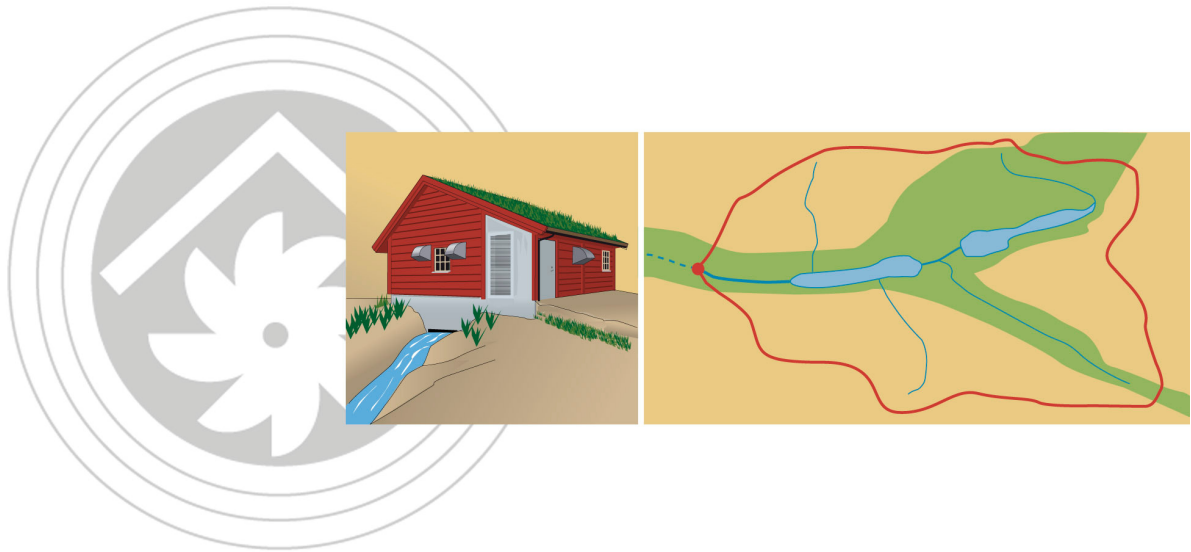


Hydrologiske data til bruk for planlegging av overføring av Vestsideelvene (076.DZ), Luster kommune i Sogn og Fjordane

Utarbeidet av Thomas Væringstad



Rapport

Hydrologiske data til bruk for planlegging av overføring av Vestsideelvene (076.DZ), Luster kommune i Sogn og Fjordane

Oppdragsgiver: Statkraft Development AS

Saksbehandler: Thomas Væringstad

Ansvarlig: Sverre Husebye

Vår ref.: NVE 200707730-9

Arkiv: 333/076.DZ

Emneord Kraftverk, hydrologiske data

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.....	8
Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor.....	8
Variasjon i middelavløp fra år til år	9
Avløpets fordeling over året	10
Varighetskurve	11
Alminnelig lavvannføring	13
5-persentil sesongvannføring.....	14
Restvannføring.....	14
Vestsideelvene	14
Jostedøla	15
Usikkerhet.....	30
Aktuelt informasjonsmateriale.....	30
Vedlegg.....	30

Forord

På oppdrag for Statkraft Development AS har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data til bruk for planlegging av overføring av Vestsideelvene. Rapporten gir et overslag over vannmengdene som er tilgjengelige i nedbørfeltet. Målet er å gi utbygger i samråd med konsulent nødvendige hydrologiske data.

Rapporten inneholder grunnlagsdata og vannføringsstatistikk for Vestsideelvene 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 kraftverket 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. Heidi Bache Stranden og Knut Ola Aamodt har kvalitetskontrollert rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Thomas Væringstad
senioringeniør

Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt

Vestsideelvene består av åtte elver som skal overføres til Tunsbergdalsvatnet. I beskrivelsen av Vestsideelvene nedenfor er alle feltene summert til ett, mens i tabell 1 er enkeltfeltene nærmere beskrevet.

Vassdragsnummer (regine): 076.DZ, 076.D2 og 076.D4

Vernestatus: Ikke vernet iht. verneplan for vassdrag.

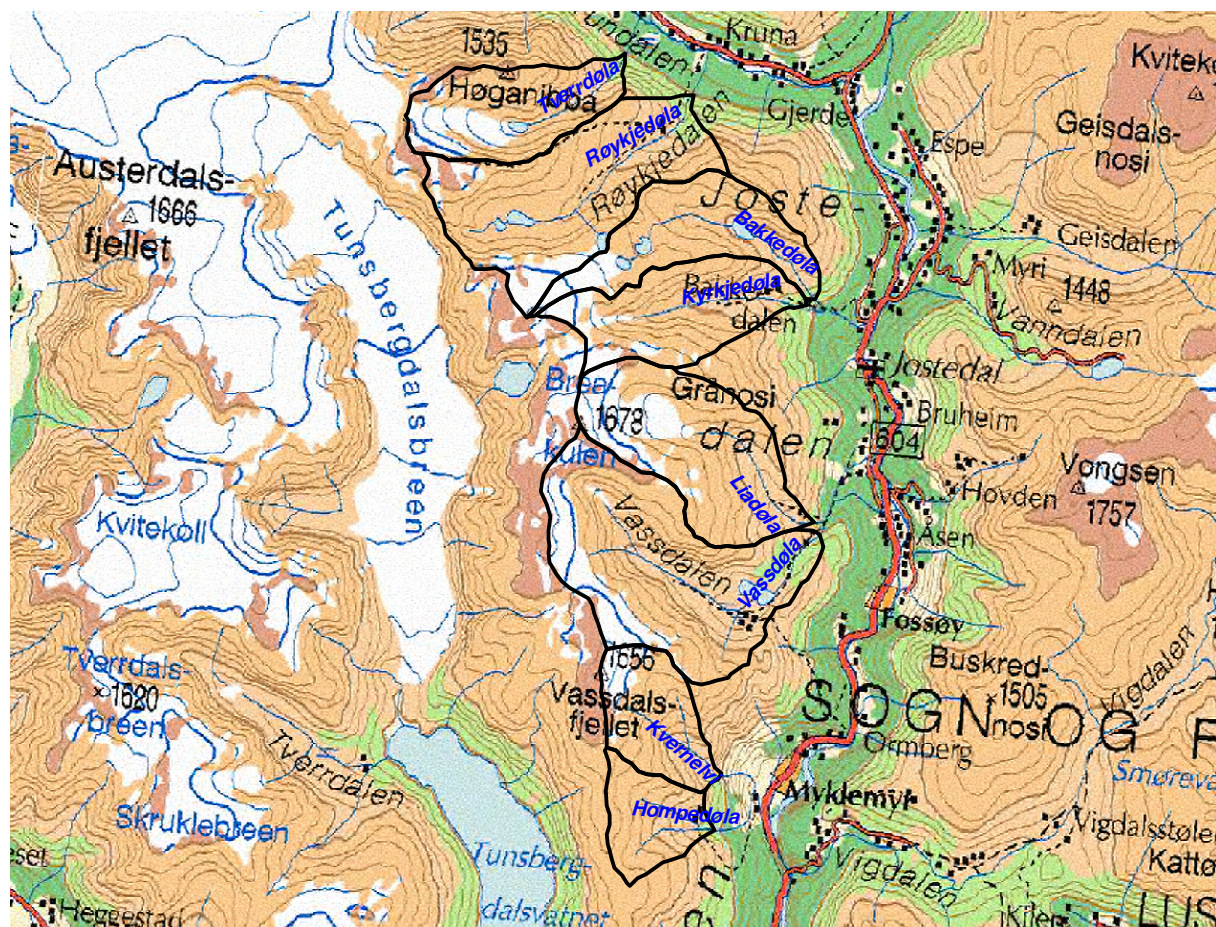
Feltareal summert ved inntakene kote 520: ca. 51,9 km² (areal beregnet fra kart i målestokk 1:50 000), se figur 1.

Høydeforskjell i feltene: 520 – 1 678 moh.

Effektiv sjøprosent (forklaring vedlegg 3): 0,1 %.

Snaufjellandel: 80 %.

Breandel: 18 %



Figur 1. Nedbørfeltet til Vestsideelvene.

Normalavløp og årsavløp: NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990 gir spesifikt normalavløp (definisjon vedlegg 3) i Vestsideelvene på 78 l/s·km², som tilsvarer estimert årlig middelavløp på 78 l/s·km² · 51,9 km² = 4 048 l/s = 4,05 m³/s. Dette tilsvarer et midlere årsavløp på 127,7 mill. m³/år. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot ± 20 %, som i Vestsideelvene tilsvarer et intervall på ca. 3 239 l/s til 4 858 l/s.

Hydrologisk regime: Vassdraget har dominerende vår-, sommer- og høstflommer. Lavvannføringer inntreffer som oftest om vinteren.

Tilrettelegging av datagrunnlag for hydrologiske beregninger

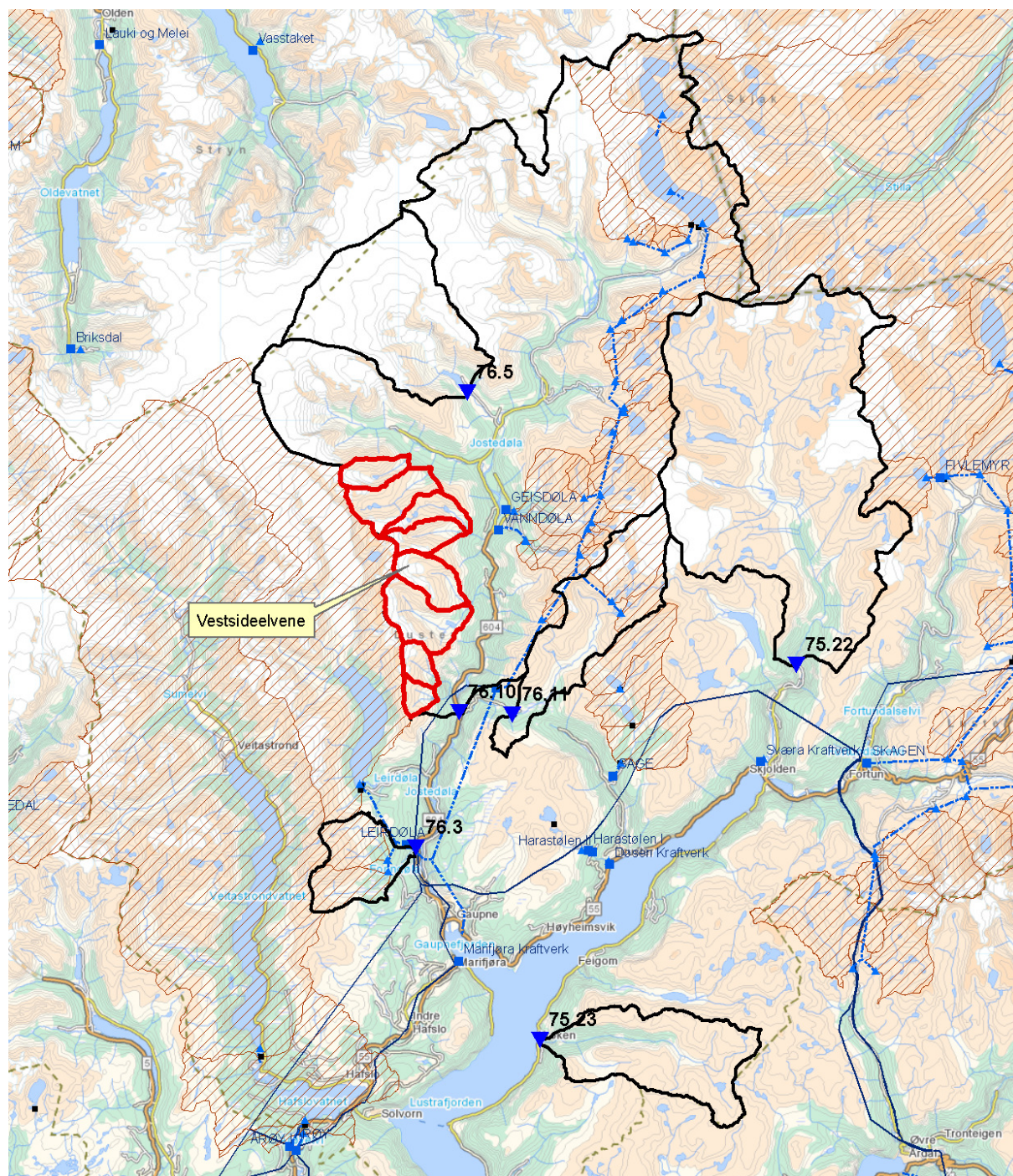
Grunnlaget for alle hydrologiske beregninger er tidsserier av vannføring over en lang årrekke. Det eksisterer i dag ingen måling av vannføring i det aktuelle vassdraget, så videre analyser må baseres på en sammenligning og skalering med tidsserier for avløp fra målestasjoner i nedbørfelt med lignende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

Tabell 1. Feltkarakteristika

Stasjon	Måle- periode	Feltareal (km ²)	Snaufj (%)	Bre (%)	Eff. sjø (%)	Q _N		Q _m (l/s·km ²)	Høydeint. (moh.)
						l/s·km ²	mill.m ³		
75.22 Gilja	1963-d.d.	206,0	73	15	0,1	57	-	59,0	99 - 2 003
75.23 Krokenelv	1965-d.d.	46,2	78	0	0,1	47	-		17 - 1462
76.5 Nigardsbrev.	1962-d.d.	65,3	18	75	0,8	94	-		285 - 1946
76.10 Myklemyr	1978-d.d.	575	47	31	0,2	71	-	-	89 - 2081
76.11 Vigdøla	1990-d.d.	27,1	85	2	0,0	67	-	64,6	643 - 1 757
76.11 Vigdøla	1979-1988	46,6	68	22	0,1	70	-	68,9	643 - 1 757
76.3 Fondøla	1962-1978	20,6	61	0	0,0	54	-	58,8	60 - 1 606
Hompedøla	-	2,76	96	0	0,0	79	6,9	-	520 - 1490
Kvernelvi	-	3,64	72	22	0,0	86	9,9	-	520 - 1656
Vassdøla	-	11,6	74	22	1,0	74	27,1	-	520 - 1678
Liadøla	-	7,87	72	26	0,0	83	20,6	-	520 - 1678
Kyrkjedøla	-	5,65	79	18	0,0	78	13,9	-	520 - 1610
Bakkedøla	-	5,38	83	11	0,1	73	12,4	-	520 - 1618
Røykjedøla	-	9,82	84	13	0,3	76	23,5	-	520 - 1618
Tverradøla	-	5,18	63	22	0,5	80	13,1	-	520 - 1576
Vestsideelvene	-	51,9	80	18	0,1	78	127,7	-	520 - 1 678

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 Vestsideelvene. Skraverte felter er tidligere overført til Jostedalen, Leirdøla og andre kraftverk.

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. Det er grunn til å anta at avrenningskartet gir et forholdsvis godt estimat for Vestsideelvenes nedbørfelt.

Beskrivelse av aktuelle målestasjoner

Målestasjon 75.22 Gilja ligger rundt 20 km vest-nordvest for Vestsideelvene. Feltareal er betydelig større, avrenningen lavere, breandelen i underkant av snittet for Vestsideelvene og høydeforholdene noenlunde sammenlignbare med Vestsideelvene. Datakvalitet er antatt god og observasjonsperioden er relativt lang. Selvreguleringsevnen er litt større enn for Vestsideelvene. Sesongvariasjonene viser god overensstemmelse med Vigdøla før regulering.

Målestasjon 76.3 Fondøla lå litt sør for Vestsideelvene. Feltarealet er litt større og avrenningen noe lavere sammenlignet med Hompedøla. Observasjonsperioden er noe kort og av eldre dato. Selvreguleringsevnen er antatt noe større enn for Hompedøla.

Målestasjon 76.10 Myklemyr ligger i Jostedøla rett oppstrøms samløpet med Vigdøla. Vannføringen er påvirket av regulering siden 1989.

Målestasjon 76.11 Vigdøla ligger på østsiden av Jostedalen. Målestasjonen har observasjoner siden 1979, men deler av feltet ($19,3 \text{ km}^2$) ble overført ut i 1989. Statkraft opplyser at det ikke er overløp ved inntakene. Restfeltet kan derfor anses som uregulert. Feltarealet er litt større, avrenningen noe lavere, og feltet har litt bre sammenlignet med Hompedøla. Datakvaliteten anses som god, men vannføringskurven er usikker på liten vannføring. Vannføringsdata etter 1989 er benyttet. Selvreguleringsevne er antatt litt større enn Hompedølas.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at Gilja er mest representativ for forholdene i Vestsideelvene med unntak av Hompedøla hvor Vigdøla etter regulering er benyttet. Disse to stasjonene er derfor benyttet videre i analysen.

For restfeltene mellom inntakene og Jostedøla er henholdsvis Krokenelv og Nigardsbrevatn benyttet.

Data som er presentert er tilpasset Vestsideelvene sine nedbørfelt på til sammen $51,9 \text{ km}^2$ ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktorene som er benyttet er:

$$\text{Hompedøla: } (79 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/64,7 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (2,76 \text{ km}^2/27,1 \text{ km}^2) = \underline{0,124}$$

$$\text{Kvernelvi: } (86 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (3,64 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0258}$$

$$\text{Vassdøla: } (74 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (11,6 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0706}$$

$$\text{Liadøla: } (83 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (7,87 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0537}$$

$$\text{Kyrkjedøla: } (78 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (5,65 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0363}$$

$$\text{Bakkedøla: } (73 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (5,38 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0323}$$

$$\text{Røykjedøla: } (76 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (9,82 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0614}$$

$$\text{Tverradøla: } (80 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (5,18 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,0341}$$

$$\text{Vestsideelvene summert: } (78 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2/59,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2) \cdot (51,9 \text{ km}^2/206,0 \text{ km}^2) = \underline{0,333}$$

Variasjon i middelavløp fra år til år

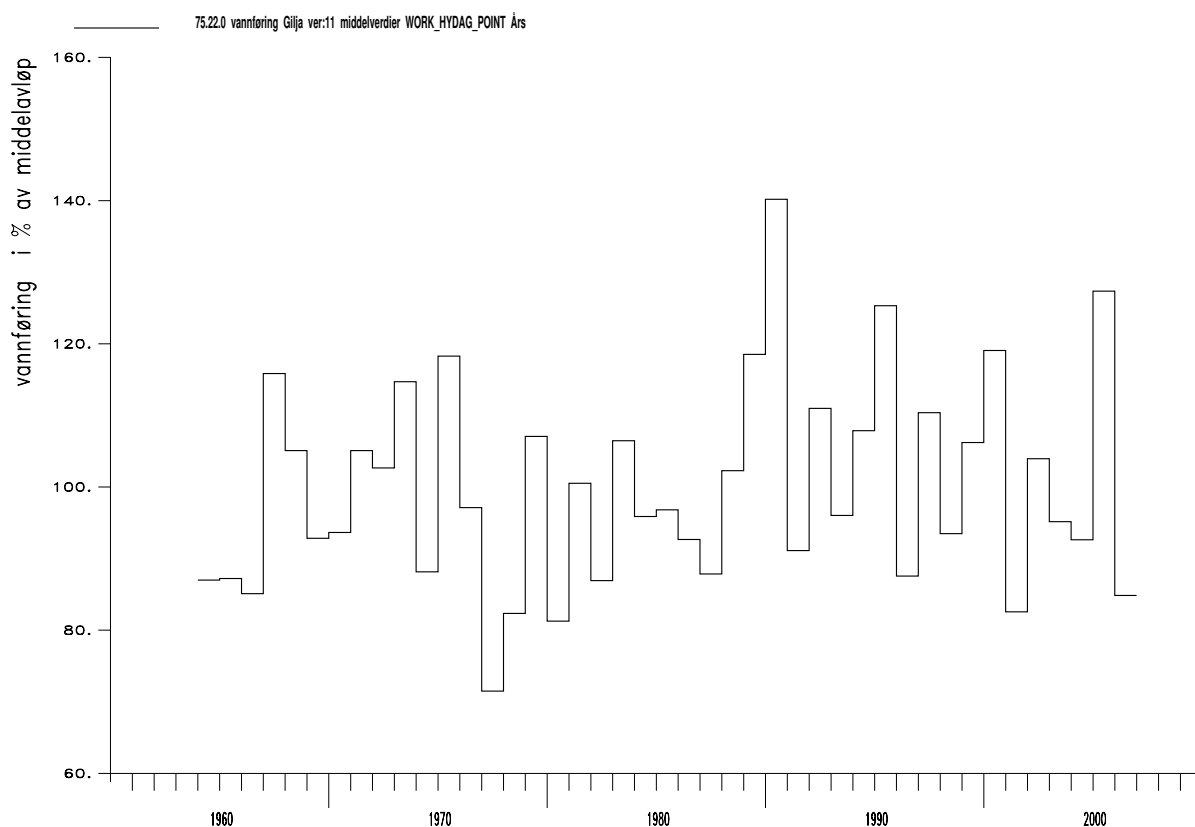
Variasjonene i middelavløpet fra år til år er relevant i forhold til årlige produksjons- og inntektsvariasjoner. Middelavløpet i enkeltår kan i stor grad avvike fra normalavløpet.

Med bakgrunn i skalert vannføringsserie for Gilja i perioden 1964-2006 er variasjonene i middelavløpet fra år til år ved Vestsideelvene presentert i figur 3. Dataene i figuren foreligger i tabellform i vedlegg 1 fordelt på de ulike elvene.

Det må påregnes en variasjon fra år til år rundt $\pm 35 \%$ i forhold til normalavløpet.

Det er funnet at årsavløpet i Vestsideelvene samlet sett har variert mellom omtrent 2,89 og 5,67 m³/s. I perioden er 1977 det tørreste året og 1990 det mest vannrike året basert på årsvolumet. For Hompedøla, som ikke er påvirket av bresmelting, er det tørreste og mest vannrike året henholdsvis 2006 og 1990.

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



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

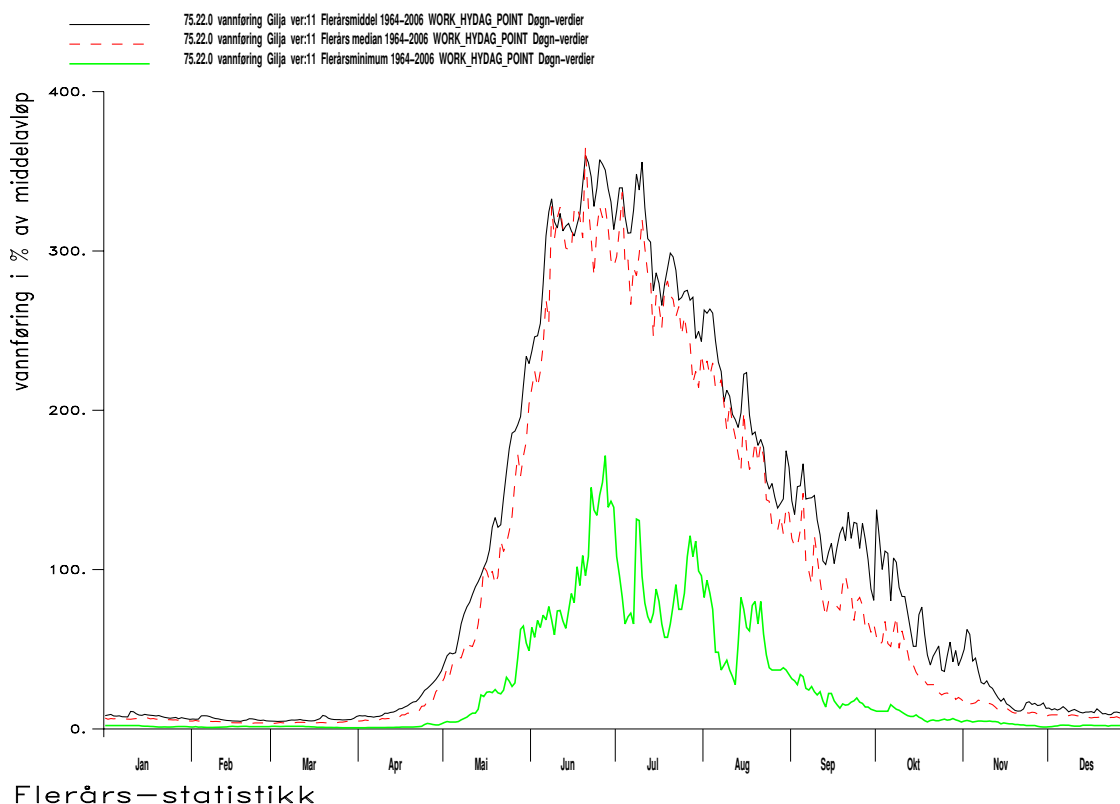
Avløpets fordeling over året

Avløpets sesongvariasjon i Vestsideelvene med unntak av Hompedøla antas å stemme noenlunde overens med sesongvariasjonene ved Gilja. For Hompedøla antas Vigdøla etter regulering å være mest representativ. Figur 4 og Figur 5 viser middelvannføringen (flerårsmiddel), medianvannføringen (flerårsmedian) og minimumsvannføringen (flerårsminimum) i henholdsvis Vestsideelvene og Hompedøla over året. Figurene er utarbeidet på grunnlag av observert vannføring ved henholdsvis Gilja i perioden 1964-2006 og Vigdøla i perioden 1990-2006. Se vedlegg 3 for forklaring av begrepene flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum. Data fra Gilja og Vigdøla er skalert som tidligere beskrevet.

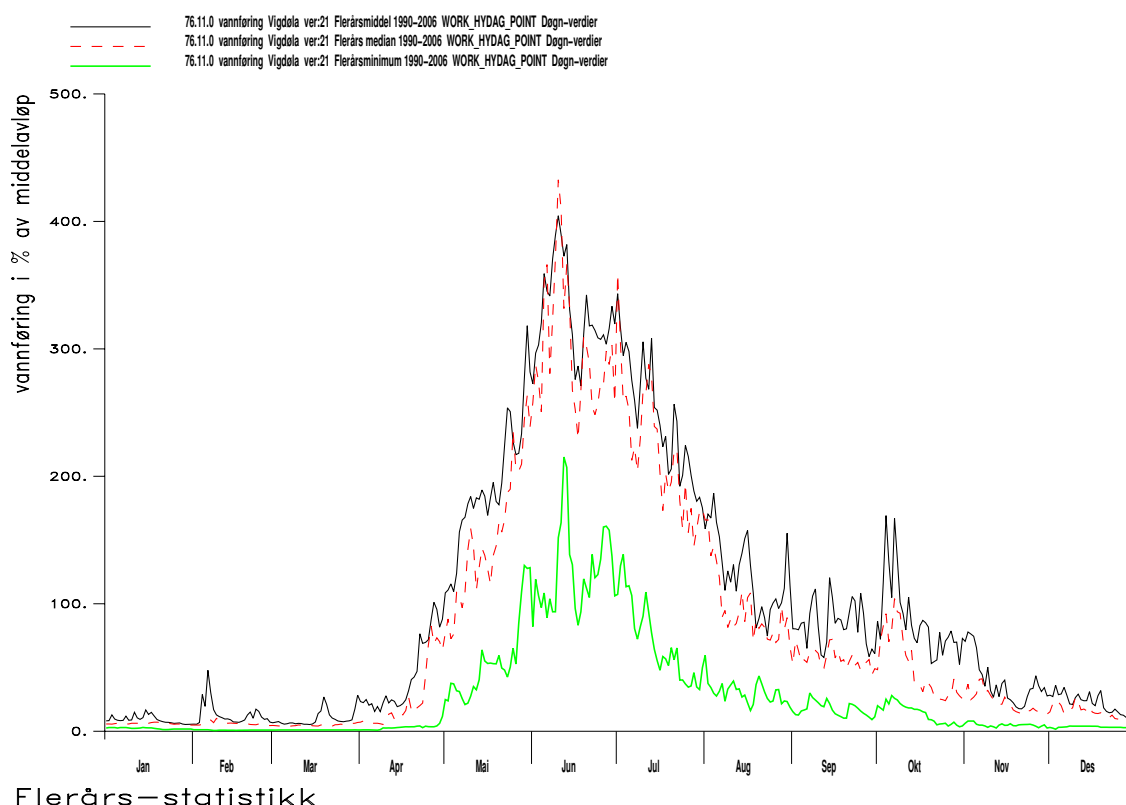
Både flerårsmiddel og flerårsmedian gir et bilde av midlere avløpsforhold. Ved bygging av små kraftverk antas det at mediankurven, som i de fleste tilfeller ligger lavere enn middelkurven, er best egnet til å gi et bilde av midlere avløpsforhold. Dette skyldes at små kraftverk ikke kan utnytte flomvannføringer. 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 om vinteren.

Figur 6 og 7 viser hvordan maksimale flommer er fordelt over året i henholdsvis Vestsideelvene og Hompedøla. Sommer- og høstflommer er dominerende. Figuren viser døgnmiddelvannføringer. Kulminasjonsvannføringer er noe større.



Figur 4. Kurven viser sesongvariasjonen i vannføringen i % av middelvannføringen i Vestsideelvene basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert. Sesongvariasjonene er antatt å samsvare noenlunde med nedbørfeltet til målestasjonen Gilja.



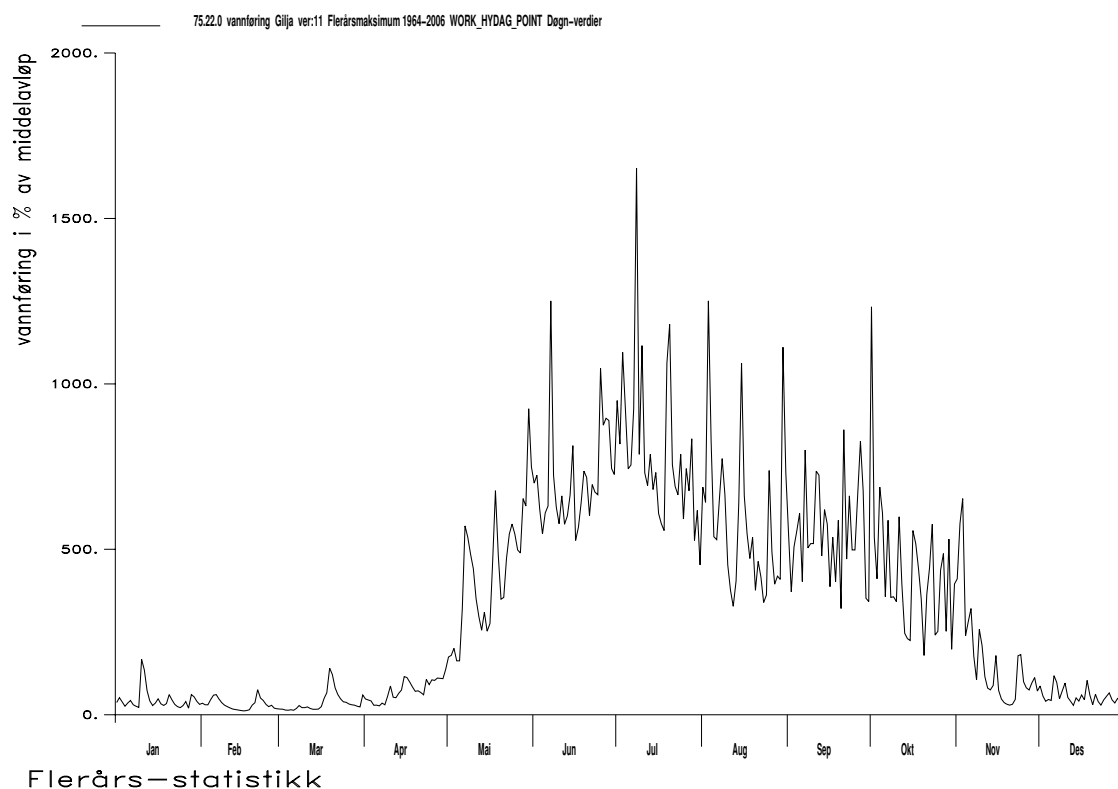
Figur 5. Kurven viser sesongvariasjonen i vannføringen i % av middelavløp i Hompedøla basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert. Sesongvariasjonene er antatt å samsvare noenlunde med nedbørfeltet til målestasjonen Vigdøla etter regulering.

Varighetskurve

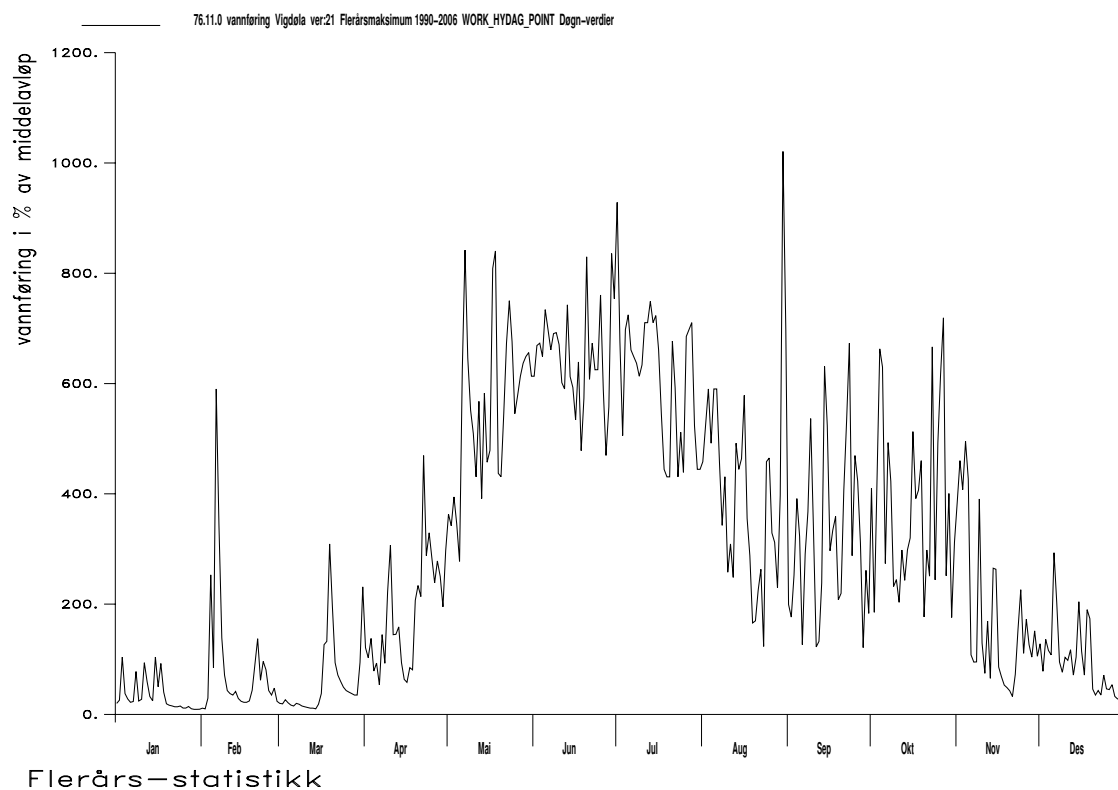
Med bakgrunn i de skalerte dataseriene fra Gilja og Vigdøla er det for Vestsideelvene utarbeidet varighetskurver samt andre kurver til hjelp for å dimensjonere overføringen. Forklaring til og eksempel på bruk av kurvene er gitt i vedlegg 3 og varighetskurver for Vestsideelvene er vist i vedlegg 2. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Gilja i perioden 1964-2006 og Vigdøla i perioden 1990-2006 og skalert som tidligere beskrevet. Vigdøla beskriver feltet til Hompedøla, mens Gilja beskriver resten av Vestsideelvenes nedbørfelter.

Sesongkurvene viser vannføringen i % av middelavløp *for sesongen*. Ved bruk av kurvene trengs dermed sesongverdier for middelavløpet i Vestsideelvene. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Gilja i perioden 1964-2006 og Vigdøla i perioden 1990-2006 og seriene er skalert som tidligere beskrevet. Middelavløpet for året er 4,05 m³/s. For sommer- og vintersesongen er middelavløpet på henholdsvis 8,52 og 0,82 m³/s.

De benyttede målestasjonene (Gilja og Vigdøla) antas å ha noe større selvreguleringsevne sammenlignet med Vestsideelvene som følge av større areal. Det betyr at varighetskurven og slukeevne ved Gilja og Vigdøla trolig gir et noe for positivt bilde på utnyttbar vannmengde sett i forhold til Vestsideelvenes nedbørfelt. Dette gjenspeiles også i kurvene for slukeevne og sum lavere. Dette vil imidlertid ha liten betydning pga stor overføringskapasitet (ca 10 ganger middelvannføringen). Sammenligningsfeltet ligger i et annet vassdrag, og større eller mindre avvik må forventes.



Figur 6. Maksimale flommer som døgnmiddel i % av middelvannføringen i Vestsideelvene.



Figur 7. Maksimale flommer som døgnmiddel i % av middelvannføringen i Hompedøla.

Tabell 2. Sesongmiddelvannføringer i m³/s.

	Homped.	Kvernelvi	Vassdøla	Liadøla	Kyrkjed.	Bakked.	Røykjed.	Tverrad.	Summert
Hele året	0,218	0,313	0,858	0,653	0,441	0,393	0,746	0,414	4,048
1/5-30/9	0,422	0,660	1,807	1,374	0,929	0,827	1,571	0,873	8,524
1/10-30/4	0,069	0,063	0,173	0,132	0,089	0,079	0,151	0,084	0,820

Tallene som er brukt i forklaringene til kurvene i vedlegg 3 er eksempler, og er kun ment til å forklare bruken av kurvene. Eksempelene forutsetter at vassdraget er uregulert. Valg av gunstig maskinstørrelse bør gjøres av konsulent med erfaring på området.

Alminnelig lavvannføring

Det er etter vannressursloven krav til minstevannføring tilsvarende alminnelig lavvannføring (se definisjon i vedlegg 3) for tiltak som ikke krever konsesjon.

Alminnelig lavvannføring for Vestsideelvene 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 Gilja og Vigdøla i tabell 1.

Alminnelig lavvannføring for Vestsideelvene, beregnet på bakgrunn av feltparametere med programmet LAVVANN, er vist i tabell 2. I programmet har Vestsideelvene tilhørighet til region 3, og har feltparametere som vist i tabell 3. Programmet LAVVANN er ikke tilpasset brefelt i særlig grad, og verdiene må derfor benyttes med forsiktighet. Det har tidligere også vist seg at programmet ofte overestimerer i region 3.

Tabell 3: Feltparametere brukt i estimering av alminnelig lavvannføring. Alminnelig lavvannføring i kolonnen lengst til høyre er resultatet av beregningene i programmet LAVVANN.

Delfelt	Feltareal (km ²)	Feltlengde (km)	Bredde (km)	Høydeforskj. (m)	Snaufj (%)	Eff. sjø (%)	Q _N (l/s·km ²)	Alm.l.vf. (l/s·km ²)
Hompedøla	2,76	2,5	1,1	970	96	0,0	79	5,8
Kvernelvi	3,64	3,0	1,2	1136	72	0,0	86	6,6
Vassdøla	11,6	5,1	2,3	1158	74	1,0	74	7,6
Liadøla	7,87	5,0	1,6	1158	72	0,0	83	6,3
Kyrkjedøla	5,65	5,0	1,1	1090	79	0,0	78	6,0
Bakkedøla	5,38	5,2	1,0	1098	83	0,1	73	6,2
Røykjedøla	9,82	5,0	2,0	1098	84	0,3	76	7,1
Tverradøla	5,18	4,1	1,3	1056	63	0,5	80	7,6

Estimert alminnelig lavvannføring ved målestasjonen Gilja er 1,5 l/s·km² og Vigdøla etter regulering i perioden 1990-2006 (for restfeltet) er 2,0 l/s·km² og for uregulert periode (1979-1988) 1,3 l/s·km². Alminnelig lavvannføring øker normalt med bl.a. økende feltstørrelse, innsjøprosent og økende spesifikk avrenning.

Alminnelig lavvannføring for Vestsideelvene er med bakgrunn i dette antatt å være i størrelsesorden 1,5 - 2,0 l/s·km². Estimert alminnelig lavvannføring for feltene separat er gitt i tabell 4.

Små elver, slik som enkelte av Vestsideelvene, kan i kortere perioder gå tilnærmet tørre.

I vassdrag med store sesongvariasjoner i vannføring, som i bre- og høyfjellsvassdrag, er det viktig å være klar over at alminnelig lavvannføring kan være en svært misvisende lavvannskaraktistikk i sommersesongen. I slike vassdrag bør man derfor være varsom med å benytte alminnelig lavvannføring som minstevannføringskrav i sommersesongen.

5-persentil sesongvannføring

5-persentil for vannføring (se definisjon, vedlegg 3) i perioden 1.5 – 30.9 (sommerhalvåret) og i perioden 1.10 – 30.4 (vinterhalvåret) er for Vestsideelvene estimert med utgangspunkt i målestasjonene Gilja og Vigdøla. Beregnet 5-persentil for sommer- og vintersesong er for Gilja henholdsvis 17,8 l/s·km² og 1,2 l/s·km². Beregnet 5-persentil for sommer- og vintersesong er for Vigdøla etter regulering er henholdsvis 19,6 l/s·km² og 1,6 l/s·km²

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

Tabell 4. Estimert alminnelig lavvannføring og 5-persentiler for sommersesong (1/5-30/9) og vintersesong (1/10-30/4) i Vestsideelvene.

	Feltareal (km ²)	Alm.l.vf.		5-persentil (s)		5-persentil (v)	
		(l/s·km ²)	(l/s)	(l/s·km ²)	(l/s)	(l/s·km ²)	(l/s)
Hompdøla	2,76	1,5	4	15,0	41	1,0	3
Kvernelvi	3,64	1,5	5	18,0	66	1,0	4
Vassdøla	11,6	2,0	23	20,0	232	1,5	17
Liadøla	7,87	1,5	12	18,0	142	1,0	8
Kyrkjedøla	5,65	1,5	8	18,0	102	1,0	6
Bakkedøla	5,38	1,5	8	18,0	97	1,0	5
Røykjedøla	9,82	2,0	20	20,0	196	1,5	15
Tverradøla	5,18	2,0	10	20,0	104	1,5	8

Restvannføring

For å bestemme restvannføringen for et punkt rett nedstrøms inntakene for overføring av Vestsideelvene og ett punkt i Jostedøla, er det laget en modell, hvor observert daglig skalert vannføring for målestasjon Gilja (1964-2006), Vigdøla (1990-2006) og Myklemyr (1990-2006) er utgangspunktet. For å beskrive bidraget til restvannføringen fra restfeltet mellom inntakene og Jostedøla er målestasjonene Krokenelv (1966-2006) og Nigardsbrevatn (1964-2006) benyttet.

Vestsideelvene

I modellen er det lagt inn følgende forutsetninger:

- Største slukeevne for overføringstunell er 30 m³/s.
- Minstevannføring (hele året): Alminnelig lavvannføring (se tabell 4).

Restvannføringen er funnet ved å trekke slukeevnen fra den estimerte vannføringen ved inntaket til overføringen. Når tilsiget er større enn overføringskapasiteten, vil alt overskytende vann gå som restvannføring. Når tilsiget er lik eller mindre enn minstevannføringen, slippes hele tilsiget.

Estimert restvannføring og naturlig vannføring for et tørt (2006), middels (1996) og vått (1990) år for Hompedøla er illustrert i figur 8. For de resterende Vestsideelvene er estimert restvannføring og naturlig vannføring for et tørt (1977), middels (1988) og vått (1990) år illustrert i figurene 9-15.

Tilsig fra restfeltene nedstrøms inntakene, vil bidra til å øke restvannføringen i Vestsideelvene. Størrelsen på restfeltene mellom inntakene og utløpet i Jostedøla er på til sammen ca. 67 km² og har et middelavløp på rundt 4,76 m³/s. I lavvannsperiodene vil bidragene være mindre. Størrelsen på de enkelte restfeltene er vist i tabell 5.

Restvannføringen for Myten (Hompedøla og Kvernelvi), Sperleelvi (Vassdøla og Liadøla), Sagarøyelvi (Kyrkjedøla og Bakkedøla) og Krundøla (Røykjedøla og Tverradøla) er vist i figurene 16-19.

Tabell 5. Restfelt mellom inntak og utløp i Jostedøla. Flere elver har sammenfallende restfelt.

	Homped.	Kvernelvi	Vassdøla	Liadøla	Kyrkjed.	Bakked.	Røykjed.	Tverrad.	Summert
Areal (km ²)	5,22		1,54		0,38		60,1		67,2
Q _N (l/s)	197		65		14		4 486		4 762

Jostedøla

Virkningene av overføring av Vestsideelvene er funnet ved å trekke fra overført vann fra vannføringen i Jostedøla før tilleggsreguleringen av Vestsideelvene. Slipp av minstevannføring ved inntakene vil fortsatt gå til Jostedøla. Det er gjort beregninger for to alternativer:

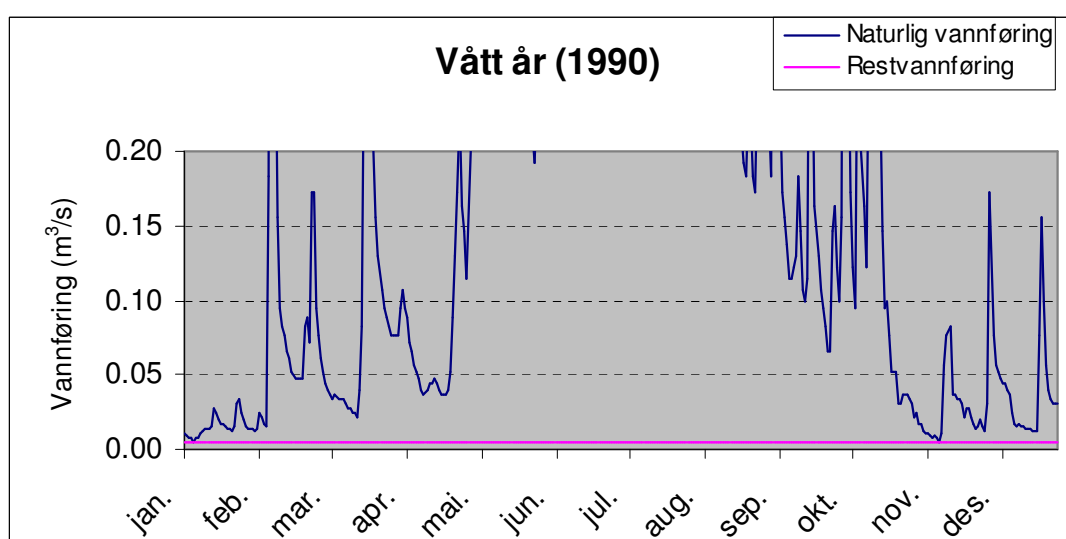
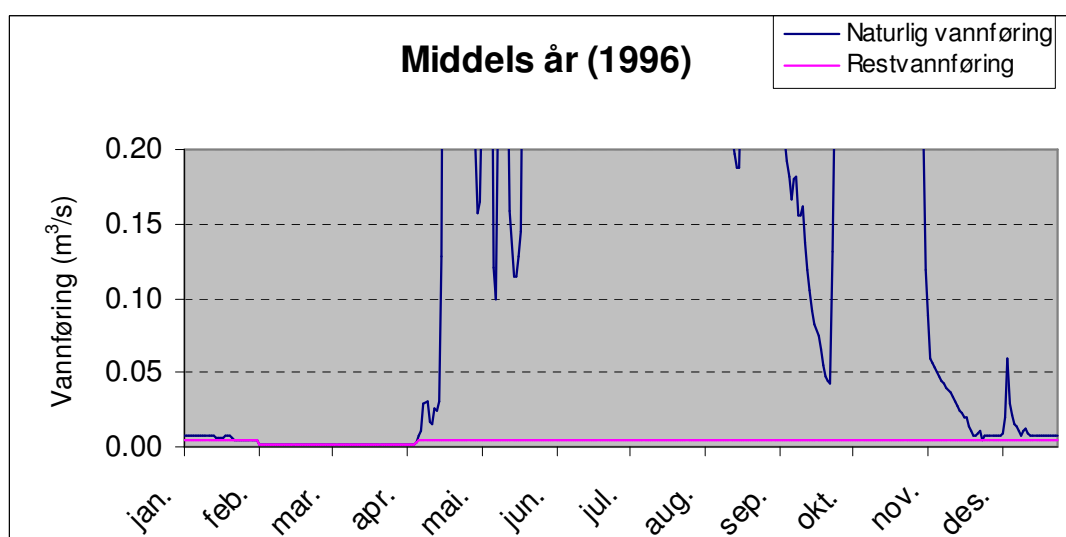
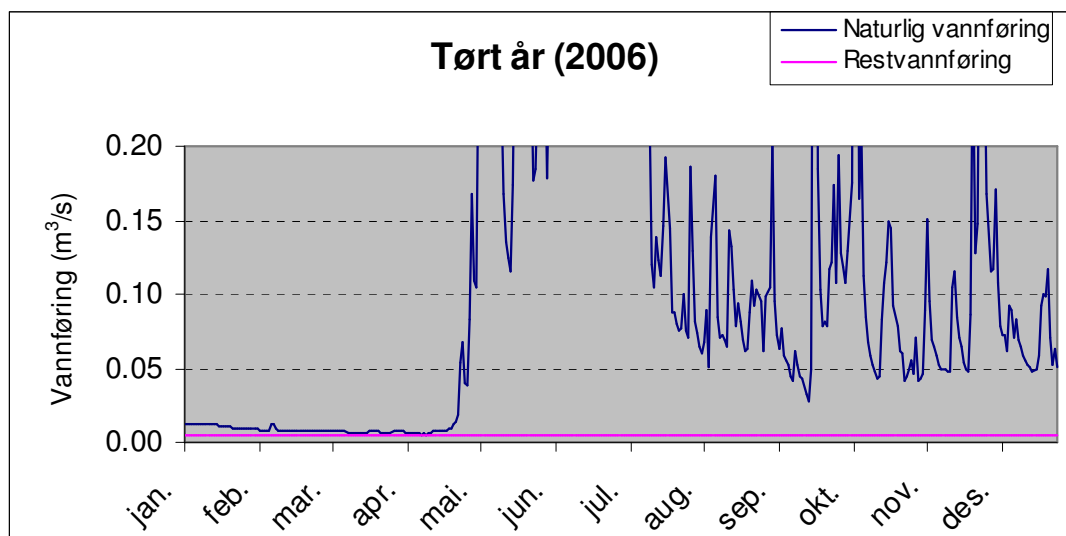
- Overføring av Vestsideelvene og drift av Vigdøla kraftverk med utløp i sjøen
- Overføring av Vestsideelvene uten drift av Vigdøla kraftverk, evt. med drift av Vigdøla kraftverk med utløp i Jostedøla

Restvannføringen i Jostedøla nedstrøms samløpet med Vigdøla er vist i figurene 20-21.

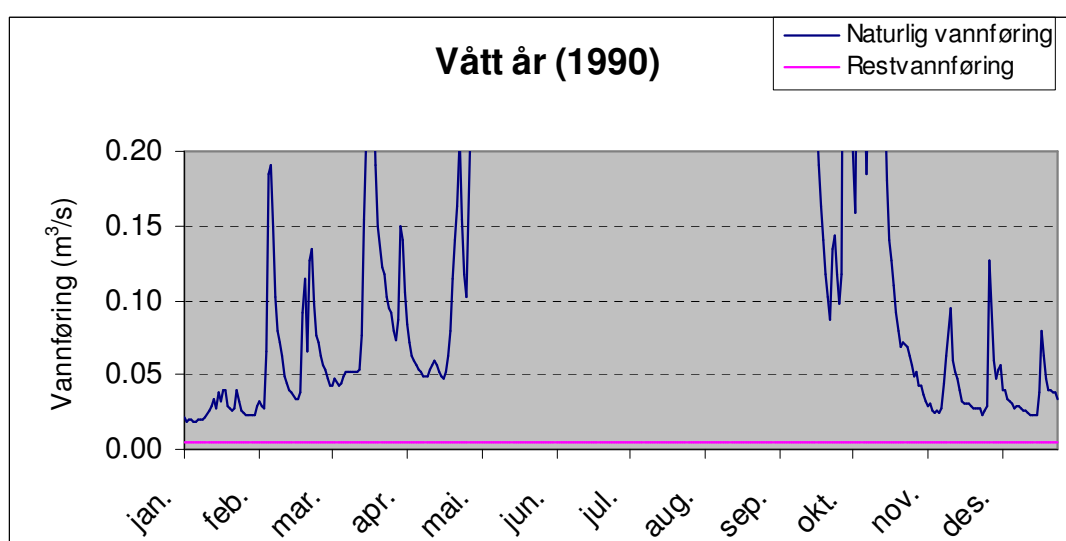
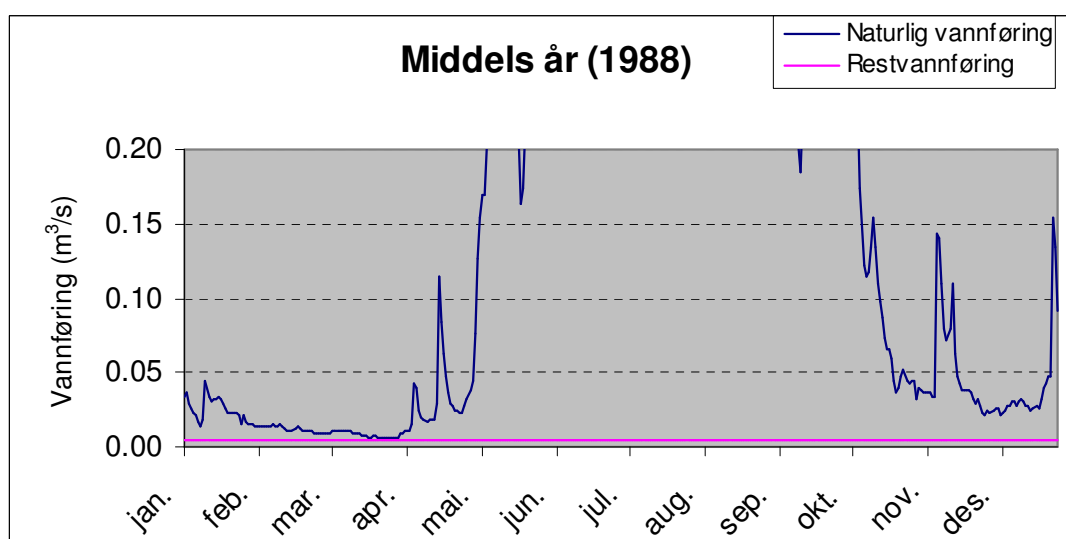
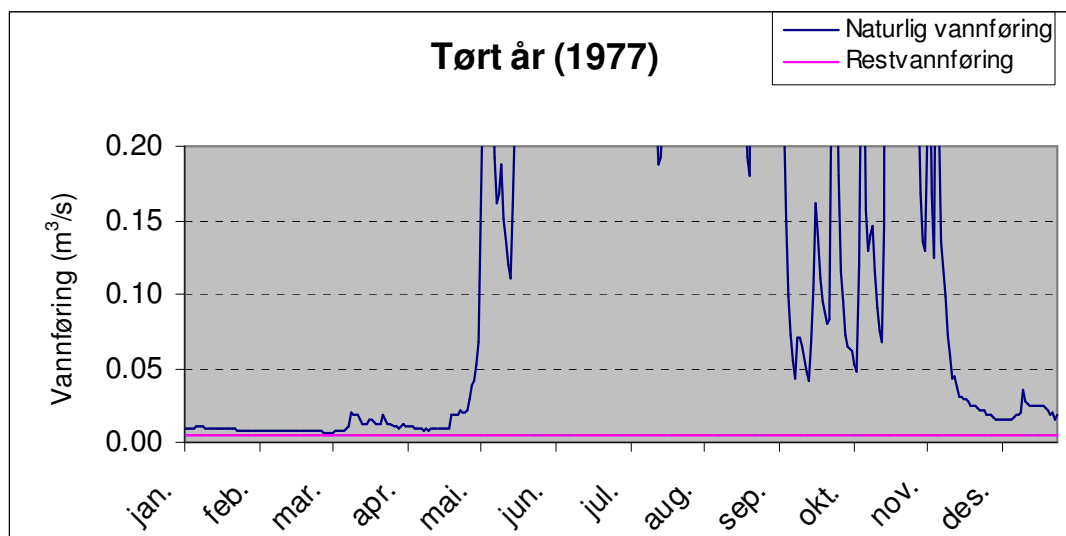
Tabell 6. Antall dager med vannføring større enn maksimal slukeevne og mindre enn minste slukeevne tillagt planlagt minstevannføring i utvalgte år. Skalert måleserie er ikke helt representativ for feltenes lavvannføringer, og antall dager i tabellen inneholder en stor grad av usikkerhet.

	Tørt år (1977)		Middels år (1988)		Vått år (1990)	
	> Qmaks	< Minstevf.	> Qmaks	< Minstevf.	> Qmaks	< Minstevf.
Hompedøla*	0	0	0	67	0	0
Kvernelvi	0	0	0	0	0	0
Vassdøla	0	48	0	16	0	0
Liadøla	0	0	0	0	0	0
Kyrkjedøla	0	0	0	0	0	0
Bakkedøla	0	0	0	5	0	0
Røykjedøla	0	48	0	16	0	0
Tverradøla	0	41	0	15	0	0

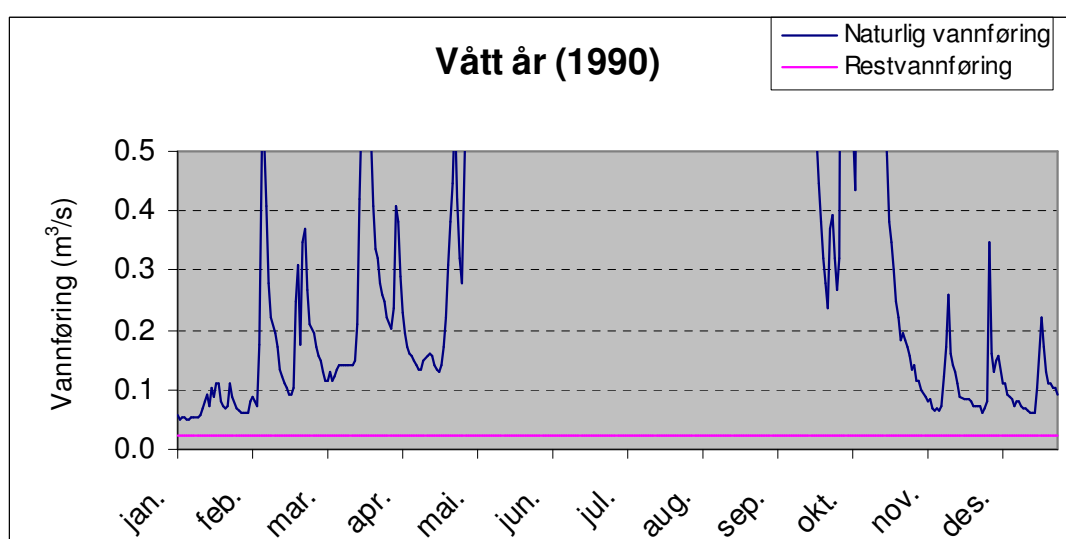
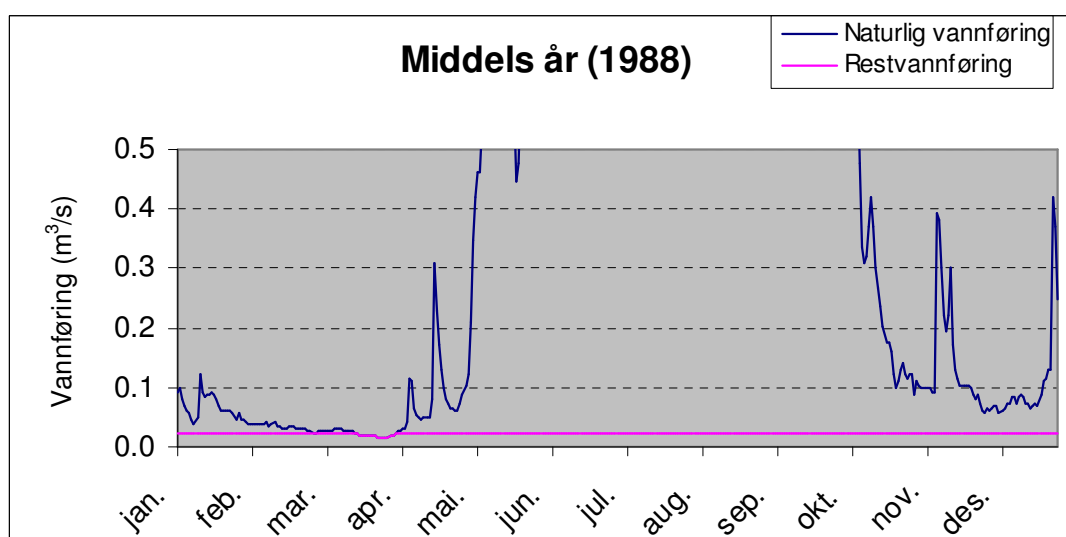
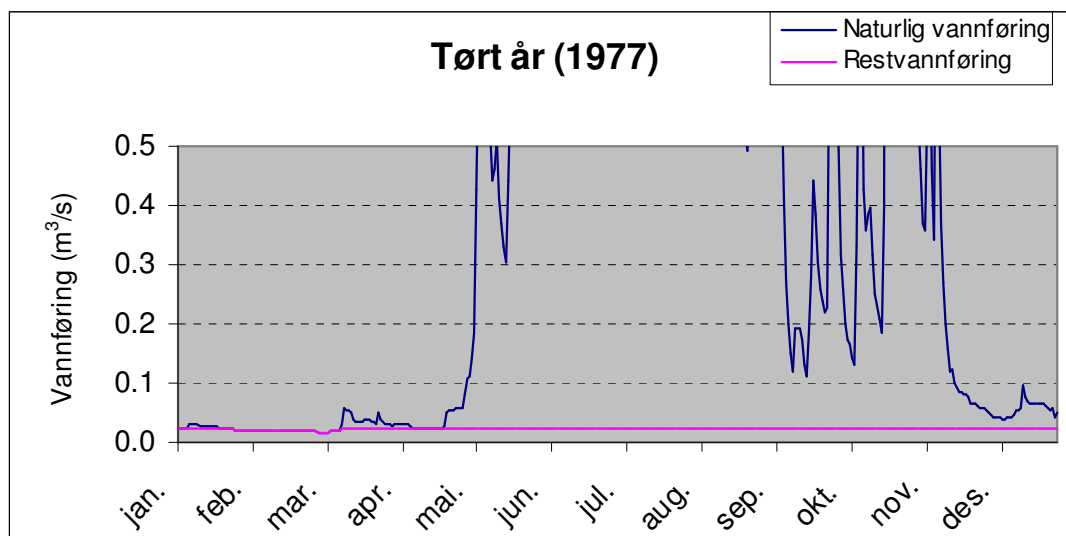
* For Hompedøla er tørt-, middels-, og vått år henholdsvis 2006, 1996 og 1990.



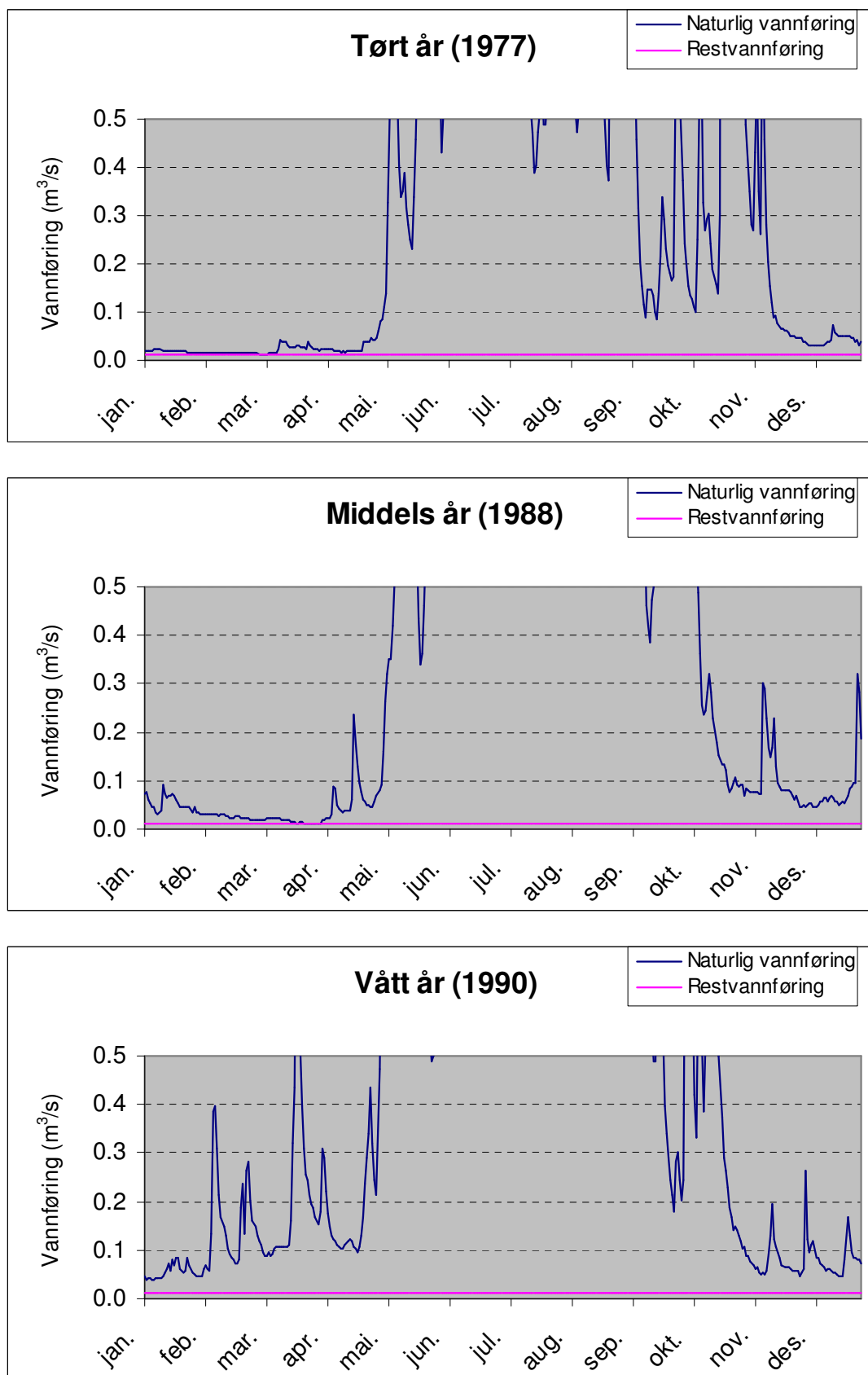
Figur 8. Restvannføringen i Hompedøla i et tørt- (2006), middels- (1996) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,135, 0,220 og 0,302 m³/s.



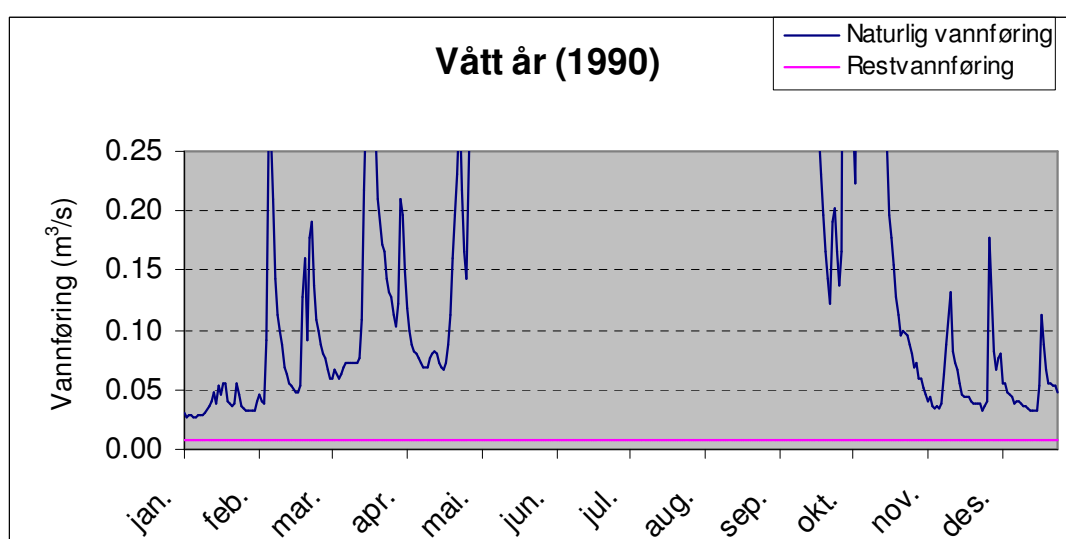
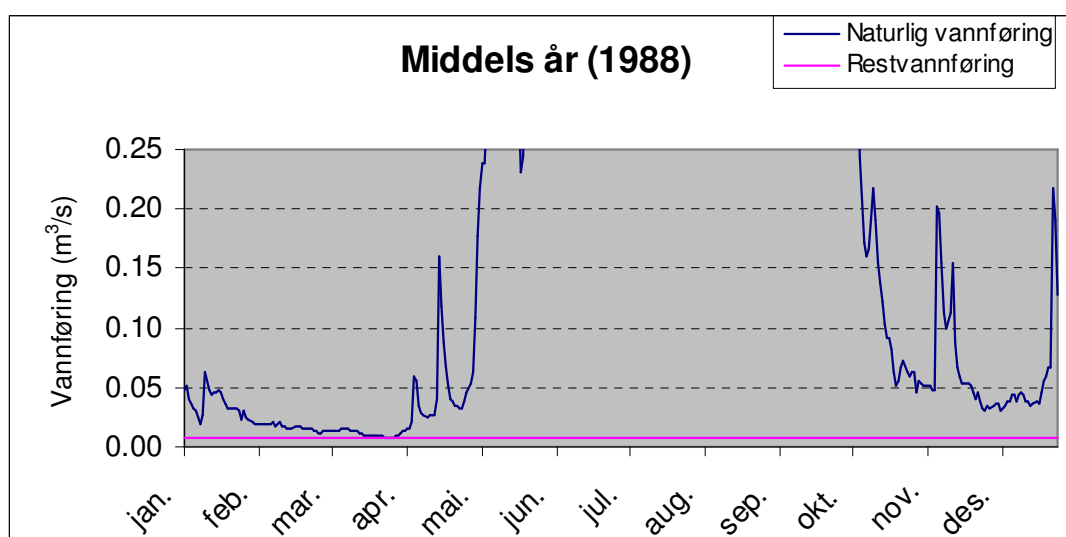
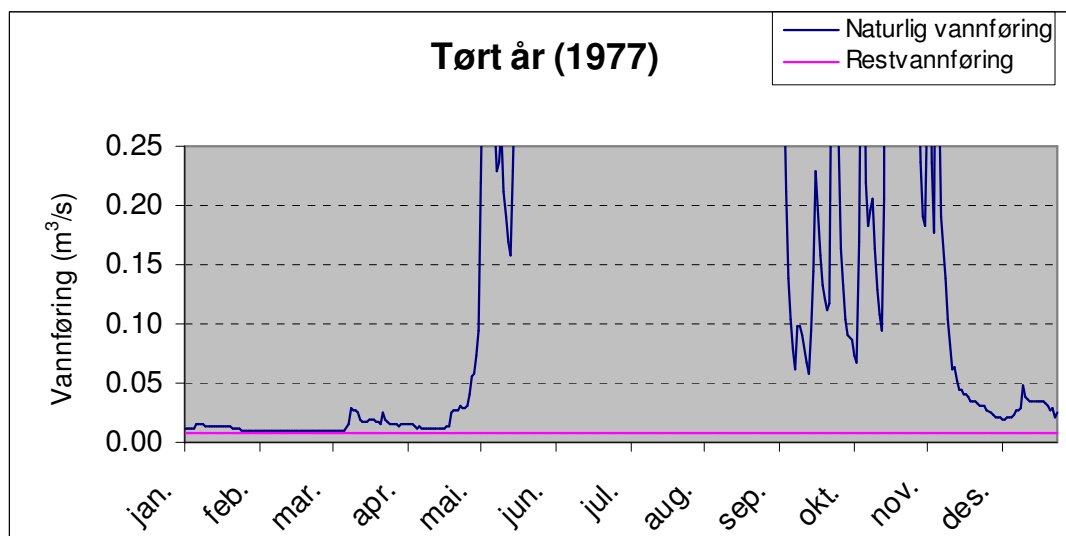
Figur 9. Restvannføringen i Kvernelvi i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,224, 0,321 og 0,440 m^3/s .



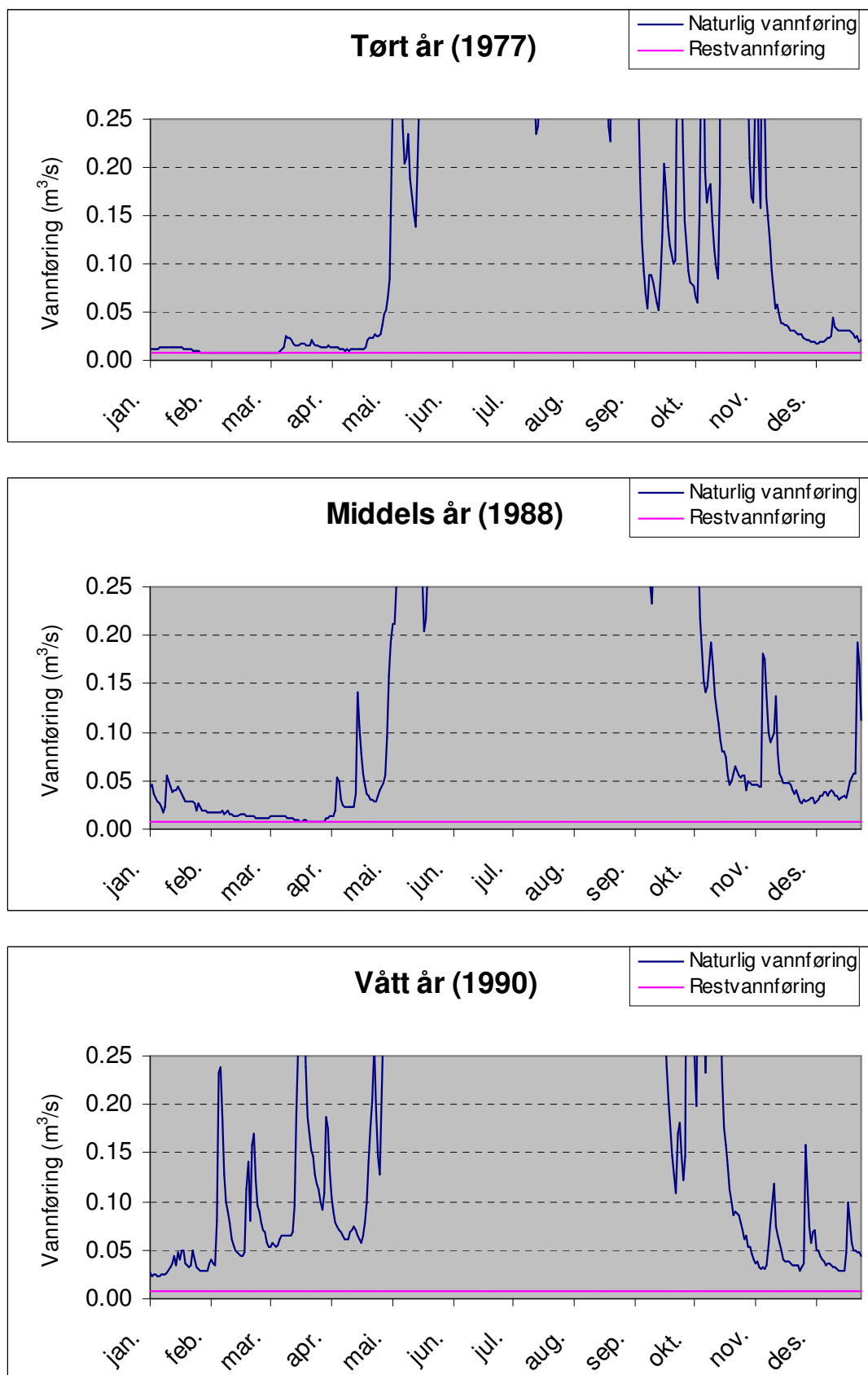
Figur 10. Restvannføringen i Vassdøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,613, 0,878 og 1,203 m^3/s .



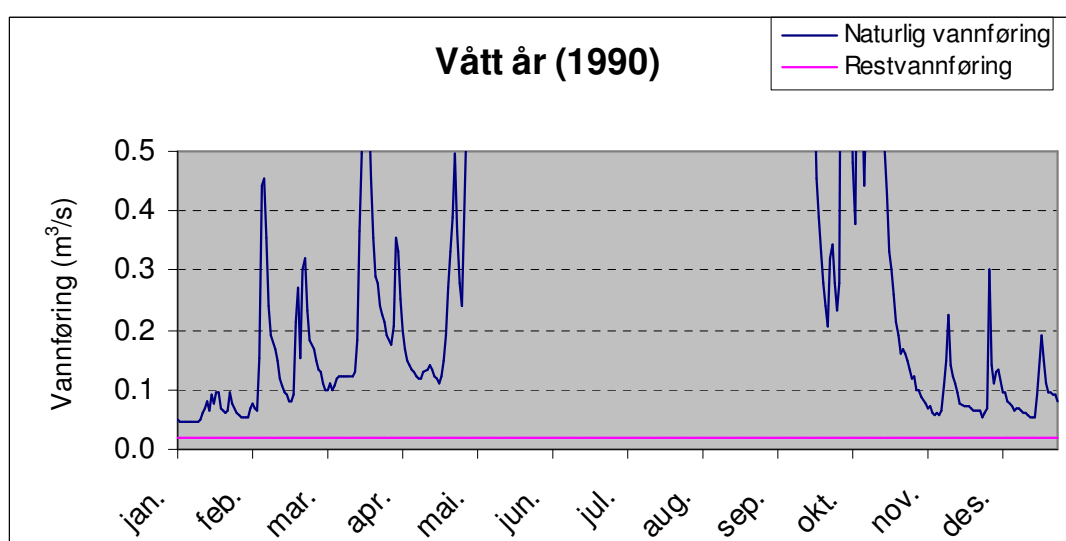
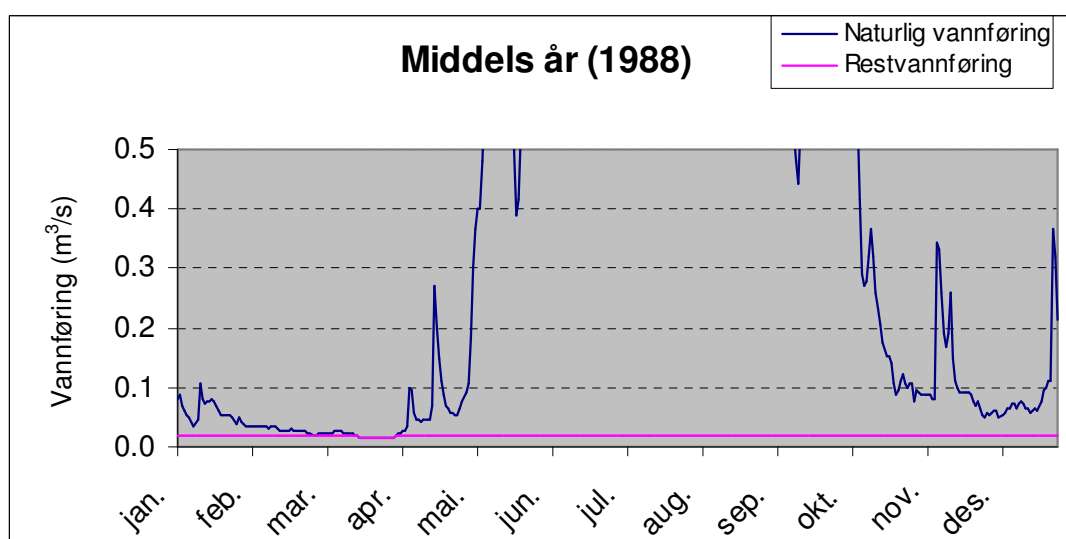
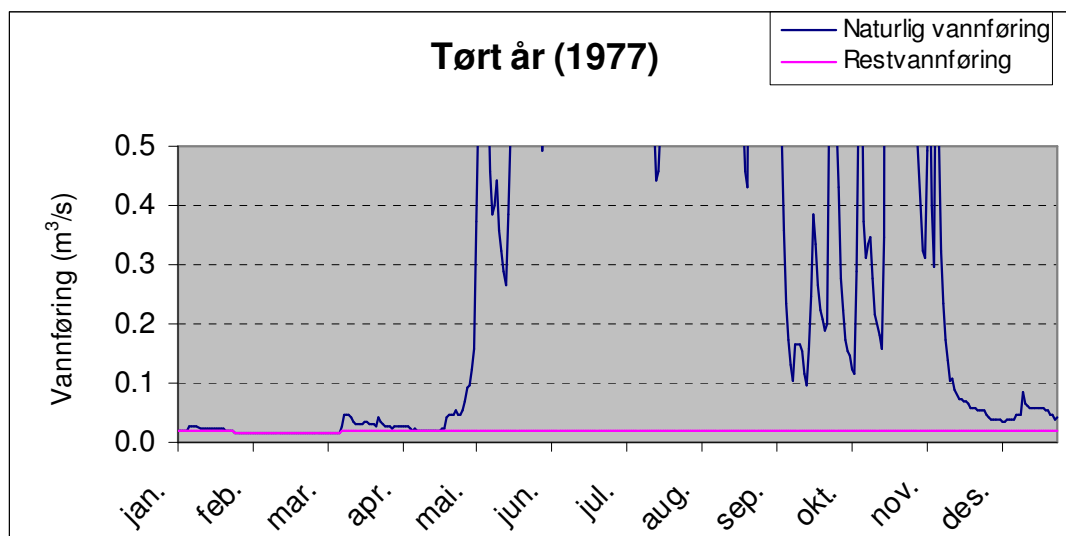
Figur 11. Restvannføringen i Liadøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med årsavrenning på henholdsvis 0,467, 0,667 og 0,915 m^3/s .



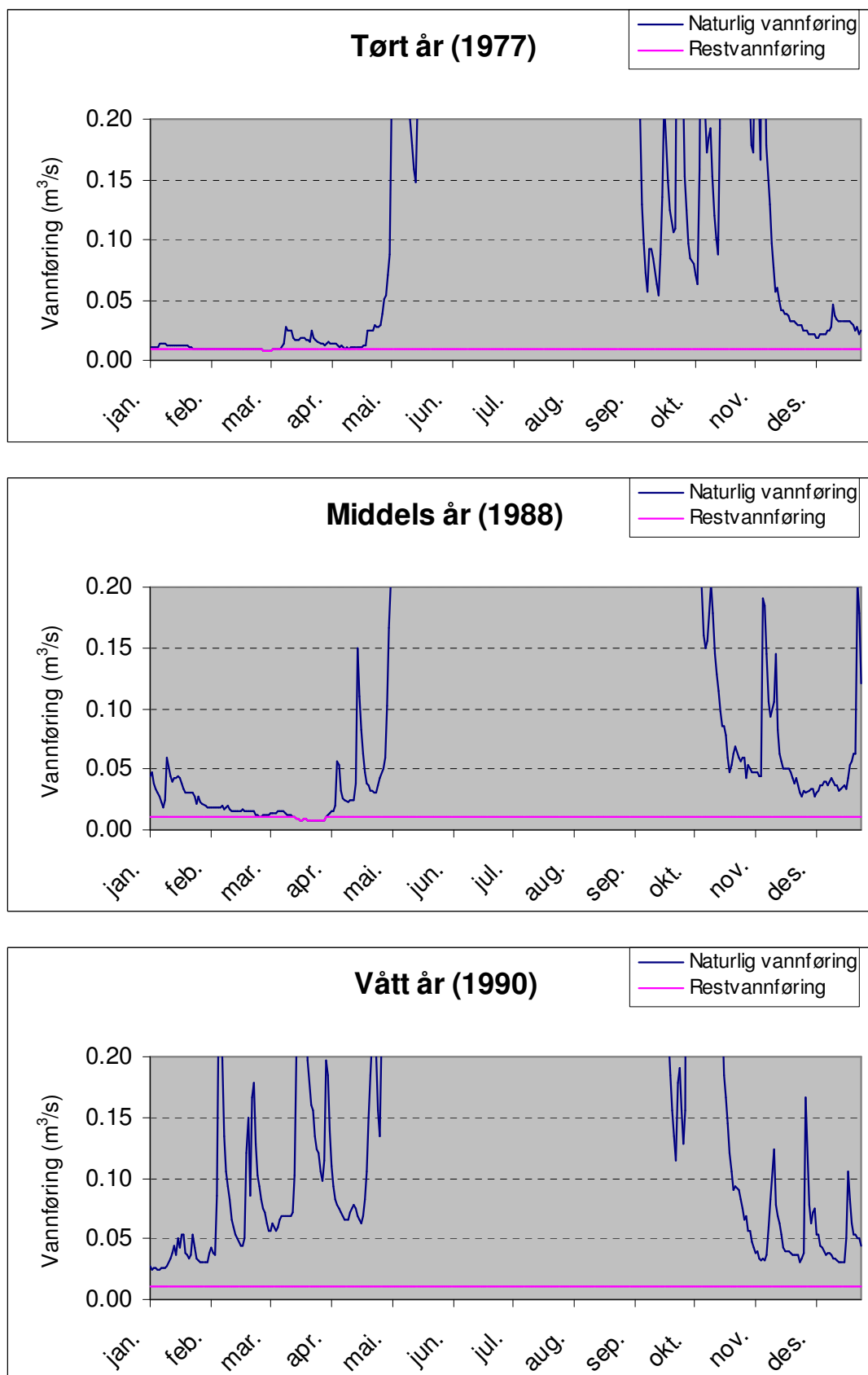
Figur 12. Restvannføringen i Kyrkjedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,315, 0,451 og 0,618 m³/s.



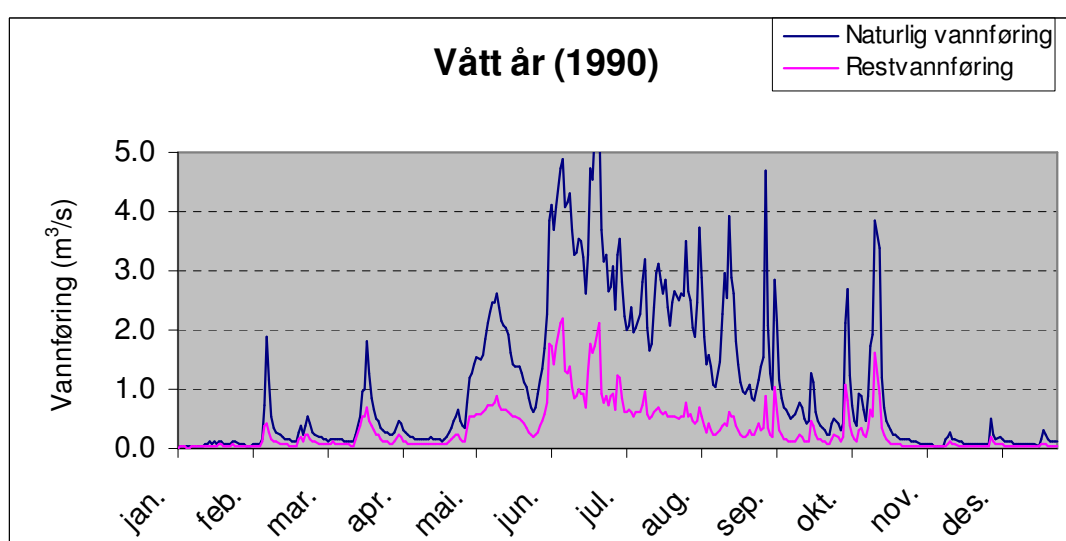
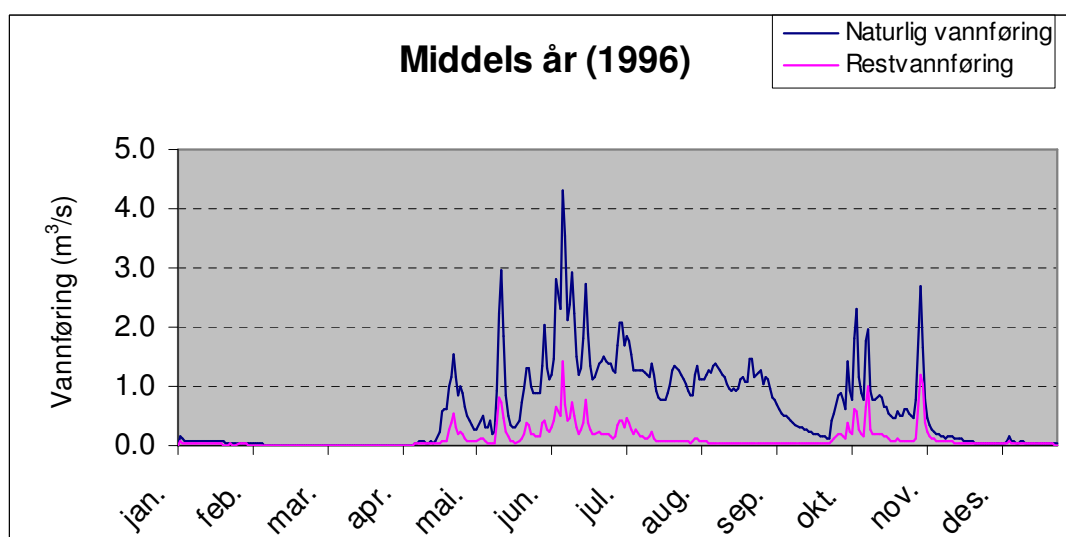
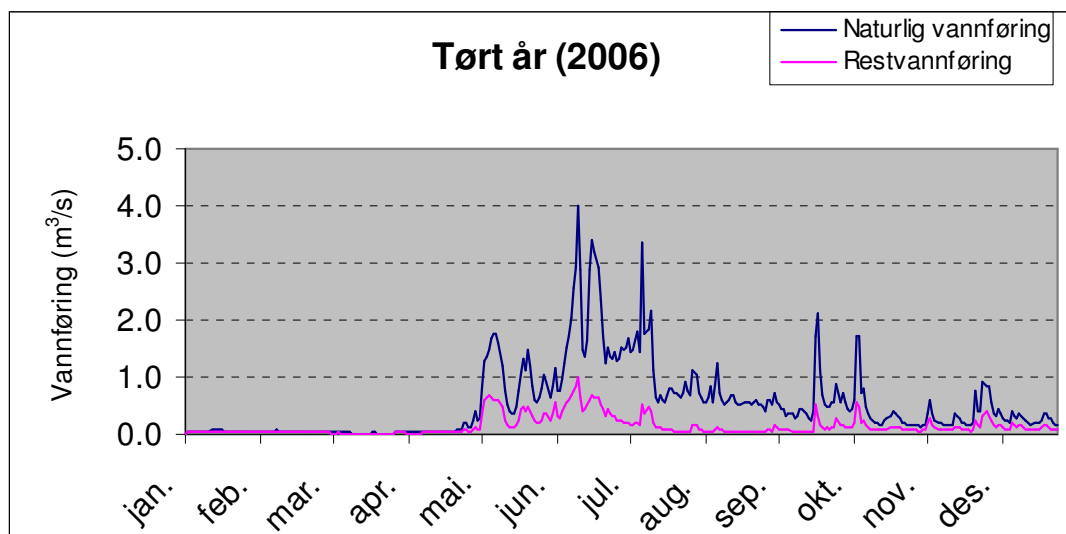
Figur 13. Restvannføringen i Bakkedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,281, 0,401 og 0,550 m^3/s .



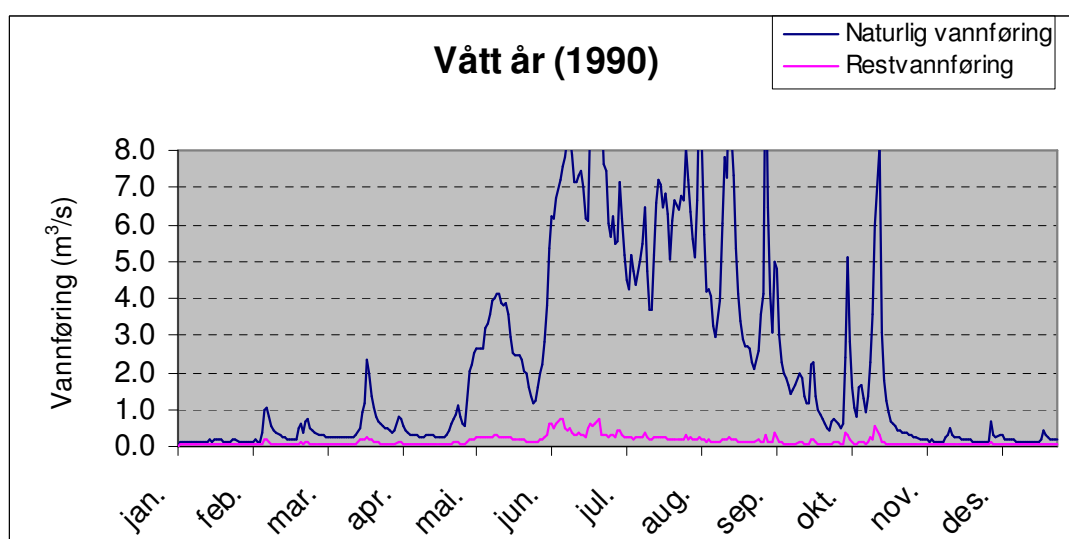
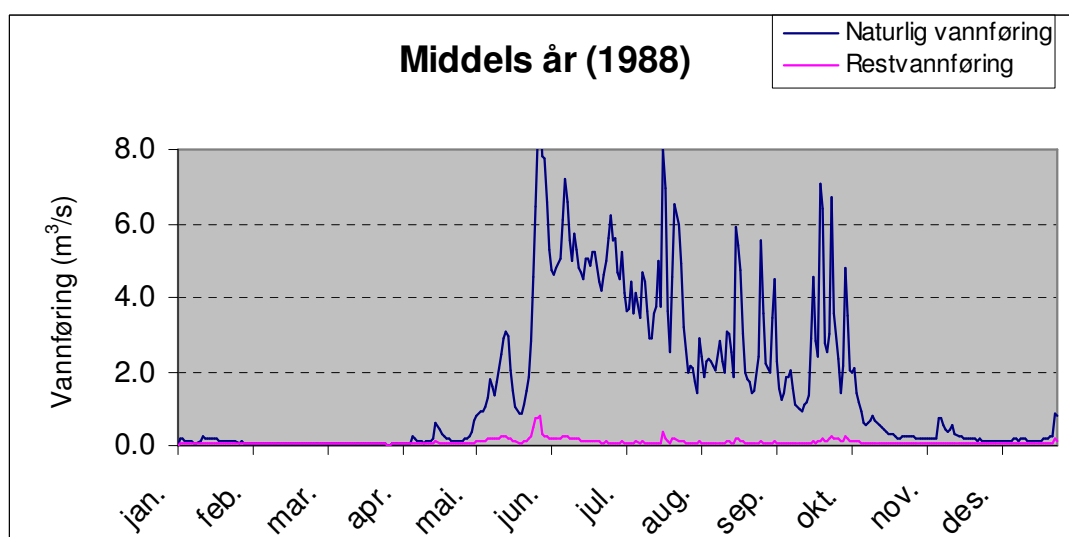
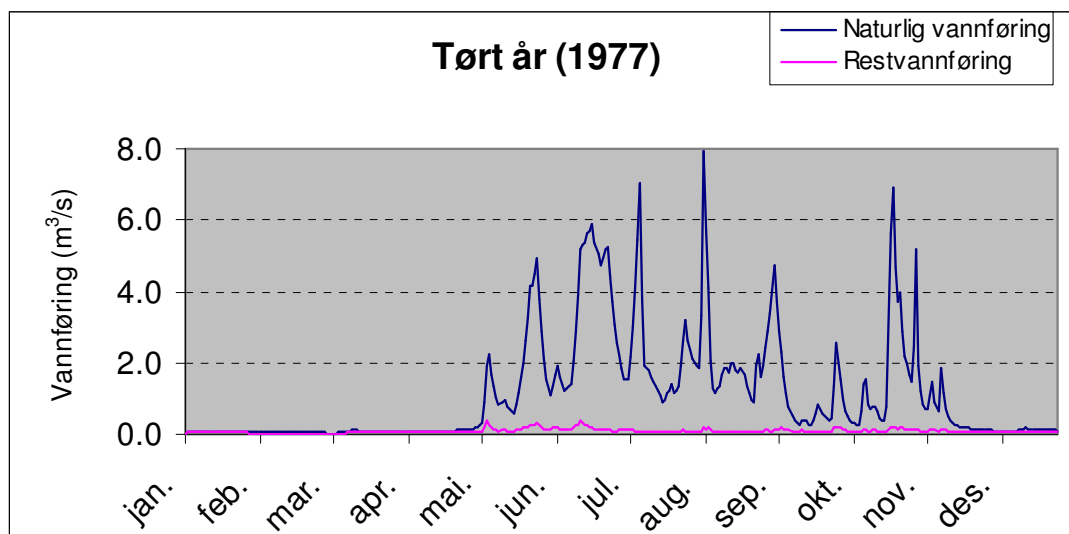
Figur 14. Restvannføringen i Røykjedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med årsavrenning på henholdsvis 0,534, 0,763 og 1,046 m³/s.



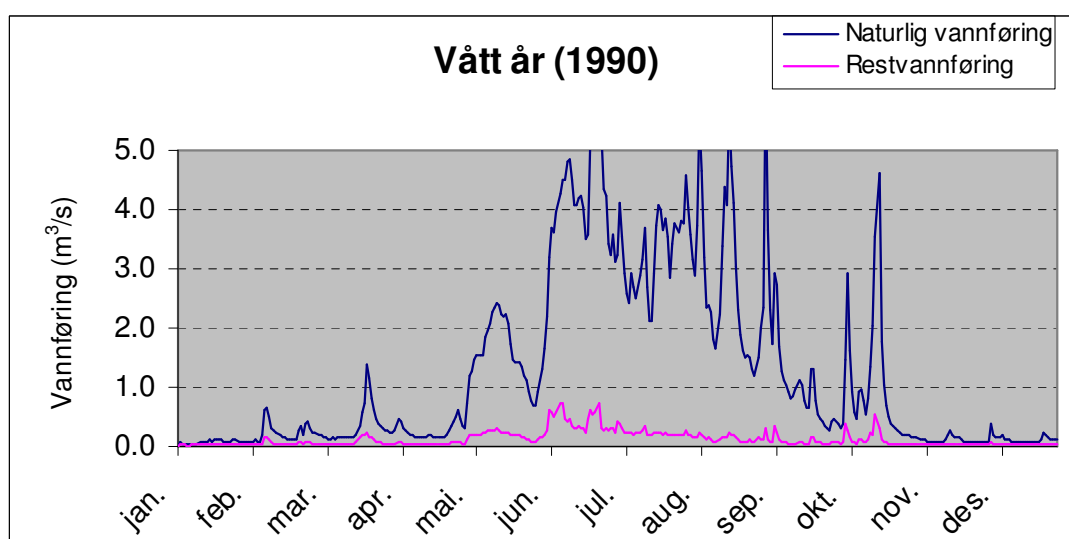
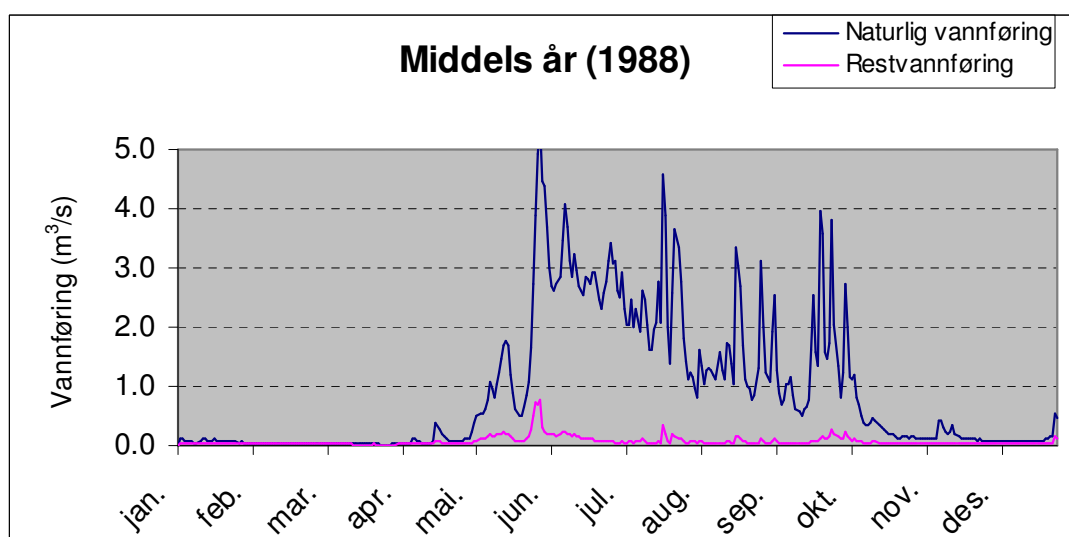
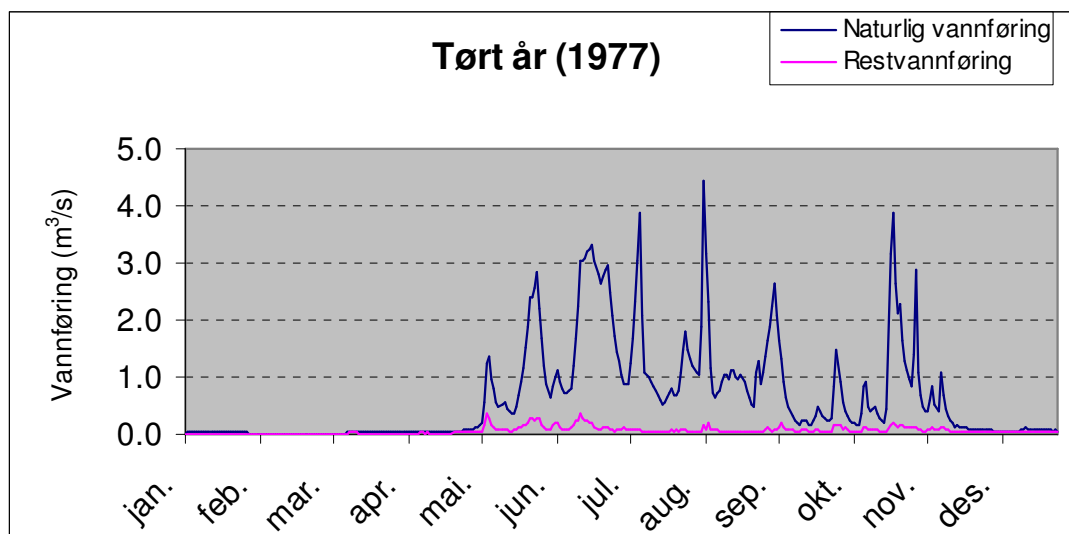
Figur 15. Restvannføringen i Tverradøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990) med års-avrenning på henholdsvis 0,296, 0,424 og 0,581 m^3/s .



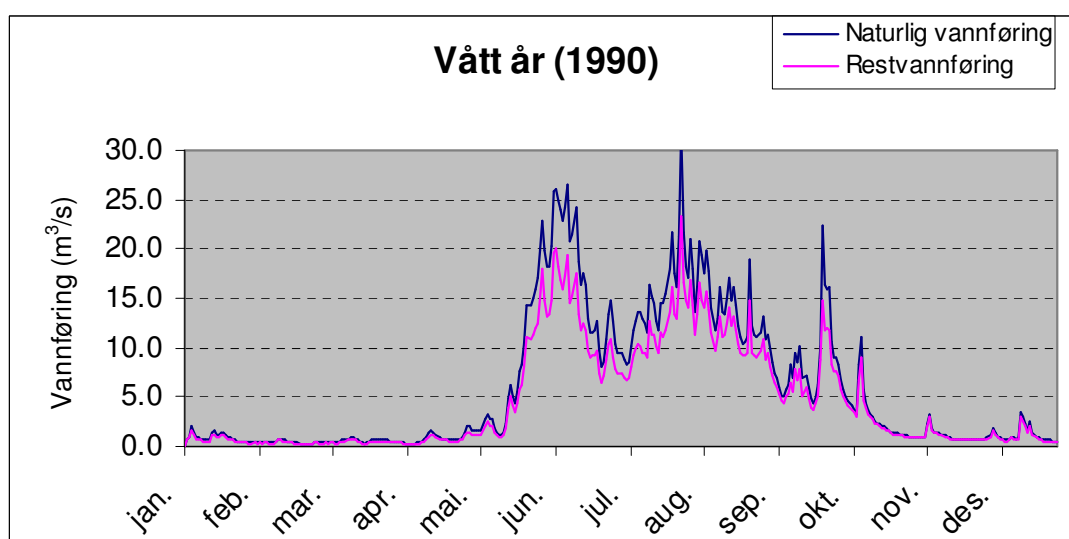
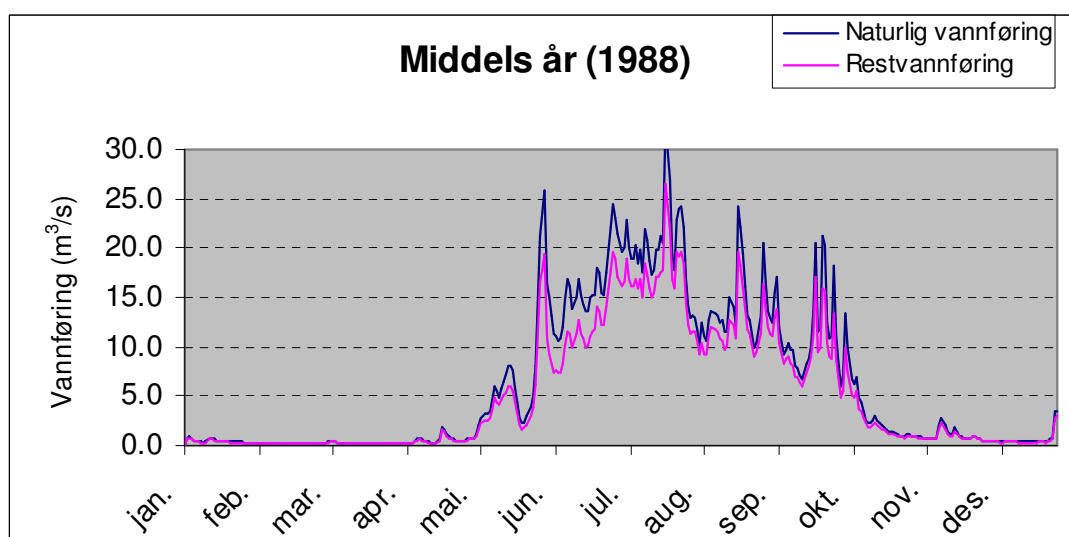
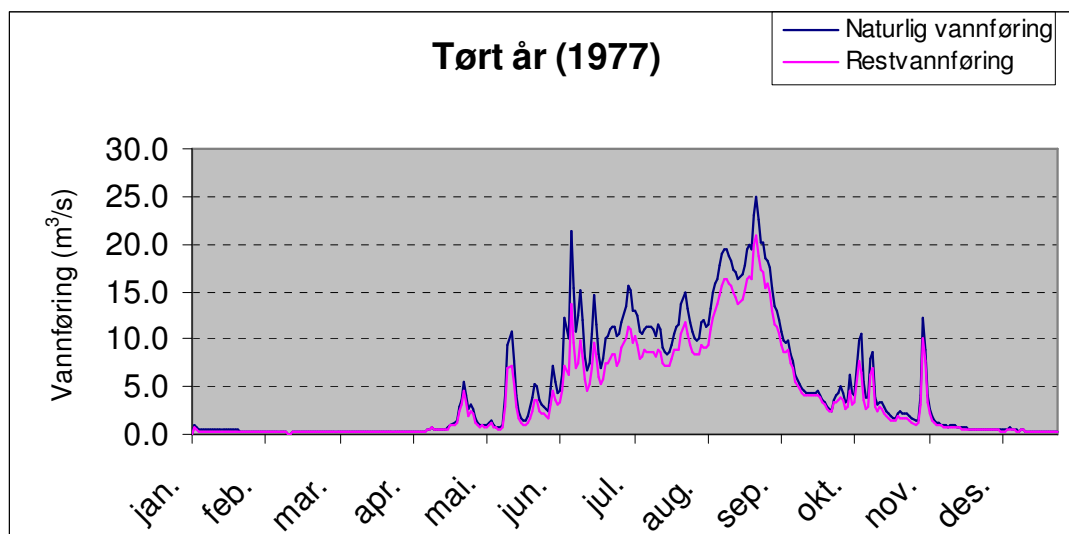
Figur 16. Restvannføringen i Myten ved samløpet med Jostedøla i et tørt- (2006), middels- (1996) og vått år (1990).



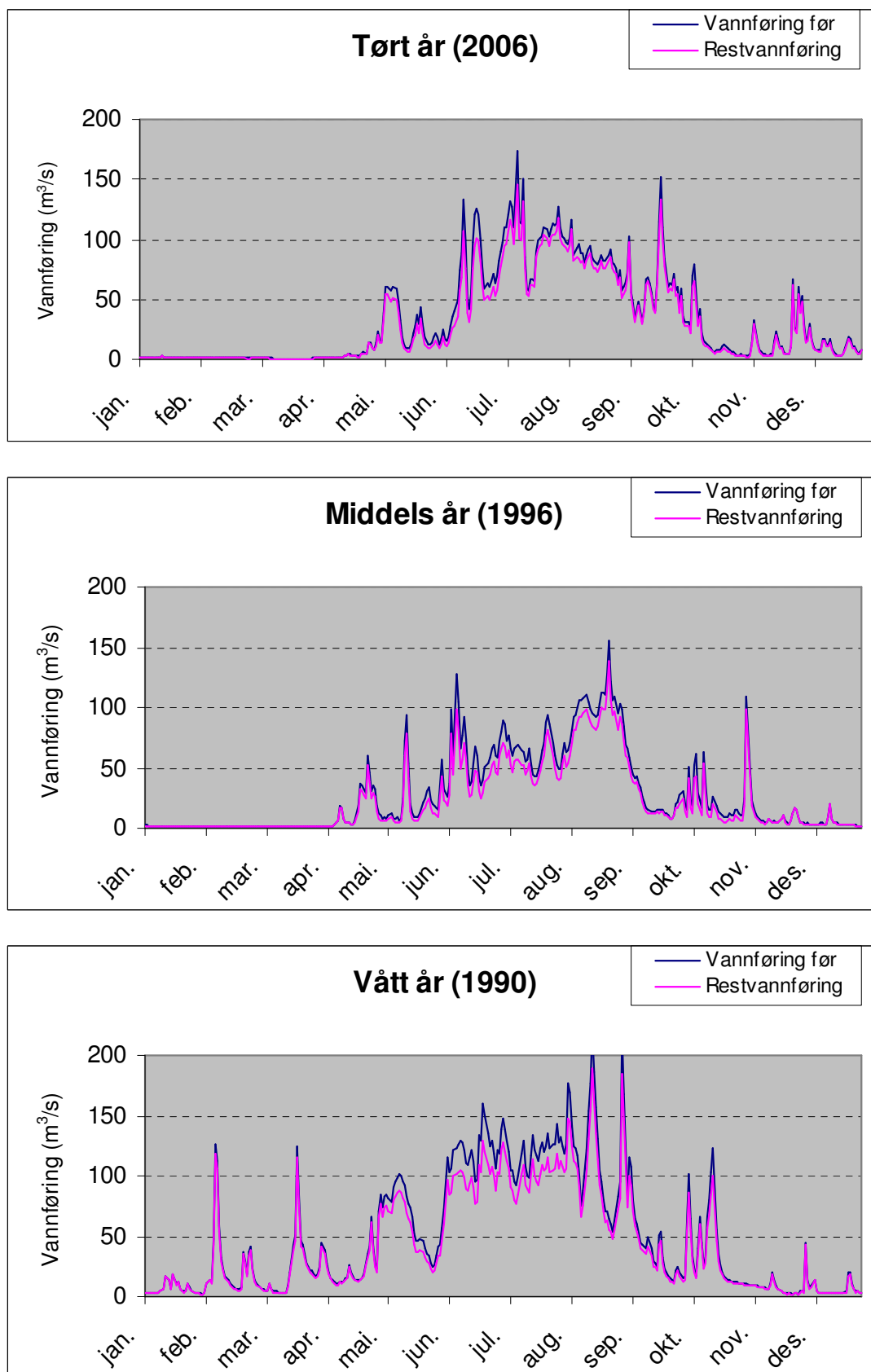
Figur 17. Restvannføringen i Sperleelvi ved samløpet med Jostedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990).



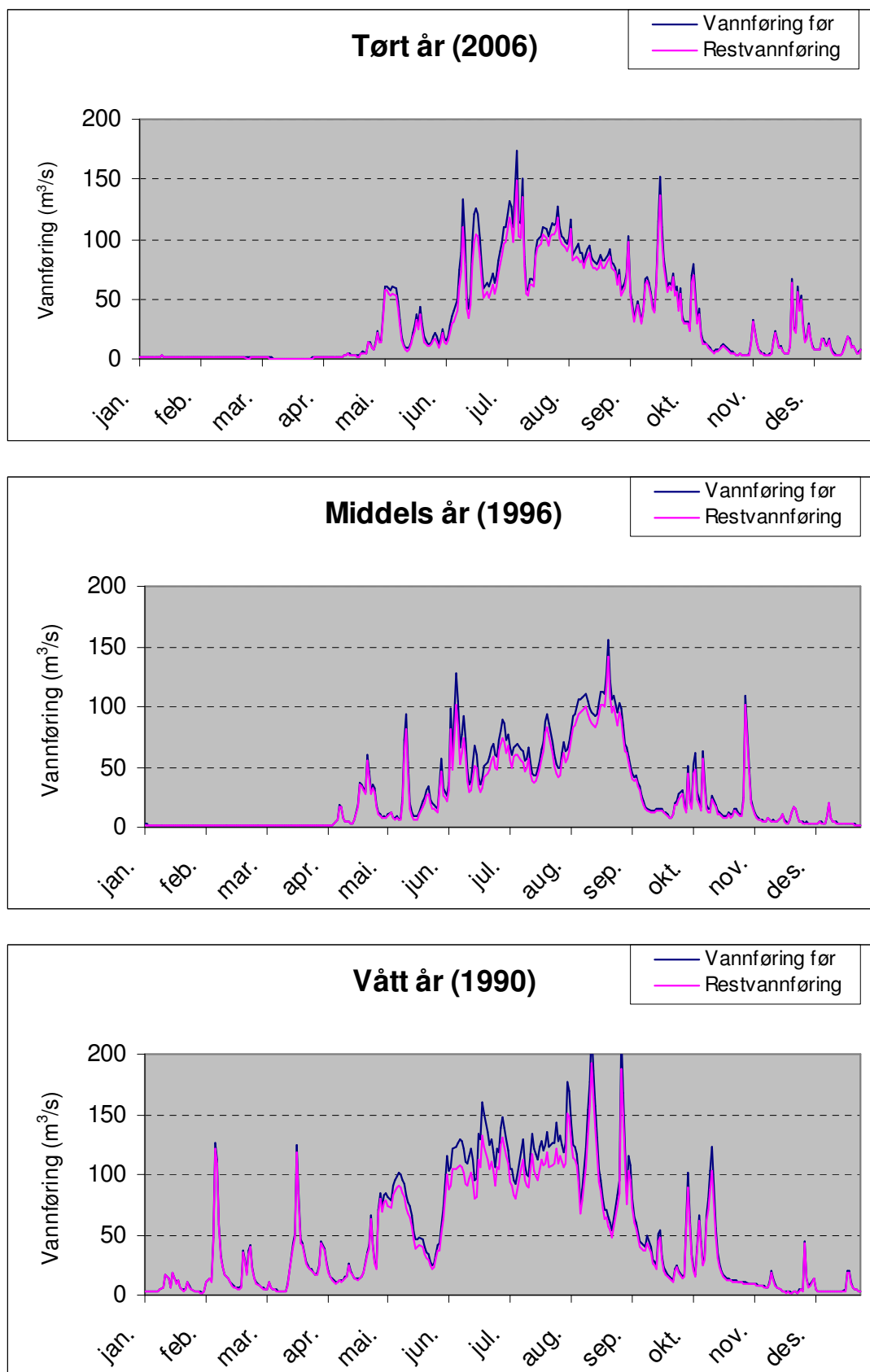
Figur 18. Restvannføringen i Sagarøyelvi ved samløpet med Jostedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990).



Figur 19. Restvannføringen i Krundøla ved samløpet med Jostedøla i et tørt- (1977), middels- (1988) og vått år (1990).



Figur 20. Restvannføringen i Jostedøla nedstrøms samløp med Vigdøla i et tørt (2006), middels (1996) og vått (1990) år etter overføring av Vestsideelvne og bygging av Vigdøla kraftverk med utløp i fjorden.



Figur 21. Restvannføringen i Jostedøla nedstrøms samløp med Vigdøla i et tørt (2006), middels (1996) og vått (1990) år etter overføring av Vestsideelvene uten Vigdøla kraftverk (evt. drift med utløp i Jostedøla).

Usikkerhet

Feltstørrelsen er arealberegnet fra kart i målestokk 1:50 000. Usikkerheten i målt feltareal kan utgjøre noen prosent. Det anbefales å undersøke at nedbørfeltgrensene i figur 1 er riktig digitalisert ved en befaring i feltet. Det er ekstra stor usikkerhet rundt feltgrenser i områder over bre.

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 noe for positivt bilde av utnyttbar vannmengde.

Aktuelt informasjonsmateriale

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

- 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 Vestsideelvene

Vedlegg 2: Varighetskurver

Vedlegg 3: Definisjoner

VEDLEGG 1: Årsmiddelvannføringer

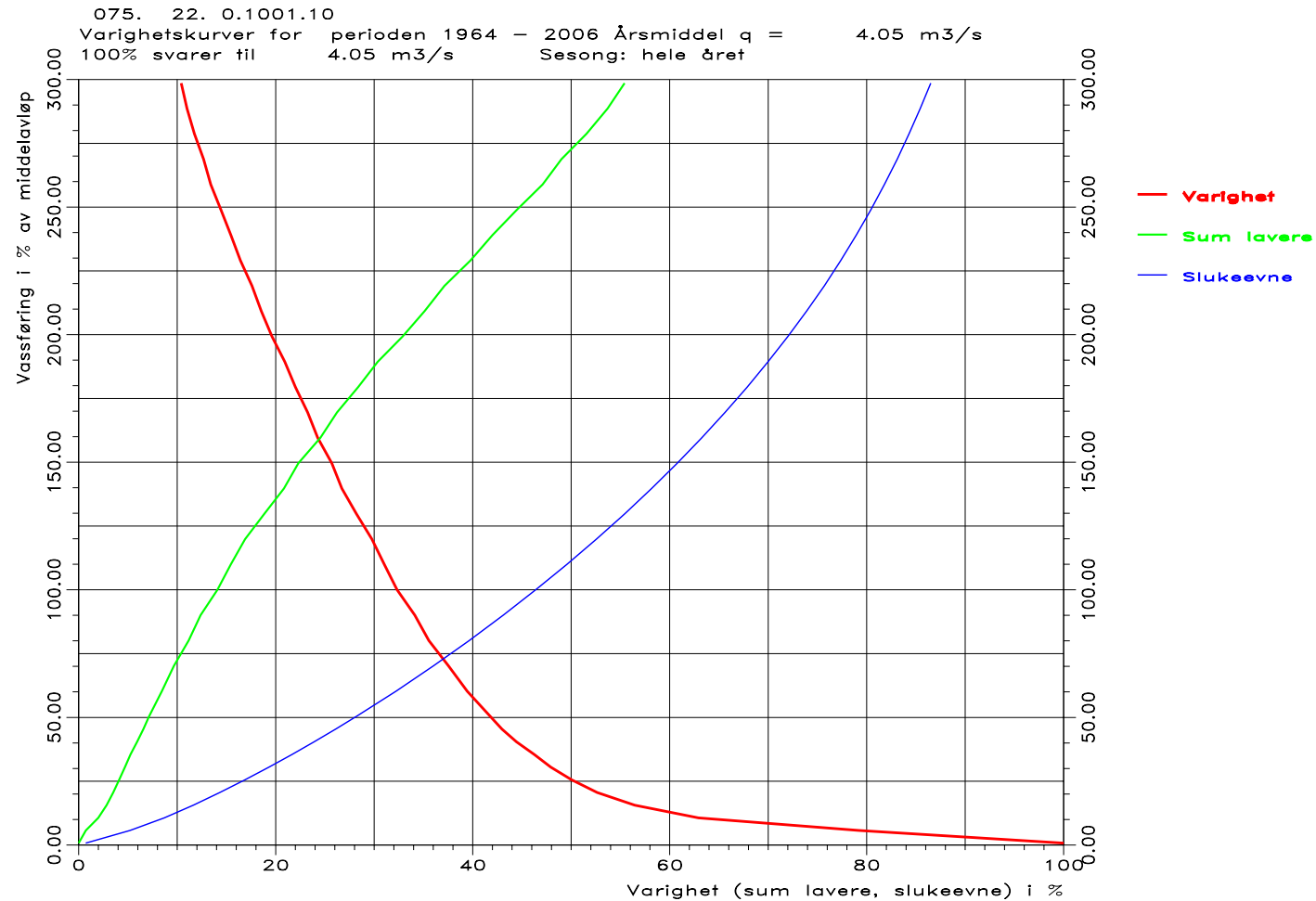
(Observerte avrenning ved Gilja og Vigdøla er skalert for å gi representativ avrenning i Vestsideelvene)

År	Bakkedøla	Kyrkjedøla	Liadøla	Vassdøla	Kvernelvi	Hompedøla	Tverradøla	Røykjedøla
1964	0.341	0.384	0.568	0.746	0.273	-	0.361	0.649
1965	0.342	0.385	0.569	0.748	0.273	-	0.361	0.651
1966	0.334	0.375	0.555	0.730	0.267	-	0.353	0.635
1967	0.455	0.511	0.756	0.994	0.363	-	0.480	0.864
1968	0.413	0.464	0.686	0.902	0.330	-	0.436	0.784
1969	0.364	0.410	0.606	0.797	0.291	-	0.385	0.693
1970	0.368	0.413	0.611	0.803	0.294	-	0.388	0.699
1971	0.413	0.464	0.686	0.902	0.329	-	0.435	0.784
1972	0.403	0.453	0.670	0.881	0.322	-	0.425	0.766
1973	0.450	0.506	0.749	0.984	0.360	-	0.475	0.856
1974	0.346	0.389	0.575	0.756	0.276	-	0.365	0.658
1975	0.464	0.522	0.772	1.015	0.371	-	0.490	0.883
1976	0.381	0.428	0.634	0.833	0.305	-	0.402	0.725
1977	0.281	0.315	0.467	0.613	0.224	-	0.296	0.534
1978	0.323	0.363	0.537	0.707	0.258	-	0.341	0.614
1979	0.420	0.472	0.699	0.919	0.336	-	0.444	0.799
1980	0.319	0.358	0.530	0.697	0.255	-	0.337	0.606
1981	0.395	0.443	0.656	0.862	0.315	-	0.417	0.750
1982	0.341	0.383	0.567	0.746	0.273	-	0.360	0.649
1983	0.418	0.470	0.695	0.913	0.334	-	0.441	0.794
1984	0.376	0.423	0.626	0.823	0.301	-	0.397	0.716
1985	0.380	0.427	0.632	0.831	0.304	-	0.401	0.722
1986	0.364	0.409	0.605	0.795	0.291	-	0.384	0.692
1987	0.345	0.388	0.573	0.754	0.275	-	0.364	0.656
1988	0.401	0.451	0.667	0.878	0.321	-	0.424	0.763
1989	0.465	0.523	0.773	1.017	0.372	-	0.491	0.884
1990	0.550	0.618	0.915	1.203	0.440	0.302	0.581	1.046
1991	0.358	0.402	0.595	0.782	0.286	0.185	0.378	0.680
1992	0.436	0.490	0.724	0.952	0.348	0.242	0.460	0.828
1993	0.377	0.424	0.627	0.824	0.301	0.228	0.398	0.717
1994	0.423	0.476	0.704	0.925	0.338	0.273	0.447	0.805
1995	0.492	0.553	0.818	1.075	0.393	0.246	0.519	0.935
1996	0.344	0.386	0.571	0.751	0.275	0.220	0.363	0.653
1997	0.433	0.487	0.720	0.947	0.346	0.208	0.457	0.824
1998	0.367	0.412	0.610	0.802	0.293	0.193	0.387	0.698
1999	0.417	0.469	0.693	0.911	0.333	0.245	0.440	0.793
2000	0.467	0.525	0.777	1.022	0.373	0.295	0.493	0.889
2001	0.324	0.364	0.539	0.708	0.259	0.181	0.342	0.616
2002	0.408	0.459	0.678	0.892	0.326	0.175	0.431	0.776
2003	0.374	0.420	0.621	0.816	0.298	0.161	0.394	0.710
2004	0.364	0.409	0.604	0.795	0.290	0.167	0.384	0.691
2005	0.500	0.562	0.831	1.093	0.399	0.236	0.528	0.950
2006	0.333	0.374	0.554	0.728	0.266	0.135	0.352	0.633

VEDLEGG 2: Varighetskurver

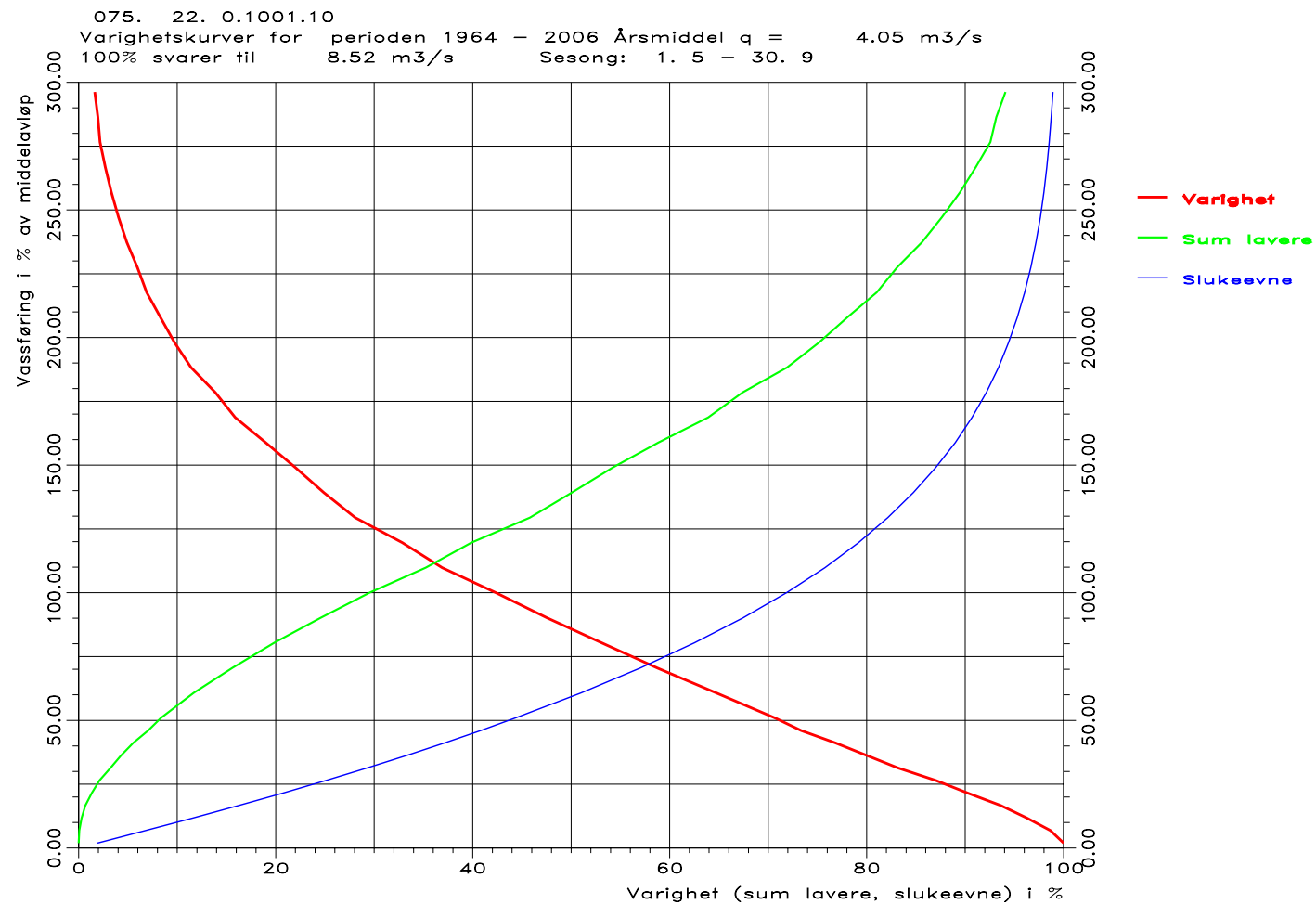
Varighetskurve for hele året

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gilja. Kurven gjelder for Vestsideelvene med unntak av Hompedøla. Korrekt normalavløp må benyttes.



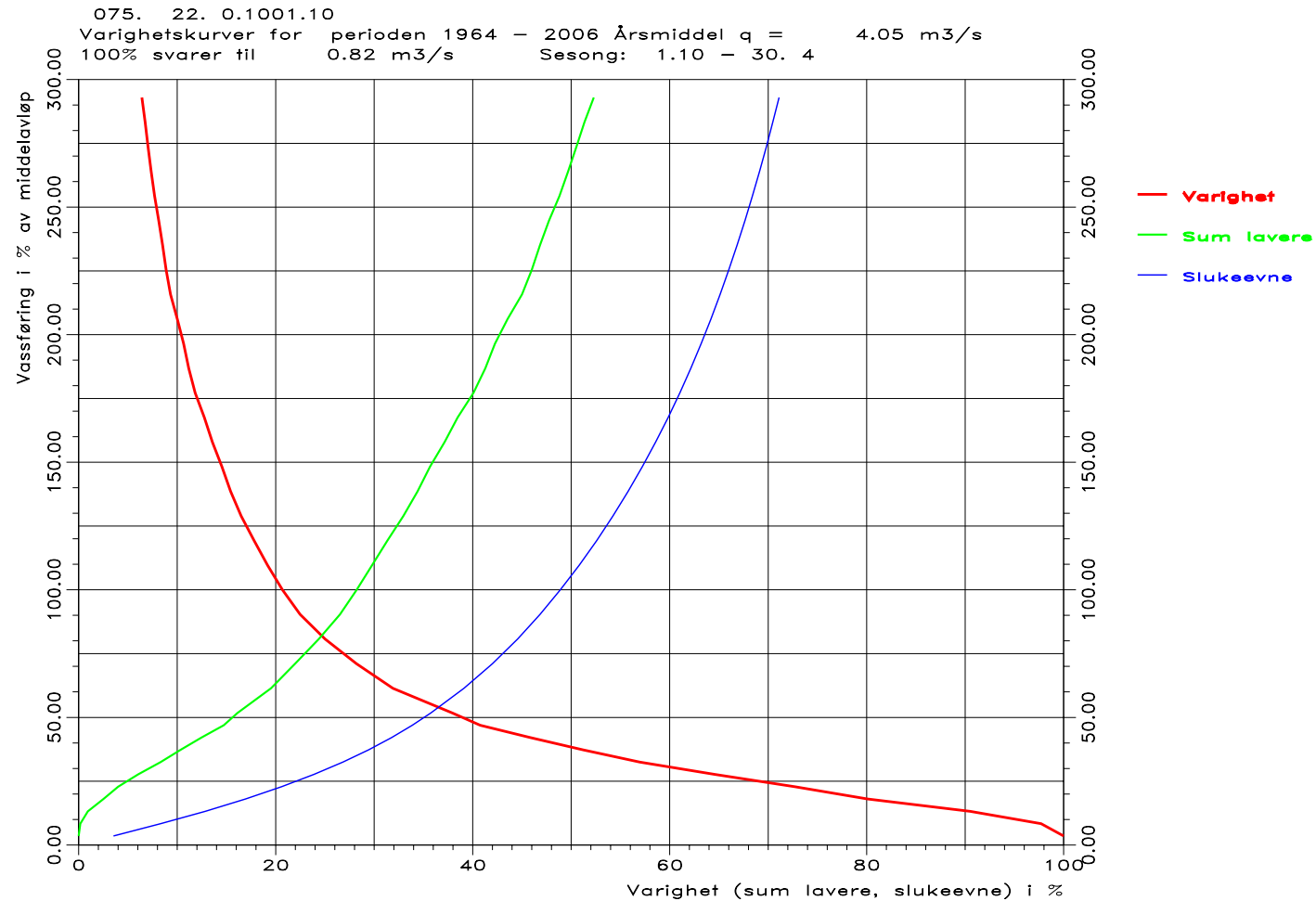
Varighetskurve for sommersesongen (1/5 - 30/9)

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gilja. Ved bruk av kurven må korrekt middsverdi for sesongen benyttes. Kurven gjelder for Vestsiddeelvene med unntak av Hompedøla.



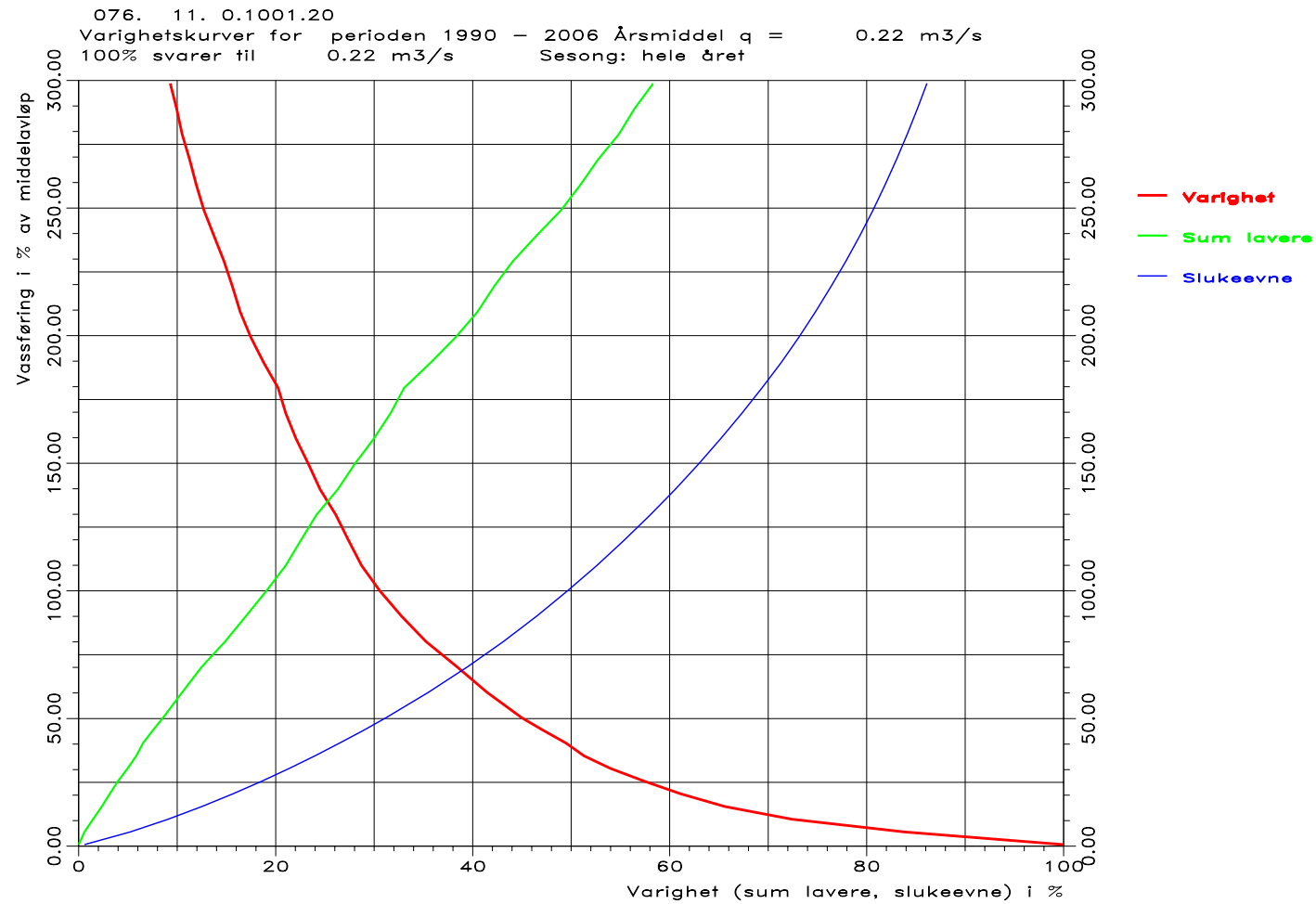
Varighetskurve for vintersesongen (1/10 - 30/4)

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Gilja. Ved bruk av kurvene må korrekt middelerdien for sesongen benyttes. Kurven gjelder for Vestsiddeelvene med unntak av Hompedøla.



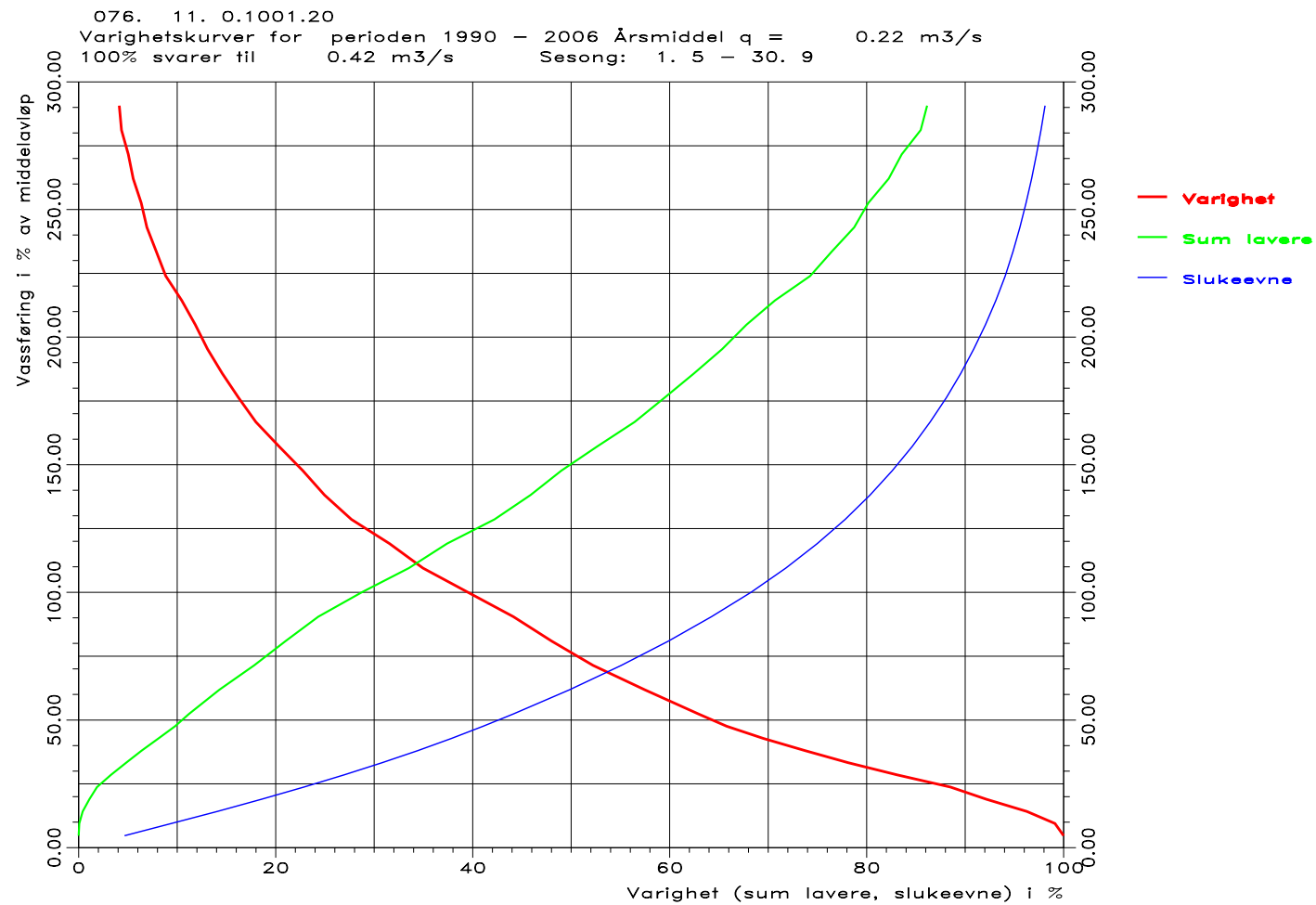
Varighetskurver for hele året

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Vigdøla. Kurvene gjelder for Hompedøla.



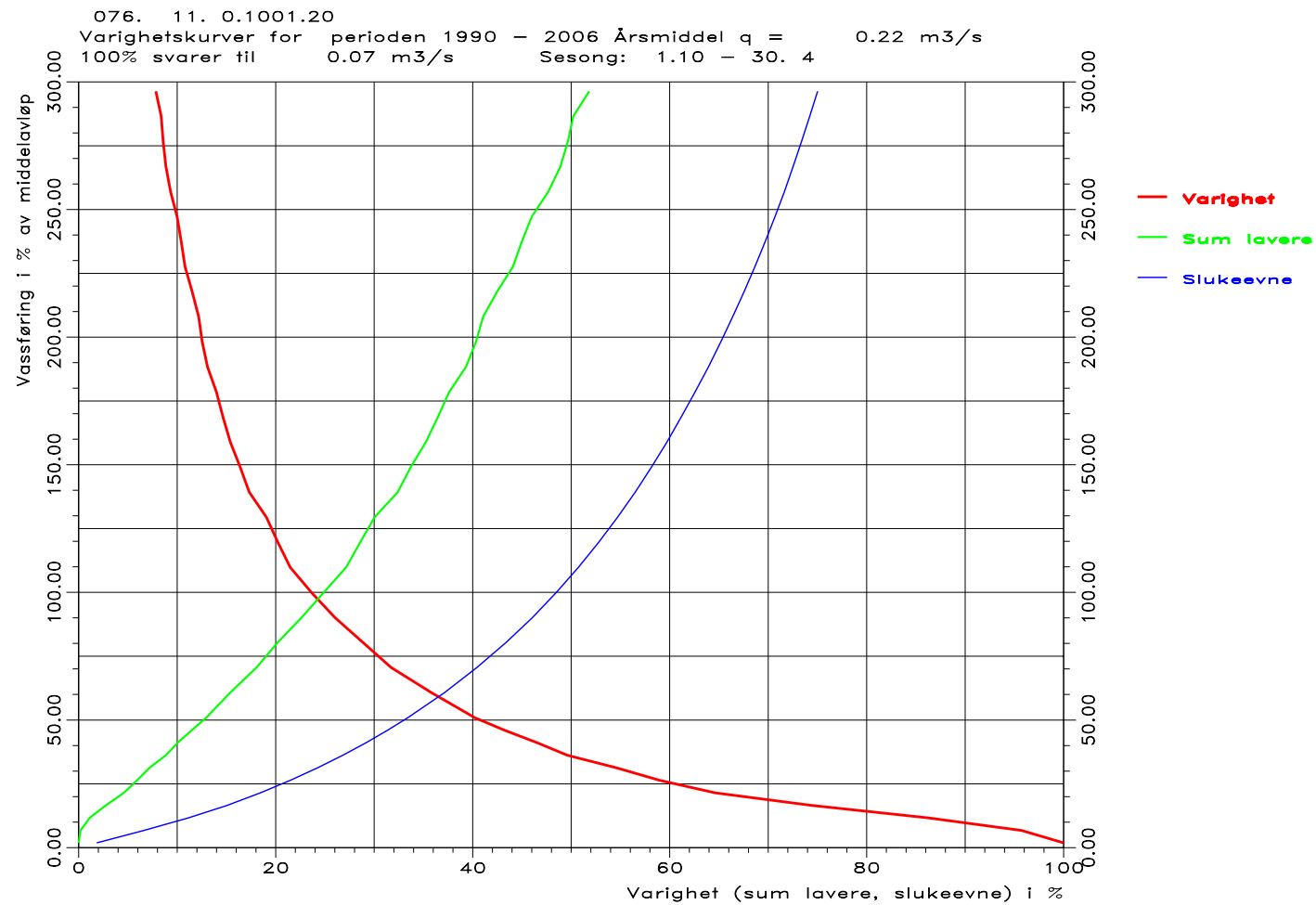
Varighetskurve for sommersesongen (1/5 - 30/9)

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Vigdøla. Ved bruk av kurven må middelveiden for sesongen benyttes. Kurvene gjelder for Hompedøla.



Varighetskurve for vintersesongen (1/10 – 30/4)

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Vigdøla. Ved bruk av kurven må middelerdien for sesongen benyttes. Kurvene gjelder for Hompedøla.



Vedlegg 3: 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 ulik 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 grunnvannttilsig, og avtar med økende andel snaufjell og økende helning i nedbørfeltet. Breandel har mindre betydning, siden alminnelig lavvanntføring da er en vinterverdi.

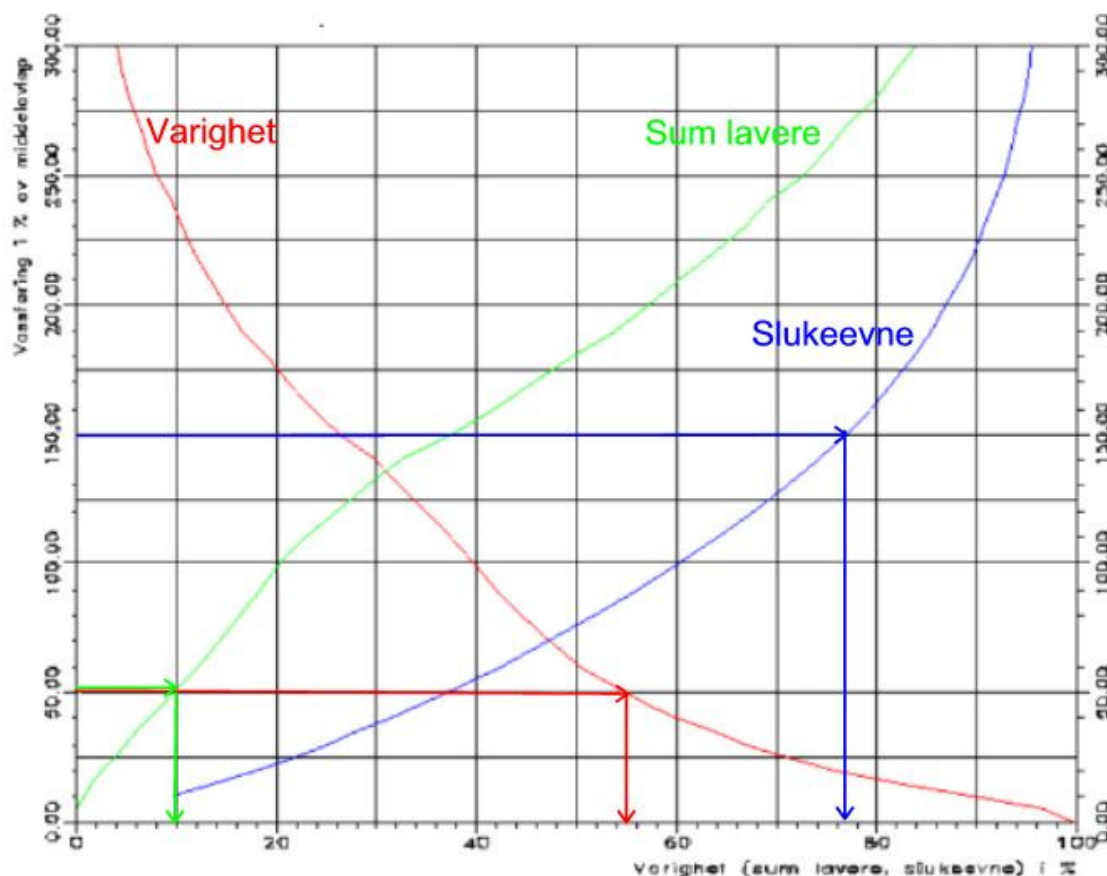
Persentiler: Bestemmes ut fra varighetskurven til vanntføringsserien. En varighetskurve representerer variabiliteten i vanntføringen i et nedbørfelt. Både små og store vanntføringer beskrives. For eksempel er 5-persentilen (Q_5) den vanntføringen som underskrides 5 prosent av tiden i observasjonsperioden.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