

Normalvannstand i Storvann nord, Harstad kommune, Troms

Norges vassdrags- og energidirektorat

2002

Oppdragsrapport nr A 3 2002

Normalvannstand i Storvann nord, Harstad kommune, Troms.

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Oppdragsgiver: Harstad kommune, avdeling for tekniske tjenester.
Forfatter: Roger Sværd, NVE Region nord.

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 30
Forsidefoto: Utløpet av Storvann nord, sikt innover vannet sett motstrøms fra veibru like nedenfor utløpet, 6. november 2001. Vannføring ca 200 l/s. Foto: Geir Lysaa, Harstad kommune.
ISSN: 1503 - 0318

Sammendrag:
I forbindelse med at Harstad kommune skal se på eventuelle nye reguleringsgrenser for Storvann nord, er det foretatt en beregning av opprinnelig normalvannstand. Denne er beregnet til kote 137.25 med en usikkerhet på ± 5 cm.

Dette blir utgangspunktet for eventuelle nye reguleringsgrenser.

Emneord: Normalvannstand, naturlig avløpskurve, tilsigsserie, vannlinjeberegning, innsjørouting.

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

Mai 2002

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Beskrivelse av oppgaven	6
2 Beskrivelse av vassdraget	8
2.1 Feltegenskaper	8
2.2 Arealer og avløp.....	9
3 Vannlinjeberegning	10
3.1 Profildata.....	10
3.2 Friksjonsforhold.....	11
3.3 Vannlinjer	13
3.4 Resultater	14
4 Hydrologiske beregninger	15
4.1 Hydrometriske stasjoner	15
4.2 Vannføringskurve for utløp Storvann nord.....	18
4.3 Magasinkurve for Storvann nord	19
4.4 Routing gjennom Storvann nord.....	20
4.5 Vannføringer i Tømmeråselva	21
4.6 Vannstander i Storvann nord	23
4.7 Usikkerhet.....	25
5 Konklusjoner	26
Referanser	27
Bilag	27

Forord

Kartlegging av normalvannstander er viktig i forbindelse med regulering av innsjøer til vannforsyning. Reguleringsgrenser fastsettes i forhold til normalvannstanden, enten som heving eller senkning, eller en kombinasjon av disse.

Grunnlaget for beregningene er NVEs omfattende database over observerte vannstander og vannføringer, og NVEs hydrologiske analyseprogrammer. På basis av sannsynlige vannføringer ut av Storvann nord beregnes det vannlinjer. Grunnlaget for vannlinjeberegningen er profildata for både lengde og bredde i elven. Disse utgjør grunnlaget for en hydraulisk modell som simulerer energiomsetningen i elva. Med basis i vannlinjene beregnes vannføringkurven ut av Storvann. Med en realistisk beskrivelse av tilsiget inn til Storvann og kjennskap til volumforholdene og vannføringskurven, er det beregnet en lang tidsserie for vannstandene. Det foretas statistiske analyser av denne tidsserien for å bestemme karakteristiske vannstander.

Denne rapporten gir resultatene av nødvendige beregninger for å bestemme naturlig normalvannstand i Storvann nord, Harstad kommune, Troms. Rapporten er utarbeidet av Roger Sværd ved NVE's regionkontor i Narvik, og kvalitetskontrollert av Beate Sæther ved NVE's regionkontor i Trondheim.

Oslo, mai 2002

Kjell Repp
avdelingsdirektør

Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

Denne rapporten er en dokumentasjon på nødvendige beregninger for å bestemme naturlig normalvannstand i Storvann nord. Oppdragsgiver er Harstad kommune. Se kart i figur 1 og 2.

Som beskrevet i kapittel 1 er bakgrunnen for denne analysen at Harstad kommune ønsker beregnet kotehøyden for normalvannstanden for Storvann nord som er hovedkilden til Harstad vannverk. I tidligere avtaler mellom grunneiere og kommunen vises det til begrepet normalvannstand i forbindelse med nedtapping og bruk av innsjøen som magasin. Det uklart hva som var kotehøyde for den opprinnelige normalvannstand. Det er viktig å få klarlagt normalvannstanden fordi dette også i fremtiden vil være hovedkilde og inntaksmagasin i Harstad kommunes vannforsyning

Bildet kompliseres også av at det er foretatt en forsiktig oppdemming av Storvann nord med sandsekker for å øke magasinet. Dermed er det naturlige vannstandsregimet forstyrret, og det betyr at en ikke direkte kan måle opp det naturlige utløpets vannføringskurve.

Kapittel 2 gir en beskrivelse av vassdragets egenskaper med tanke på hydrologiske forhold.

Kapittel 3 belyser de hydrauliske beregningene som må gjøres for å bestemme vannlinjer i utløpselva fra Storvann nord. Vannlinjer er beregnet med hydraulisk modell. Friksjonsforholdene i modellen er bestemt ut fra erfaringer og litteratur. Profilene for elva er oppmålt av Harstad kommune. Modellen er ikke kalibrert på vanlig måte mot oppmålt vannlinje og kjent vannføring, men det er konkludert med at modellen gir rimelige resultater ut fra følsomhetsanalyser og skjønnsmessige vurderinger.

Kapittel 4 belyser de hydrologiske beregningene som er utført. Det hydrologiske grunnlaget i form av tidsserier for avløp i området er godt. Det finnes flere lange serier som kan tenkes å representere det lokale tilsiget inn til Storvann nord på en god måte. Det er vist karakteristiske verdier for seriene og skaleringsfaktorer mot prosjektfeltet. De hydrologiske beregningene består i å bestemme vannføringskurven for utløpet av Storvann, magasinkurve for samme, og selve routingen av tilsigsseriene gjennom Storvann. Til slutt vises resultatene av statistiske analyser av seriene for vannstand og vannføring ut av Storvann nord.

Det er foretatt separate beregninger for tre ulike antatt representative datasett.

Vedrørende analysens konklusjoner vises til kap 5.

1 Beskrivelse av oppgaven

Bakgrunnen for denne analysen er at Harstad kommune ønsker den eksakte kotehøyden for normalvannstanden for Storvann nord, som er hovedkilde til Harstad vannverk. I tidligere avtaler mellom grunneiere og kommunen vises det til begrepet normalvannstand i forbindelse med nedtapping og bruk av innsjøen som magasin. Det er uklart hva som var kotehøyde for den opprinnelige normalvannstanden.

Dette kompliseres også av at det er foretatt en forsiktig oppdemming av Storvann nord med sandsekker for å øke magasinet. Dermed er det naturlige vannstandsregimet forstyrret, og det betyr at en ikke direkte kan måle opp det naturlige utløpets vannføringskurve.



Bilde 1 : Situasjonen i elva ut av Storvann nord den 6. november 2001, ca midt på dagen. Vannføring er stipulert til ca 0.2 m³/s. Terskel av sandsekker ses tydelig. Foto; Harstad kommune.

For å finne vannets normalvannstand må man først bestemme innsjøens vannføringskurve. Dette er den funksjonelle sammenheng mellom vannstand i og vannføring ut av innsjøen. Det er to måter å finne denne på:

- Den kan måles opp ved at det foretas samtidig måling av vannstand i innsjøen og vannføring i elva. Det forutsettes da at dam av sandsekker fjernes helt slik at en har naturlig utløpsos.

- Vannføringskurven kan beregnes ved hjelp av hydraulisk modell. Modellen er en fysisk beskrivelse av elva uttrykt gjennom lengdeprofilene, friksjons- og fallforholdene og opptredende vannføringer.

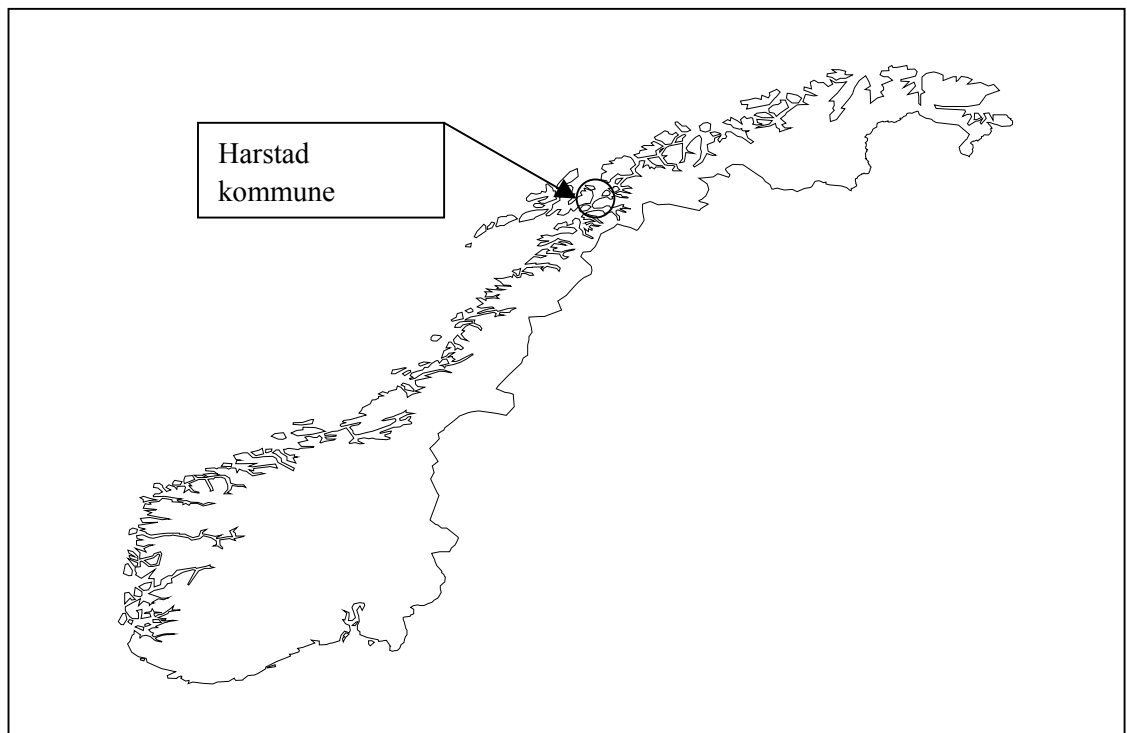
Harstad kommune har valgt den siste fremgangsmåten.

Vannlinjer beregnes med hydraulisk modell. Det foretas beregninger for naturlig utløpsos. På basis av disse finnes det en ratingkurve, eller en vannføringskurve, for utløpet av Storsvann nord.

De hydrologiske beregninger går ut på å finne et representativt tilsigsregime i form av en tidsserie for vannføring inn til det naturlige magasinet i Storsvann nord. Vannets volumkurve bestemmes. Etterpå foretas en routingberegning hvor tilsigsserien transporteres gjennom innsjøen.

Routingberegningen simulerer at flomvann samles opp i Storsvann når tilsiget inn til sjøen er større enn avløpet, og motsatt vil vannføringen fra sjøen være høyere enn tilsiget når vannstanden faller tilbake til normalsituasjonen. Det skjer en sterk demping av flommene og tørkeperioder blir utjevnet. Dette styres av volumet i Storsvann og av avløpets kapasitet, begge som funksjoner av vannstanden i magasinet.

Prosessen ender opp med flere tidsserier, og serien for vannstand i Storsvatnet analyseres statistisk for å finne karakteristiske vannstander.

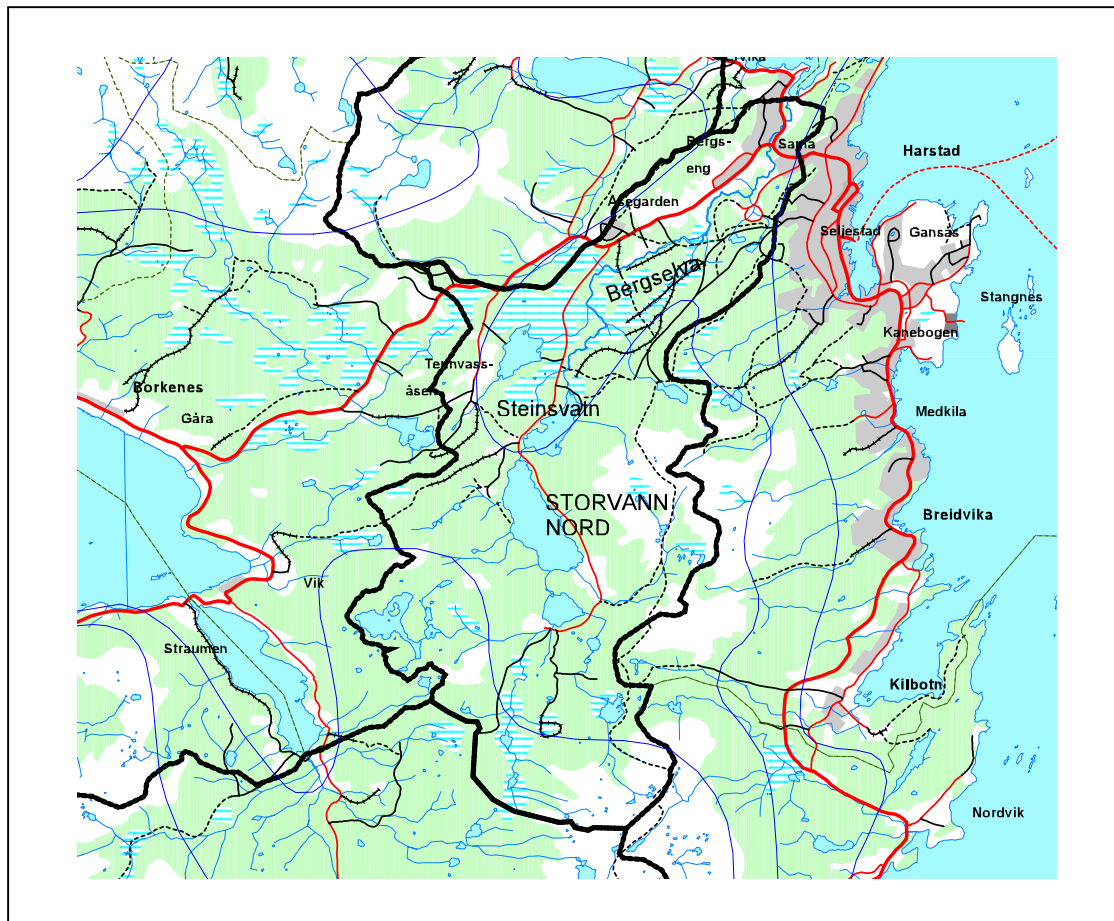


Figur 1: Harstadområdet i Troms fylke.

2 Beskrivelse av vassdraget

2.1 Feltegenskaper

Harstad kommune navngir magasinet for Storvann nord. NVE bruker derfor også dette navnet.



Figur 2: Bergselvvassdraget.

Totalfeltet til Storvann nord er på ca 28 km². Nedstrøms dette er restfeltet ned til Bergsvågen ca 24 km². Høydefordelingen i feltet er ikke undersøkt i detalj, men ut fra kartverk NGO M711 i målestokk 1 : 50 000 er en del karakteristiske egenskaper ganske tydelige. Feltet er moderat kuppert og middelhøyde ligger på ca kote 300. Ca 50 % av feltet ligger under kote 300, og ca 15 % av feltet ligger under kote 200. Ca 25 % av feltet ligger over kote 400, og de høyeste toppene ligger bare på ca 600 moh. Disse egenskapene gjør at feltet vinterstid vil reagere raskt på overganger til mildvær kombinert med store nedbørmengder. Snøsmelting i slike situasjoner vil komme i

gang i store deler av feltet samtidig. De samme flomskapende prosessene vil skje over store deler av arealet samtidig.

Flommene dempes betydelig ved passasje gjennom Storvann nord. Lokalfeltene ned til Storvann har kort responstid og vil derfor reagere raskt på nedbørsituasjoner av kort varighet. Det største av disse feltene har en konsentrasjonstid eller responstid på bare litt under 3 timer. Alle de øvrige felt vil være raskere.

Det spesifikke avløpet i området varierer lite. Stort sett hele området har et spes. avløp på 35 – 40 l/skm².

Nedstrøms Storvann nord drenerer vassdraget til Steinsåsvatnet som ligger på kote 132 ca 5 m lavere enn Storvann. Elva fra utløpet av Steinsåsvatnet heter Bergselva. Denne er ca 6.5 km lang i luftlinje og strømmer til havet i Bergsvågen like vest for Trondenes. Totalfeltet for Bergselva til havet er nær 52 km².

2.2 Arealer og avløp

Avløpet i vassdraget er beregnet med basis i NVE's avløpskart av 1987 blad 6. Ref. 3. Kartet viser avløpet for perioden 1931 til 1960.

Det er ikke funnet grunn til å øke avløpet for ny normalperiode 1961 til 1990. Ref. 4.

Vassdr.nr	Felt	Areal km ²	Spes.avl l/skm ²	q m ³ /s	Q Mill.m ³
177.4a	Storvann nord	28	37	1.036	32.671
177.4b	Restfelt til Bergsvågen	24	35	0.840	26.490
177.4Z	Sum	52	36.077	1.876	59.162

Tabell 1 : Avløpsberegning for Storvann nord og Bergselva.

3 Vannlinjeberegning

Vannlinjemodellen HEC-RAS er en numerisk modell for å beregne vannstander i et elveleie. Modellen er utviklet av U. S. Army Corps of Engineers på 1960-tallet. Den har vært under kontinuerlig utvikling, og den versjonen som er brukt i denne analysen ble ferdig i september 1998, versjon 2.2. Modellen er velegnet til beregning av vannstander ved dimensjonerende flom, eventuelt kombinert med isdekke og isgang, ved vurdering av flomsikkerhet og flomforebyggende tiltak. Modellen er også velegnet til beregninger av virkninger på vannstander av forskjellige inngrep og forandringer av tverrsnittsforholdene i elveleiet. Dette kan være broer, vegfyllinger, utvidelse av tverrsnitt, uttrauing, uttak av grus, kanaliseringer osv.

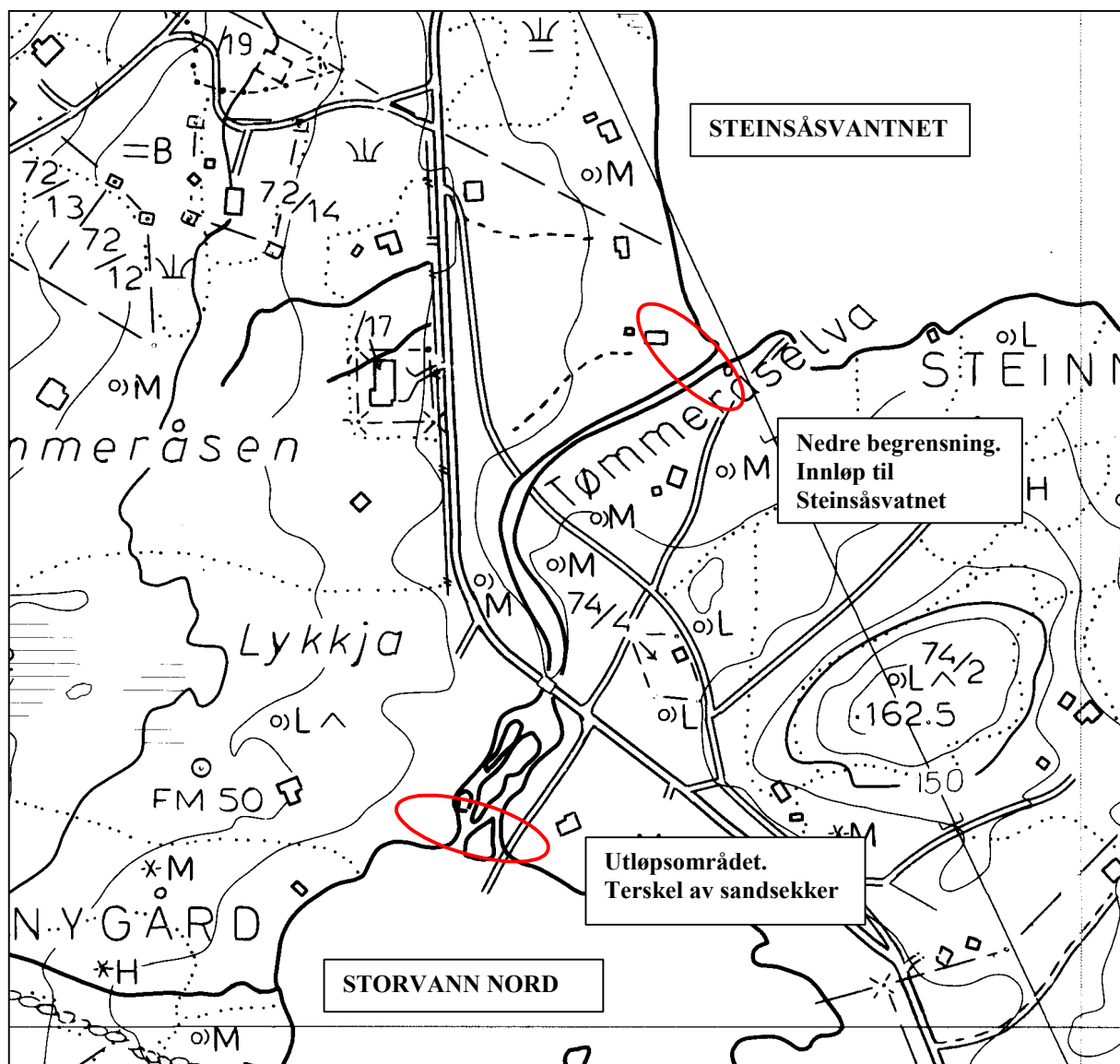
Vannstander beregnes fra tverrsnitt til tverrsnitt med bruk av den endimensjonale energiligningen hvor friksjonstapene beregnes med Mannings formel. Dette er nærmere beskrevet i Ref 7. Ut fra en kjent vannstand i et tverrsnitt, utgangspunktet er en såkalt grensebetingelse enten i oppstrøms eller nedstrøms ende av prosjekttrekningen, beregnes vannstanden i neste tverrsnitt ved en iterativ prosedyre.

På denne måten bygger modellen opp en vannlinje eller et langdeprofil for vannstands nivået i elva ut fra det spekter av vannføringer som er sannsynlige. Vannlinjene har altså basis i en fysisk beskrivelse av elva uttrykt gjennom lengdeprofilene, friksjons- og fallforholdene og opptredende vannføringer.

Vannlinjene gir et datagrunnlag av sammenhørende vannstands nivåer i Storvann og vannføringer i utløpselva for å beregne vannføringskurven for utløpet. Vannføringskurven er den funksjonelle sammenhengen mellom innsjøens vannstand og vannføringen i naturlig utløp. Vannlinjene kan også sammenlignes mot høyder på omkringliggende terreng langs elva. Vi kan evaluere fare for oversvømmelser og eventuelle mottiltak for å hindre dette.

3.1 Profildata

Beregningene i denne rapporten bygger på nye oppmålte profiler av elva. Disse ble oppmålt av Harstad kommune 26. og 27. november og den 3. desember 2001. Profilene er tilknyttet NGO-høyder. Bilag 1 viser data for oppmålte profiler. Bilag 2 viser avstandene mellom profilene.



Figur 3 : Profilert strekning i Tømmeråselva mellom Storvann nord og Steinsåsvatnet.

Det ble målt inn 13 tverrprofiler mellom øvre- og nedre begrensning.

3.2 Friksjonsforhold

Vi har ikke hatt tilgang på målte vannlinjer under flom. Profilene fra november 2001 ble tatt på en moderat vannføring. Modellen har derfor ikke kunnet kalibreres på flere vannføringer slik en ideelt sett bør. Ved kalibrering finnes den friksjonsbeskrivelse som gjør at modellberegnet vannlinje faller sammen med oppmålt vannlinje. Vannføring i samme situasjon som vannlinja forutsettes også oppmålt i m^3/s .

Tidsaspektet for beregningene i dette prosjektet har vært slik at det ikke har vært tid til å vente på egnede vannføringer både for vannlinjemåling og vannføringsmåling. Det kan ta lang tid før en tilstrekkelig stor flom inntreffer i vassdraget.

Friksjonsforholdene for profilene er derfor beskrevet med manningtall som er brukt ved beregninger i sammenlignbare elver. Viser her til ref 8, og bilag 3.

Dert er gjort simuleringer for å se på følsomheten i vannlinjehøydene når manningtallet endres med $\pm 20\%$ i forhold til valgt verdi. Se kap 3.3.



Bilde 2 : Situasjonen i elva ut av Storvann nord den 6. november 2001, ca midt på dagen. Vannføring er stipulert til ca 0.2 m³/s. Foto; Harstad kommune.

Viser til bildet ovenfor og forsidebildet på rapporten. Bildematerialet fra 6. november består av flere foto som dekker elva fra utløpet i Storvann og ned til ca 30 – 40 m nedstrøms veibrua. Ut fra en sammenligning av vannkonturen på bildene med modellberegnet vannkontur, kan en si at vannføringen må ha vært ca 200 l/s da bildene ble tatt. Bildet på rapportens forside viser at praktisk talt alt vann strømmer i det venstre løpet sett i strømretningen. Vannet er stillestående i det høyre løpet oppstrøms brua. Det høyre løpet blir ikke aktivt før vannføringen passerer noe over 200 l/s.

Vannlinjeberegningene for vannføring 0.2 m³/s, forutsatt naturlig elv i dagens tilstand, gir en vannstand i utløpet av Storvann nord på kote 137.06. Under oppmålingen ble vannstanden målt til kote 137.40. På måletidspunktet var det altså en oppstuvning i Storvann på 34 cm på grunn av sandsekkene. Dette kan stemme bra med øvrig bildemateriale fra terskelen. Disse forhold gir en indikasjon på at vannlinjemodellen gir rimelige resultater og at friksjonsbeskrivelsen er akseptabel.

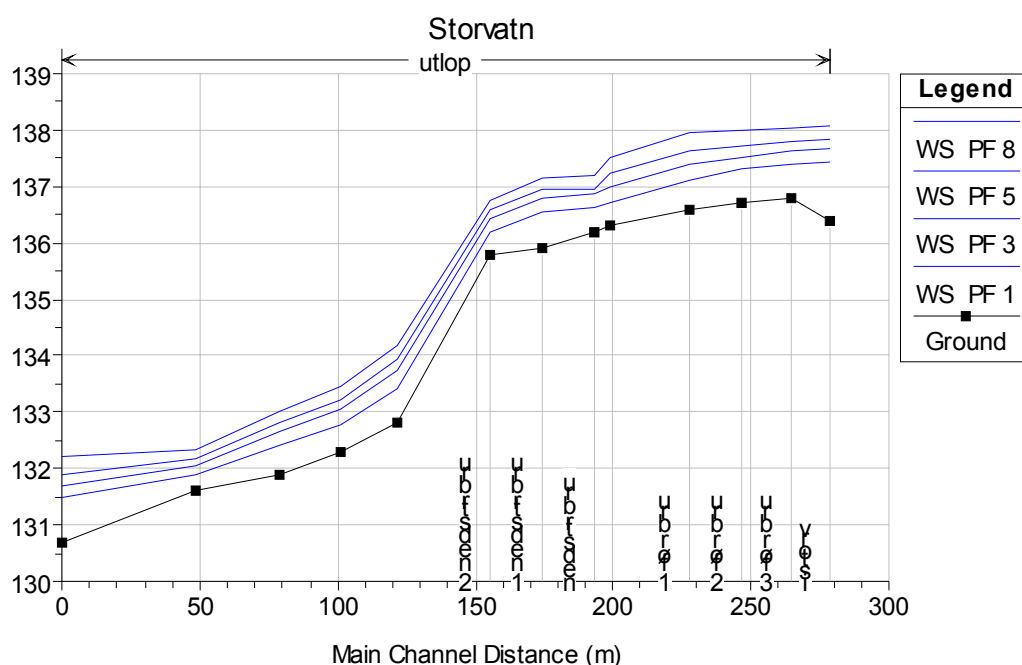
3.3 Vannlinjer

Aktuelle vannføringer ut av Storvann nord er estimert ut fra egenskapene til tilsigsseriene og feltets selvregulerende evne. Vannlinjer er beregnet for de vannføringene som vi mener skal dekke hele variasjonsområdet i vannføringer ut av Storvann nord.

Disse 8 vannføringene er brukt, 0.2, 0.6, 1.0, 1.5, 2, 4, 8, og 14 m³/s. Hhv WS PF 1 til 8 i figur 4.

Det er foretatt alternative beregninger for å belyse følsomheten i vannlinjehøydene når manningtallet endres med $\pm 20\%$ i forhold til skjønnsmessig valgt verdi. Usikkerheten for øvre profil i utløpet av Storvann ble bestemt til ± 3 til 5 cm for verdier over middelflom og opp mot de største flommene og til ± 1 til 3 cm for lave og moderate vannføringer.

Resulterende usikkerhet settes til ± 5 cm, se kap 4.7.



Figur 4 : Vannlinjene for vannføringer 0.2, 1.0, 2.0, og 14 m³/s.

Figur 4 viser et lengdeprofil av vannflata i Tømmeråselva for fire av de simulerte vannføringene. Avstandsaksen starter i profil 1 nede hvor elva kommer ut i Steinsåsvatnet. Avstand 280 (profil 13) ligger innenfor sandsekkene i Storvann nord. Sort linje med markerte bokser er lengdeprofilet i dypålen, og hver boks representerer et profilpunkt oppmålt av Harstad kommune.

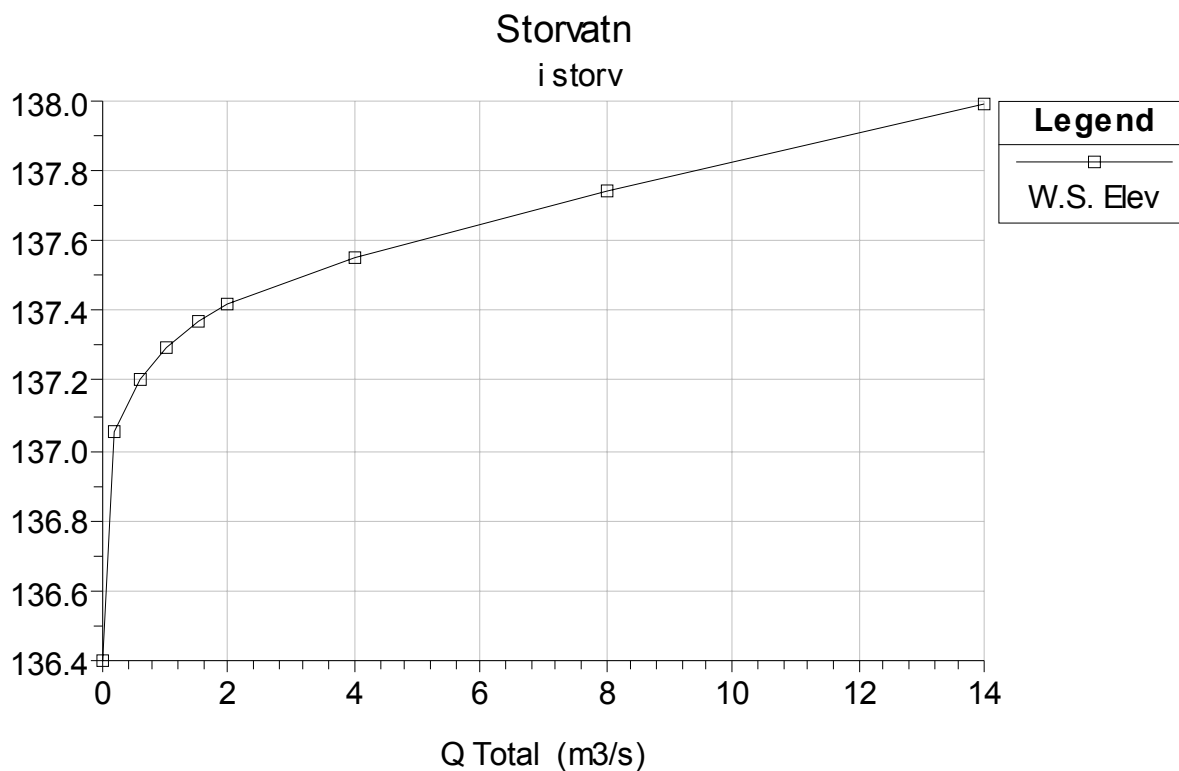
Det totale fallet mellom Storvann og Steinsåsvatn er på ca 5 m. Ca 50 % av det totale fallet er konsentrert på en strekning som ligger mellom 150 til 200 m nedstrøms

utløpet av Storravn nord. Oppstrøms og nedstrøms er elva mye slakere. Dette betyr at vannlinjene inn i Storravn i hovedsak bestemmes av det øvre slake partiet.

Det er også tydelig at vannlinjene for flomregimet er påvirket av brutverrsnittet. Brua virker oppstuvende under flom. Dette kan være en lokal effekt. Men det kan heller ikke utelukkes at vannlinjene inn i Storravn kan være noe oppstuvet på grunn av brua. Dette er ikke undersøkt kvantitativt.

3.4 Resultater

Sammenheng mellom vannstand i Storravn nord og vannføringen i utløpet utgjør sett av sammehørende punkter. Dette datasettet brukes ved konstruksjon av vannføringskurve for utløpet av Storravn nord.



Figur 5 : Vannføringskurve for profilet i utløpet av Storravn nord.

Data fra HEC-simuleringen går så videre til kurvekonstruksjon. Data er vist i tabell 4 i kap 4.2 , side 18.

Vannlinjehøydene er som nevnt beheftet med en usikkerhet på grunn av usikkerhet i friksjonsforholdene uttrykt gjennom manningtallet for elva.

4 Hydrologiske beregninger

Beregning av normalvannstand for Storravn nord gjøres etter følgende prosedyre:

- Tilpasser en vannføringskurve med NVE's program for konstruksjon av vannføringskurver med basis i datasettet fra simuleringene med HEC-modellen.
- Bestemmer en magasinkurve for volum som funksjon av vannstand i Storravn nord.
- Beregner en skalert representativ tidsserie for vannføring inn til Storravn nord.
- Denne tilsigsserien i form av døgnverdier for feltet routes gjennom magasinet. Dempningen styres som tidligere nevnt av kurver for magasinivolum og vannføring i utløpskanalen, begge som funksjoner av magasinivannstanden over terskel.
- Karakteristiske tall for vannstandene i Storravn bestemmes ved statistisk analyse på beregnede serier fra routingen.

4.1 Hydrometriske stasjoner

Aktuell serie for tilsig til Storravn nord er funnet blant de nærmest liggende målestasjoner for avløp i området. Tre aktuelle målestasjoner peker seg ut.

Målestasjon		Årrekke	År	Merknad	A	q
Nr	Navn				km ²	m ³ /s
178.1	Langvatn	1954 – 2000	46	nat. ureg	18.3	1.26
177.4	Sneisvatn	1917 – 2000	83	nat. ureg	29.2	2.78
1177.3	Gausvik tilsig	1924 – 2000	76	reguleringer	52.2	2.60

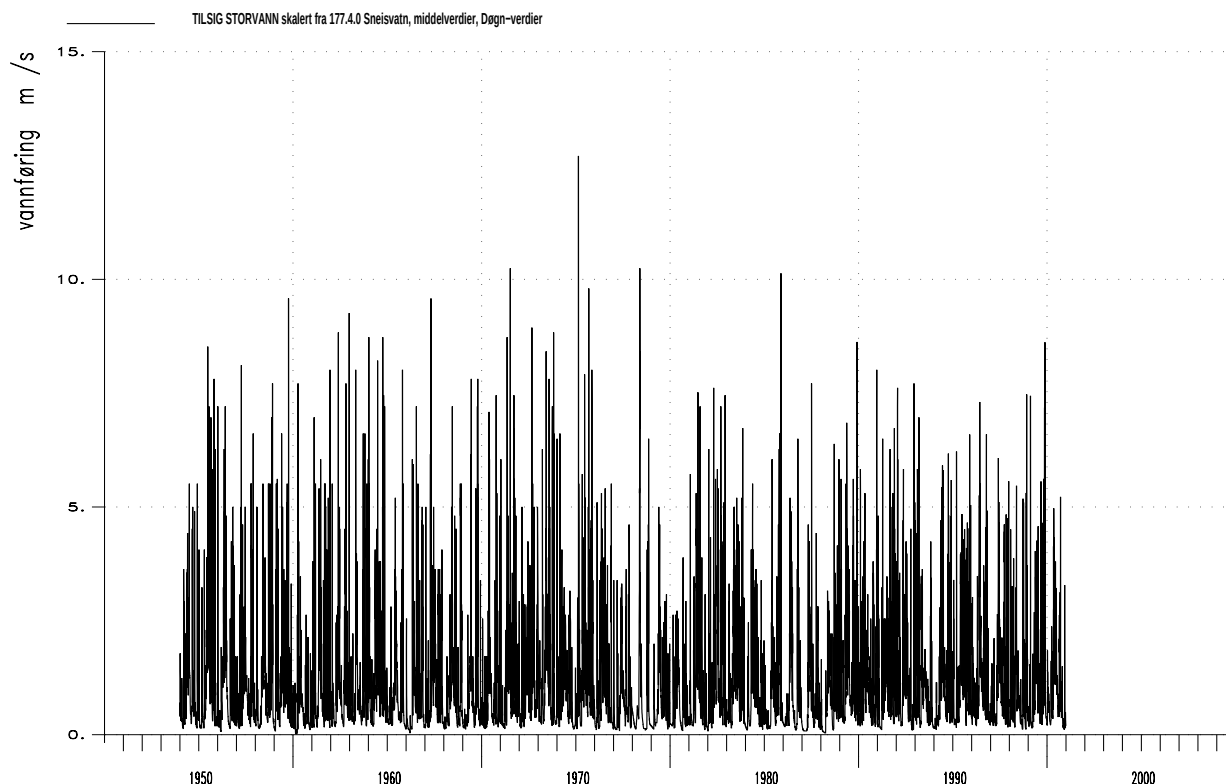
Tabell 2 : Data for aktuelle målestasjoner. Middelvannføring for perioden 1931 – 1960.

Etter en samlet vurdering er det valgt å foreta routingberegningene med alle tre datagrunnlag som input i modellen. Tolkning av resultatene etterpå viser at stasjonene gir tilnærmet den samme middelvannstand for Storravn nord. Ekstremene både flommer og lavvannsverdier blir betydelig forskjellige med de tre datasettene.

Dette kommer vi tilbake til senere, men vi nevner her at analysen konkluderer med at datagrunnlaget fra Sneisvatn målestasjon er det mest representative datagrunnlaget.

Vmnr	Navn	q m ³ /s	skal.fakt lok. Storvann	skal.fakt restfelt
178.1	Langvatn	1.26	0.82	0.67
177.4	Sneisvatn	2.78	0.37	0.30
177.3	Gausvik tilsig	2.60	0.40	0.32

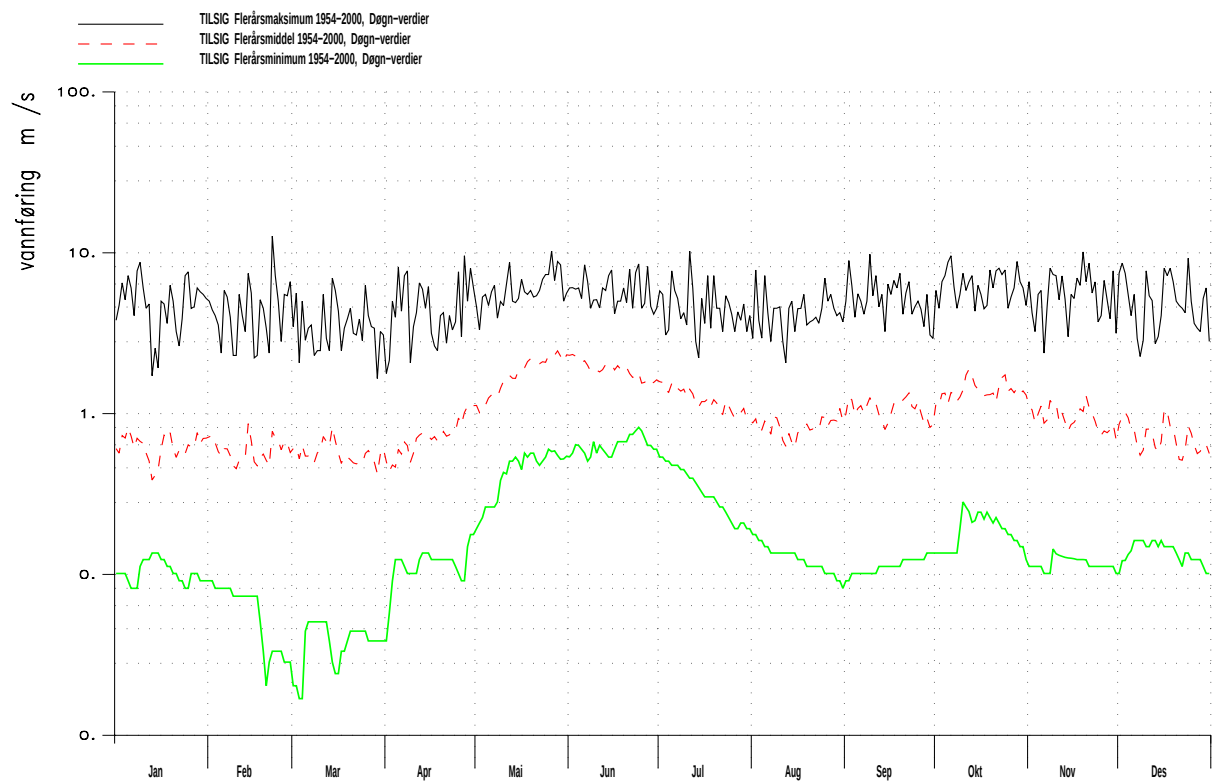
Tabell 3 : Skaleringsfaktorer for tilsigsserier.



Figur 6 : Brukt TILSIGSSERIE i analysen, daglige vannføringer for skalert 177.4 Sneisvatn.

Ut fra figur 6 og 7 fremgår det tydelig et klassisk kystregime med like store flommer til alle årstider. Tilløpsflommene er av størrelsesorden 8 – 10 m³/s. Median- og minimalkurven viser en tydelig vårsesong med høye vannføringer når snømagasinet tiner av. Markerte lavvannsesonger er i februar til primo april og i overgangen mellom august og september.

Dette er et avløpsregime vi har langs hele nordlandskysten og videre langs hele kysten opp til Vest- Finnmark.



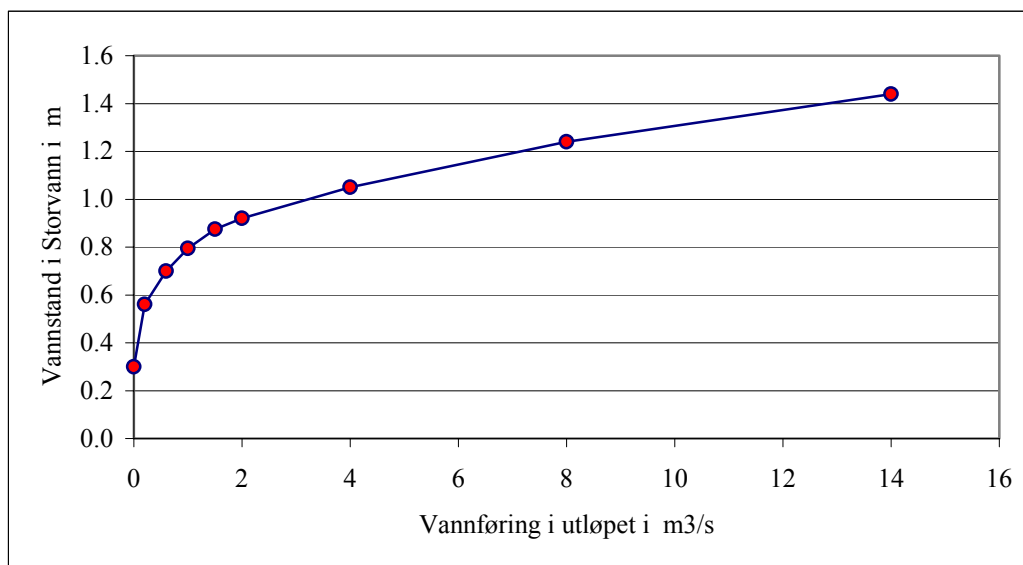
Figur 7 : Brukt TILSIGSSERIE i analysen, flerårs maksimal-, median-, og minimal - vannføring.

4.2 Vannføringskurve for utløp Storvann nord

Overløpskurven er bestemt på basis av sammenhørende punkter mellom vannstand og vannføring bestemt ut fra simulerte vannlinjer fra hydraulisk modell HEC.

Ha m	Kote moh	Segment	Q m ³ /s
0.30	136.80	Seg I	0.00
0.56	137.06		0.20
0.70	137.20		0.60
0.79	137.29		1.00
0.87	137.37	Seg II	1.50
0.92	137.42		2.00
1.05	137.55		4.00
1.24	137.74		8.00
1.44	137.94		14.00

Tabell 4 : Datagrunnlag, vannføringskurve for Storvann nord.



Figur 8 : Vannføringskurve utløp Storvann nord.

De beregnede punktene for sammenhengen mellom vannstand og vannføring ligger til grunn for konstruksjonene av en vannføringskurve via programvare i NVE's system HYDRA.

Sammenhengen mellom H_a og Vannstand i NGO- høyder er vist i tabell 4. Kurven ble bestemt til følgende tosegments kurve:

$$\text{Segment 1: } Q = 6.2673 \cdot (H_a - 136.80)^{2.5590} \quad H_{\min} = 136.80 \quad (0.30 \text{ m})$$

$$\text{Segment 2: } Q = 20.2093 \cdot (H_a - 137.20)^{1.5301} \quad H_{\min} = 137.40 \quad (0.90 \text{ m})$$

Denne kurven for vannføring ut av Storvann nord, sammen med magasinkurven, ligger til grunn for beregning av den dempede flommen gjennom systemet.

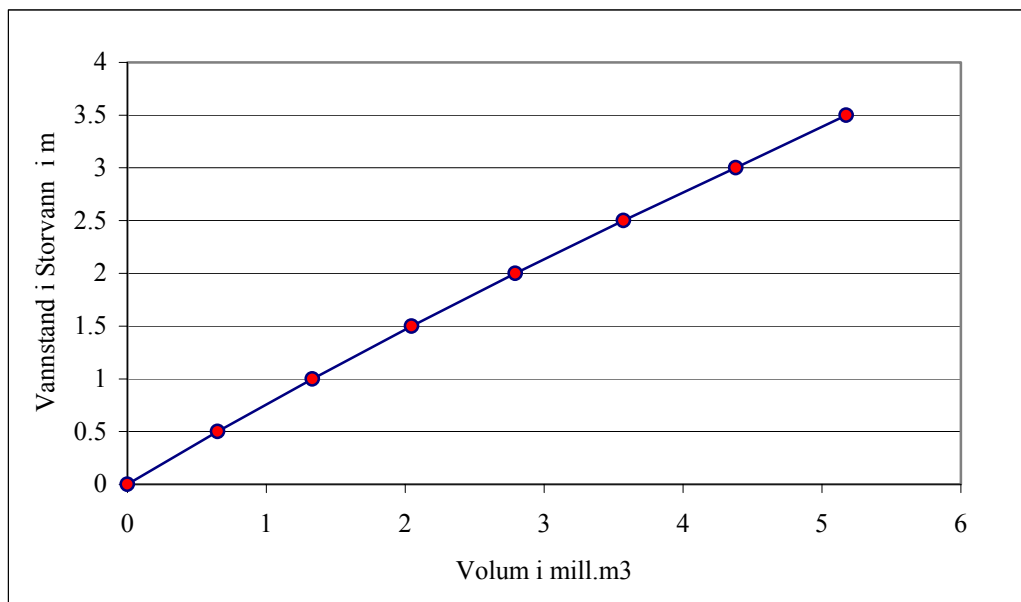
4.3 Magasinkurve for Storvann nord

Magasinkurven er beregnet ut fra innsjøens areal ved naturlig vannstand på kote 137, og ved vannstand 3 m høyere til neste høydekote i kartet. Normalvannstand er angitt til kote 137 på kartverket NGO M711, i målestokk 1 : 50 000. Arealet ble planimetrert til 1.33 km². Arealet til kote 140 ble tilsvarende 1.53 km².

Ut fra overnevnte arealberegning ble det antatt en lineær arealøkning som funksjon av høyde over utløpsterskel. Det ble satt opp en arealkurve og på basis av denne en volumkurve.

kote	Ha	Areal m ²	dVolum m ³	Volum mill m ³
136.5	0	1266733	0	0.000
137.0	0.5	1331300	649508	0.650
137.5	1	1395867	681792	1.331
138.0	1.5	1460433	714075	2.045
138.5	2	1525000	746358	2.792
139.0	2.5	1589567	778642	3.570
139.5	3	1654133	810925	4.381
140.0	3.5	1525000	794783	5.176

Tabell 5 : Beregning av magasinkurve for Storvann nord.



Figur 9 : Magasinkurve for Storvann nord.

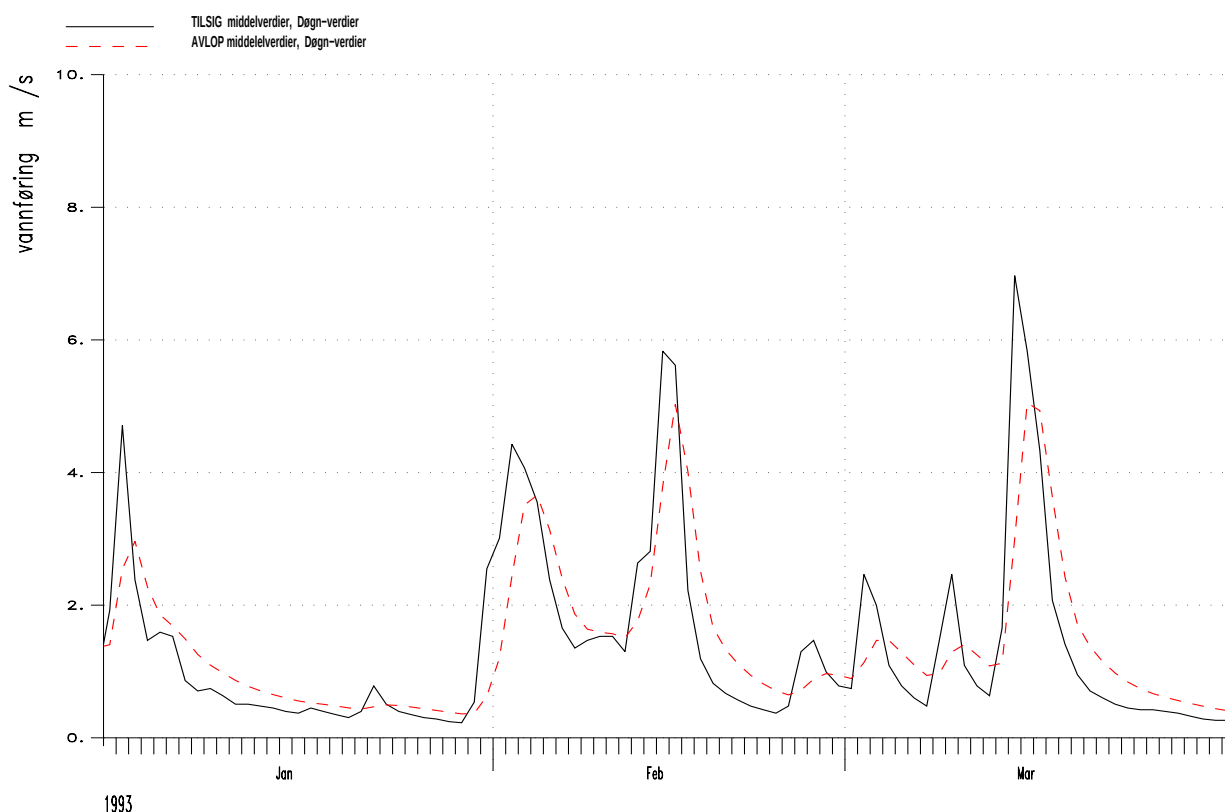
4.4 Routing gjennom Storvann nord

Ved routingberegningen gjennom Storvann beregnes det tidsserier for innsjøvolum, vannstander i Storvann, og for vannføringer ut av systemet i elva ut av vannet. På basis av disse seriene er det beregnet en del sentrale tall som vises i tabellene nedenfor. Flommene reduseres betydelig ved passasjen gjennom Storvann.

Største ekstremflom inn til vatnet gir ikke største flom ut. Ved en passasje gjennom et magasin er det flomvolumet over mange dager som betyr mest.

Begrep	Tilløp	Avløp	Merknad
	m ³ /s	m ³ /s	
Dimensjonerende flom T = 100 år	12.7	8.89	30 % reduksjon
Flom T = 10 år	9.75	6.88	29 % reduksjon
Middelflom	7.57	5.39	29 % av middelflommen

Tabell 6 : Flomdempingen gjennom Storvann nord med naturlig utløp.



Figur 10 : Eksempel på naturlig demping av flom gjennom Storvann nord

Her fremgår det ganske tydelig hvordan vannføringen dempes ved passasjen gjennom magasinet. Flomtoppene dempes ut, og når tilløpsflommen går tilbake skjer det en tømning av magasinet og utløpsvannføringene her er større enn tilsiget. Man ser tydelig at den første delen av flomtoppene

går med til oppfylling av magasinet. Vannføringen inn til Storvann er større enn ut, og motsatt når flommer er på retur.

4.5 Vannføringer i Tømmeråselva

Resultatet av statistiske analyser av beregnede serier for vannføring ut av Storvann nord er vist nedenfor.

Begrep	Tilslagsseriegrunnlag			Merknad
	177.3	177.4	178.1	
Flom (enhet: m ³ /s)				
Dim Flom, gjentakintervall 50 - 100 år	14.4	9.0	9.2	
Maksimalflom i serien	12.5	8.6	6.8	
Begynnende skadeflom, gjentakintervall ca 10 år	9.2	7.0	7.0	
Middelflom	7.0	5.0	5.0	
Minste årsflom	3.2	3.2	3.2	
Middel (enhet: m ³ /s)				
Normalvannføring for normalperioden 1961 - 1990	1.01	1.03	1.00	
Normalvannføring for normalperioden 1931 - 1960	1.04	1.04	1.04	Se tab. 1
Middelvannføring	1.02	1.04	1.00	
Medianvannføring	0.62	0.72	0.69	
Lavvann (enhet l/s)				
Median lavvannføring	70	200	241	
Alm lavvannføring	50	180	200	
Minste simulerte vannføring	5	50	80	

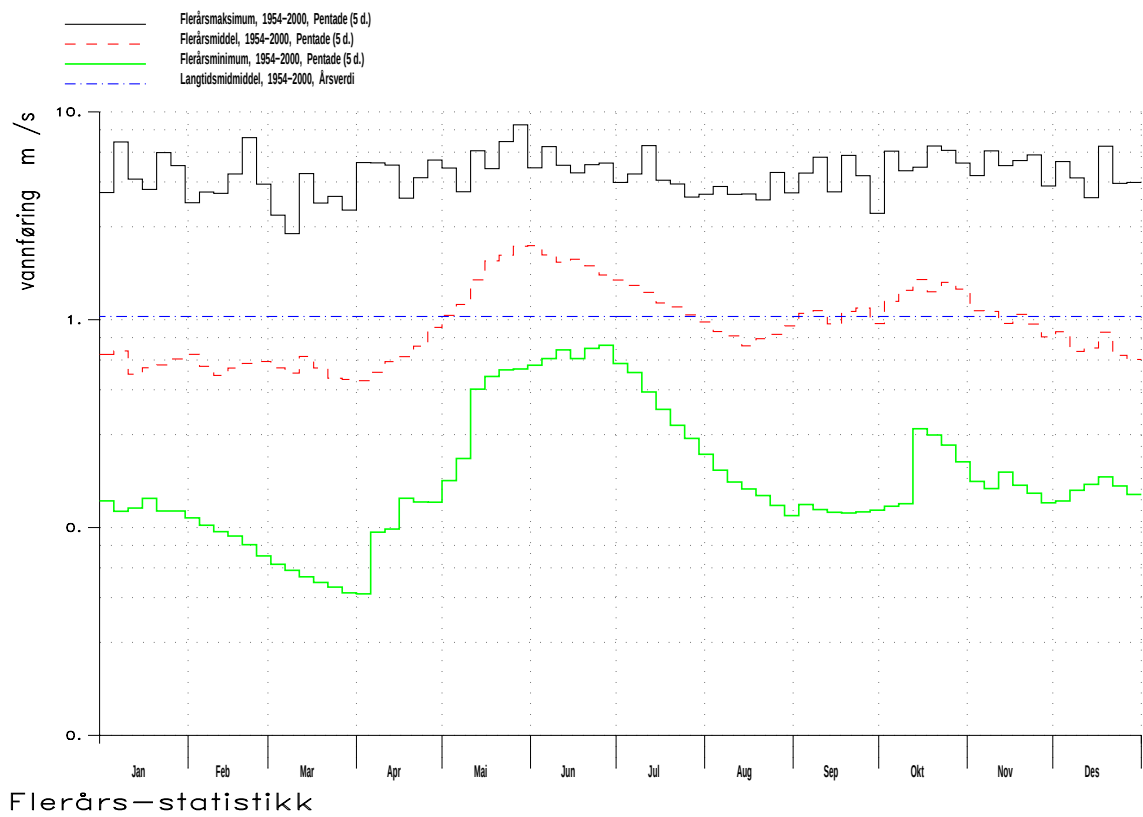
Tabell 7 : Karakteristiske vannføringer i utløpet av Storvann nord med naturlig utløp, for perioden 1954 - 2000.

Etter en samlet vurdering anses datagrunnlaget for tilslag inn til Storvann nord representert ved en skalert serie for 177.4 Sneisvatn som mest representativ.

Serien 177.4 Gausvik tilslag er forkastet på grunn av at lavvannføringene er usikre. Dette fremkommer som urealistisk lave vannføringer i tørrperioder. Serien 178.1 Langvatn er forkastet på grunn av at denne har en betydelig større selvregulering en naturlig felt inn til Storvann. Dette fremkommer som noe forhøyede vannføringer i tørkeperioder.

Som det fremkommer i tabellen ovenfor er normalvannføringen ut av Storvann nord vel 1 m³/s. De største flommene er på vel 9 m³/s og de laveste vannføringene i tørrperioder er i området 50 – 200 l/s.

Vannføringsregimet for valgt tilslagsalternativ er vist i figur 11.



Figur 11 : Vannføringsregimet i Tømmeråselva fra Storvann nord.

Se kommentarer til figur 12 side 24.

4.6 Vannstander i Storvann nord

Resultatet av statistiske analyser av beregnede serier for vannstander i Storvann nord er vist nedenfor.

Begrep	Tilslagsseriegrunnlag			Merknad
	177.3	177.4	178.1	
Flom				
Dim Flom, gjentakintervall 50 - 100 år	138.00	137.80	137.80	
Maksimalflom i serien	137.93	137.77	137.69	
Begynnende skadeflom, gjentakintervall ca 10 år	137.80	137.70	137.70	
Middelflom	137.70	137.60	137.60	
Minste årsflom	137.50	137.50	137.50	
Middel				
Normalvannstand for normalperioden 1961 - 1990	137.21	137.24	137.24	
Middelvannstand	137.22	137.25	137.24	
Medianvannstand	137.20	137.23	137.22	
Lavvann				
Median lavvannstand	136.97	137.06	137.08	
Vst ved alm lavvannføring	136.95	137.05	137.06	
Vst ved minste simulerte vannføring	136.86	136.95	136.98	
Minimumsvannstand, null vannføring	136.80	136.80	136.80	

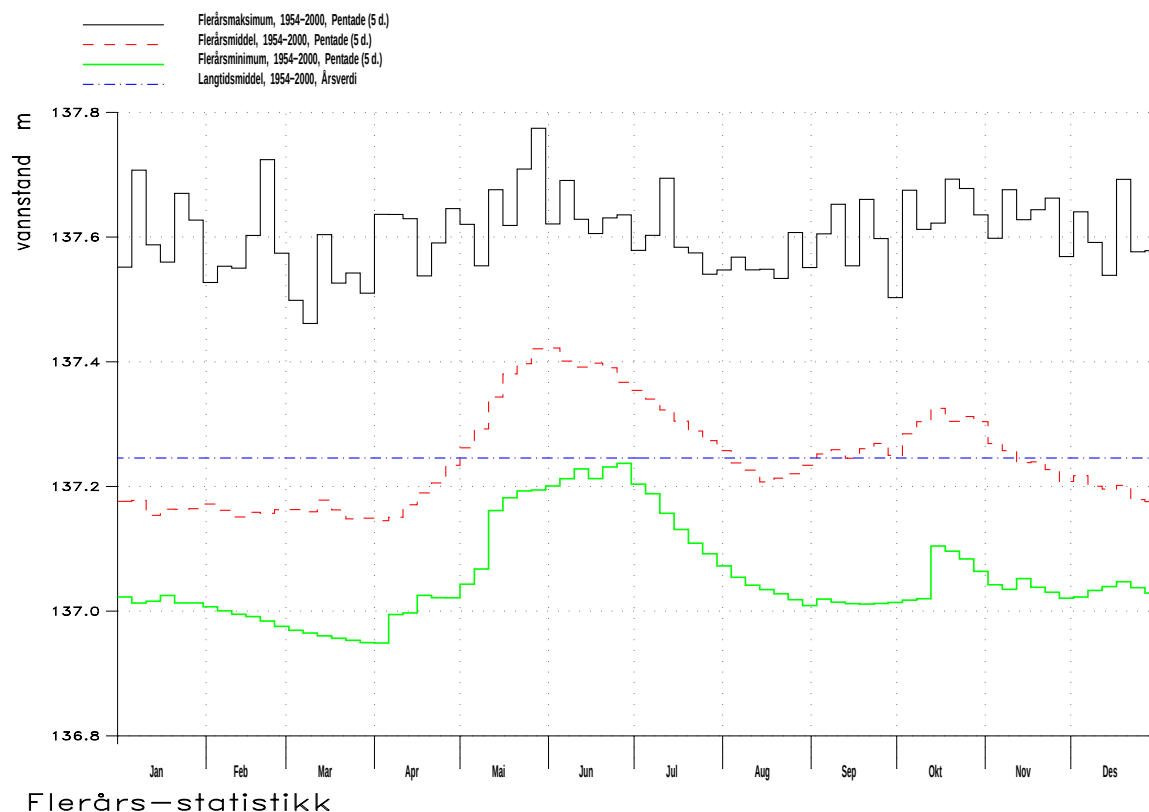
Tabell 8 : Karakteristiske vannstander i Storvann nord med naturlig utløp, for perioden 1954 - 2000.

Begrepene middelvannstand og normalvannstand benyttes om hverandre. Viser til ref 5. Slike langtidsberegnete verdier er rene aritmetiske midler av rekken av alle døgnverdier over den perioden man betrakter. Normalverdibegrepet brukes når man beregner verdier for en definert normalperiode. For tiden benyttes 1961 - 1990. I dette området er det ikke mulig å trekke sikre konklusjoner om de midlere avløpsforhold er forskjellig for de to siste normalperiodene. Normalvannstanden for Storvann nord er derfor basert på midling over hele den simulerte årrekke fra 1954 til 2000. Det er lagt mer vekt på at beregningen bygger på en lang årrekke. Det er også liten forskjell mellom middelverdien for de to perioder.

Som det fremkommer i tabellen ovenfor er beregnet normalvannstand i Storvann nord på kote 137.25. De største flommene medfører en flomstigning opp til kote 137.80 og de laveste vannstandene i tørkeperioder medfører vannstander ned til kote 137.0 .

Samlet naturlig reguleringssone i Storvann nord er ca 80 cm. Naturlig reguleringssone er høydeforskjellen mellom høyeste flomvannstand og laveste vannstand i tørkeperioder.

Vannstandsregimet for valgt tilslagsalternativ er vist i figur 12.



Figur 12 : Vannstandsregimet i Storvann nord med naturlig utløp.

Vannstander i figur 12 er pentadeverdier. Dette er aritmetisk middel for 5 dager. Denne midling er valgt for å gi en noe ryddigere figur for flommene.

Øvre graf viser årsfordelingen av de maksimale flomvannstander. Blå linje viser middelvannstand for hele perioden. Dette tilsvarer høyden 137.25. Rød linje viser hvordan middelvannstanden varierer over året. Grønn linje viser de laveste vannstander.

Figuren viser et klassisk kystregime med like store flommer hele året. Det er to perioder med markert høyere middelvannstander, under vårmeltingen og i høstflomperioden. Det er to lavvannseonger, medio februar til primo april og medio august til medio oktober.

4.7 Usikkerhet

Grunnlaget for en beregning av normalvannstand eller middelvannstand er en tallrekke som består av daglige vannstander for en lang periode. På basis av denne rekke bestemmes det et aritmetisk middel. I en slik beregningsprosess trekkes det inn usikkerhet fra mange ledd. Sluttproduktet blir beheftet med en resulterende usikkerhet.

Serien for vannstander er et resultat av en routingberegning hvor en representativ tilsigsserie transporteres gjennom magasinet og hvor magasinets og utløpets fysiske egenskaper bestemmer vannstandene. Både oppmålingen av profilene som beskriver elva, friksjonsbeskrivelsen i den hydrauliske modellen, og bestemmelsen av magasinkurven er beheftet med feilkilder. Ved oppmålingen har en de vanlige tekniske feil knyttet til selve målearbeidet, og feil på grunn av ikke representative profiler eller for få profiler. Feil i tilknytning til friksjonsfaktorene er beskrevet tidligere i kap 3.3. Feil i forbindelse med magasinkurven antas minimale i denne analysen da vi har hatt et godt kartgrunnlag for å bestemme innsjøarealet, samt gode kontrollopplysninger fra Harstad kommune om arealet av Storvann nord basert på godt digitalt kartverk.

Kalibrering av den hydrauliske modellen bør ideelt skje med basis i oppmålte vannlinjer i situasjoner hvor man kjenner den samtidige vannføringen i elva. I dette arbeidet har en ikke hatt tilgang på slike data, kalibreringen av modellen er basert på litteratur og skjønnsmessige vurderinger.

Det hydrologiske datagrunnlaget for beregningene i denne saken kan karakteriseres som tilfredsstillende. Det foreligger lange observasjonsserier i relativt nærliggende vassdrag. Derimot finnes det ikke gode registreringer i umiddelbar nærhet av planfeltet. Dette bidrar til usikkerhet med tanke på representativiteten av seriene som brukes for å beskrive tilsiget. Det vises til ref 6 når det gjelder en eventuell forskjell mellom avløpet mellom gammel og ny normalperiode. Det kan ikke trekkes sikre konklusjoner innen det aktuelle området, men for to målestasjoner i Vesterålen er det funnet at ny normal for avløpet kan ligge ca 5 % over den gamle.

En annen faktor som fører til usikkerhet er at Hydrologisk avdelings database er basert på døgnmiddelverdier knyttet til kalenderdøgn. I prinsippet er alle vannføringer derfor beheftet med feil, fordi eksempelvis største glidende 24-timersmiddel alltid vil være noe større enn et middel over et kalenderdøgn. I tillegg er de eldste dataene i databasen basert på en daglig observasjon av vannstand inntil kontinuerlig registrerende utstyr ble tatt i bruk. Disse daglige vannstands-avlesninger antas å representere et døgnmiddel, men de kan selvfølgelig avvike i større eller mindre grad fra det virkelige døgnmiddelet. Kontinuerlig registrerende utstyr ble tatt i bruk ca midt på 60-tallet. Digitalisering av limnigrammer startet midt på 80-tallet. Samtidig startet arbeidet med installasjon av loggere. I dag skjer all datainnsamling elektronisk.

Det er som nevnt mange faktorer som spiller inn når en skal kvantifisere usikkerhet i en slik beregning. Konklusjonen for denne beregning er at datagrunnlaget er tilfredsstillende, og at beregningen kan klassifiseres i klasse 2, etter en skala fra 1 til 3 hvor 1 er beste klasse.

Resulterende usikkerhet i beregnede vannstander settes skjønnsmessig til ± 5 cm for alle vannstandsnivåer.

5 Konklusjoner

- Naturlig middelvannstand for Storvann nord er 137.25, med en usikkerhet på ± 5 cm.
- Mest representative tilsigsbeskrivelse er dataserien fra Målestasjon 177.4 Sneisvatn.
- Brua, som ligger ca 100 m nedstrøms utløpet, kan virke oppstuvende på store flommer. Det beregnede vannføringregimet for Storvann nord, jfr tabell 8 side 23, gjelder under forutsetning av at brua definerer de naturlige forholdene i denne del av elva.
- Naturlige flomvannstander kan være oppstuvet mer enn 20 cm på grunn av veibrua. Men dette er ikke beregnet i denne rapporten.
- Forskjellen mellom naturlig og dagens elveleie i denne analysen er terskelen av sandsekker som er lagt ut i utløpet av Storvann nord.
- Oppstuvningen av vannstanden i Storvann nord, på grunn av terskelen av sandsekker, da bildene ble tatt den 6. november, var ca 35 cm. Oppstuvning av samme årsak vil være betydelig mindre enn 35 cm ved stor flom over terskelen. Etter en skjønnsmessig vurdering settes denne oppstuvning til ca 20 cm.
- Samlet naturlig reguleringszone i Storvann nord er som nevnt i kap 4.6 ca 80 cm. Naturlig reguleringszone er høydeforskjellen mellom høyeste flomvannstand og laveste vannstand i tørkeperioder, forutsatt naturlig utløp og nevnte betongbru nedstrøms. Med tanke på ny regulering i Storvann nord er det viktig å være klar over at det i dag er en naturlig berørt sone i Storvann nord på ca 1 m, mellom kote 137.0 og 138.0. Det kan altså oppnås et magasin på ca 1.4 mill m³ uten at man går utover dagens vannstandsregime i Storvann nord, jfr tabell 5. En ny terskel i utløpet må selvsagt dimensjoneres nøyaktig ut fra disse forhold.

Referanser

1	
2	
3	NVE, 1987: "Avrenningskart over Norge", Blad 6.
4	Beldring Stein, Roald Lars A, Voksø Astrid, 2002: "Avrenningskart for Norge". NVE-DOKUMENT nr 2/2002.
5	Otnes og Ræstad: "Hydrologi i praksis" Ingeniørforlaget, 1978.
6	Astup, Marit: "Avløpsnormaler, Normalperioden 1961 – 1990." NVE-RAPPORT nr2/2001.
7	Hoggan, Daniel, 1989: "Computer-assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics"
8	USGS, 2002: "Verified Roughness Characteristics of Natural Channels"

Bilag

- **Bilag 1: Oppmålte tverrprofiler**
- **Bilag 2: Avstand mellom profiler**
- **Bilag 3: Benyttede manningtall**

Bilag 1

PROFILDATA

Profil 13		Profil 12		Profil 11		Profil 10	
Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh
0	137.6□1.5 137.4□3.7 137.1□7.1 137.2□11.2 136.9□12.4 137□13.8 136.5□16.3 136.8□18.6 136.4□22.9 137.4□29.3 137.5□38.8 137.7	0	138.1□1.7 137.3□4.3 137.2□7 137.3□8.7 136.9□10.5 136.8□12.4 137□13.8 137□16.7 137.1□20.1 137.3□22.1 137.5□26.1 137.5□34.9 137.9	0	137.6□1.6 137.1□2.1 136.9□4.6 136.7□6.4 137.2□7.4 137.1□8 137.1□10.4 137.3□13.9 137.2□15.6 137.3□24.1 137.8	0	137.5□5.1 137.3□5.2 137.1□5.5 136.9□7.2 136.6□9.1 137□10.5 137.1□13.6 136.8□17.8 137.2□18.8 136.9□19.8 136.8□20.5 136.9□20.9 137.1□26.4 137.8
Profil 9		Profil 8		Profil 7		Profil 6	
Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh
0	138.5□.6 138.2□.9 136.3□3.9 136.3□6.1 136.6□6.5 136.5□6.9 138.2	0	138.3□.4 136.5□.5 136.3□2.5 136.2□5.4 136.3□6 136.5□6.3 138.2	0	136.5□7.7 136.5□8.2 136.3□9.8 136.1□12.7 135.9□15.1 136.1□15.5 136.6□16.5 137.3□18.3 137.6	0	136.8□3.4 136.5□6.8 136.3□7.2 136.1□7.3 135.8□8.2 135.9□9.7 136□11.8 136□12.2 136.4□13.3 136.1□13.9 136□16.8 136.8
Profil 5		Profil 4		Profil 3		Profil 2	
Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh	Avstand m	Kote moh
0	134.1□1 133.8□1.1 134.9□1.7 134.9□2.7 133.8□3.5 133.6□3.7 133□5.2 133□6.3 132.8□8.9 133.5□9.3 133.3□11.3 133.8□12.6 133.5□14.8	0	135.1□.5 132.9□.8 132.8□2 132.7□3 132.3□3.7 132.4□5.2 132.5□6.6 132.9□6.8 134.6□10.7 135.4	0	133.6□2.5 132.4□2.9 132.2□4.3 131.9□5.5 132□6.2 132.1□7.6 131.9□9.7 132.3□13.2 132.5□17.4 133.8	0	132.7□4.4 131.8□5.6 131.6□7.1 131.6□14.5 131.9□17.8 132.8
Profil 1							

Avstand m	Kote moh			
0	131.8□6			
	131.1□6.6			
	130.8□7.4			
	130.8□10.6			
	131.2□12.3			
	130.9□16.2			
	130.7□18.7			
	130.7□19.7			
	130.7□20.5			
	131.5□21.5			
	131.1□23.2			
	131.4			

Profil 13 er i Storrann, profil 1 ligger ut i Steinsåsvatn. Total lengde av profilert strekning er 280 m.

Bilag 2

AVSTAND MELLOM PROFILER. Se også figur 4 side 13.

Downstream Reach Lengths	River Station Profil nr	LOB m	Channel m	ROB m
Oppstrøms terskel av sekker	13	15.46	14.16	11.15
	12	18.95	17.94	17.06
	11	18.75	19.19	19.35
	10	30.79	28.52	27.84
Oppstrøms bru	9	5.9	6.21	6.12
Nedstrøms bru	8	14.23	18.31	22.14
	7	13.28	19.33	23.17
Før bratt parti av kanalen	6	28.16	33.34	24.05
Etter bratt parti	5	25	20.47	17.48
	4	20.46	22.37	24.86
	3	34.91	30.16	27.66
	2	38.77	48.83	41.02
I Steinsåsvatnet	1	0	0	0

LOB er left overbank, som er kanallengden ned til neste profil langs venstre kant av elva.

Channel er tilsvarende midt i elva.

ROB er tilsvarende, langs høyre kant av elva.

Bilag 3

MANNINGTALL

Manning's n or k Values	River Station	Frctn (n/K)	n #1 side	n #2 Hovedkanal	n #3 side
	13	n	.045	.055	.045
	12	n	.045	.055	.045
	11	n	.045	.055	.045
	10	n	.045	.055	.045
	9	n	.045	.055	.045
	8	n	.045	.055	.045
	7	n	.045	.055	.045
	6	n	.045	.055	.045
	5	n	.045	.055	.045
	4	n	.045	.055	.045
	3	n	.045	.055	.045
	2	n	.045	.055	.045
	1	n	.045	.055	.045