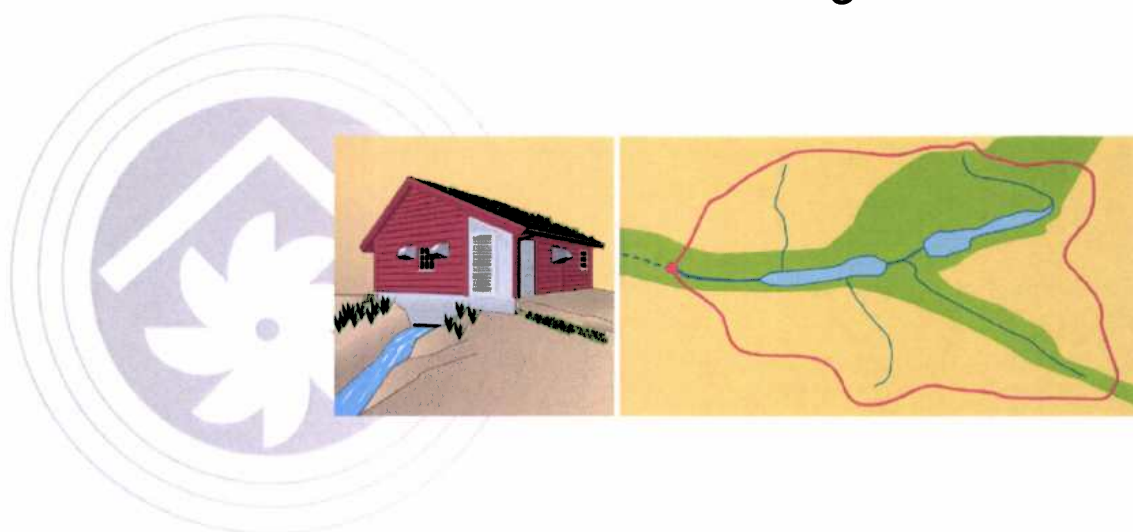


Hydrologiske data til bruk for planlegging av vannuttak i Torlandsvatnet (39.6), Bokn kommune i Rogaland

Utarbeidet av Thomas Væringstad



Rapport

Hydrologiske data til bruk for planlegging av vannuttak i Torlandsvatnet (39.6), Bokn kommune i Rogaland

Oppdragsgiver: COWI AS

Saksbehandler: Thomas Væringstad

Ansvarlig: Sverre Husebye

Vår ref.: NVE 201101598-2 / Revidert okt. 2015 mht. ny HRV og LRV

Arkiv: 333/39.6

Emneord Vannuttak, hydrologiske data, Torlandsvatnet

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

Innhold

Forord	4
Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt	5
Tilrettelegging av datagrunnlag for hydrologiske beregninger	6
Vurdering av avrenningskartet	7
Beskrivelse av aktuelle målestasjoner.....	7
Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor.....	7
Variasjon i middelavløp fra år til år	8
Avløpets fordeling over året	9
Varighetskurve	10
Alminnelig lavvannføring	11
5-persentil sesongvannføring	11
Restvannføring.....	11
Usikkerhet.....	16
Aktuelt informasjonsmateriale.....	16
Vedlegg.....	16

Forord

På oppdrag for COWI AS har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data til bruk for planlegging av vannuttak i Torlandsvatnet. Rapporten gir et overslag over vannmengdene som er tilgjengelige i nedbørfeltet. Målet er å gi utbygger i samråd med konsulent nødvendige hydrologiske data som gjør det mulig å planlegge etablering av vannuttak.

Rapporten inneholder grunnlagsdata og vannføringsstatistikk for Torlandsvatnet basert på NVEs hydrologiske database Hydra II og kartdatabase Kartulf. Beregningene omfatter feltgrenser og feltareal ved inntaket, normalavløp, sesongvariasjoner i avløpet, variasjoner i middelavløpet fra år til år, varighetskurver, alminnelig lavvannføring, 5-persentiler og kurver for restvannføring i et tørt, middels og vått år.

De hydrologiske beregningene er beheftet med en viss usikkerhet, på grunn av usikkerhet i avrenningskartet, bruk av måledata for vannføring i andre vassdrag m.m., men er etter min vurdering det beste som kan fremskaffes for planlegging av vannuttaket med det målegrunnlag som finnes i området i dag.

Det som her foreligger en ren oversendelse av hydrologisk informasjon på oppdragsbasis, og er ikke en del av NVEs forvaltningsmessige behandling av saken.

Thomas Væringstad har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side. Seija Stenius har kvalitetskontrollert rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Thomas Væringstad
senioringeniør

Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt

Vassdragsnummer (regine): 39.6

Vernestatus: Ikke vernet.

Feltareal ved inntak kote 60: ca. 0.79 km² (areal beregnet fra kart i målestokk 1:50 000), se figur 1.
Det er noe ekstra usikkerhet i nedbørfeltgrensene i flere myrområder.

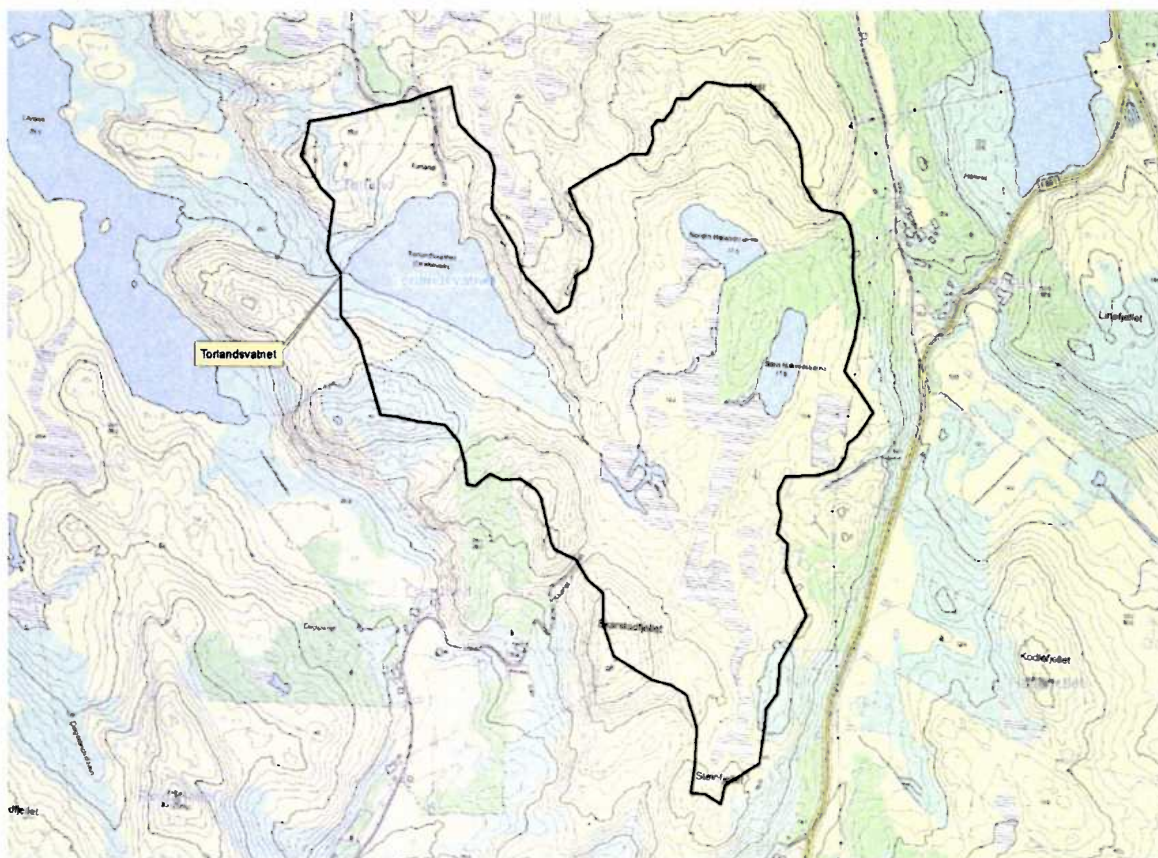
Høydeforskjell i feltet: 60 – 153 moh.

Effektiv sjøprosent (forklaring vedlegg 6): 6.8 %.

Snaufjellandel: 0 %.

Normalavløp og årsavløp: NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990 gir spesifikt normalavløp (definisjon vedlegg 6) i Torlandsvatnet på 45 l/s·km², som tilsvarer estimert årlig middelavløp på $45 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 0.79 \text{ km}^2 = 36 \text{ l/s} = 0.04 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette tilsvarer et midlere årsavløp på 1.1 mill. m³/år. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot ± 20 %, som i Torlandsvatnet tilsvarer et intervall på ca. 28 l/s til 43 l/s.

Hydrologisk regime: Vassdraget har dominerende høst og vinter flommer. Lavvannføringer inntreffer som oftest om sommeren.



Figur 1. Nedbørfeltet til Torlandsvatnet.

Tilrettelegging av datagrunnlag for hydrologiske beregninger

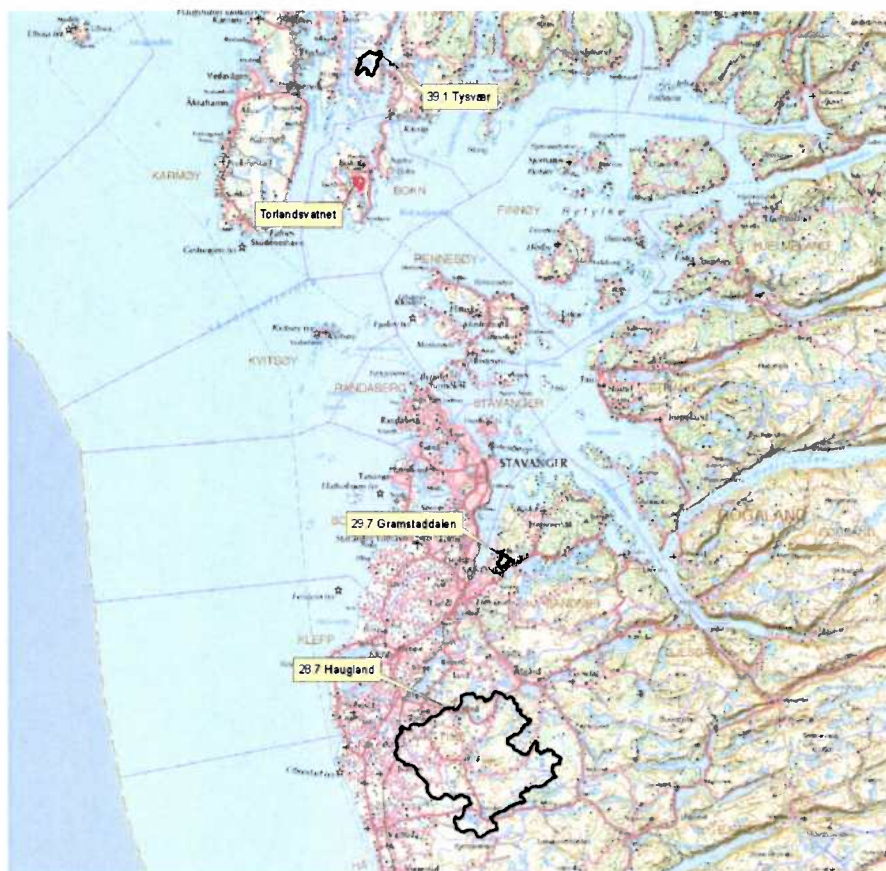
Grunnlaget for alle hydrologiske beregninger er tidsserier av vannføring over en lang årrekke. Det eksisterer i dag ingen måling av vannføring i det aktuelle vassdraget, så videre analyser må baseres på en sammenligning og skalering med tidsserier for avløp fra målestasjoner i nedbørfelt med lignende avløpsforhold. Det er flere aktuelle målestasjoner i området. Nedbørfeltene til sammenligningsstasjonene er inntegnet på kart i figur 2 sammen med Torlandsvatnets nedbørfelt. Feltkarakteristika er vist i tabell 1.

Tabell 1. Feltkarakteristika

Stasjon	Måle- periode	Feltareal (km ²)	Snaufj (%)	Eff. sjø (%)	Q _N (l/s·km ²)	Q _m (l/s·km ²)	Høydeint. (moh.)
29.7 Gramstaddalen	1984-d.d.	1.06	23	0.0	43	35.8	96 - 341
28.7 Haugland	1918-d.d.	140	4	0.4	50	47.2	16 - 432
39.1 Tysvær	1974-d.d.	3.34	0	15.7	42	40.7	14 - 68
Torlandsvatnet	-	0.79	0	6.8	45	-	60 - 153

Q_N betegner årsmiddelavrenningen i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

Q_m betegner middelavrenningen beregnet for observasjonsperioden til målestasjonen



Figur 2. Oversikt over nedbørfeltene til sammenligningsfeltene og Torlandsvatnet.

Vurdering av avrenningskartet

Middelavløpet ved målestasjonene er beregnet fra observerte data og sammenlignet med avrenningskartet. Som følge av at middelavløpet er beregnet for en annen periode enn avrenningskartets normalperiode fra 1961-1990 er ikke estimatene direkte sammenlignbare. Observert normalavløp ved stasjonene stemmer noenlunde overens med avrenningskartet, selv om observert avrenning er noe lavere enn estimert avrenning ved 29.7 Gramstaddalen. Det er grunn til å anta at avrenningskartet gir et forholdsvis godt estimat for Torlandsvatnets nedbørfelt, men med mulighet at det overestimerer litt.

Beskrivelse av aktuelle målestasjoner

Målestasjon 29.7 Gramstaddalen ligger 40-45 km sør for Torlandsvatnet. Feltarealet og avrenningen stemmer noenlunde sammenlignet med Torlandsvatnet. Høydemessig ligger Torlandsvatnet noe lavere og har vesentlig høyere effektiv sjøprosent. Datakvaliteten er antatt middels god og det mangler periodevis observasjoner. Måleserien er noe kort. Selvreguleringsevnen er liten og stasjonen egner seg godt som tilsig til Torlandsvatnet.

Målestasjon 28.7 Haugland ligger ca. 60 km sør for Torlandsvatnet. Feltarealet er vesentlig større, mens effektiv sjøprosent er lavere. Høydeforholdet er noenlunde sammenlignbart med Torlandsvatnet selv om deler av feltet strekker seg høyere. Datakvaliteten er god, men litt usikker på lavvann. Observasjonsserien er lang. Selvreguleringsevnen er antatt litt større enn for Torlandsvatnet.

Målestasjon 39.1 Tysvær ligger 10-15 km nord for Torlandsvatnet. Feltarealet og avrenningen er noenlunde lik, mens feltet ligger litt lavere sammenlignet med Torlandsvatnet. Effektiv sjøprosent er veldig høy. Datakvaliteten er antatt bra, men dårlig på flomverdier. Selvreguleringsevnen er antatt større enn for Torlandsvatnet.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at Gramstaddalen er mest representativ for tilsiget til Torlandsvatnet. Naturlig avløp ut av Torlandsvatnet vil derimot ha større selvregulering. Denne stasjonen er derfor benyttet videre i analysen.

Data som er presentert er tilpasset Torlandsvatnet sitt nedbørfelt på 0.79 km² ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktoren som er benyttet er:

$$(45 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 35.8 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (0.79 \text{ km}^2 / 1.1 \text{ km}^2) = \underline{0.936}$$

Variasjon i middelavløp fra år til år

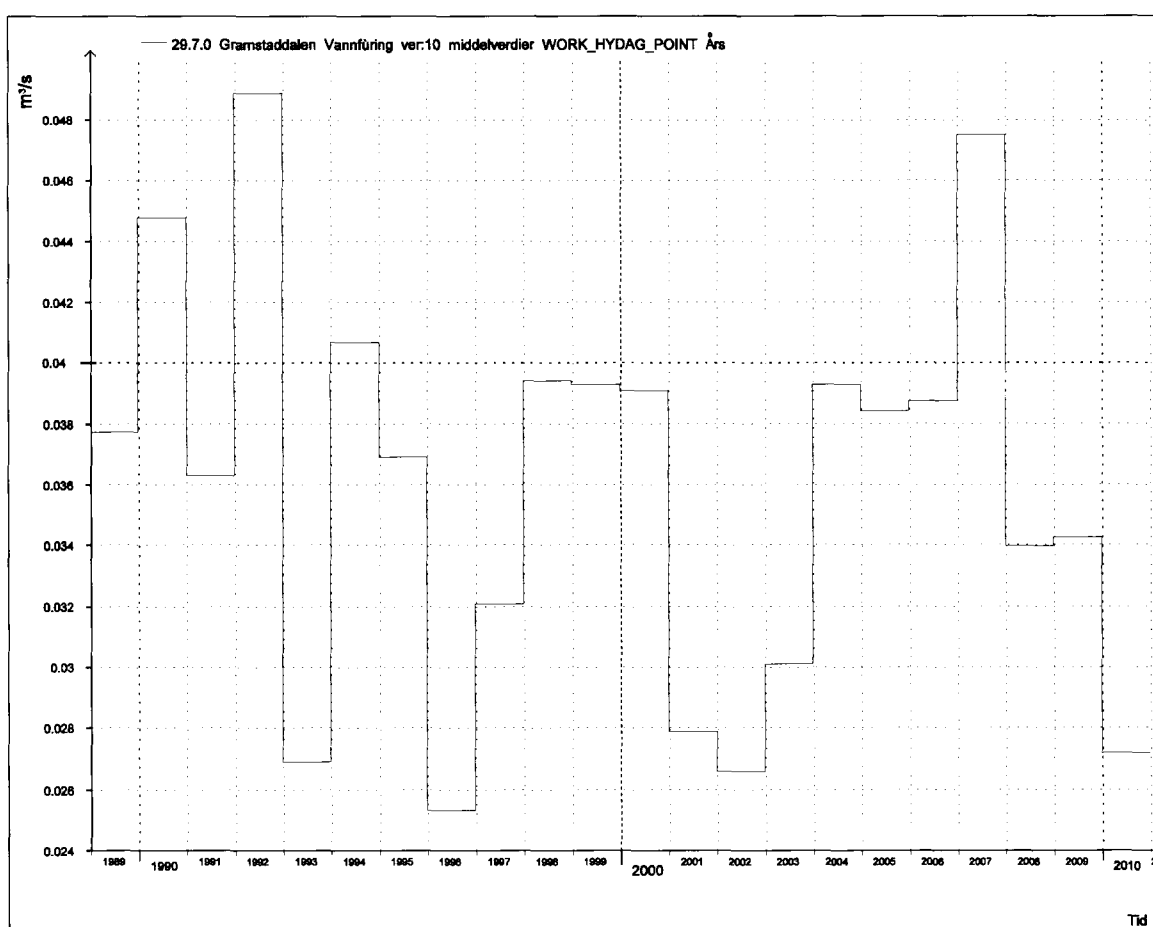
Variasjonene i middelavløpet fra år til år er relevant i forhold til årlige produksjons- og inntektsvariasjoner. Middelavløpet i enkeltår kan i stor grad avvike fra normalavløpet.

Med bakgrunn i skalert vannføringsserie for Gramstaddalen i perioden 1989-2010 er variasjonene i middelavløpet fra år til år ved Torlandsvatnet presentert i figur 3. Dataene i figuren foreligger i tabellform i vedlegg 1.

Det må påregnes en variasjon fra år til år rundt $\pm 34 \%$ i forhold til normalavløpet.

Det er funnet at årsavløpet i Torlandsvatnet har variert mellom omtrent 0.03 og 0.05 m³/s. I perioden er 1996 det tørreste året og 1992 det mest vannrike året basert på årsvolumet.

Det presiseres at disse dataene har utgangspunkt i et annet nedbørfelt der data er omregnet for å representere Torlandsvatnet, og at de reelle årsvariasjonene i Torlandsvatnet kan avvike i større eller mindre grad fra dette.



Figur 3. Variasjon i avrenningen fra år til år i Torlandsvatnet.

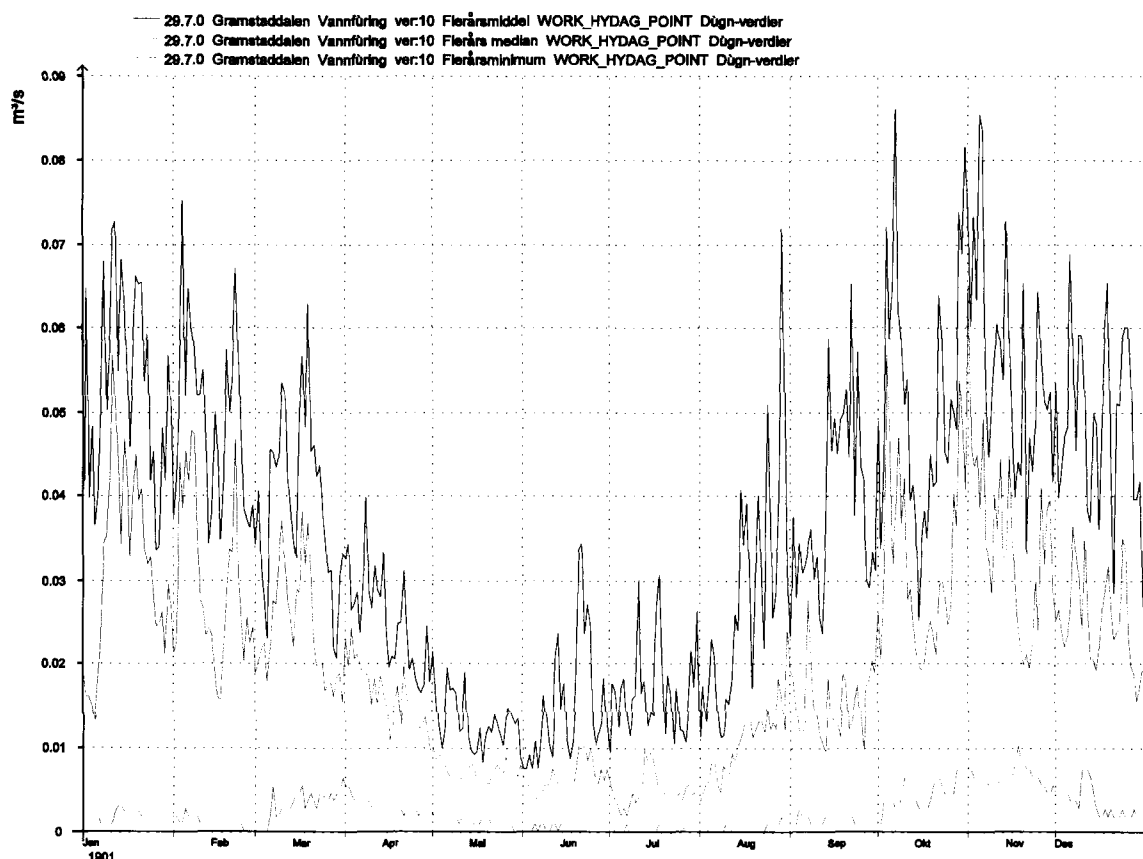
Avløpets fordeling over året

Avløpets sesongvariasjon i Torlandsvatnet antas å stemme noenlunde overens med sesongvariasjonene ved Gramstaddalen. Figur 4 viser middelvannføringen (flerårsmiddel), medianvannføringen (flerårsmedian) og minimumsvannføringen (flerårsminimum) i Torlandsvatnet over året utarbeidet på grunnlag av observert vannføring ved Gramstaddalen i perioden 1989-2010. Se vedlegg 6 for forklaring av begrepene flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum. Data fra Gramstaddalen er skalert som tidligere beskrevet.

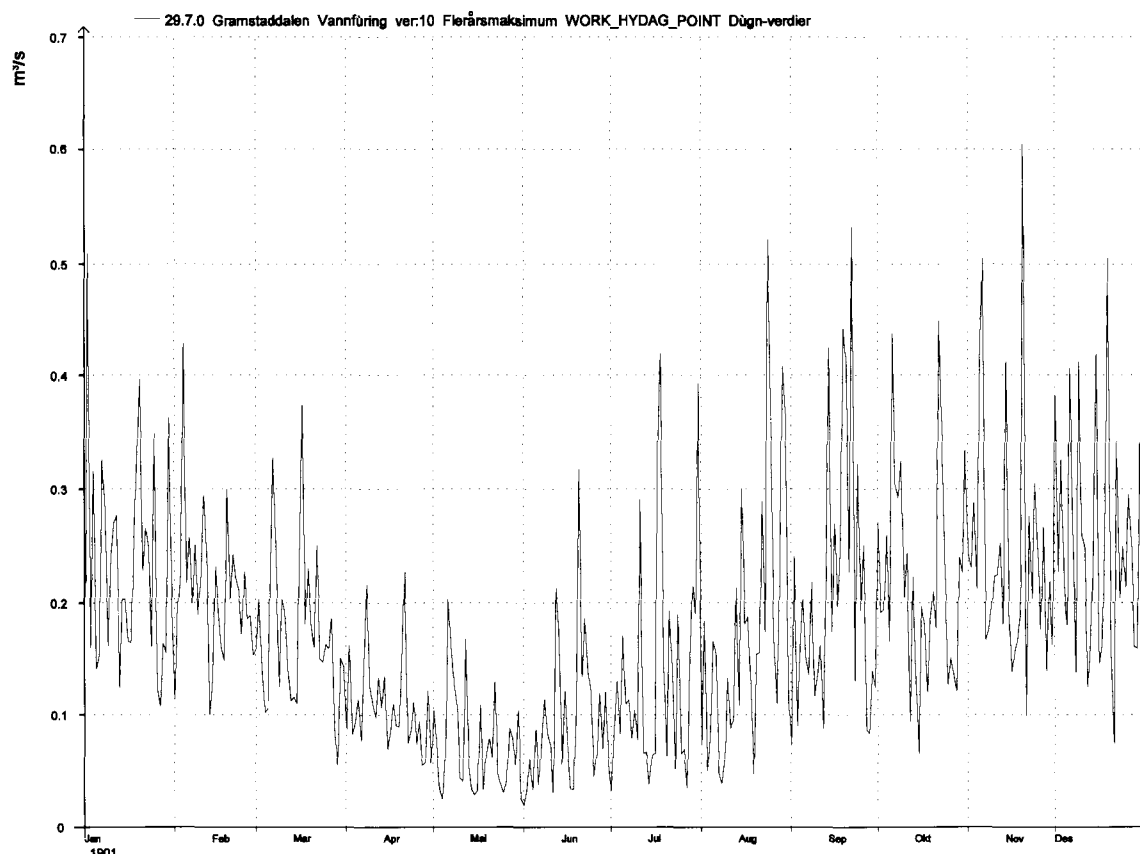
Både flerårsmiddel og flerårsmedian gir et bilde av midlere avløpsforhold. Ved små vannuttak antas det at mediankurven, som i de fleste tilfeller ligger lavere enn middelkurven, er best egnet til å gi et bilde av midlere avløpsforhold. Dette skyldes at små vannuttak ikke kan utnytte flomvannføringer. I middelkurven inngår flomvannføringene ved beregning av middelkurven, mens mediankurven ikke vektlegger flomvannføringer.

Den nederste kurven viser de laveste vannføringene som har forekommet i årrekka. Lavvannføringene inntreffer oftest om sommeren, men det kan være perioder om vinteren med lite vann.

Figur 5 viser hvordan maksimale flommer er fordelt over året. Høst og vinterflommer er dominerende. Figuren viser døgnmiddelvannføringer. Kulminasjonsvannføringer er noe større.



Figur 4. Kurven viser sesongvariasjonen i vannføringen i m³/s i Torlandsvatnet basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert. Sesongvariasjonene er antatt å samsvare noenlunde med nedbørfeltet til målestasjon Gramstaddalen.



Figur 5. Maksimale flommer som døgnmiddel i m³/s i Torlandsvatnet.

Varighetskurve

Med bakgrunn i den skalerte dataserien fra Gramstaddalen er det for Torlandsvatnet utarbeidet varighetskurver samt andre kurver til hjelp for å dimensjonere vannuttaket. Forklaring til og eksempel på bruk av kurvene er gitt i vedlegg 6 og varighetskurver for Torlandsvatnet er vist i vedlegg 2. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Gramstaddalen i perioden 1989-2010 og skalert som tidligere beskrevet.

Sesongkurvene viser vannføringen i % av middelavløp *for sesongen*. Ved bruk av kurvene trengs dermed sesongverdier for middelavløpet i Torlandsvatnet. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Gramstaddalen i perioden 1989-2010 og skalert som tidligere beskrevet. Middelavløpet for året er 0.036 m³/s. For sommer- og vintersesongen er middelavløpet på henholdsvis 0.022 og 0.046 m³/s.

Den benyttede målestasjonen (Gramstaddalen) antas å ha mindre selvreguleringsevne sammenlignet med utløpet av Torlandsvatnet som følge av mindre effektiv sjøprosent. Varighetskurven vil derimot trolig gi et godt bilde på tilsiget til vannet. Det betyr at varighetskurven og slukeevne ved Gramstaddalen trolig gir et for pessimistisk bilde på utnyttbar vannmengde sett i forhold til Torlandsvatnets nedbørfelt. Dette gjenspeiles også i kurvene for slukeevne og sum lavere. Sammenligningsfeltet ligger i et annet vassdrag, og større eller mindre avvik må forventes.

Tallene som er brukt i forklaringene til kurvene i vedlegg 6 er eksempler, og er kun ment til å forklare bruken av kurvene. Eksempelene forutsetter at vassdraget er uregulert.

Alminnelig lavvannføring

Det er etter vannressursloven krav til minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring (se definisjon i vedlegg 6) for tiltak som ikke krever konsesjon.

Alminnelig lavvannføring for Torlandsvatnet er beregnet på objektivt grunnlag ved hjelp av regresjon mot feltegenskaper og resultatet er sammenlignet med alminnelig lavvannføring beregnet på bakgrunn av observerte data ved Gramstaddalen i tabell 1.

Alminnelig lavvannføring for Torlandsvatnet, beregnet på bakgrunn av feltparametere med programmet LAVVANN, er $4.2 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. I programmet har Torlandsvatnet tilhørighet til region 7, og har følgende feltparametere: feltareal 0.79 km^2 , feltakse 1.2 km , feltbredde ($0.79 \text{ km}^2 / 1.2 \text{ km}$) 0.7 km , maksimal høydeforskjell 86 m , effektiv sjøprosent 6.8% , andel snaufjell 0% og spesifikt avløp $45 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Estimert alminnelig lavvannføring ved målestasjonen Gramstaddalen er $0.9 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Alminnelig lavvannføring øker normalt med bl.a. økende feltstørrelse, innsjøprosent og økende spesifikk avrenning.

Alminnelig lavvannføring Torlandsvatnet er med bakgrunn i dette antatt å være i størrelsesorden $1.5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som tilsvarer rundt 1 l/s .

Små elver, slik som Torlandsvatnet, kan i kortere perioder gå tilnærmet tørre.

5-persentil sesongvannføring

5-persentil for vannføring (se definisjon, vedlegg 6) i perioden 1.5 – 30.9 (sommerhalvåret) og i perioden 1.10 – 30.4 (vinterhalvåret) er for Torlandsvatnet estimert med utgangspunkt i målestasjon Gramstaddalen. Beregnet 5-persentil for sommer- og vintersesong er for Gramstaddalen henholdsvis $0.9 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ og $4.7 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Med utgangspunkt i dette, og vurderingene gjort ved beregning av alminnelig lavvannføring, er 5-persentilen ved inntaket til vannuttaket i Torlandsvatnet anslått til å være:

- Sommersesongen (1/5 – 30/9): $1.0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 1 l/s
- Vintersesongen (1/10 – 30/4): $6.0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 5 l/s

Restvannføring

For å bestemme restvannføringen for et punkt rett nedstrøms inntaket for vannuttaket og vannstandsvariasjonene i Torlandsvatnet er det laget en modell, hvor observert daglig skalert vannføring for målestasjon Gramstaddalen i perioden 1989-2010 er utgangspunktet.

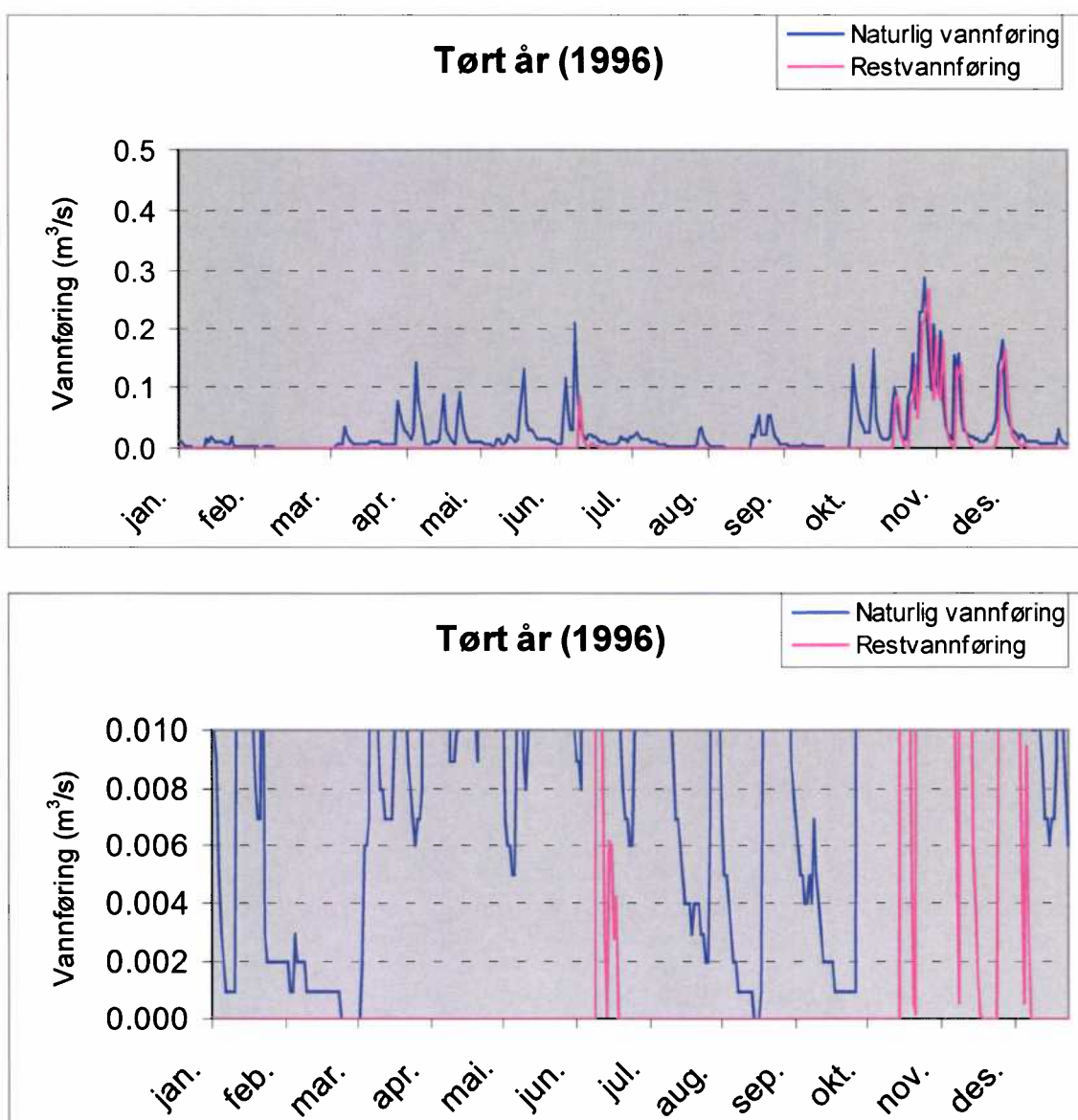
I modellen er det lagt inn følgende forutsetninger:

- Vannuttaket er $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$ eller $1400 \text{ m}^3/\text{døgn}$.
- Minstevannføring (hele året): Ingen slipp av minstevannføring
- HRV og LRV er henholdsvis på kote 63.5 og 61.5 m
- Magasinivolum: $100\,000 \text{ m}^3$ eller en magasinprosent på ca. 9%

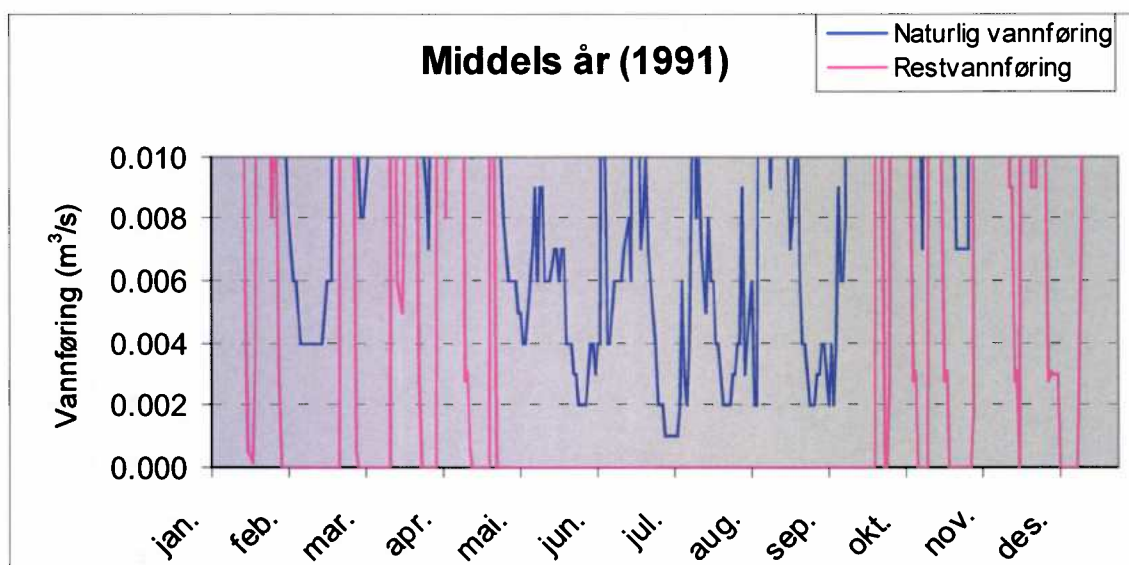
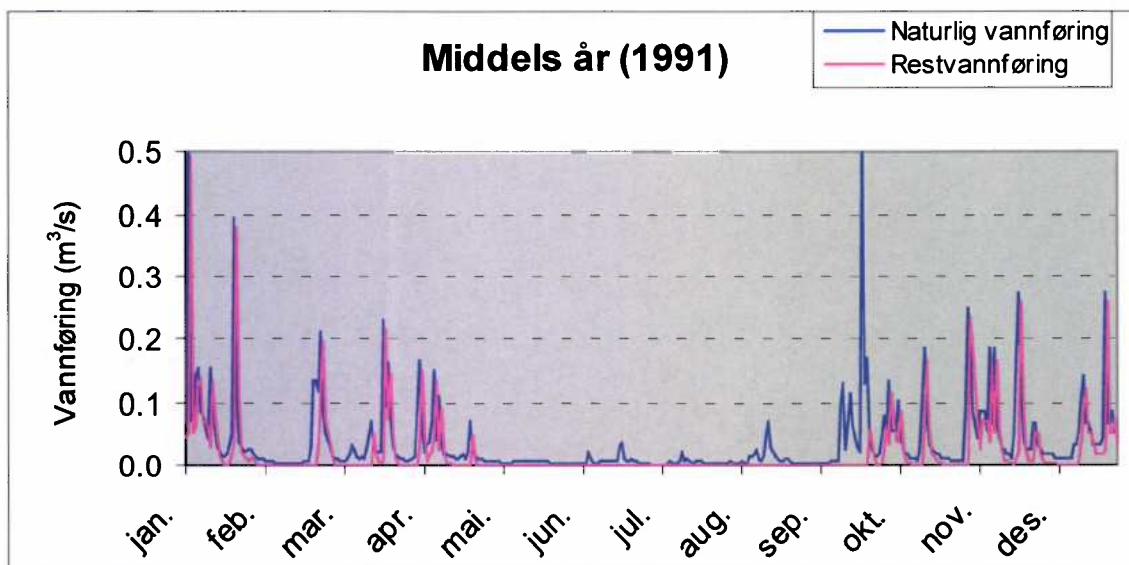
Restvannføringen er funnet ved å trekke vannuttaket fra den estimerte vannføringen ved inntaket. Når tilsiget er større enn vannuttaket og magasinet er fullt, vil alt overskytende vann gå som restvannføring. Når magasinet er tomt og tilsiget er mindre enn minstevannføringen, slippes hele tilsiget.

Estimert restvannføring og naturlig vannføring for et tørt (1996), middels (1991) og vått (1992) år er illustrert i figurene 6, 7 og 8.

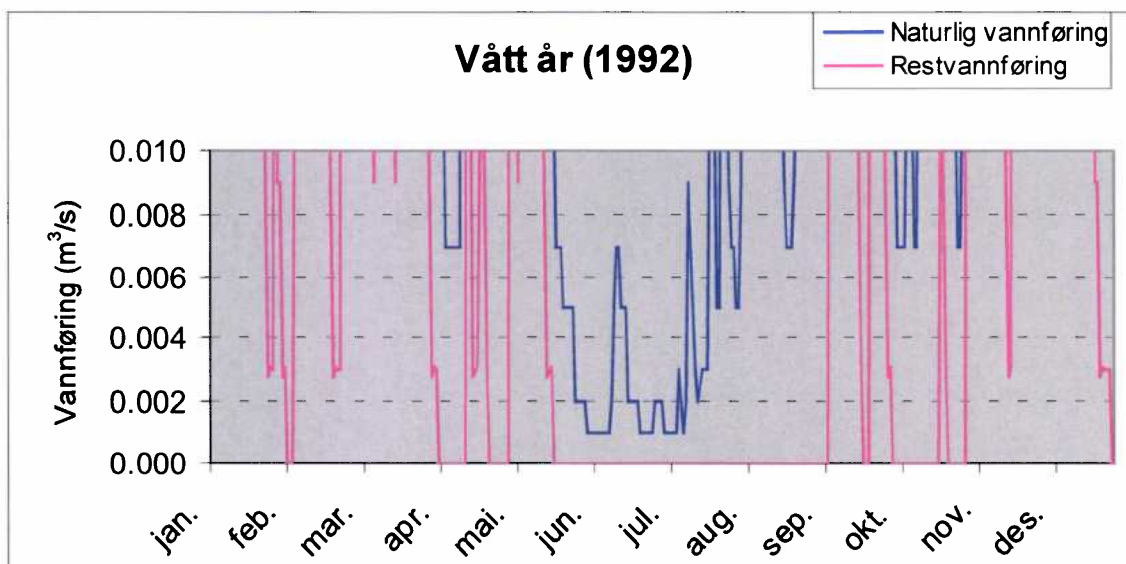
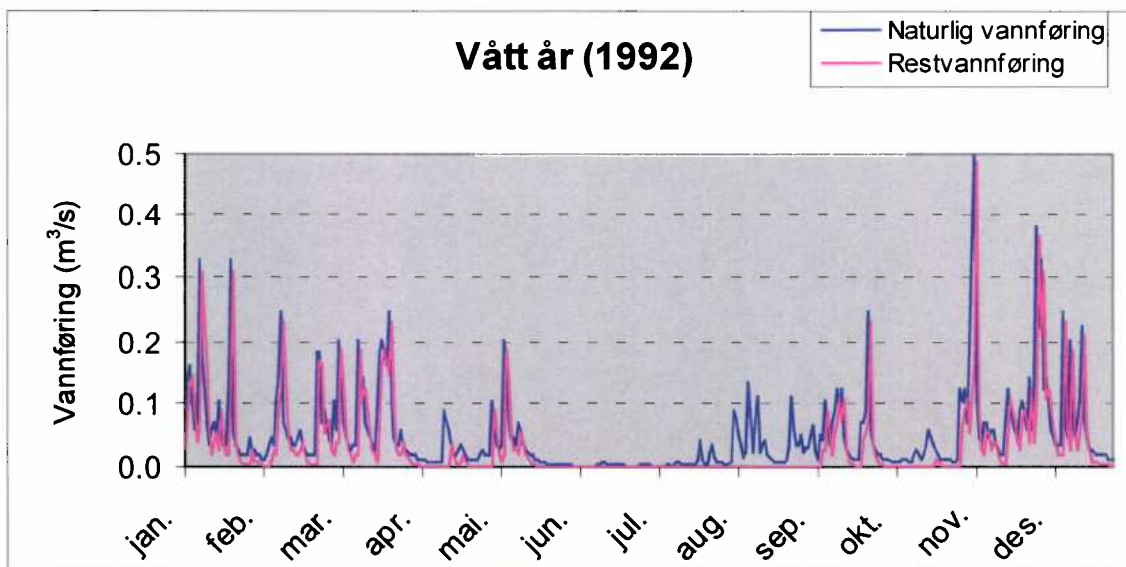
Tilsg fra restfeltet nedstrøms inntaket på strekningen der elva går i rør, vil bidra til å øke restvannføringen. Størrelsen på restfeltet mellom inntaket og utløpet til vannuttaket er ca. 0.09 km² og har et middelavløp på rundt 4 l/s. Det er ikke sidebekker av betydning som kommer inn på berørt elvestrekningen. I lavvannsperiodene vil bidraget være svært lite.



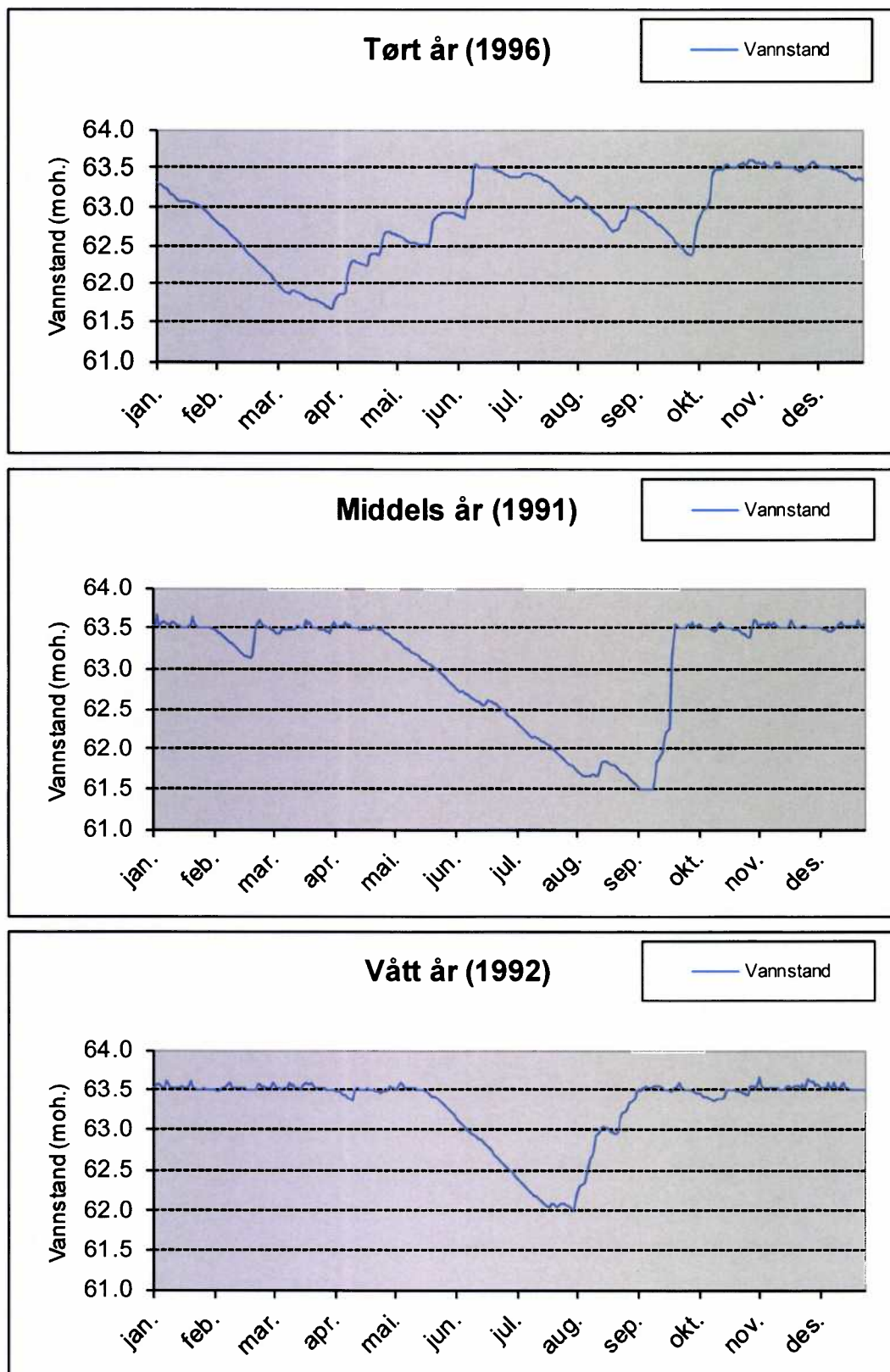
Figur 6. Restvannføringen i Torlandsvatnet i et tørt år (1996) med en årsavrenning på 0.025 m³/s. I 10 dager av året er vannuttaket mindre enn 0.016 m³/s. I 56 dager er det overløp ved dammen.



Figur 7. Restvannføringen i Torlandsvatnet i et middels år (1991) med en årsavrenning på $0.036 \text{ m}^3/\text{s}$. I 8 dager av året er vannuttaket mindre enn $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$. I 134 dager er det overløp ved dammen.



Figur 8. Restvannføringen i Torlandsvatnet i et vått år (1992) med en årsavrenning på 0.049 m³/s. I 0 dager av året er vannuttaket mindre enn 0.016 m³/s. I 197 dager er det overløp ved dammen.



Figur 9. Vannstandsvariasjoner i Torlandsvatnet i et tørt-, middels- og vått år.

Usikkerhet

Feltstørrelsen er arealberegnet fra kart i målestokk 1:50 000. Usikkerheten i målt feltareal kan utgjøre noen prosent. For Torlandsvatnet er det stor usikkerhet rundt feltgrensene i noen myrområder. Det anbefales å undersøke at nedbørfeltgrensene i figur 1 er riktig digitalisert ved en befaring i feltet.

Spesifikt normalavløp er beregnet med bakgrunn i NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot $\pm 20\%$. Usikkerheten øker for små nedbørfelt.

Alle beregninger på basis av andre målte vassdrag vil ved skalering til det aktuelle vassdrag være beheftet med feilkilder. Feilkildene er minimalisert ved å vurdere vassdragets feltegenskaper for deretter å velge en representativ serie som ivaretar disse egenskapene. Det er bare målinger over flere år i de aktuelle vassdrag som vil kunne redusere usikkerheten i avløpstall for vassdraget.

Varighetskurvene gir trolig et for pessimistisk bilde av utnyttbar vannmengde i utløpet, men stemmer trolig fra for tilsiget til Torlandsvatnet.

Aktuelt informasjonsmateriale

Det finnes en rekke informasjonsmateriell samt regelverk som det er helt nødvendig å forholde seg til ved prosjektering av vassdragsinngrep. Alt er tilgjengelig ved NVEs bibliotek, men noe kan også skaffes andre steder fra:

- Skjema for klassifisering av dammer og trykkrør (finnes tilgjengelig på www.nve.no)
- NVE-Veileder nr. 01/2010: ”Veileder i planlegging, bygging og drift av små kraftverk”.
- NVE-Veileder nr. 1/2002: Behandling etter vannressursloven m.v av vassdragstiltak og tiltak som kan påvirke vassdrag og grunnvann (finnes tilgjengelig på www.nve.no)
- Vannressursloven (finnes tilgjengelig på www.lovdata.no)

Vedlegg

Vedlegg 1: Årsmiddelvannføringer i Torlandsvatnet

Vedlegg 2: Varighetskurver

Vedlegg 3: Kapasitetskurver

Vedlegg 4: Reguleringskurver

Vedlegg 5: Månedsmiddelvannføringer for Torlandsvatnet

Vedlegg 6: Definisjoner



Side 17

VEDLEGG 1: Årsmiddelvannføringer

(Observerte avrenning ved Gramstaddalen er skalert for å gi representativ avrenning i Torlandsvatnet)

DAGUT – utskrift fra WORK_HYDAG_POINT foretatt:01/04/2011 14:58

Arbeidsdata for: 29.7.0

Parameter...: Vannføring

Versjon.....: 10

Års – middelverdier Enhet:m3/s

	1
1989	0.038
1990	0.045
1991	0.036
1992	0.049
1993	0.027
1994	0.041
1995	0.037
1996	0.025
1997	0.032
1998	0.039
1999	0.039
2000	0.039
2001	0.028
2002	0.027
2003	0.030
2004	0.039
2005	0.038
2006	0.039
2007	0.048
2008	0.034



Side 18

2009 0.034
2010 0.027

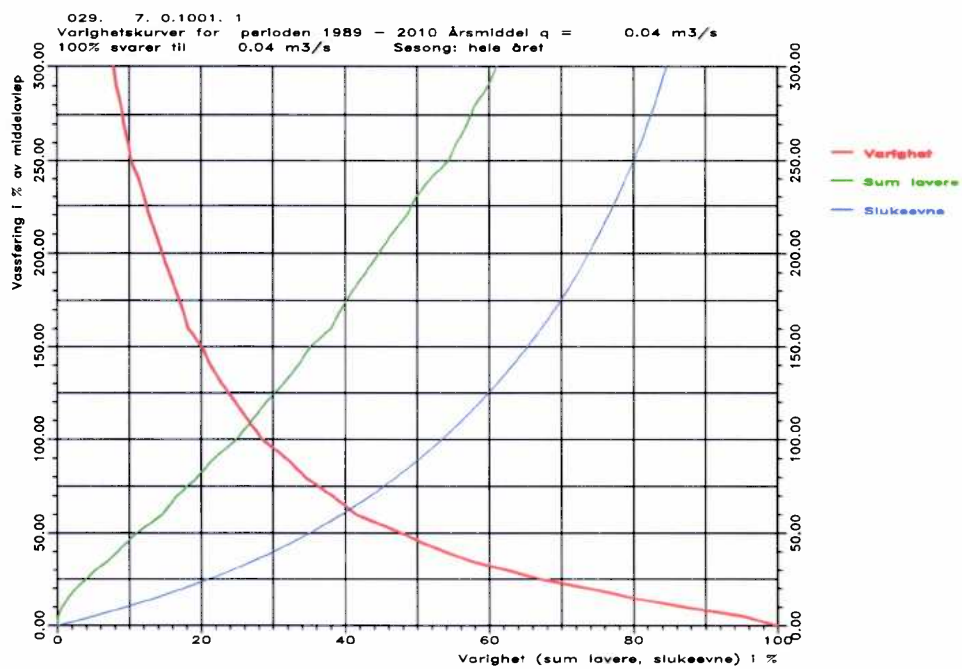
VEDLEGG 2: Varighetskurver

Varighetskurve for hele året

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gramstaddalen.



Side 19

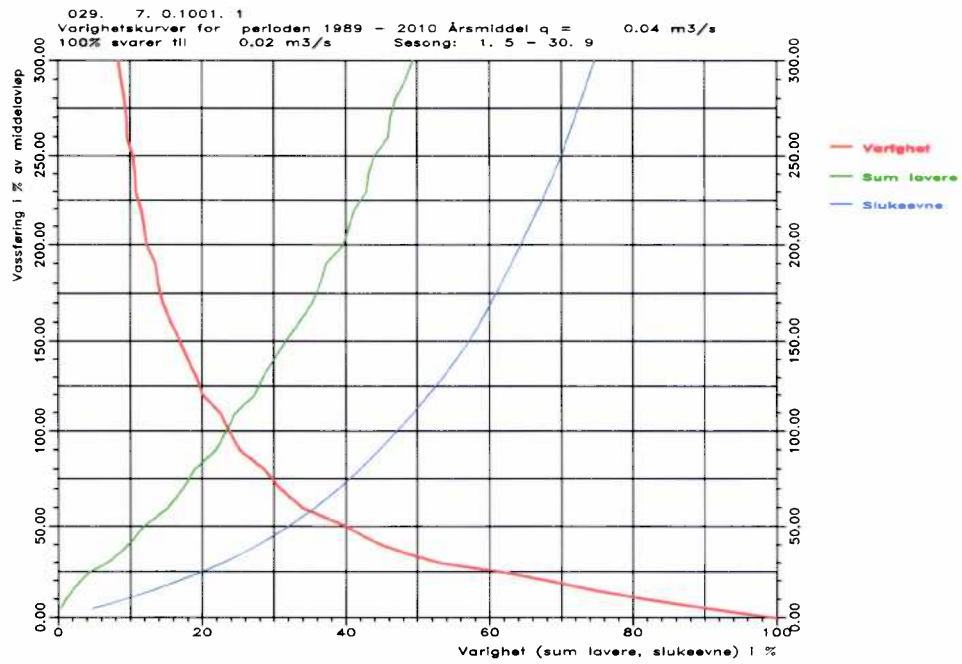


Varighetskurve for sommersesongen (1/5 - 30/9)



Side 20

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gramstaddalen. Ved bruk av kurven må middelverdien for sesongen benyttes.





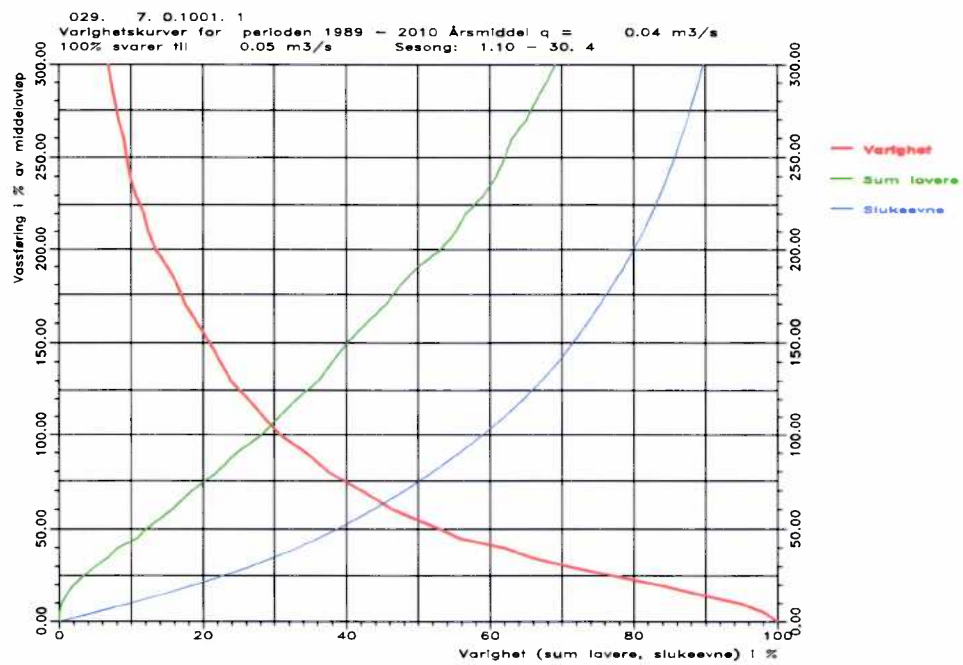
Side 21

Varighetskurve for vinterseasonen (1/10 - 30/4)

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gramstaddalen. Ved bruk av kurven må middelverdien for seasonen benyttes.



Side 22





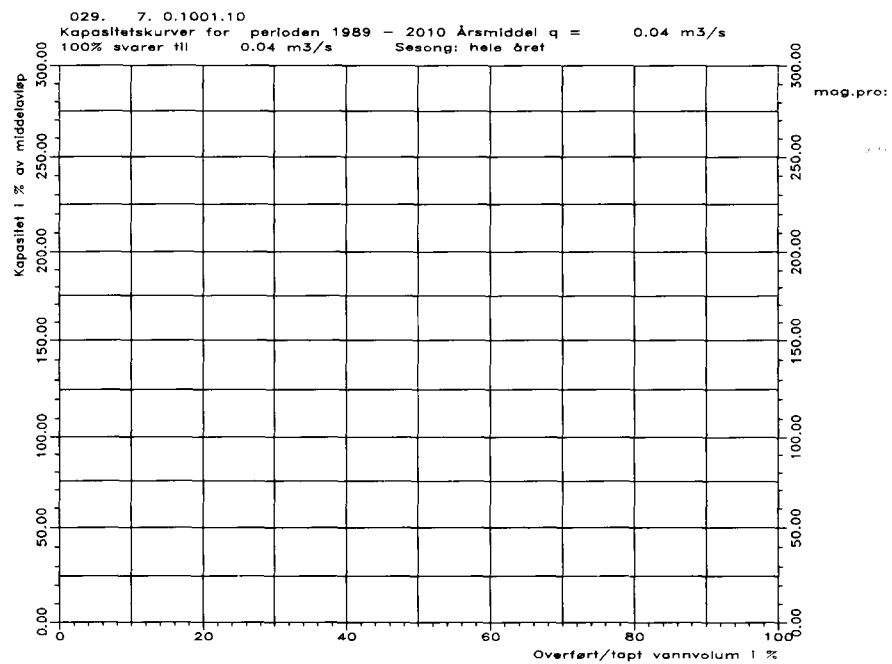
Side 23

VEDLEGG 3: Kapasitetskurve

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gramstaddalen.



Side 24

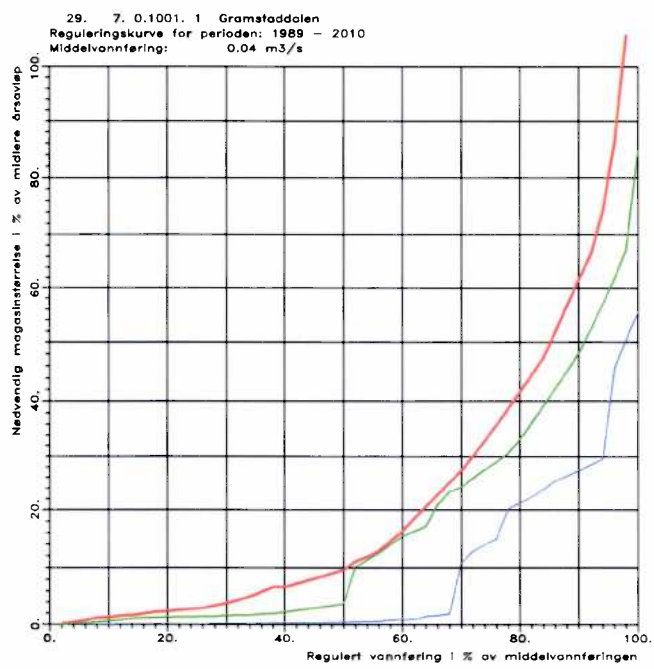




Side 25

VEDLEGG 4: Reguleringskurver

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gramstaddalen.



VEDLEGG 5: Månedsmiddelvannføringer for Torlandsvatnet

DAGUT - utskrift fra WORK_HYDAG_POINT foretatt:04/04/2011 14:48

Arbeidsdata for: 29.7.0

Parameter...: Vannføring

Versjon.....: 10

Måned - middelverdi			Enhet:m³/s														
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des	MID	MIN	MAKS	STDA	
1989	0.069	0.055	0.047	0.029	0.010	0.038	0.009	0.030	0.030	0.051	0.046	0.040	0.038	0.009	0.069	0.017	

1980-1989	MID:	---	MIN:	---	MAKS:	---	STDA:	---									

1990	0.080	0.078	0.049	0.039	0.008	0.005	0.026	0.017	0.065	0.057	0.047	0.068	0.045	0.005	0.080	0.025	
1991	0.080	0.034	0.034	0.038	0.005	0.008	0.004	0.012	0.054	0.039	0.079	0.049	0.036	0.004	0.080	0.025	
1992	0.077	0.062	0.087	0.019	0.036	0.002	0.007	0.040	0.057	0.016	0.090	0.091	0.049	0.002	0.091	0.032	
1993	0.070	0.062	0.035	0.010	0.002	0.001	0.010	0.029	0.007	0.025	0.012	0.062	0.027	0.001	0.070	0.024	
1994	0.058	0.065	0.066	0.032	0.017	0.037	0.004	0.028	0.029	0.035	0.031	0.090	0.041	0.004	0.090	0.023	
1995	0.064	0.079	0.050	0.031	0.009	0.009	0.014	0.002	0.025	0.083	0.054	0.023	0.037	0.002	0.083	0.027	
1996	0.007	0.001	0.008	0.036	0.020	0.030	0.010	0.014	0.005	0.057	0.083	0.032	0.025	0.001	0.083	0.023	
1997	0.033	0.076	0.035	0.024	0.014	0.002	0.001	0.018	0.071	0.058	0.028	0.030	0.032	0.001	0.076	0.023	
1998	0.036	0.105	0.046	0.030	0.010	0.011	0.031	0.042	0.029	0.071	0.033	0.034	0.040	0.010	0.105	0.024	
1999	0.057	0.066	0.035	0.026	0.009	0.035	0.035	0.004	0.005	0.062	0.051	0.086	0.039	0.004	0.086	0.025	

1990-1999	MID:	0.037	MIN:	0.001	MAKS:	0.105	STDA:	0.026									

2000	0.055	0.079	0.038	0.031	0.017	0.014	0.006	0.046	0.018	0.063	0.063	0.040	0.039	0.006	0.079	0.022	
2001	0.033	0.029	0.028	0.018	0.005	0.012	0.012	0.015	0.019	0.070	0.054	0.041	0.028	0.005	0.070	0.019	
2002	0.075	0.055	0.034	0.009	0.023	0.030	0.034	0.003	0.011	0.023	0.021	0.004	0.027	0.003	0.075	0.020	
2003	0.050	0.021	0.019	0.011	0.015	0.025	0.005	0.030	0.062	0.034	0.030	0.060	0.030	0.005	0.062	0.018	
2004	0.025	0.031	0.023	0.028	0.006	0.028	0.010	0.041	0.069	0.058	0.068	0.087	0.039	0.006	0.087	0.024	
2005	0.078	0.029	0.045	0.018	0.011	0.004	0.001	0.034	0.057	0.049	0.100	0.034	0.038	0.001	0.100	0.029	
2006	0.031	0.028	0.012	0.041	0.010	0.012	0.010	0.035	0.035	0.068	0.099	0.084	0.039	0.010	0.099	0.029	
2007	0.096	0.029	0.041	0.031	0.015	0.005	0.080	0.041	0.089	0.035	0.062	0.044	0.048	0.005	0.096	0.028	



Side 28

2008	0.043	0.060	0.050	0.017	0.004	0.011	0.012	0.017	0.019	0.086	0.060	0.030	0.034	0.004	0.086	0.024
2009	0.041	0.036	0.031	0.009	0.023	0.006	0.028	0.051	0.048	0.036	0.083	0.020	0.034	0.006	0.083	0.020

2000-2009	MID:	0.036	MIN:	0.001	MAKS:	0.100	STDA:	0.024
-----------	------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------

2010	0.005	0.004	0.049	0.026	0.014	0.002	0.014	0.056	0.047	0.054	0.029	0.023	0.027	0.002	0.056	0.019
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

2010-2019	MID:	---	MIN:	---	MAKS:	--	STDA:	--
-----------	------	-----	------	-----	-------	----	-------	----

MID:	0.053	0.049	0.039	0.025	0.013	0.015	0.017	0.027	0.039	0.051	0.056	0.049
MIN:	0.005	0.001	0.008	0.009	0.002	0.001	0.001	0.002	0.005	0.016	0.012	0.004
MAKS:	0.096	0.105	0.087	0.041	0.036	0.038	0.080	0.056	0.089	0.086	0.100	0.091
STDA:	0.024	0.026	0.017	0.010	0.008	0.012	0.017	0.015	0.024	0.019	0.025	0.025

MID:	0.036	MIN:	0.001	MAKS:	0.105	STDA:	0.025
------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------

For middel , minimal- og maksimal-verdier, må minst 80 av data eksistere.

Middel og standardsavvik har blitt vektet for månedslengden.

Vedlegg 6: Definisjoner

Effektiv sjøprosent: beskriver sjøandelen i nedbørfeltet ved at sjøene tillegges vekt etter både innsjøareal og tilsigsareal. Store innsjøer og sjøer langt ned i nedbørfeltet gis størst vekt.

Spesifikk avrenning: avrenning pr. arealenhet, slik at virkning av ulike feltstørrelse elimineres ved sammenligning av avrenning for ulike vassdrag. Spesifikt normalavløp: Gjennomsnittlig avrenning pr. arealenhet over en 30-årsperiode, fortrinnsvis perioden 1961-90.

Flerårsmiddel: For hver dag i året beregnes gjennomsnittet av alle observerte døgnmiddelvanntføringer i en periode på flere år.

Flerårsmedian: Medianverdi er den midterste av verdiene når disse er ordnet i stigende rekkefølge. I dette tilfellet: for hver dag i året er den døgnmiddelvanntføringen tatt ut der halvparten av døgnmiddelvanntføringene i årrekka er større enn og halvparten mindre enn denne verdien.

Flerårsminimum: For hver dag i året er den laveste døgnmiddelvanntføringen i en periode på flere år tatt ut.

Alminnelig lavvanntføring blir beregnet ved først å sortere hvert enkelt års vanntføringsverdier (døgnmidler) i en uregulert serie fra størst til minst. Fra den sorterte årsserien blir vanntføring nummer 350 tatt ut. For hvert år i observasjonsserien tas på denne måten vanntføring nummer 350 ut. Disse vanntføringene danner en ny serie som igjen blir sortert. Alminnelig lavvanntføring er da den laveste verdien i denne tallrekken etter at den laveste tredjedelen av observasjonene er fjernet. Programmet E-tabell i NVEs databasesystem HydraII gir alminnelig lavvanntføring for en angitt avløpsstasjon.

Det er utviklet metodikk for å estimere alminnelig lavvanntføring på bakgrunn av feltegenskaper i nedbørfelt uten vanntføringsmålinger. Programmet LAVVANN i NVEs databasesystem HydraII gir alminnelig lavvanntføring for umålte felt.

Det understrekes at lavvanntskarakteristikken alminnelig lavvanntføring er svært følsom for vassdragets feltegenskaper. Vassdragets selvreguleringsevne er av stor betydning. Selvreguleringsevnen øker med økende feltstørrelse, økende effektiv sjøandel, økende spesifikk avrenning og økende grunnvanntstilsig, og avtar med økende andel snaufjell og økende helning i nedbørfeltet. Breandel har mindre betydning, siden alminnelig lavvanntføring da er en vinterverdi.

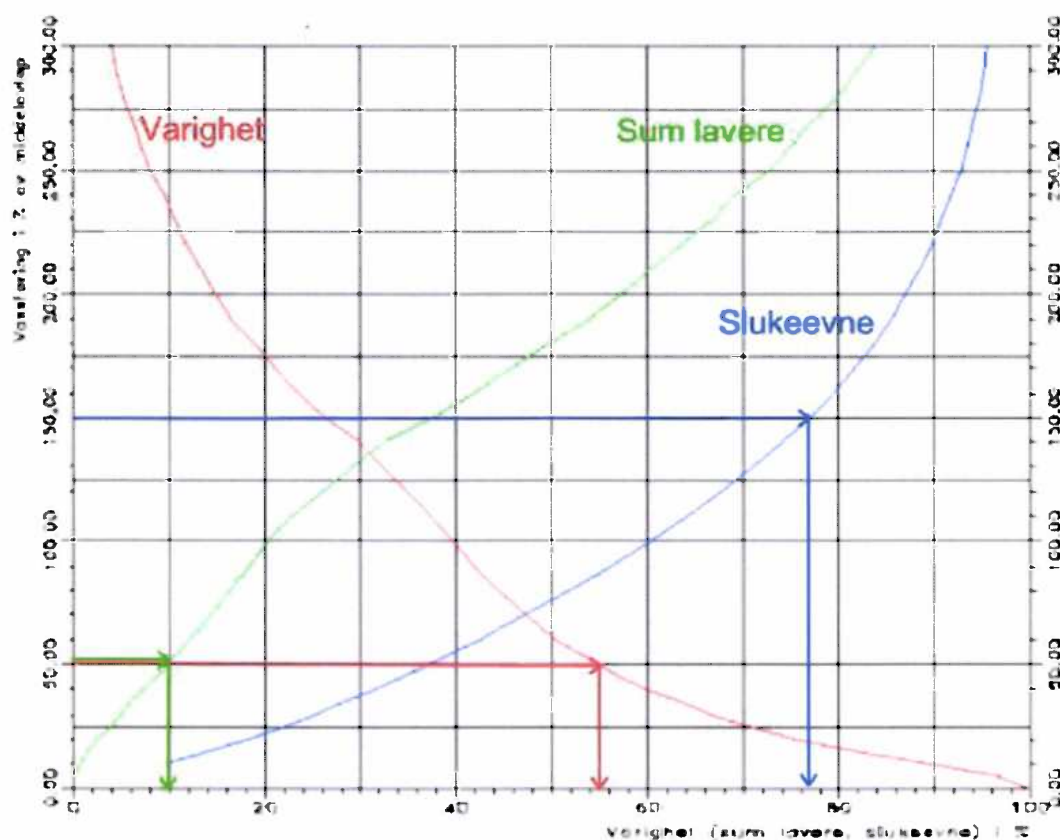
Persentiler: Bestemmes ut fra varighetskurven til vanntføringsserien. En varighetskurve representerer variabiliteten i vanntføringen i et nedbørfelt. Både små og store vanntføringer beskrives. For eksempel er 5-persentilen (Q_5) den vanntføringen som underskrides 5 prosent av tiden i observasjonsperioden. Denne vanntføringen vil typisk være en

karakteristisk lavvannsverdi for nedbørfeltet. Persentiler kan beregnes for ulike sesonger.

Varighetskurve (rød kurve i figur) viser en sortering av vannføringene etter størrelse, og angir hvor stor del av tiden (angitt i %) vannføringen har vært større enn en viss verdi (angitt i % av middelvannføringen) når det er naturlig avrenning i vassdraget.

Eksempel (se figur): kurven viser at vannføringen har vært større enn 50 % av middelvannføringen i ca. 55 % av tiden. Likeledes ser man at vannføringen har overskredet 150 % av middelvannføringen i ca. 26 % av tiden.

Figuren inneholder også en blå kurve kalt "slukeevne". Denne viser hvor stor del av den totale vannmengde verket kan utnytte, avhengig av den maksimale vannføringen turbinen/ledningen kan benytte. Eksempelvis vil en turbin som er dimensjonert for å kunne utnytte 150 % av middelvannføringen ved inntaket kunne utnytte ca. 77 % av tilgjengelig vannmengde til kraftproduksjon i gjennomsnitt over året. De resterende 23 % vil gå tapt ved flommer. Imidlertid forutsetter dette at man kan kjøre verket uansett hvor lav vannføringen blir. Dette er som oftest ikke tilfelle. Verdien må korrigeres for tapt vann i den tiden turbinen må stå på grunn av for lite tilsig. Til dette kan man benytte kurven som viser "sum lavere".



Den grønne linjen, kalt "sum lavere", viser hvor stor del av vannmengden som vil gå tapt når vannføringen underskrider lavest mulig driftsvannføring i kraftverket/vannverket. Eksempelvis vil ca. 10 % av vannet gå tapt dersom verket må stanses når vannføringen underskrider 50 % av middelvannføringen.

Med de eksemplene gitt vil verket kunne nyttiggjøre seg 66 % av den totale vannmengde (23 % flomtap og 10 % "lavvannstap"). Eventuell pålagt minstevannføring er ikke medregnet og må også trekkes fra.

Vedl. 3

Konsekvensvurdering

Rapport utarbeidet av Rådgivende Biologer AS