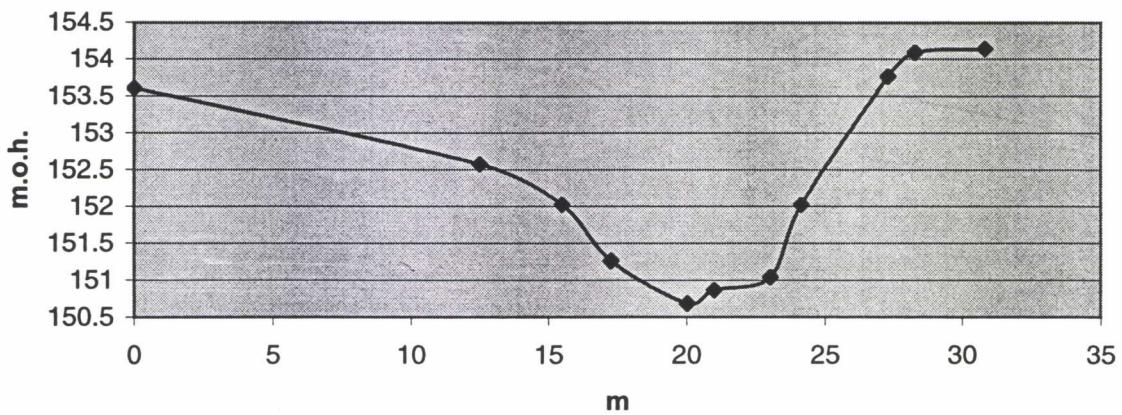
P 4



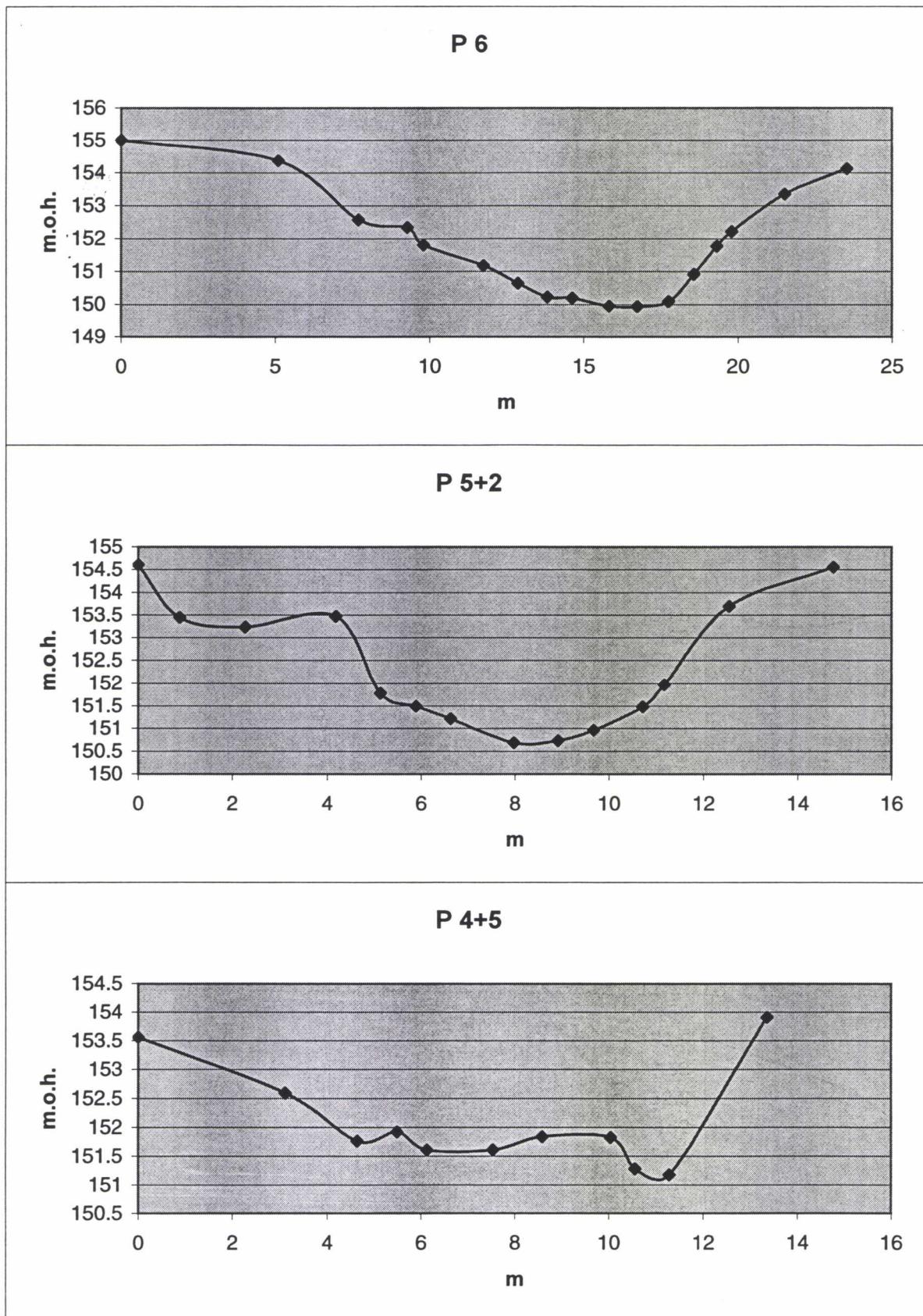
P 3+3



P 4100

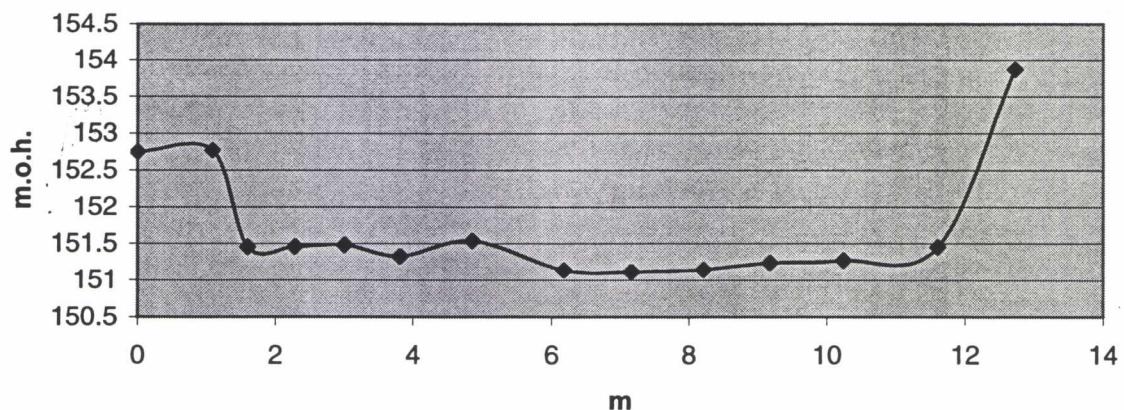


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

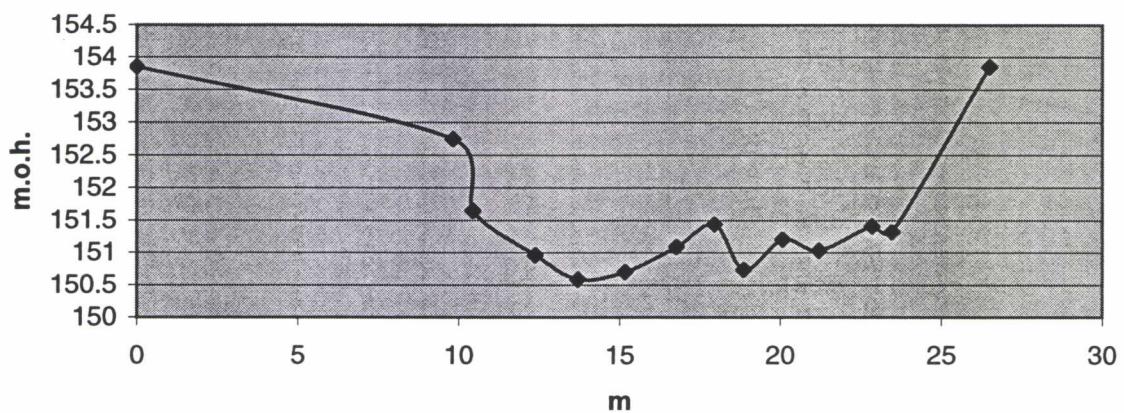


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

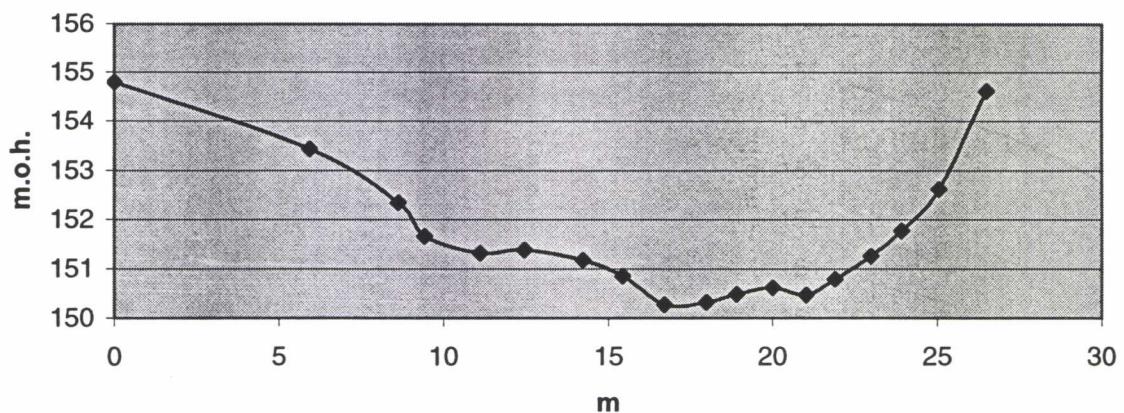
P 8+9 B

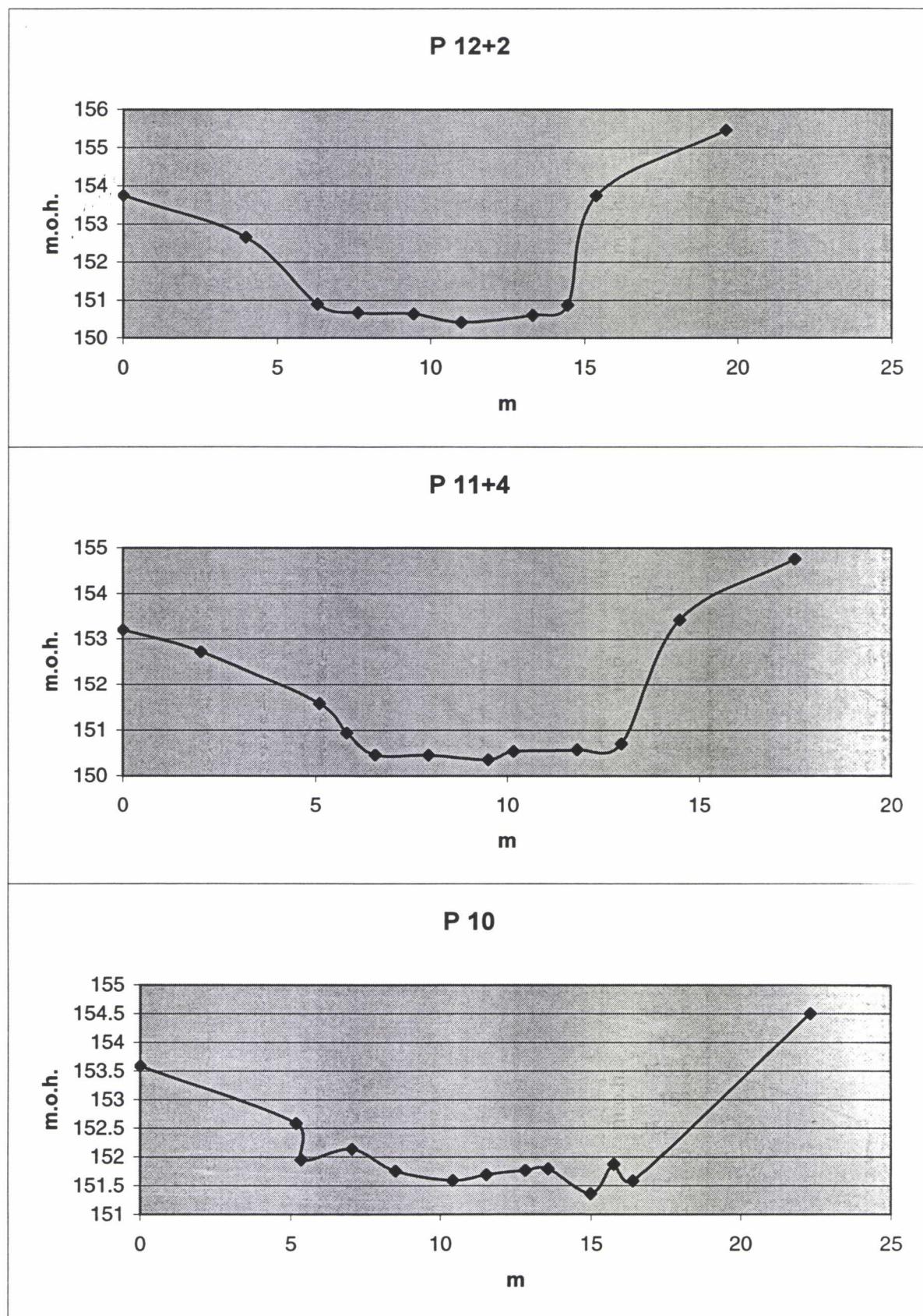


P 8+9 A

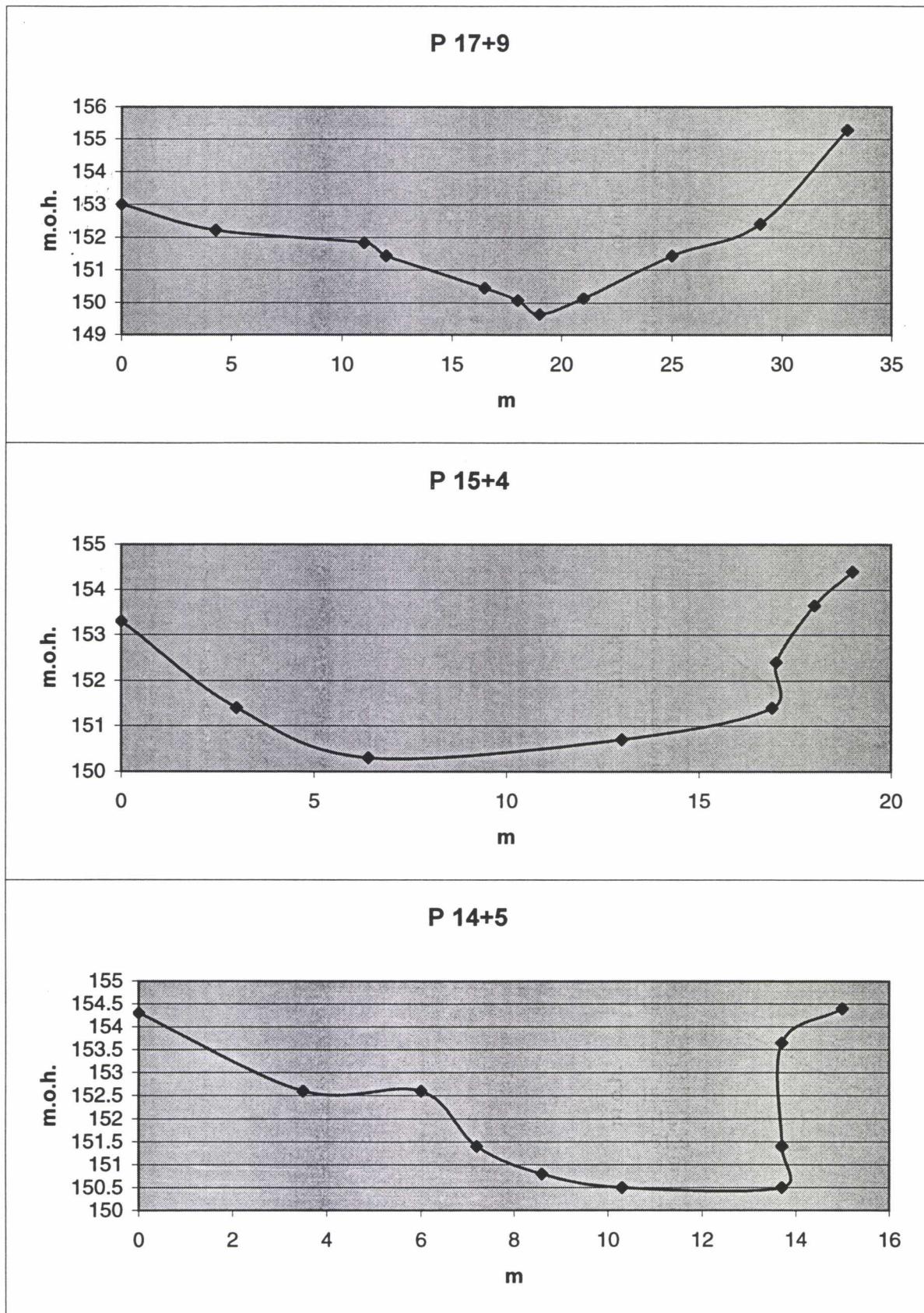


P 7

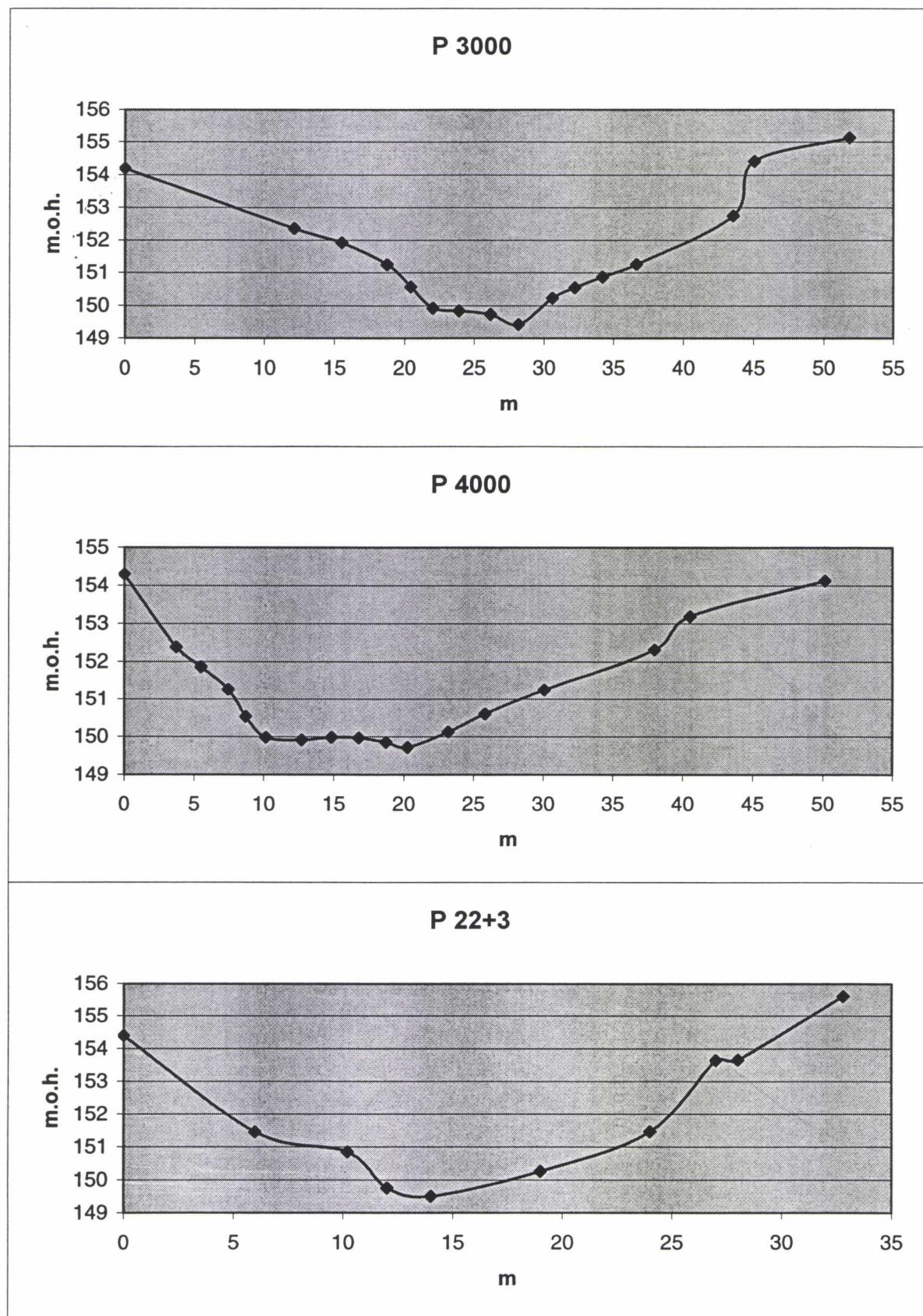




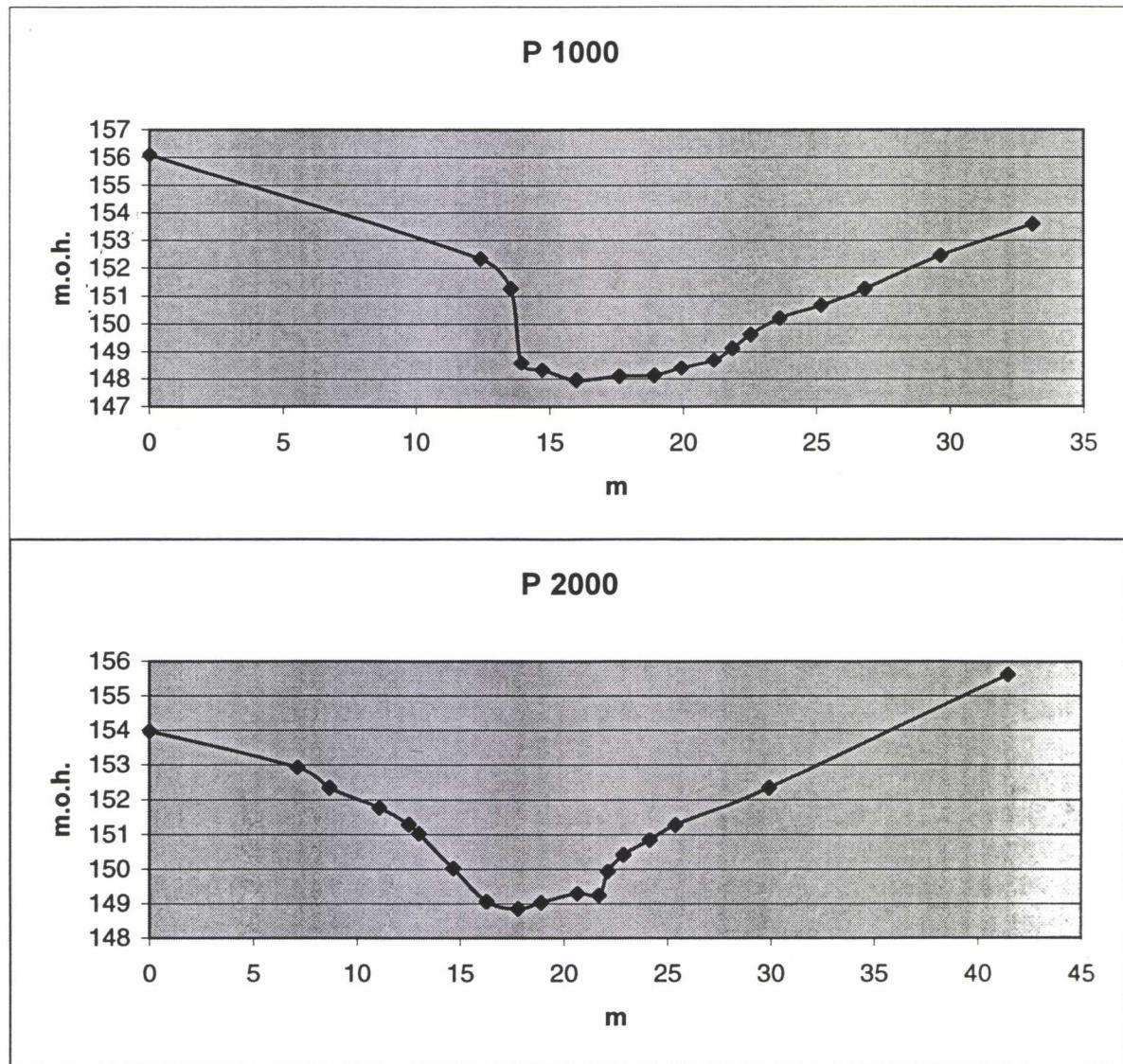
Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

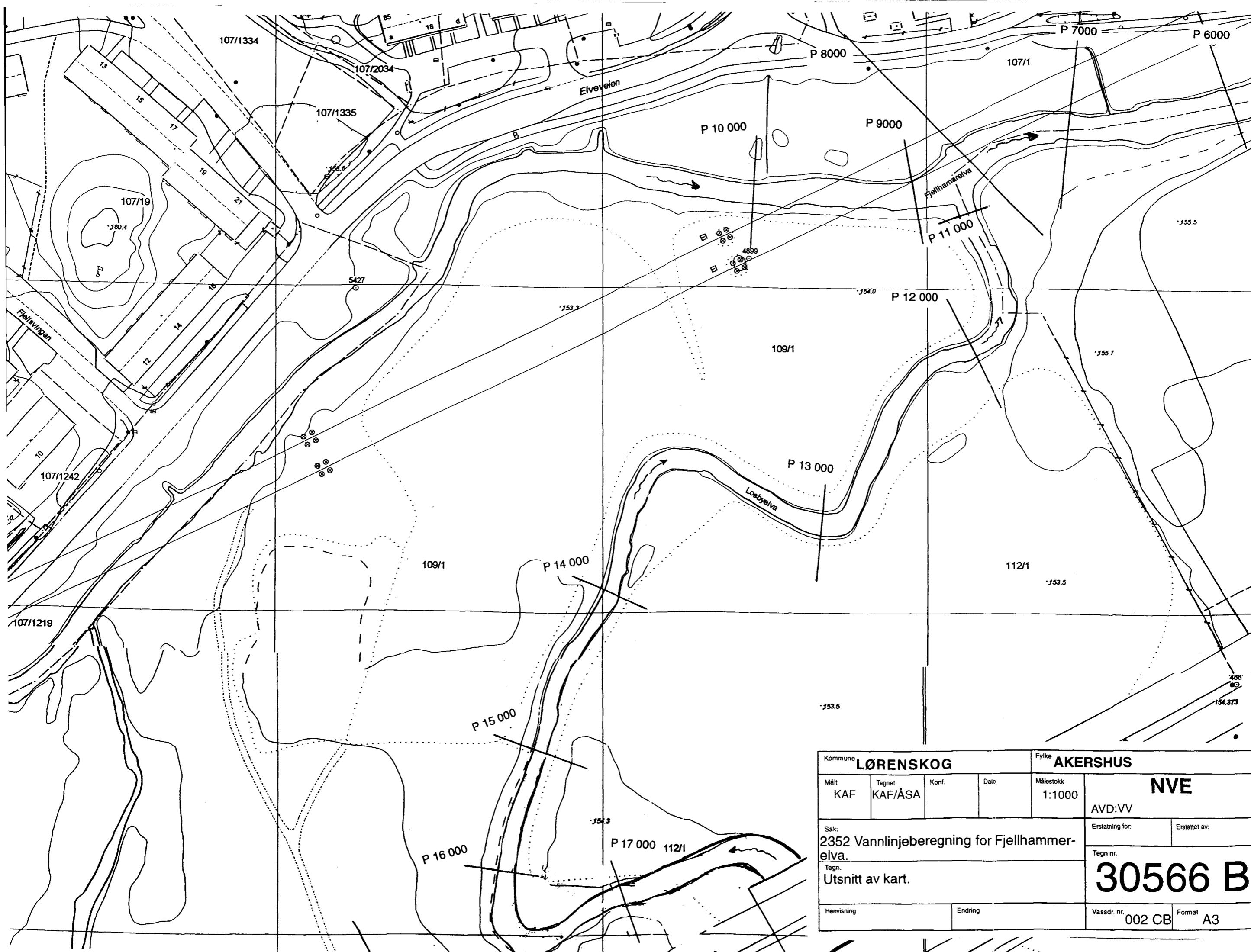


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

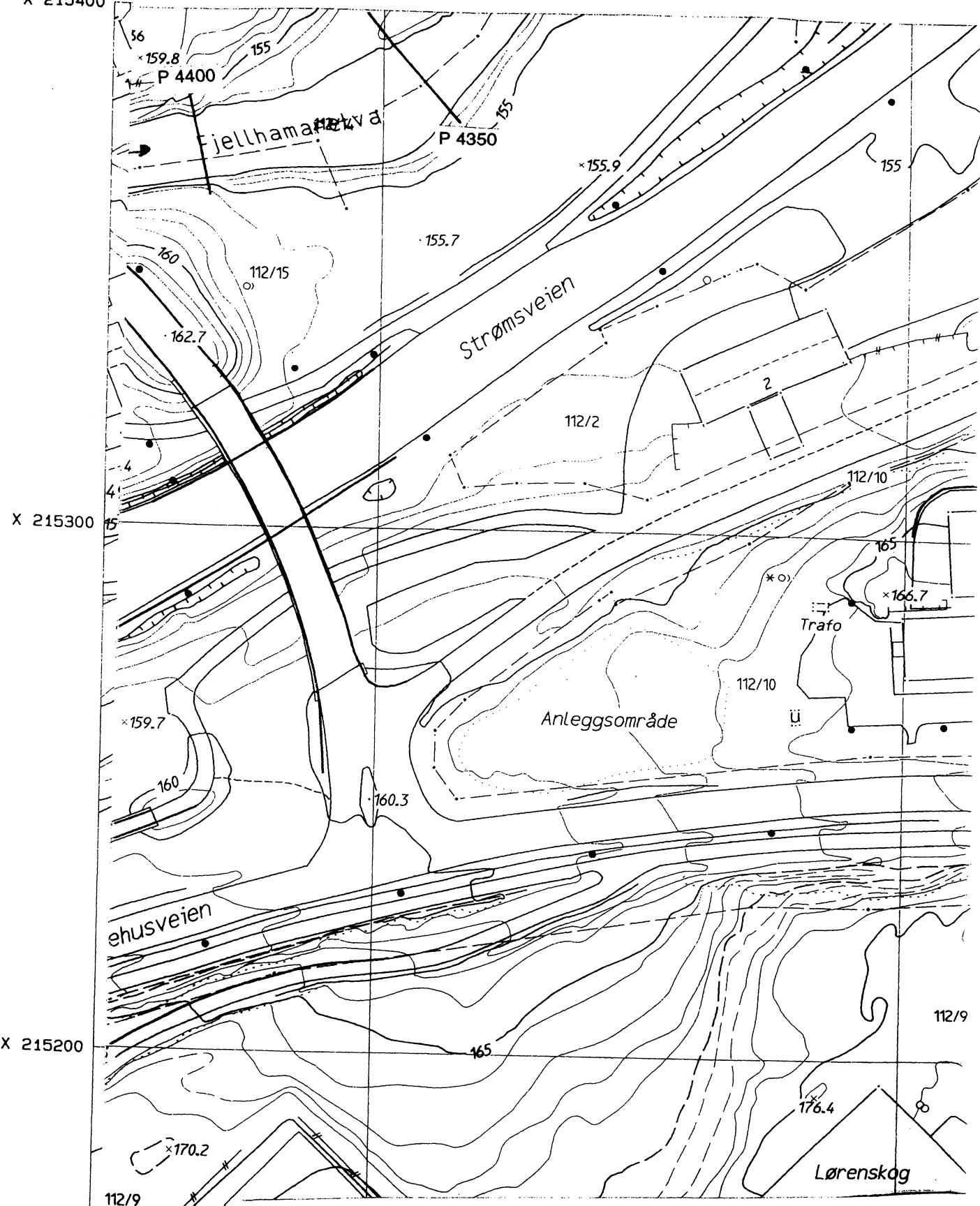


Tverrprofiler, Fjellhamarelva og Losbyelven 1998

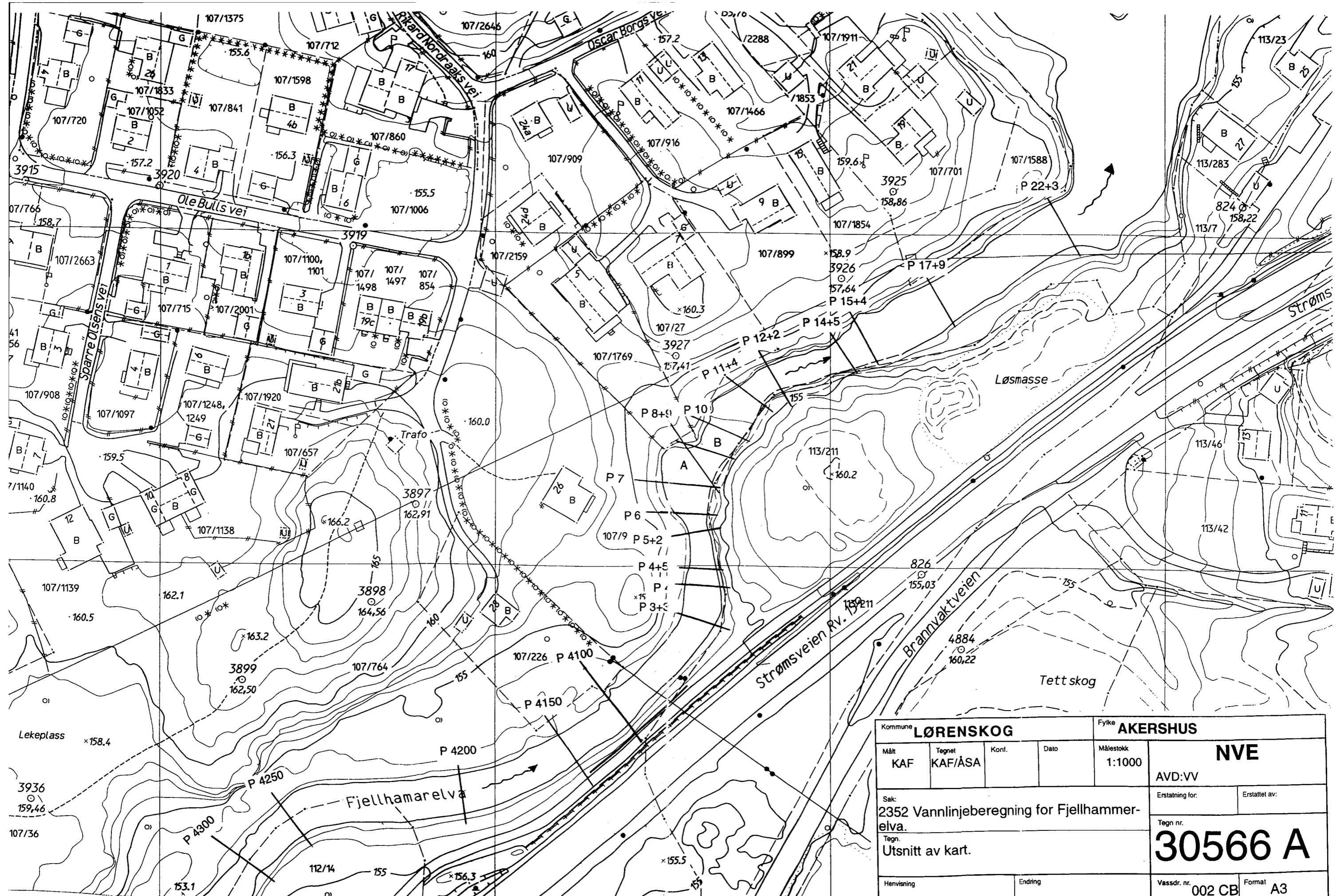




X 215400



Kommune LØRENSKOG	Fylke AKERSHUS				
Målt KAF	Tegnet KAF/ÅSA	Konf.	Dato	Målestokk 1:1000	NVE
Sak: 2352 Vannlinjeberegning for Fjellhammer-elva.					AVD:VV
Tegn. Utsnitt av kart.					Erstatning for: _____ Erstattet av: _____
					Tegn nr. 30565 A
Henvisning		Endring			Vassdr. nr. 002 CB Format 3A4



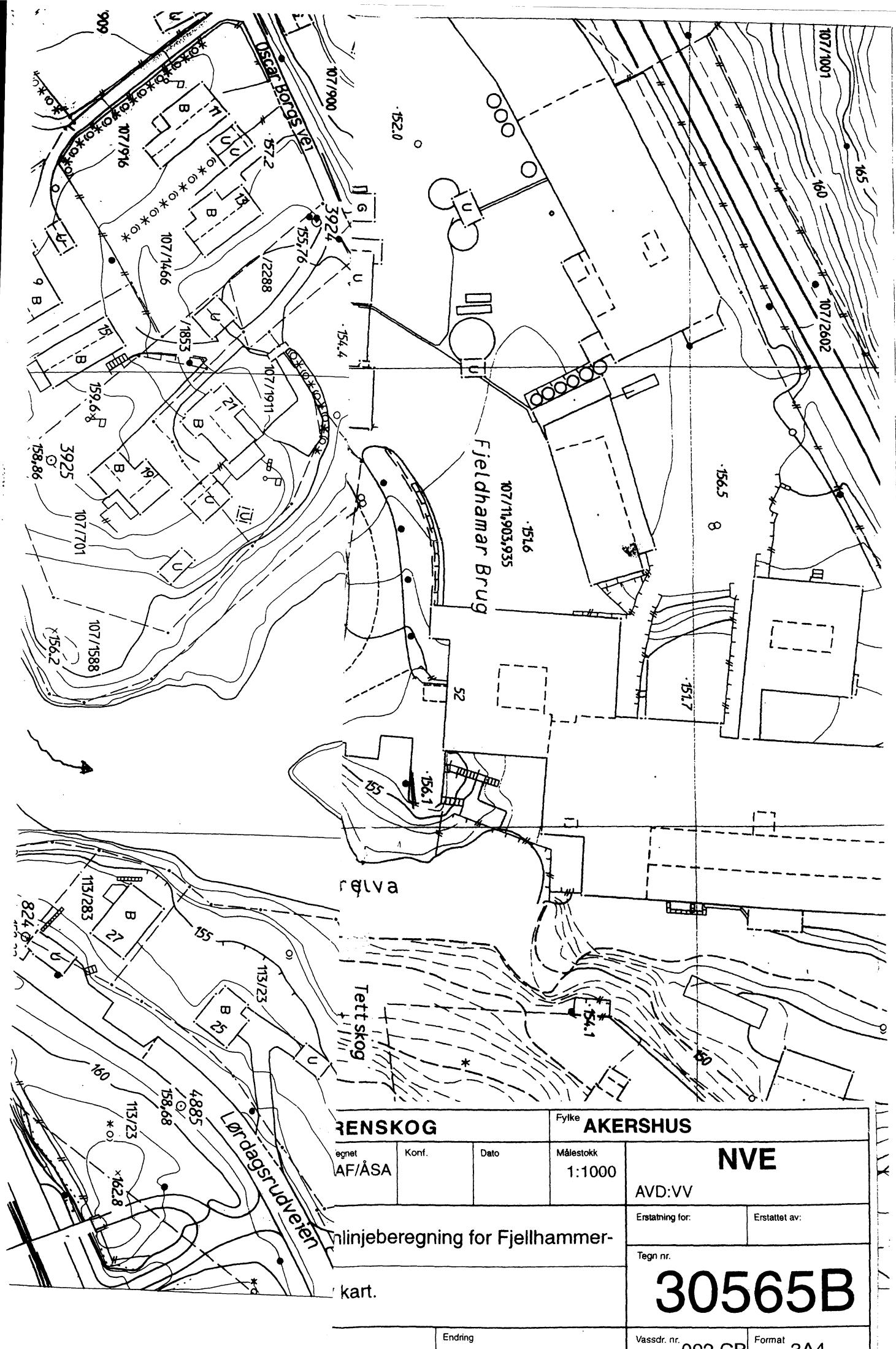
Kommune	LØRENSKOG			Fylke	AKERSHUS	NVE
Målt	KAF	Tegnet	Konf.	Dato	Målestokk	AVD:VV
Sak:	2352 Vannlinjeberegning for Fjellhammer-elva.					
Tegn.	Utsnitt av kart.					
Henvisning						
Vassdr. nr.	002 CB					
Format	A3					

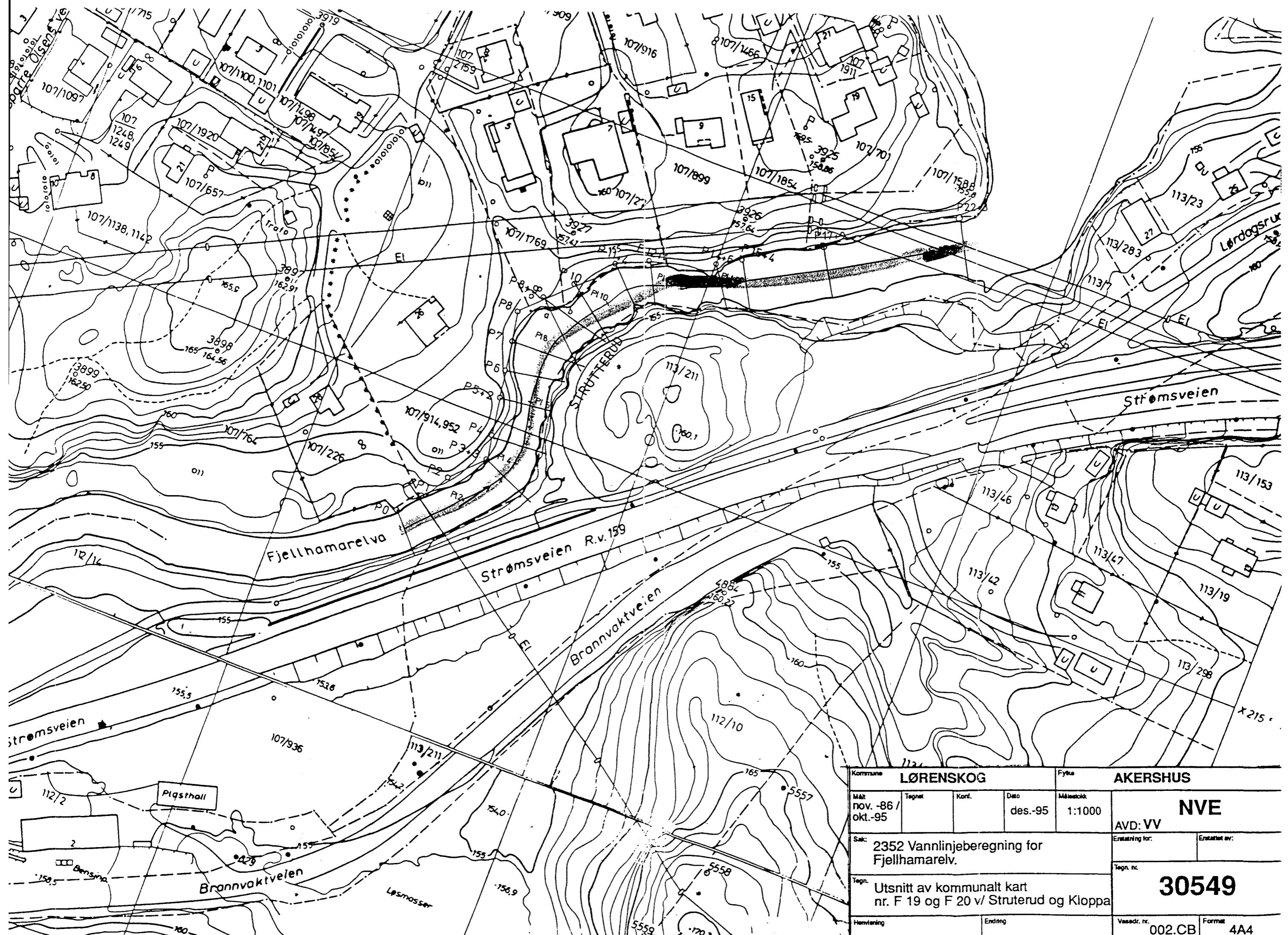
CQ 045-1-11

E 10

LØRENSKOG

1

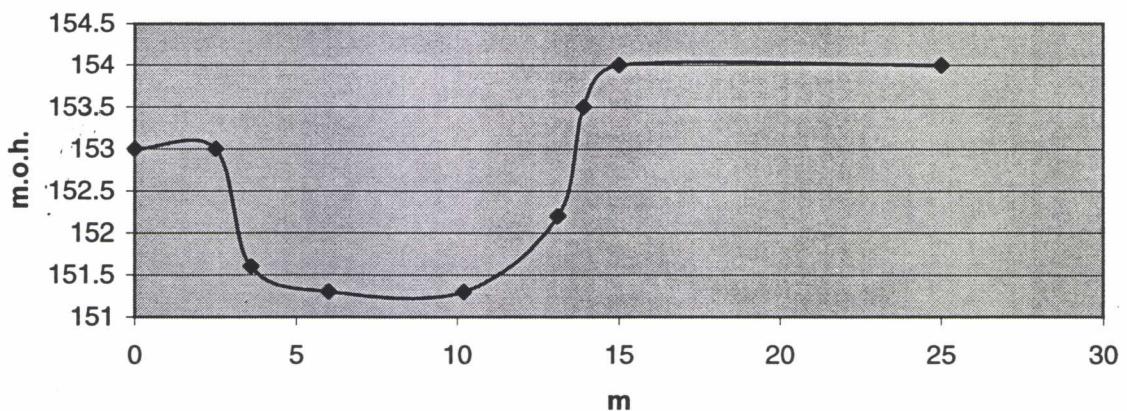




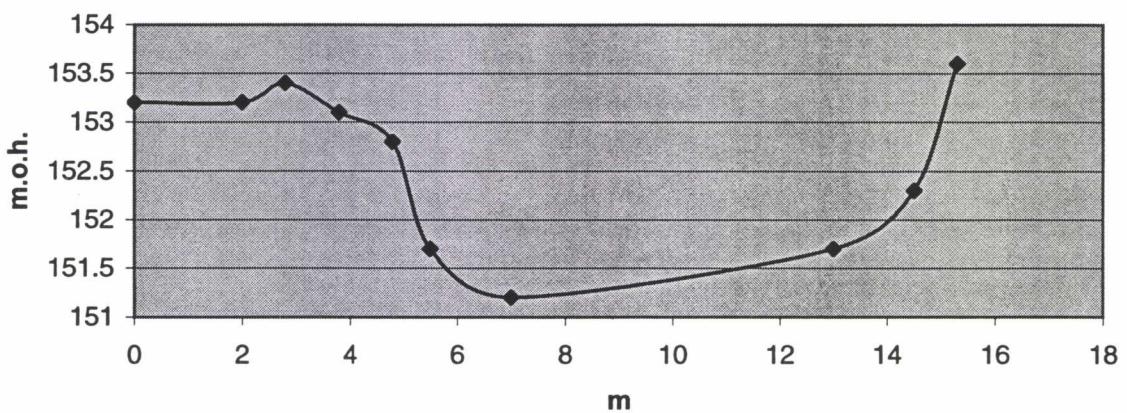


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

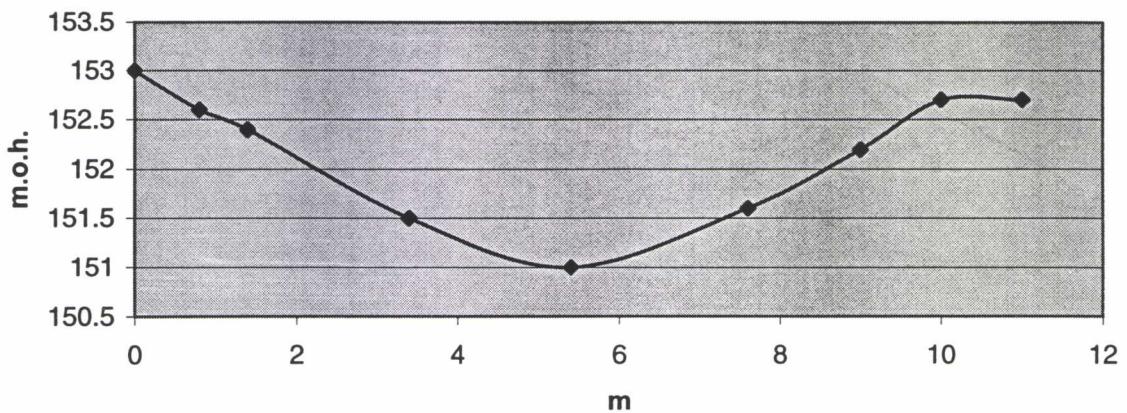
P 4



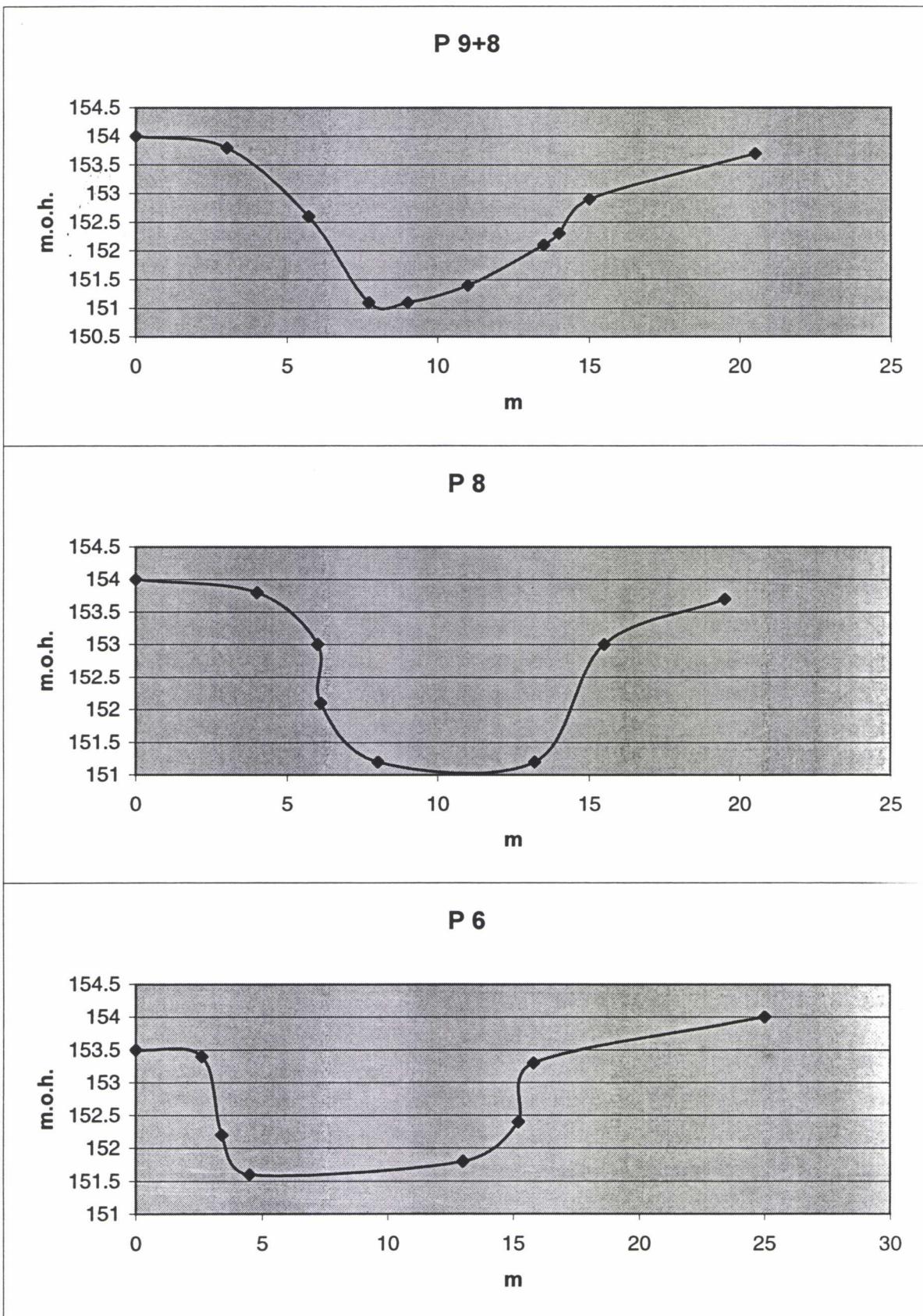
P 2



P 0, under H.A.Møller bru

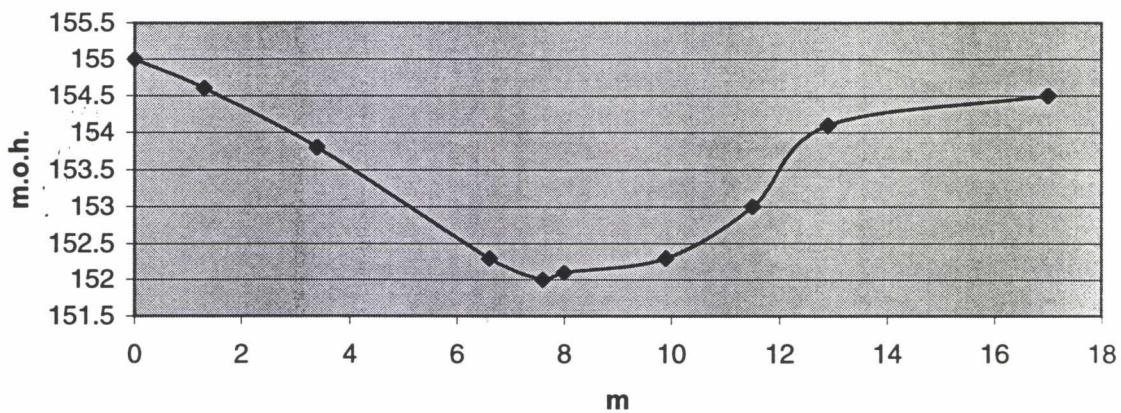


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

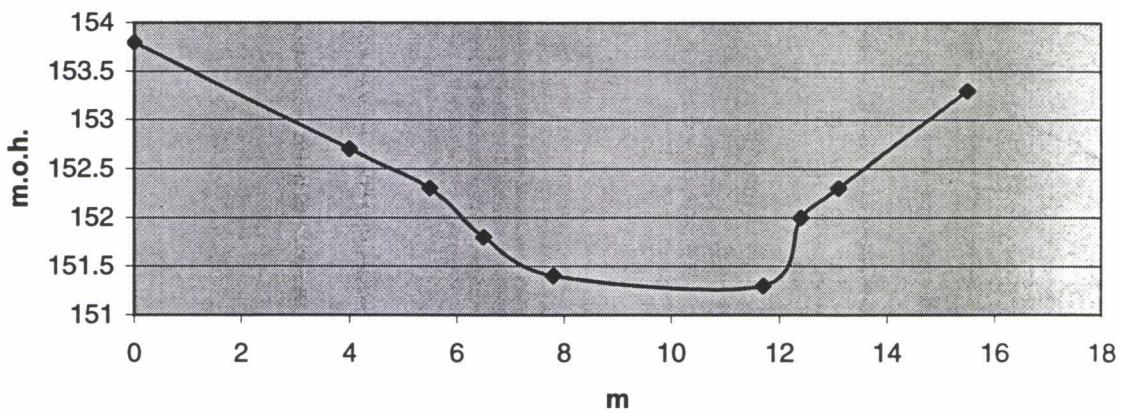


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

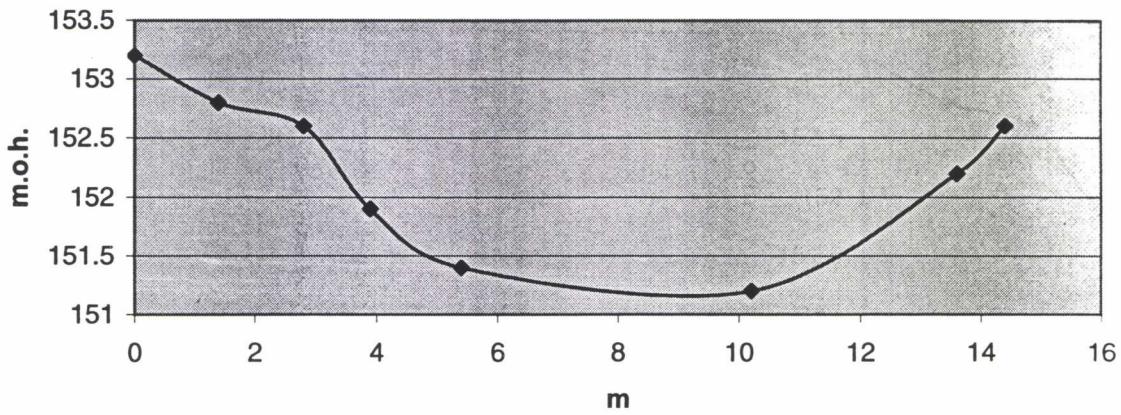
P 16



P 14+2

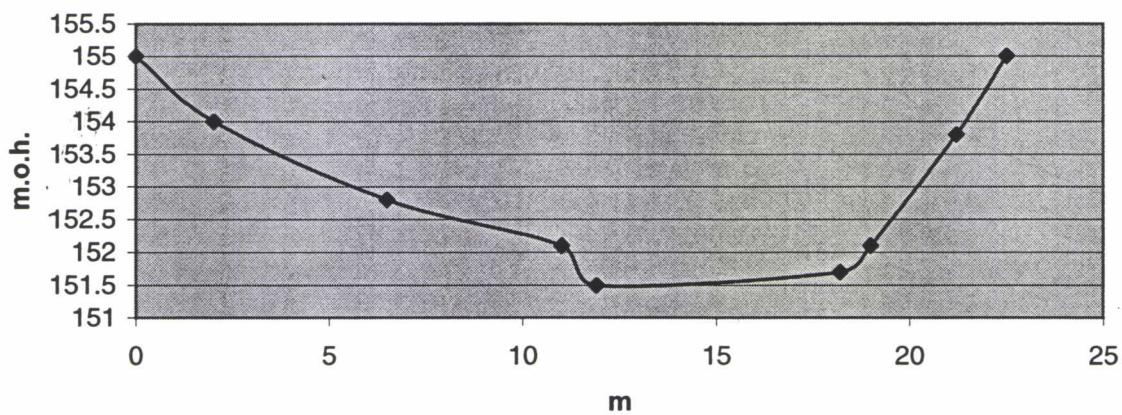


P 12+2

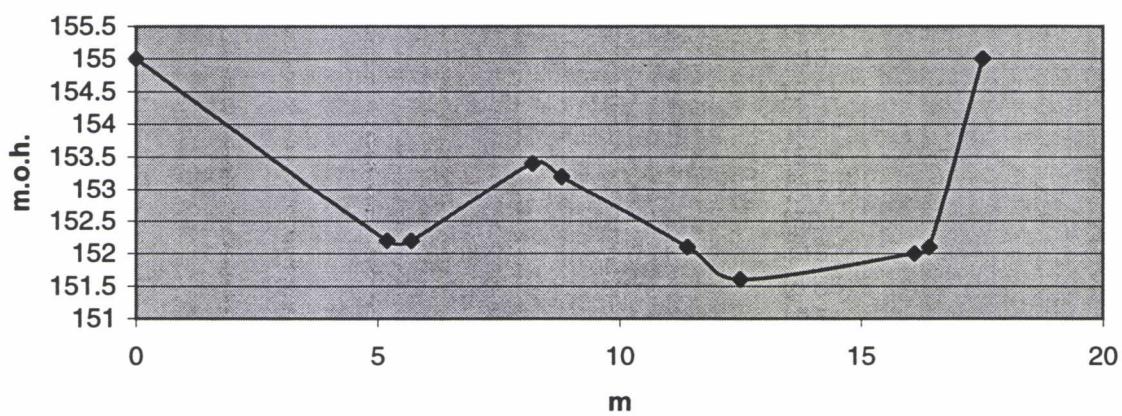


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

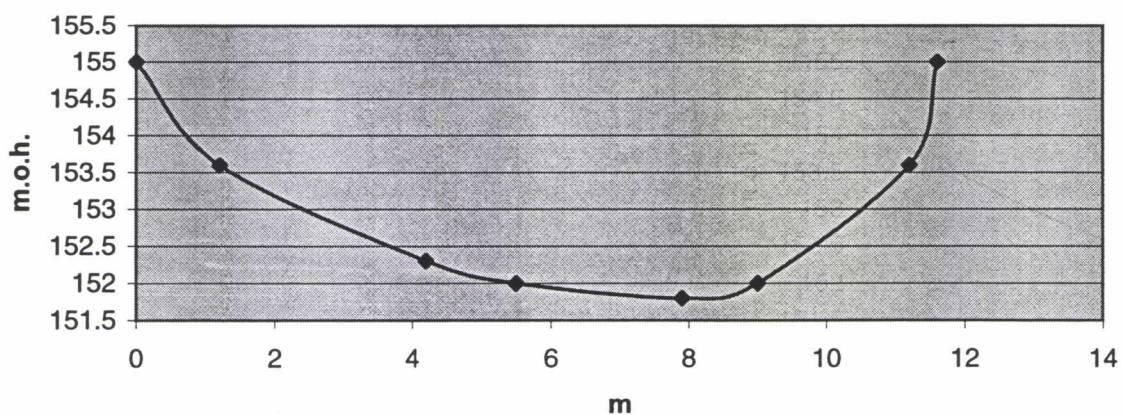
P 21



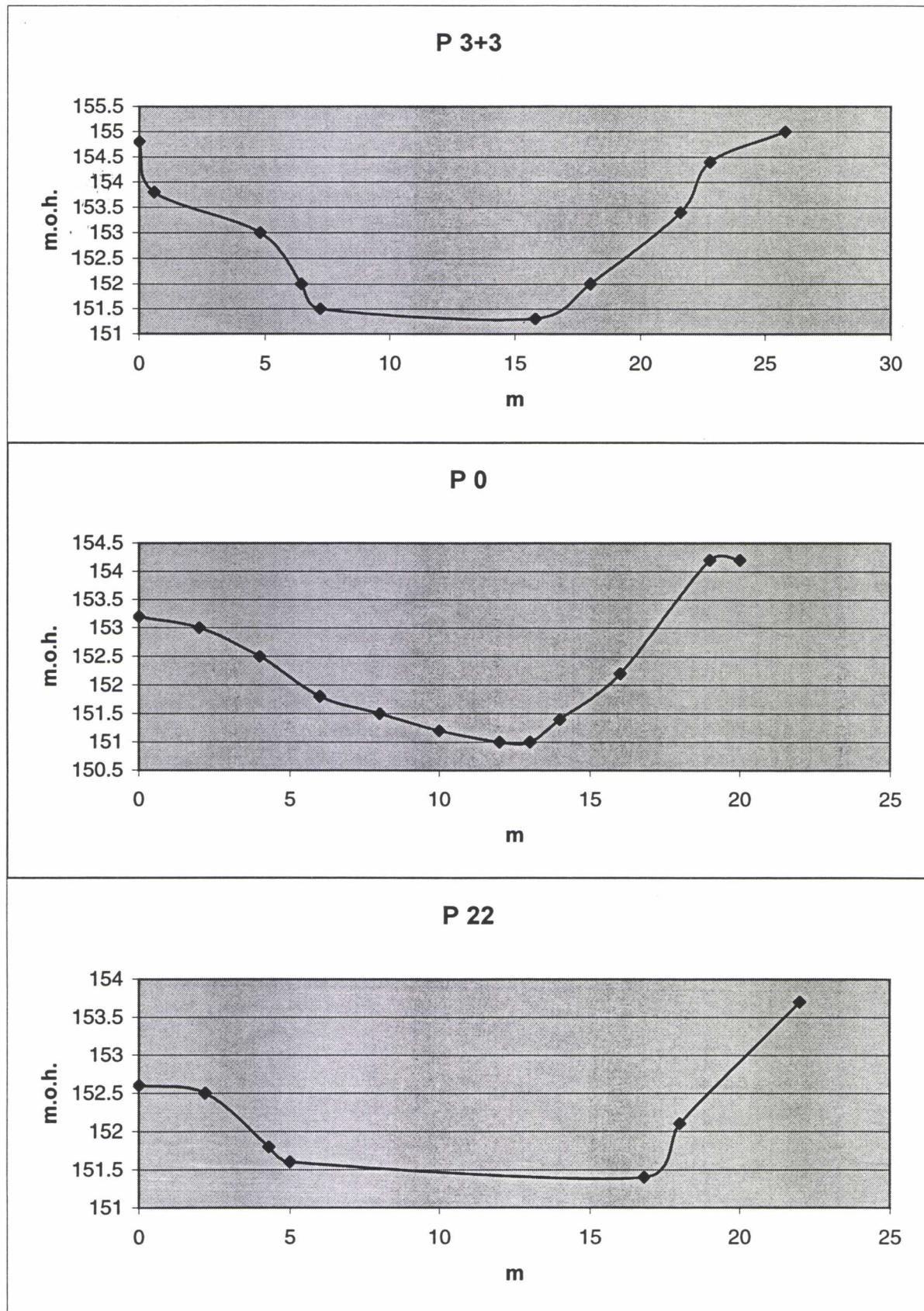
P 20



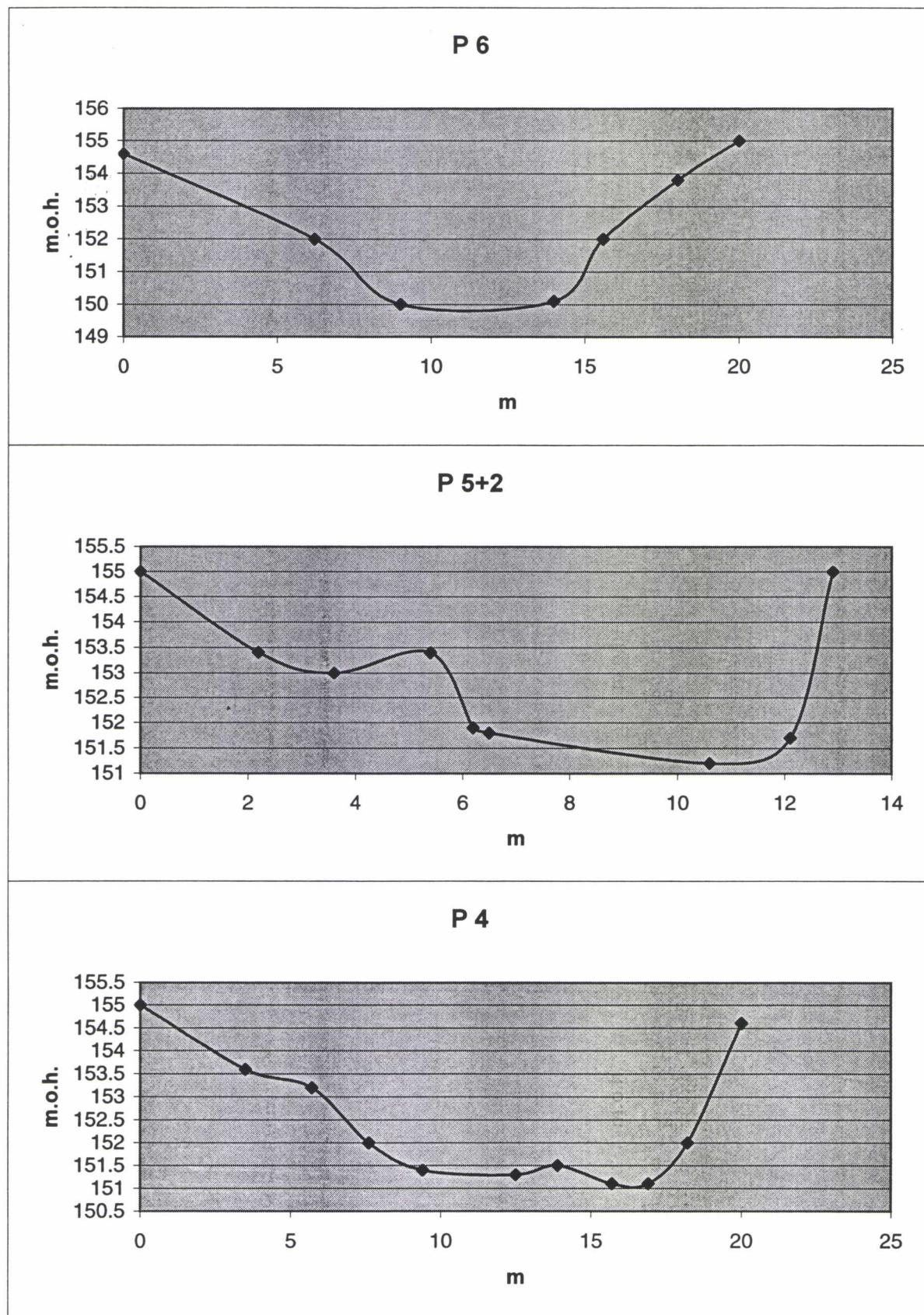
P 18



Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

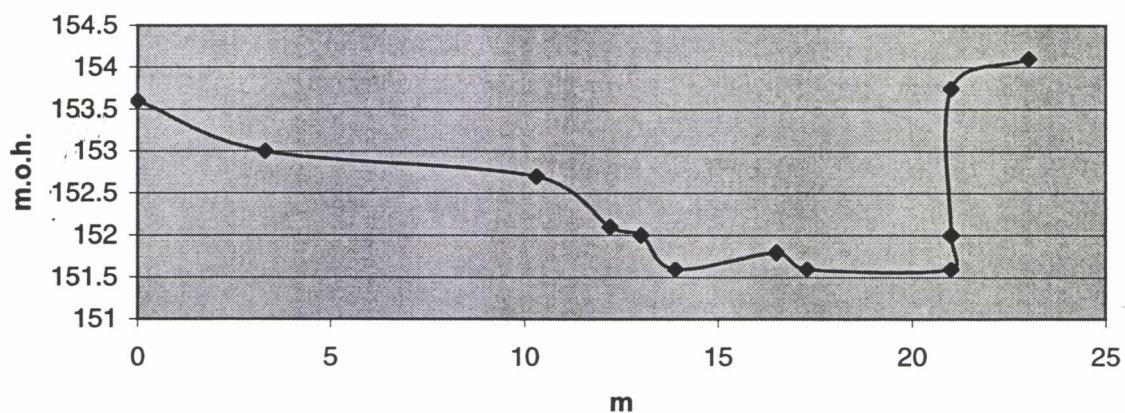


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

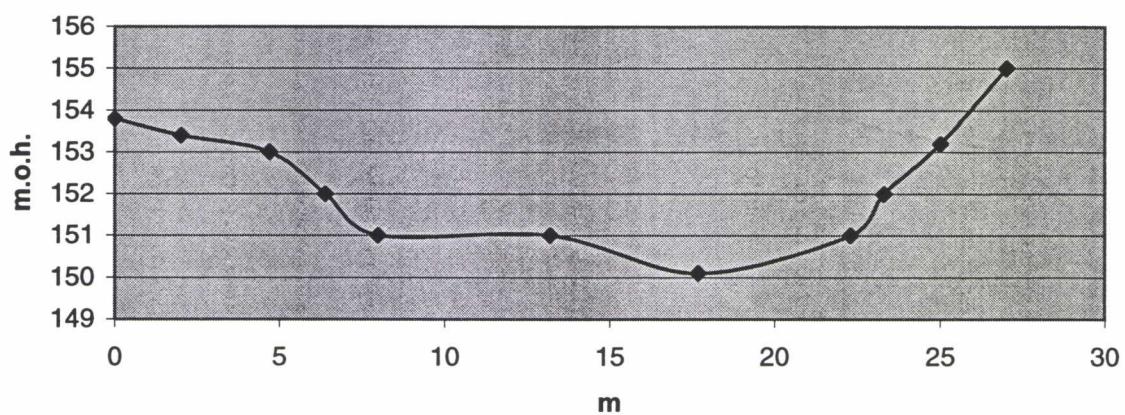


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

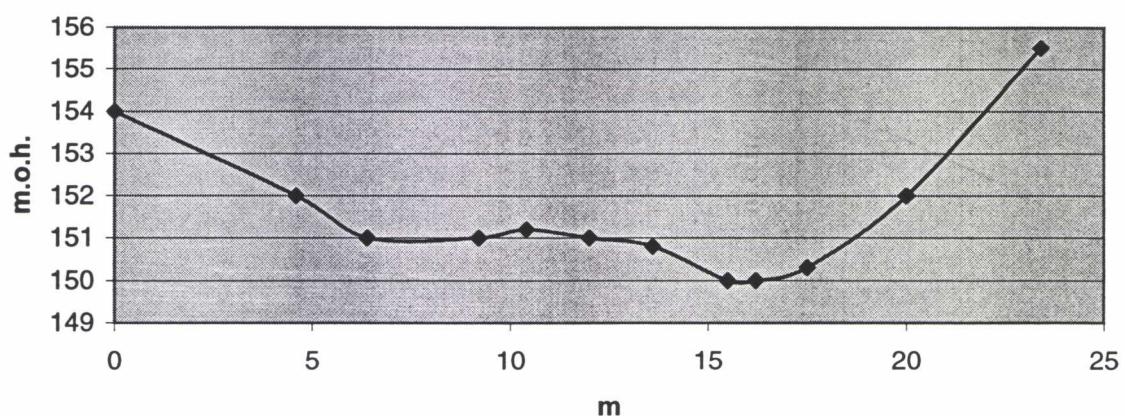
P 8+9 B



P 8+9 A

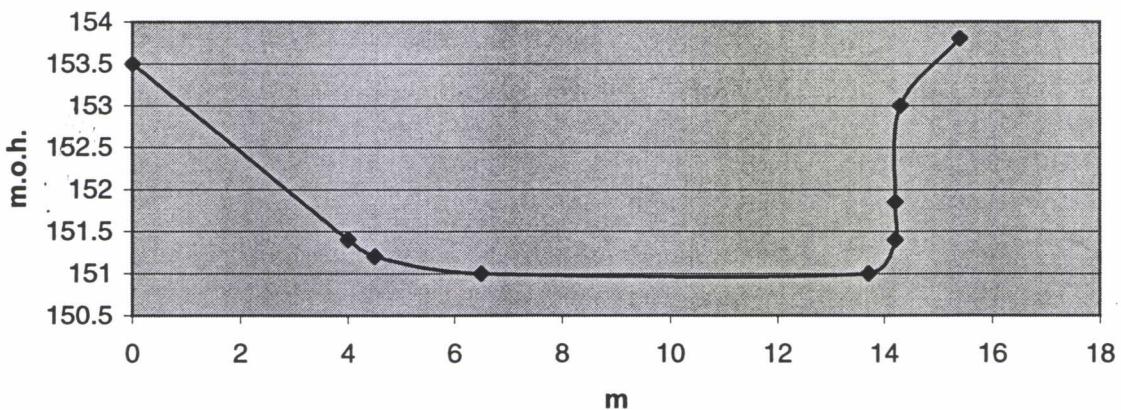


P 7

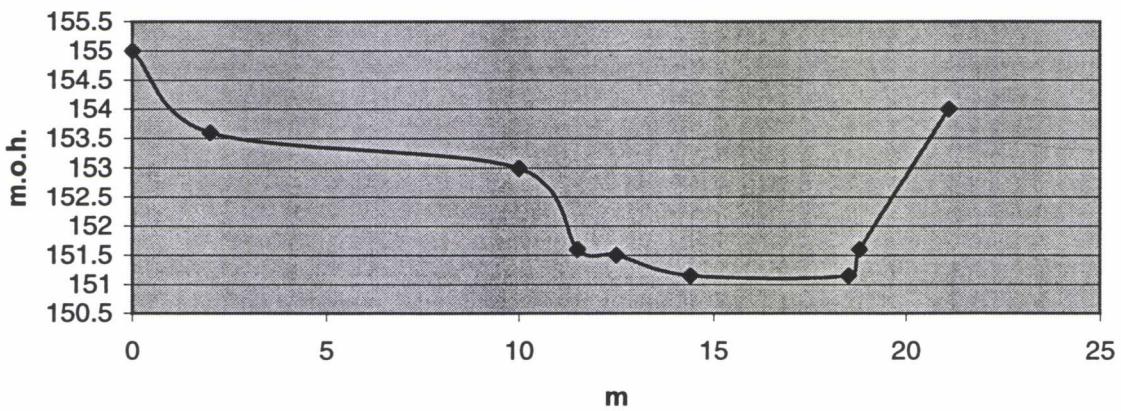


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

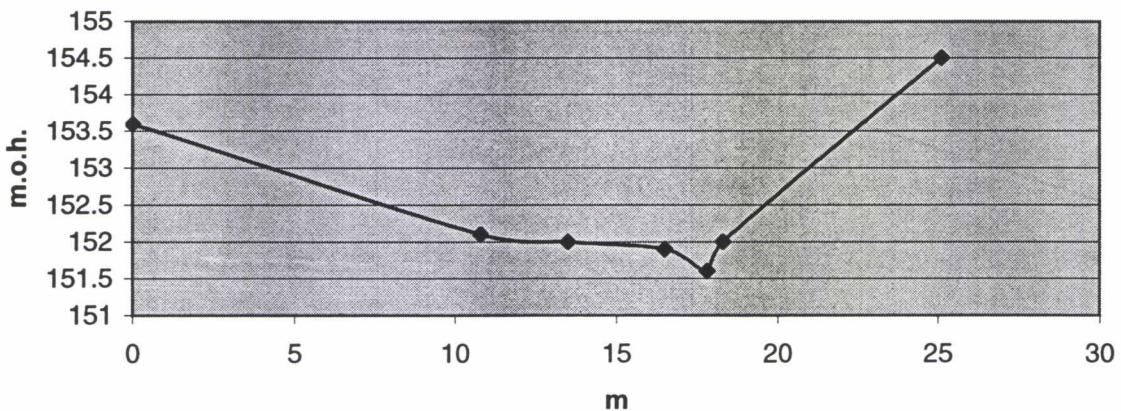
P 12+2



P 11+4

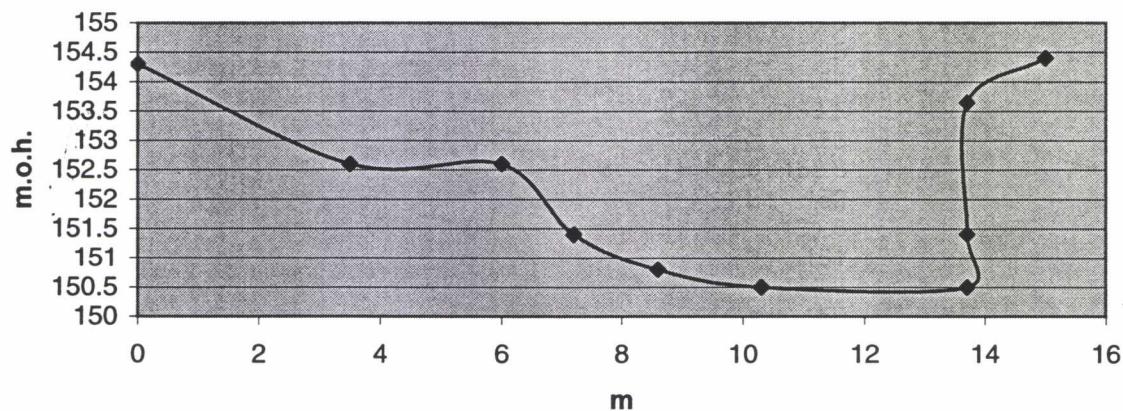


P 10

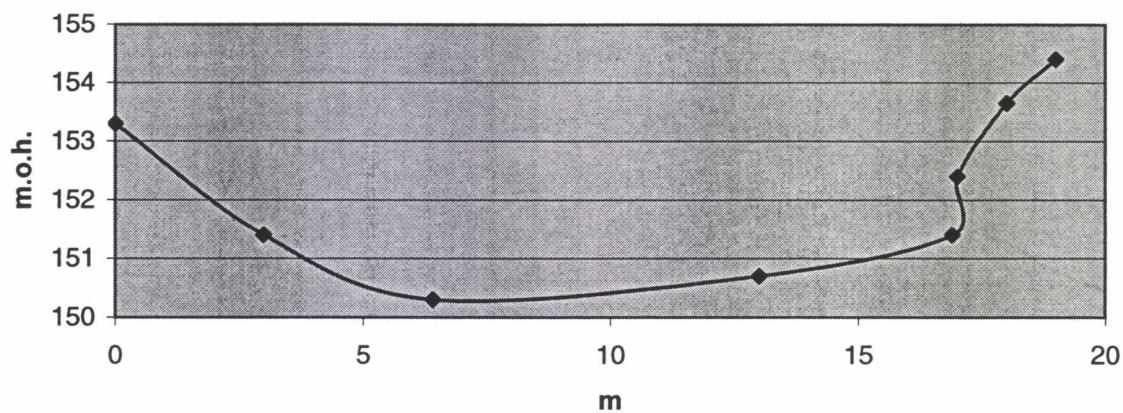


Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986

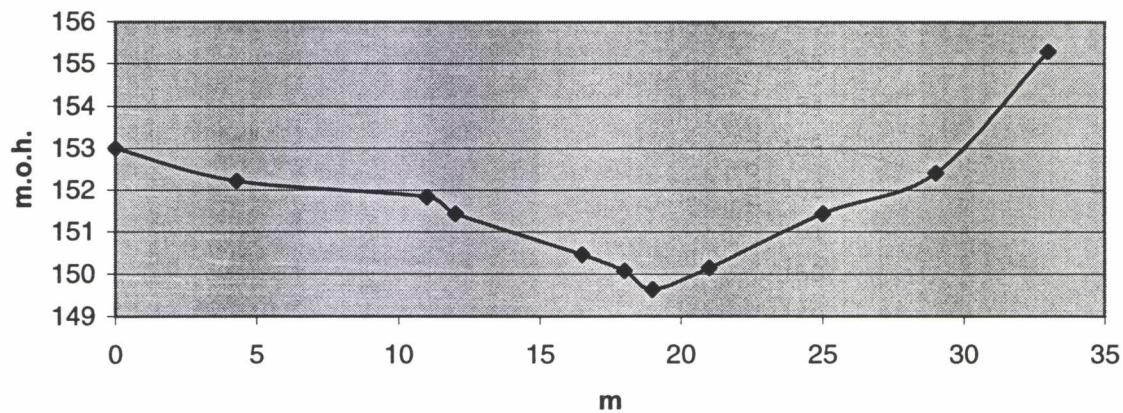
P 14+5



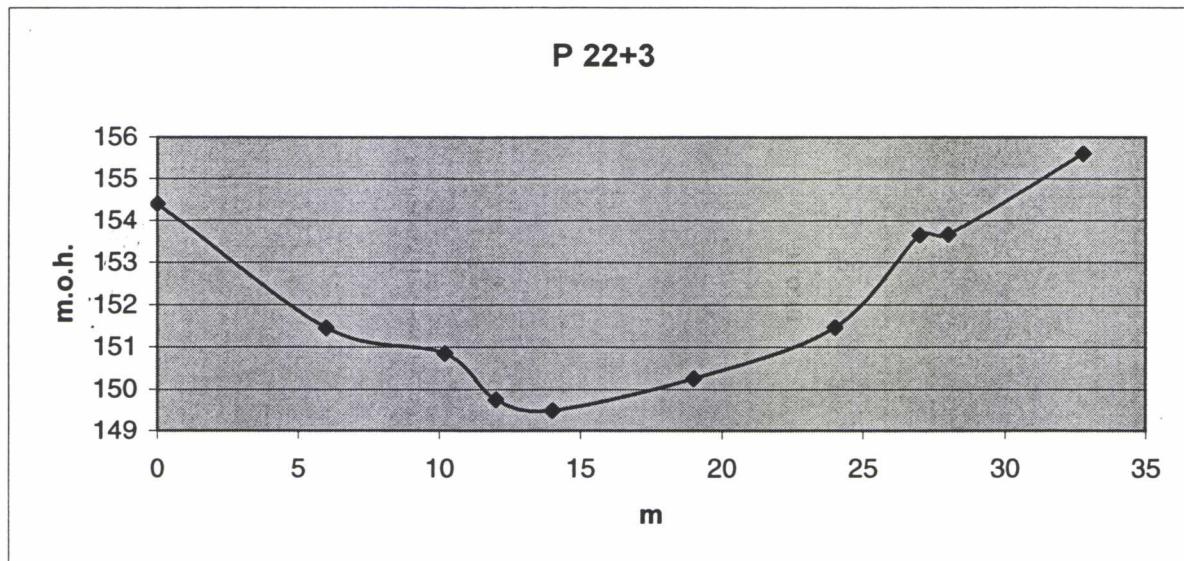
P 15+4



P 17+9



Tverrprofiler ved Kloppa og Struterud målt i 1986



Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Publikasjoner i Dokumentserien i 1999

- Nr. 1 Halfdan Benjaminsen: Georadarundersøkelser på Sundreøya, Ål kommune, Hallingdal
- Nr. 2 Bjarne Kjøllmoen: Breundersøkelser på Langfjordjøkelen 1998 (24 s.)
- Nr. 3 Inger Sætrang (red): Statistikk over overføringstariffer (nettleie) i Regional- og distribusjonsnettet 1999 (64 s.)
- Nr. 4 Eyri Hillgaar Svelland: Nøkkeltall for nettvirksomheten 1994-1997 (29 s.)
- Nr. 5 Liss M Andreassen og Gunnar Østrem (red): Storbresymposiet -50 år med massebalanse målinger (30 s.)
- Nr. 6 Kai Fjelstad og Erik Traae: Vannlinjeberegninger for Fjellhamarelva (15 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

NORGES VASSDRAG
OG ENERGIVERK



00535960