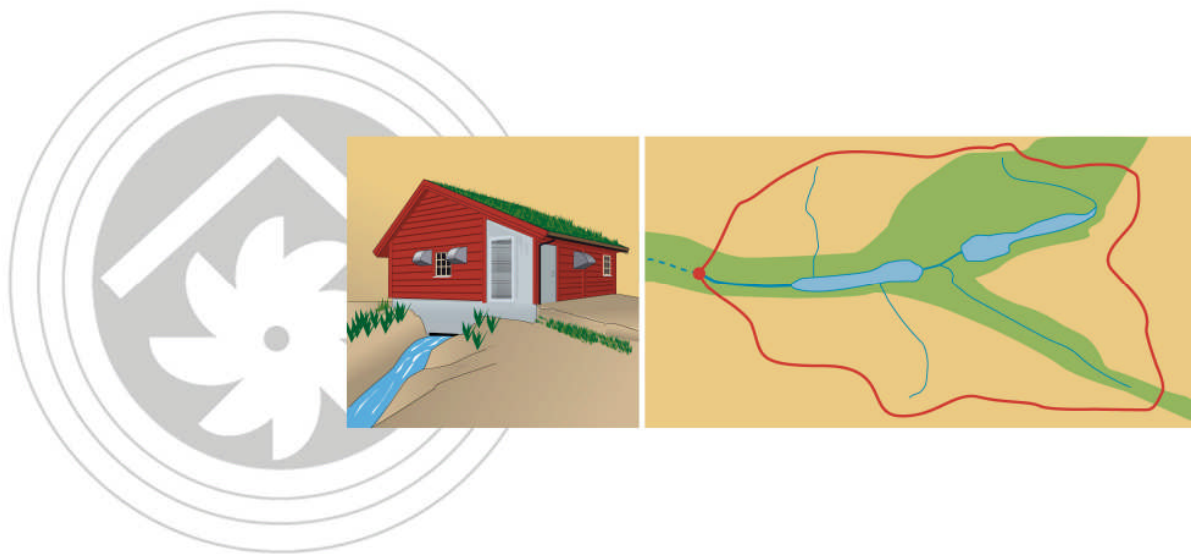


Vedlegg 1 – Hydrologiske data

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Haugåna (026.D31), Sirdal kommune i Vest-Agder

Utarbeidet av Heidi Rutland Bache



Rapport

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Haugåna (026.D31), Sirdal kommune i Vest-Agder

Oppdragsgiver: Sirdalskraft AS

Saksbehandler: Heidi Rutland Bache

Ansvarlig: Sverre Husebye

Vår ref.: NVE 200603071-2 og 200702141-2 hv/shu

Arkiv: 333/026.D31

Emneord Små 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	7
Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor	8
Variasjon i middelavløp fra år til år	8
Avløpets fordeling over året	9
Varighetskurve	10
Alminnelig lavvannføring og 5-persentil sesongvannføring	11
Restvannføring	11
Aktuelt informasjonsmateriale	15
Vedlegg	15

Forord

På oppdrag for Sirdalskraft AS har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Haugåna. 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 små kraftverk.

Rapporten inneholder grunnlagsdata og vannføringsstatistikk for Haugåna 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.

Heidi Rutland Bache har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side. Marit Astrup og Thomas Væringstad har kvalitetskontrollert rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Heidi Rutland Bache
avdelingsingeniør

Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt

Vassdragsnummer: 026.D31

Vernestatus: Vassdraget er ikke vernet

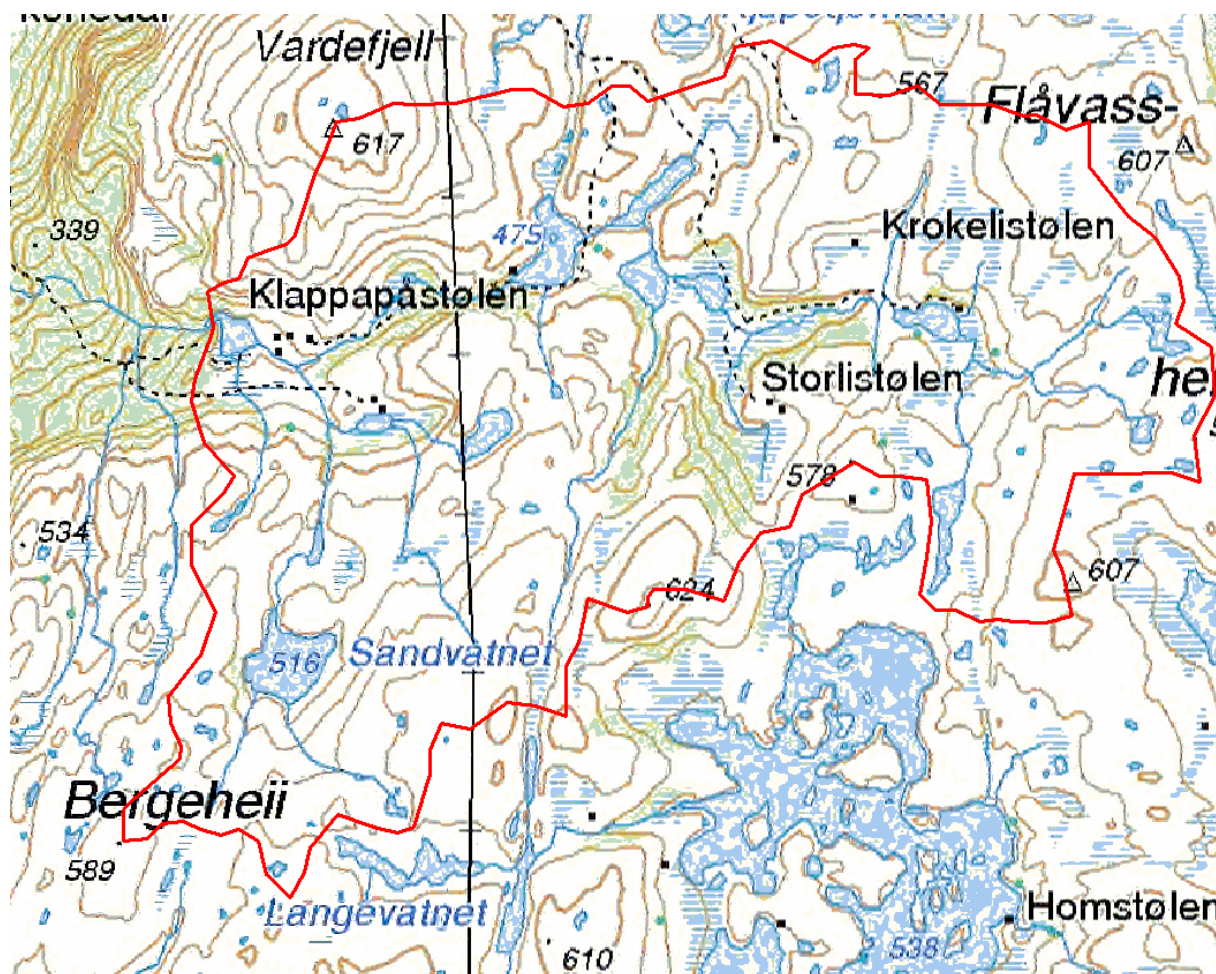
Feltareal, inntak kote 430: 4,62 km² (arealberegnet fra kart i målestokk 1:50 000 i Kartulf), se figur 1.

Høydeforskjell i feltet: 430 – 624 m o.h.

Effektiv innsjøprosent (se forklaring vedlegg 1): ~0 %.

Middelavrenning og årsavrenning: NVEs digitale avrenningskart for normalperioden 1961-1990 gir spesifikk normalavløp (definisjon vedlegg 1) i Haugåna på 64 l/s·km², som tilsvarer estimert årlig middelavrenning på $64 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 4,62 \text{ km}^2 = 295 \text{ l/s} = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette tilsvarer en årsavrenning på 9,32 mill. m³/år. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot ± 20 %, som for Haugåna tilsvarer et intervall fra 240 l/s til 355 l/s.

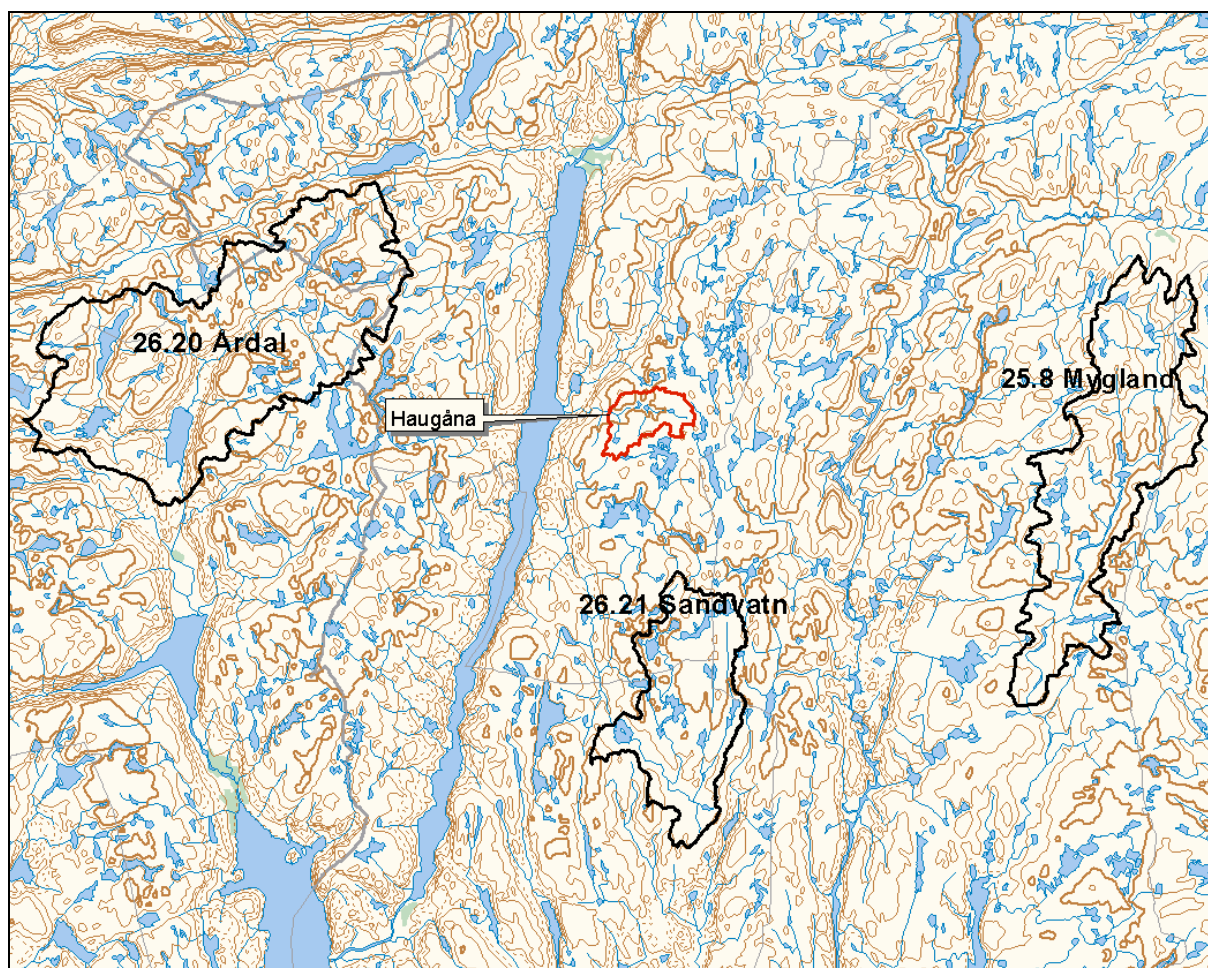
Regime: Kyst-/innlandsregime. Lavvannføringene inntreffer som regel om sommeren og vinteren, men s flom kan oppstå hele året som følge av snøsmelting eller kraftige regnskyll.



Figur 1. Nedbørfeltet til Haugåna.

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 aktuelle feltet er lite i forhold til nærliggende målestasjoners nedbørfelt, og har lav selvreguleringsevne (ingen store innsjøer som kan virke dempende på vannføringen, samt en stor andel snaufjell). Dette innebærer at feltet vil reagere raskt på nedbør- og snøsmeltehendelser. På bakgrunn av dette er det vanskelig å finne nærliggende avløpsstasjoner hvor avrenningen er representativ for Haugåna. Det er tre aktuelle målestasjoner i området, 25.8 Mygland, 26.20 Årdal og 26.21 Sandvatn. Nedbørfeltet til disse er inntegnet på kart i figur 2 sammen med Haugånas nedbørfelt. Feltkarakteristika er vist i tabell 1.



Figur 2. Oversikt over nedbørfeltene til sammenligningsfeltene og Haugåna.

Tabell 1. Feltkarakteristika

Stasjon	Måle- periode	Feltareal (km ²)	Eff. sjø (%)	Q _N (61-90)* (l/s km ²)	Q _N (61-90) målt (l/s km ²)	Høydeintervall (moh.)
25.8 Mygland	1931 - d.d.	46,9	0	58	57,9	328 - 877
26.20 Årdal	1970 - d.d.	77,3	2,2	68	67,4	113 - 750
24.21 Sandvatn	1970 - d.d.	27,5	2,4	62	62,2	306 - 572
Haugåna	-	4,62	0	64	-	430 - 624

* Q_N (61-90) betegner årsmiddelavløpet i perioden 1961-90 beregnet fra NVEs avrenningskart.

Vurdering av avrenningskartet

Normalavløpet ved målestasjonene er beregnet fra observerte data i perioden 1961-1990 (NVE-rapport 2-2001, Marit Astrup). Avrenning fra avrenningskartet sammenfaller godt med målt avrenning i normalperioden. Det kan derfor antas at avrenningskartet også gir et godt estimat for avrenningen i Haugåna.

Beskrivelse av aktuelle målestasjoner

Målestasjonen 25.8 Mygland ligger 17 km øst for Haugåna. Feltet er om lag ti ganger så stort som Haugåna, men det effektive sjøprosenten er lav. Snaufjellsandelen er rundt 30 %. 40 % av feltet til Mygland ligger lavere/høyere enn feltet til Haugåna, og størsteparten av denne andelen ligger høyere. Vannføringskurven er noe usikker på lave vannføringer og under flom. Nedbørfeltet til Mygland er regulert i form av et lite magasin. Det er derimot lite trolig at denne vil påvirke vannføringen annet enn på enkelte lave vannføringer, og reguleringen kan derfor antas neglisjerbar.

Målestasjonen 26.20 Årdal ligger i overkant av 15 km vest for Haugåna. Feltet er mye større enn Haugåna, og har større effektiv innsjøprosent, noe som medfører større selvreguleringsevne. Dette innebærer at Årdal reagerer tregere på nedbør- og snøsmeltehendelser enn det som trolig er tilfellet i Haugåna. 40 % av Årdals nedbørfelt ligger lavere/høyere enn nedbørfeltet til Haugåna, og størsteparten av dette ligger lavere enn Haugåna. Snaufjellsprosenten er på rundt 25 %. Årdal har noe høyere spesifikk avrenning gjennom vinteren i forhold til Sandvatn og Mygland. Dataserien er av meget god kvalitet.

Målestasjonen 24.21 Sandvatn ligger om lag 10 km sørøst for Haugåna. Nedbørfeltet til Sandvatn er i overkant av fem ganger så stort som Haugånas nedbørfelt. I likhet med Årdal har Sandvatn relativ høy innsjøprosent, og det medfører at feltet har større selvregulering enn Haugåna. Målestasjonen ligger ca 300 m o.h., som er ca 100 meter lavere enn planlagt inntakspunkt i Haugåna. Feltet til Sandvatn strekker seg heller ikke like høyt som Haugåna og kun 35 % av feltet er snaufjell. Datakvaliteten er meget god.

Sammenliknet med Mygland har Sandvatn og Årdal noe større selvreguleringsevne (evne til å utjevne vannføring over tid), og varighetskurven til Sandvatn og Årdal vil antageligvis gi et litt for positivt bilde av utnyttbar vannmengde.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at 25.8 Mygland er best egnet til å gjengi avløpsforholdene i Haugåna. Data som er presentert er tilpasset Haugåna ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktorene som er benyttet er:

$$(64 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 57,9 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (4,62 \text{ km}^2 / 46,9 \text{ km}^2) = 0,109$$

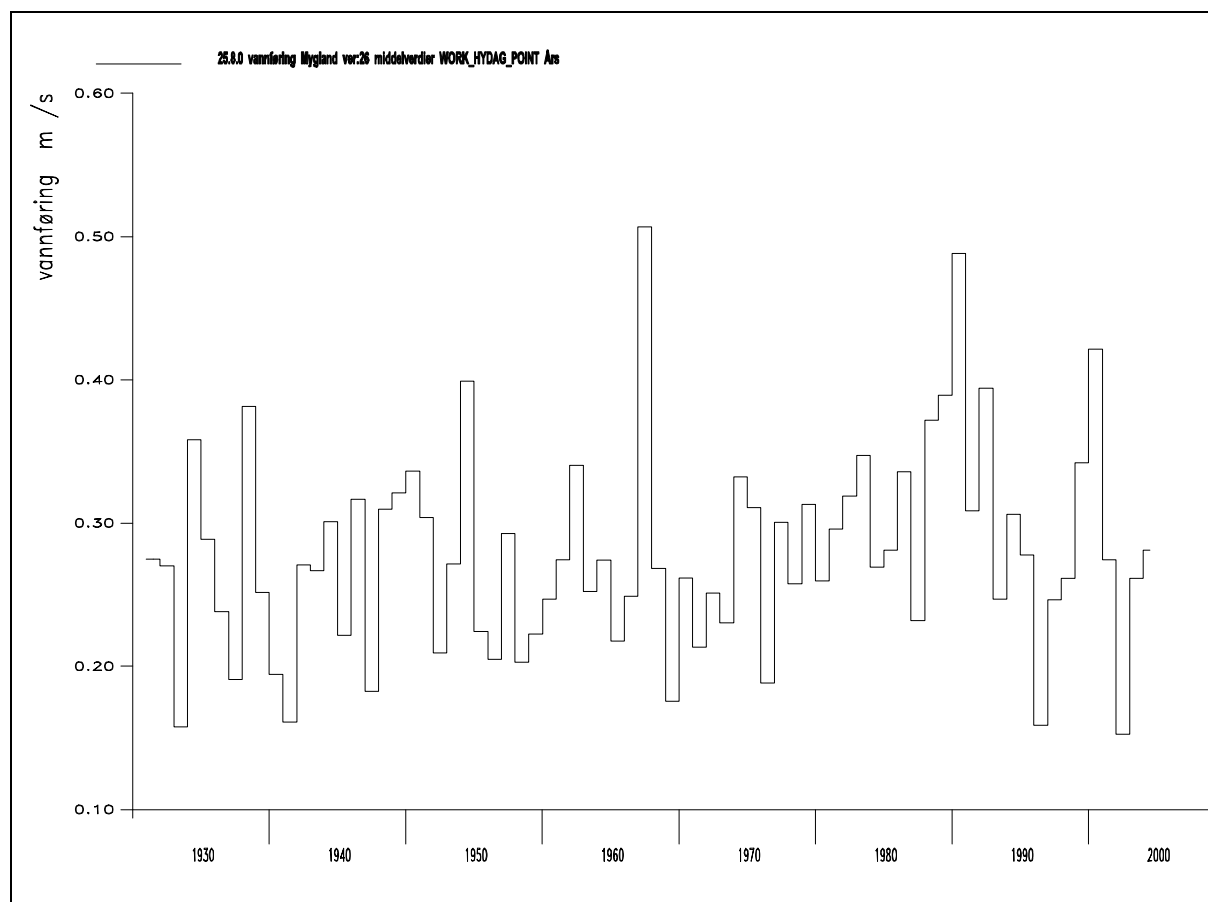
Variasjon i middelavløp fra år til år

År-til-år-variasjon i middelavløpet kan være nyttig for å analysere årlige produksjons- og inntektsvariasjoner. Middelavløpet i enkeltår kan i stor grad avvike fra normalavløpet.

Med bakgrunn i skalert vannføringsserie for Mygland i perioden 1931-2004 er år-til-år-variasjon i middelavløpet i Haugåna presentert i figur 3. Dataene i figurene foreligger i tabellform i vedlegg 2.

Det må påregnes en variasjon fra år til år på rundt 67 % i forhold til normalavløpet. Det er funnet at årsavløpet i Haugåna har variert mellom omtrent 0,15 og 0,51 m³/s. I perioden er 2002 det tørreste året og 1967 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 Haugåna, og at de reelle årsvariasjoner i Haugåna kan avvike i større eller mindre grad fra dette.



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

Avløpets fordeling over året

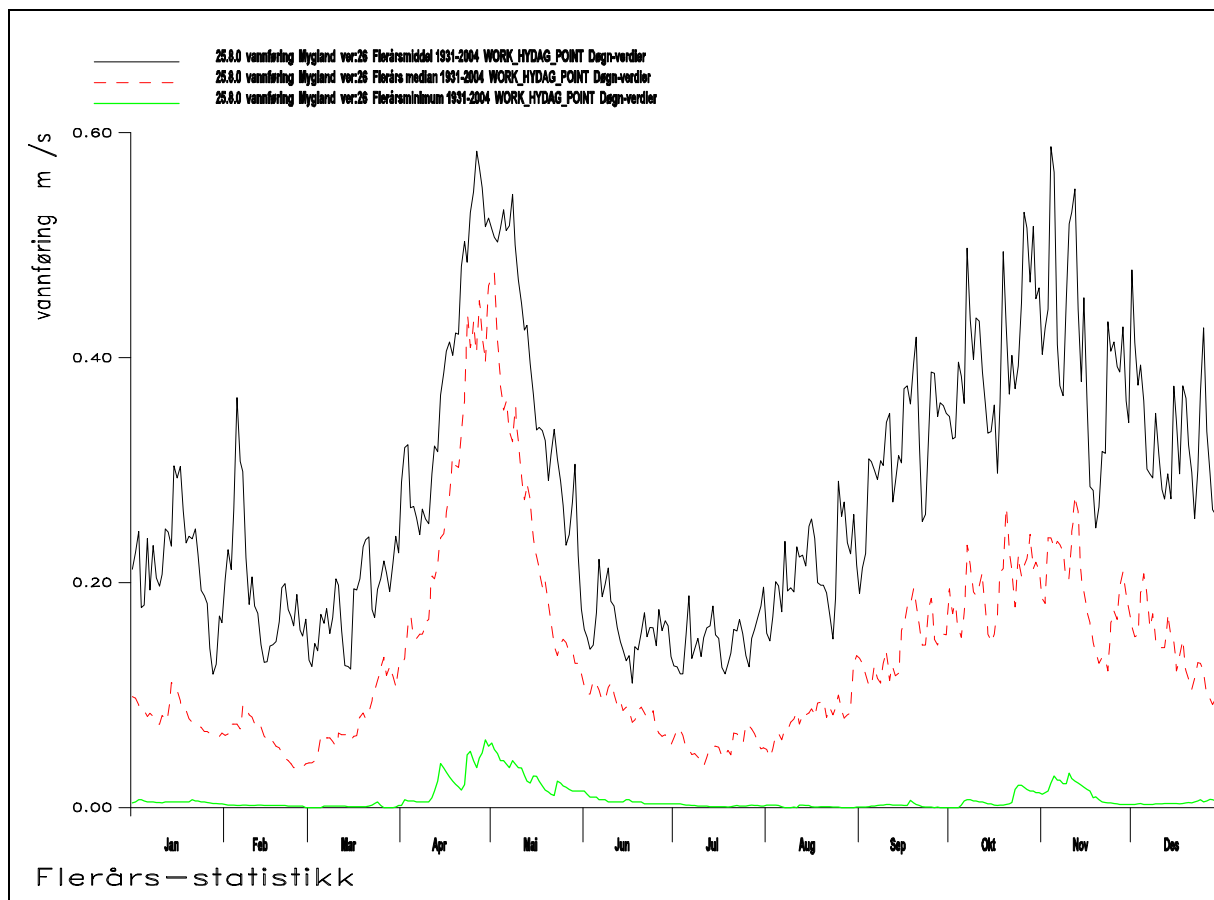
Avløpets sesongvariasjon i Haugåna antas å stemme godt overens med sesongvariasjonene ved Mygland, i og med at de to feltene ligger nær hverandre. Som nevnt tidligere kan det antas at reguleringsgraden til Mygland har en neglisjerbar betydning.

Figur 4 viser middelvannføringen (flerårsmiddel), medianvannføringen (flerårsmedian) og minimumsvannføringen (flerårsminimum) i Haugåna over året utarbeidet på grunnlag av observert vannføring ved Mygland i perioden 1931-2004. Se vedlegg 1 for forklaring av begrepene flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum. Data fra Mygland er skalert som tidligere beskrevet.

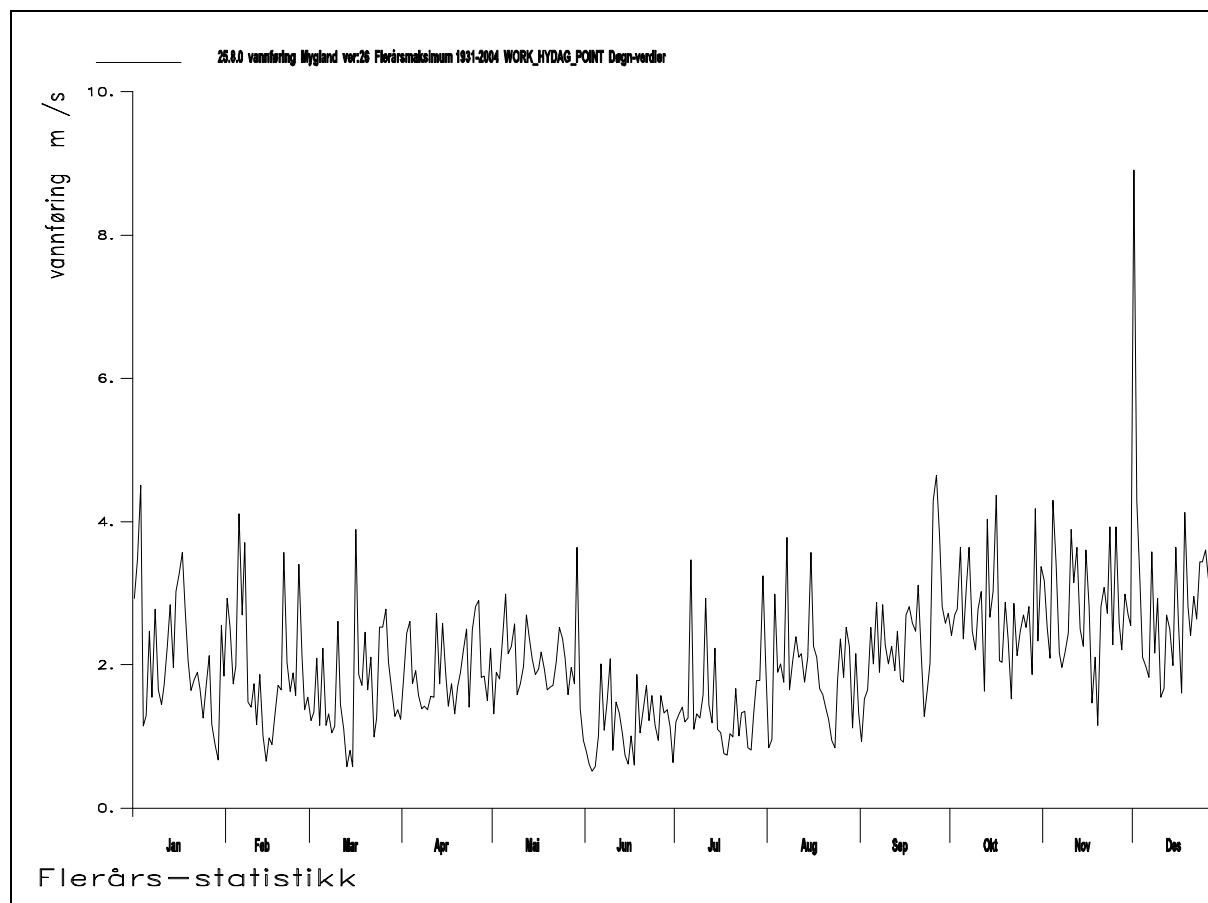
Både flerårsmiddel og flerårsmedian gir et bilde av midlere avløpsforhold. Ved bygging av små kraftverk antas det at mediankurven, som i de fleste tilfeller ligger lavere enn middelkurven, er best egnet til å gi et bilde av midlere avløpsforhold. Dette skyldes at små kraftverk ikke kan utnytte flomvannføringer.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

Den nederste kurven viser de laveste vannføringene som har forekommet i årrekken. Lavvannføringene inntreffer både på sommeren og på vinteren.

Figur 5 viser hvordan maksimale flommer er fordelt over året. Flom kan forekomme hele året, både i forbindelse med snøsmelting og i forbindelse med kraftige regnbyger. Figuren viser døgnmiddelvannføringer. Kulminasjonsvannføringen er normalt noe større.



Figur 4: Sesongvariasjonene i m³/s i Haugåna basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert.



Figur 5: Maksimale flommer som døgnmiddel m^3/s i Haugåna.

Varighetskurve

Med bakgrunn i den skalerte dataserien fra Mygland er det for Haugåna utarbeidet varighetskurver samt andre kurver til hjelp for dimensjonering av verket. Forklaring til og eksempel på bruk av kurvene er gitt i vedlegg 1 og varighetskurven for Haugåna er vist i vedlegg 3.

Det er utarbeidet kurver for tre sesonger, én som er basert på hele året, én som er basert på sommersesongen (1.mai-30.september), og én som er basert på vintersesongen (1.oktober-30.april), se vedlegg 3. Sesongkurvene viser vannføringen i % av middelavløp *for sesongen*. Ved bruk av kurvene trengs dermed sesongverdier for middelavløpet i Haugåna. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Mygland i perioden 1931-2004 skalert som tidligere beskrevet. En antar at skaleringsfaktoren dermed er den samme for årene 1931-2004 som for perioden 1961-1990. Middelavløpet for året, sommersesongen og vintersesongen i Haugåna er beregnet å være henholdsvis $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,24 \text{ m}^3/\text{s}$ og $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$.

Den benyttede målestasjonen (Mygland) antas å ha noe større selvreguleringsevne enn Haugåna siden nedbørfeltet er omlag ti ganger så stort. Funnet varighetskurve antas derfor å gi et noe positivt bilde av utnyttbar vannmengde. I forhold til de andre aktuelle sammenlikningsstasjonene som er vurdert, antas derimot varighetskurven fra Mygland å gi det mest korrekte bilde av utnyttbar vannmengde.

Tallene som er brukt i forklaringene til kurvene i vedlegg 1 er eksempler, og er kun ment til å forklare bruken av kurvene. Valg av gunstig maskinstørrelse må gjøres av konsulent med erfaring på området. Dessuten forutsetter eksemplene at vassdraget er uregulert.

Alminnelig lavvannføring og 5-persentil sesongvannføring

Det er etter vannressursloven krav til minstevannføring tilsvarende minimum alminnelig lavvannføring (se definisjon i vedlegg 1), eller vannføring som naturlig er mindre enn denne, for ikke-konsesjonspliktige tiltak.

Alminnelig lavvannføring for Haugåna er beregnet på objektivt grunnlag ved hjelp av regresjon mot feltegenskaper vha. programmet LAVVANN. Dette er en metode som er utviklet for å estimere alminnelig lavvannføring i nedbørfelt uten vannføringsmålinger. Resultatet er sammenlignet med alminnelig lavvannføring beregnet på bakgrunn av observerte data ved 25.8 Mygland ved hjelp av programmet E-tabell i NVEs programpakke. Da observerte lavvannsverdier ved Mygland er beheftet med usikkerhet, er det også beregnet alminnelig lavvannføring for de øvrige sammenlikningsstasjonene.

Alminnelig lavvannføring for Haugåna, beregnet på bakgrunn av feltparametere med programmet LAVVANN er $1,6 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. I programmet har Haugåna tilhørighet til region 2 med følgende feltparametere; feltareal $4,62 \text{ km}^2$, feltakse $3,0 \text{ km}$, feltbredde ($4,62 \text{ km}^2/3,0 \text{ km}$) $1,5 \text{ km}$, maksimal høydeforskjell 194 m , effektiv sjøprosent 0% , andel snaufjell 95% , spesifikt avløp $64 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$.

Estimert alminnelig lavvannføring (fra observerte data) ved målestasjonen Mygland er $1,4 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Ved målestasjonene Årdal og Sandvatn er estimert alminnelig lavvannføring henholdsvis $5,1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ og $5,2 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Høy effektiv innsjøprosent og dermed stor selvreguleringssevne er årsaken til at Årdal og Sandvatn har såpass høy alminnelig lavvannføring.

På bakgrunn av dette er kan det antas at alminnelig lavvannføring i Haugåna er $1,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, som tilsvarer ca. 7 l/s . Lavvannsperiodene inntreffer oftest på sommeren og om vinteren.

5-persentiler for sommer – og vintersesongen for Haugåna er beregnet på bakgrunn av persentilverdiene til sammenlikningsstasjonen 24.8 Mygland, samt nylig fastsatt alminnelig lavvannføring. Da lavvannføringen til Mygland er beheftet med noe usikkerhet er verdiene også avstemt mot tilsvarende verdier for Årdal og Sandvatn.

Sommersesongen er definert som perioden fra 1/5 til 30/9, mens vintersesongen er definert som perioden fra 1/10 – 30/4.

5-persentilverdiene ved Haugåna er antatt å være:

For sommersesongen: $1,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \approx 7,0 \text{ l/s}$

For vintersesongen: $2,5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \approx 11,5 \text{ l/s}$

Restvannføring

For å bestemme restvannføringen for et punkt rett nedstrøms inntaket for kraftverket er det laget en modell, hvor observert daglig skalert vannføring for målestasjon Mygland i perioden 1931-2004 er utgangspunktet.

I modellen er det lagt inn følgende forutsetninger:

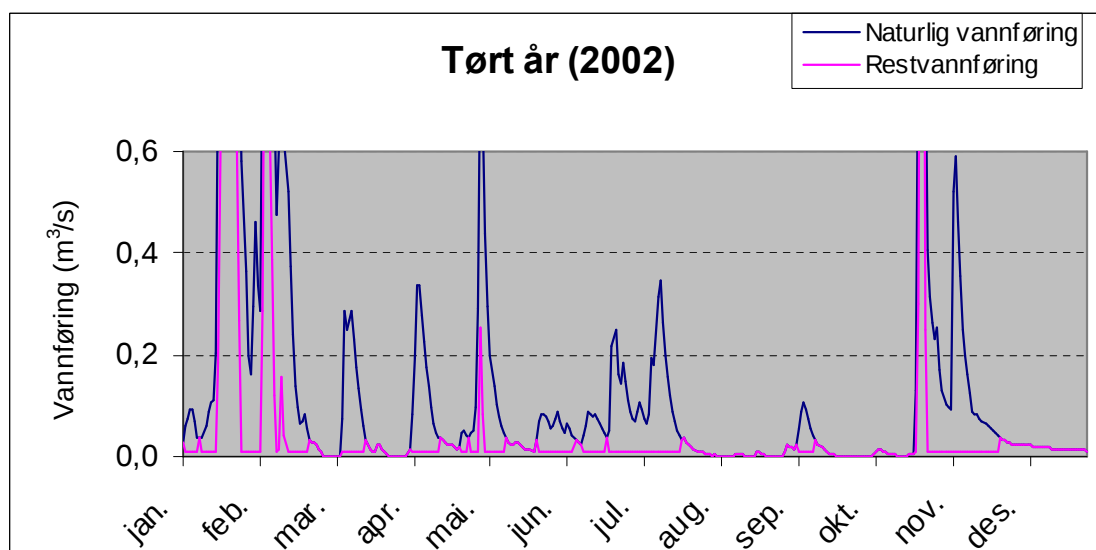
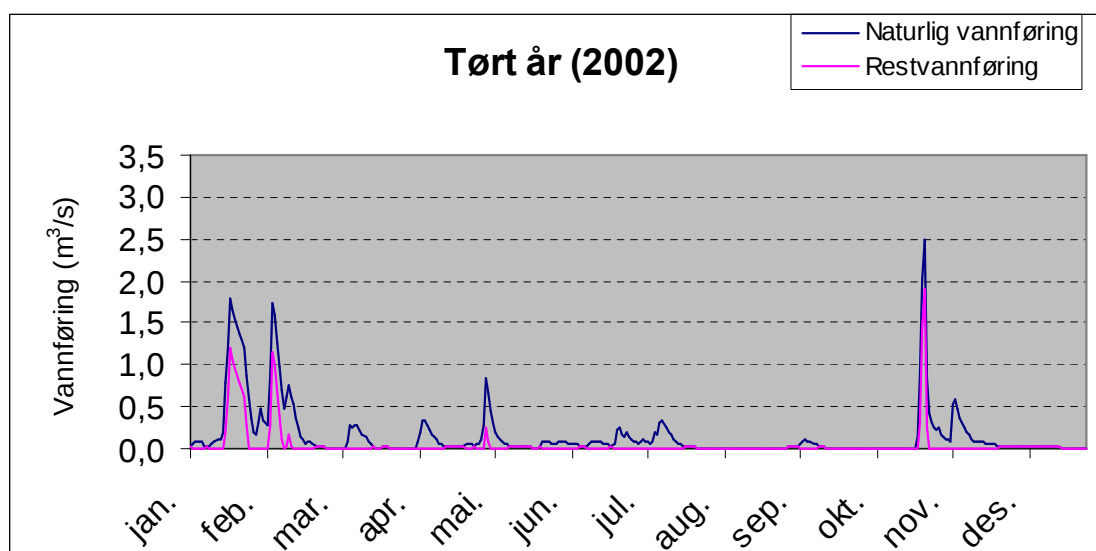
- Største slukeevne for turbinen er $0,59 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Minste slukeevne for turbinen er $0,0296 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Minstevannføring: $0,007 \text{ m}^3/\text{s}$

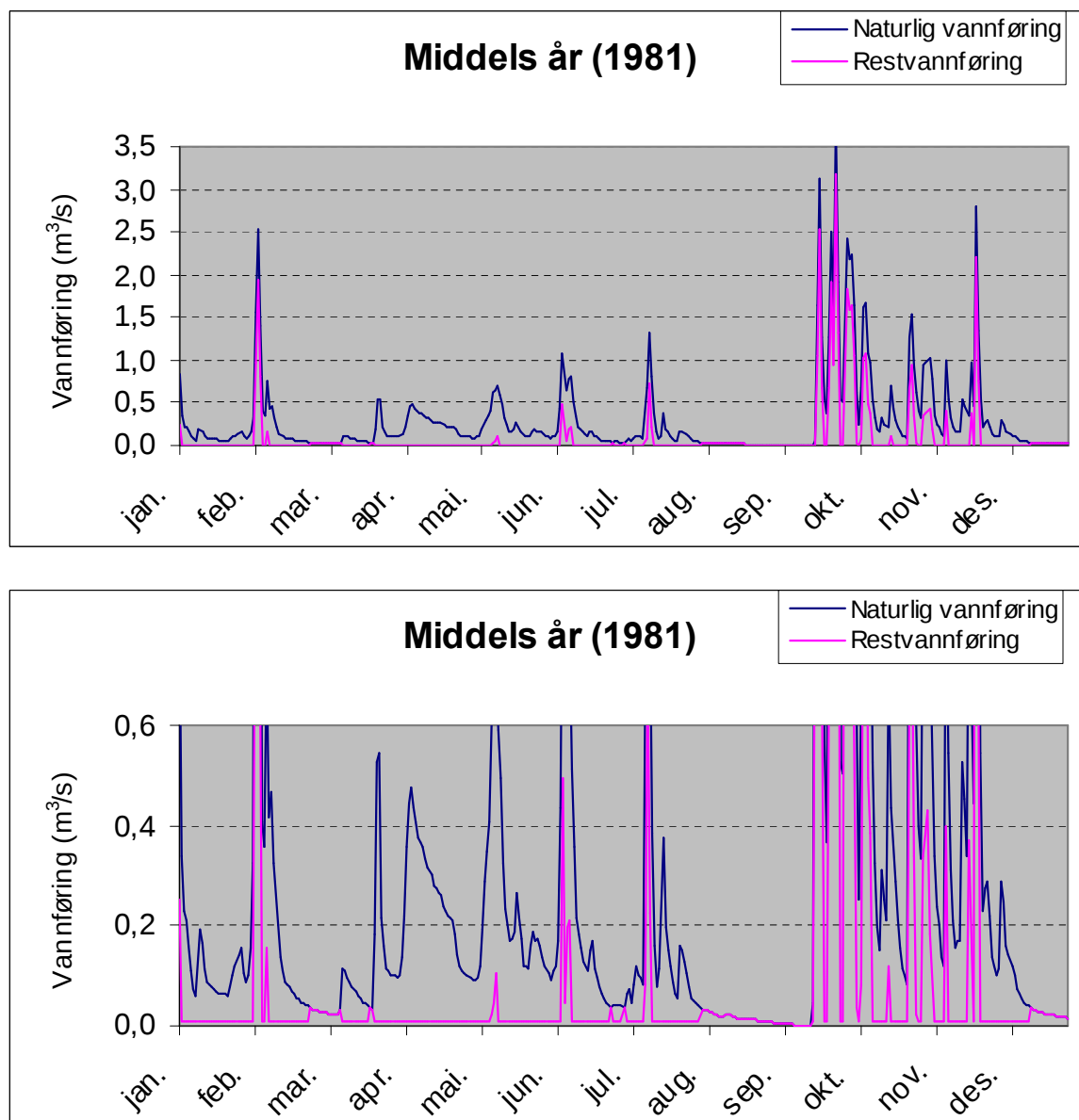
Restvannføringen er funnet ved å trekke slukeevnen fra den estimerte vannføringen ved inntaket. Når tilsiget er større enn største slukeevnen til turbinen, vil alt overskytende vann gå som restvannføring. Når tilsiget er mindre enn summen av laveste slukeevne og minstevannføringen, slippes hele tilsiget.

Estimert restvannføring og naturlig vannføring for et tørt (2002), middels (1981) og vått (1967) år er illustrert i figurene 6, 7 og 8.

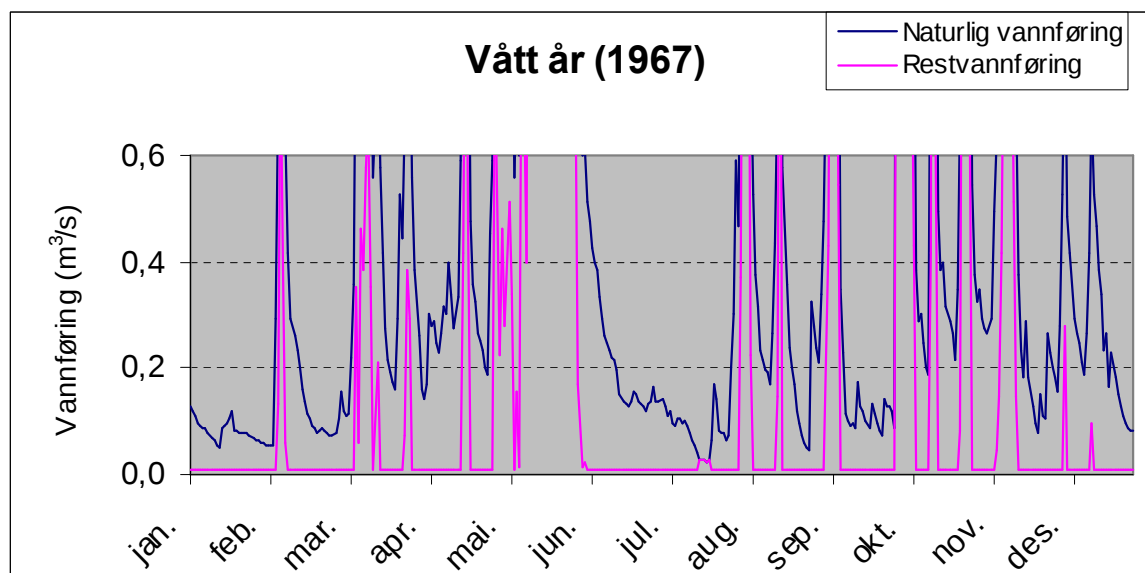
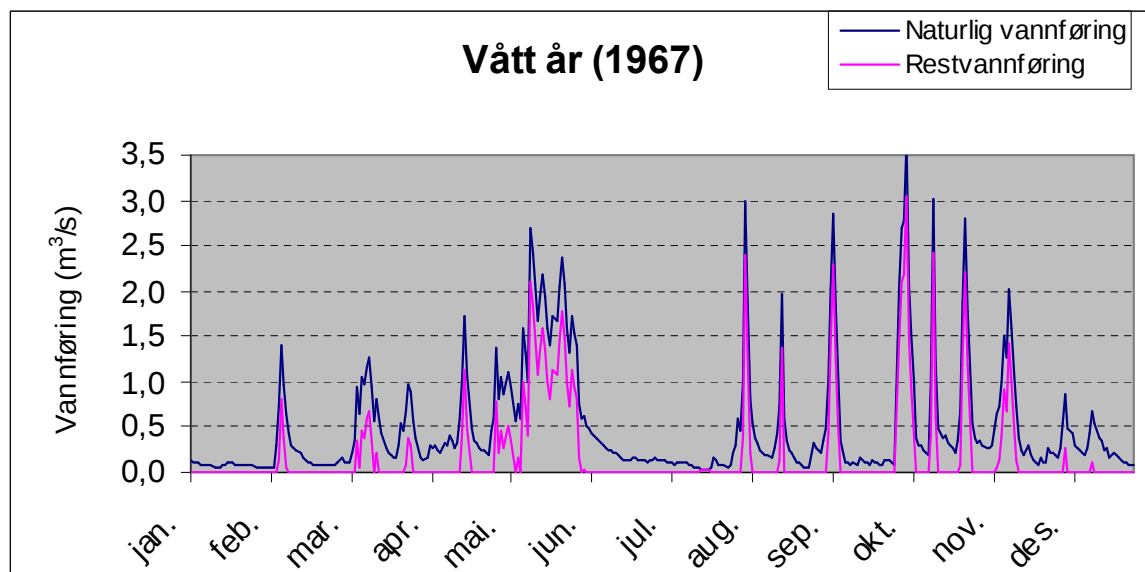
Tilsig fra restfeltet nedstrøms inntaket på strekningen der elva går i rør, vil bidra til å øke restvannføringen. Størrelsen på restfeltet mellom inntaket og utløpet til kraftverk er ca. $1,9 \text{ km}^2$ og har et middelavløp på rundt 111 l/s . Det er flere sidebekker av betydning som kommer inn på strekningen elva går i rør, slik at restvannføringen vil gradvis øke nedover elvestrengen. I lavvannsperiodene vil bidraget være ekstra lite.



Figur 6. Restvannføringen i Haugåna i et tørt år (2002) med en årsavrenning på $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$. I 165 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne ($0,0296 \text{ m}^3/\text{s}$). I 26 dager er vannføringen større enn største slukeevne ($0,59 \text{ m}^3/\text{s}$).



Figur 7. Restvannføringen i Haugåna i et middels år (1981) med en årsavrenning 0,30 m³/s. I 65 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne (0,0296 m³/s). I 47 dager er vannføringen større enn største slukeevne (0,59m³/s).



Figur 8. Restvannføringen i Haugåna i et vått år (1967) med en årsavrenning på $0,51 \text{ m}^3/\text{s}$. I 4 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne ($0,0296 \text{ m}^3/\text{s}$). I 92 dager er vannføringen større enn største slukeevne ($0,59 \text{ m}^3/\text{s}$).

Usikkerhet

Feltstørrelsen er arealberegnet fra kart i målestokk 1:50000. Usikkerheten i målt feltareal kan utgjøre noen prosent. Det anbefales å undersøke at nedbørfeltgrensene i figur 1 er riktig digitalisert ved en befarings i feltet.

Spesifikt normalavløp er beregnet med bakgrunn i NVEs avrenningskart for perioden 1961-1990. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot $\pm 20\%$, og usikkerheten øker dess mindre nedbørfeltet er. Benyttet sammenlikningsstasjon er påvirket av en liten regulering (magasin). Basert på informasjon fra lokalkjent områdehydrolog er effekten av denne antatt neglisjerbar på normale og høye vannføringer. På lave vannføringer kan reguleringen gi noe utslag. I forhold til de øvrige aktuelle sammenlikningsstasjonene ble det derimot antatt at vannføringen i Mygland ville være mest representativ for avrenningen i Haugåna på tross av reguleringen. De andre sammenlikningsstasjonene har mye større selvreguleringsevne og vil reagere tregere på nedbør- og snøsmeltehendelser.

Varighetskurvene gir trolig et litt optimistisk bilde av utnyttbar vannmengde, da kurvene er basert på et felt med noe større selvreguleringsevne. Som nevnt tidligere er dette antageligvis de mest representative kurvene som kan skaffes til veie for Haugåna, da andre felt i nærheten har enda større selvreguleringsevne enn Mygland.

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

Aktuelt informasjonsmateriale

Det finnes en rekke informasjonsmateriell samt regelverk som det er helt nødvendig å forholde seg til ved prosjektering av mikro- og minikraftverk. 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)
- Faktabrosjyre: Bygging av små kraftverk – sakshandsaming (informasjon fra NVE nr. 7/2002)
- NVE-Veileder nr. 02/2003: ”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: Definisjoner

Vedlegg 2: Årsmiddelvannføringer i Haugåna

Vedlegg 3: Varighetskurver

Vedlegg 1: 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 lavvannskarakteristikken 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 grunnvannstilsig, og avtar med økende andel snaufjell og økende helning i nedbørfeltet. Breandel har mindre betydning, siden alminnelig lavvanntføring da er en vinterverdi.

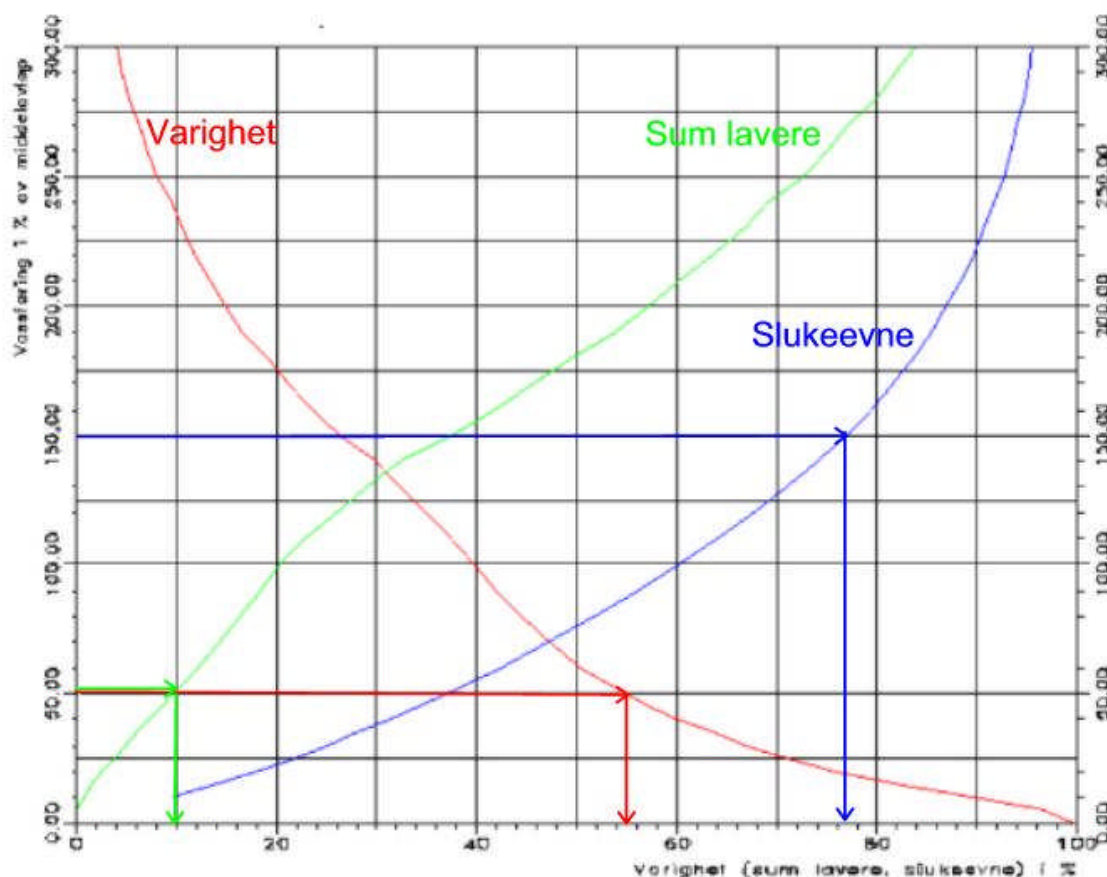
Persentiler: Bestemmes ut fra varighetskurven til vanntføringsserien. En varighetskurve representerer variabiliteten i vanntføringen i et nedbørfelt. Både små og store vanntføringer beskrives. For eksempel er 5-persentilen (Q_5) den vanntføringen som underskrides 5 prosent av tiden i observasjonsperioden.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

**VEDLEGG 1: Årsmiddelvannføringer**

(Observerte avrenning ved Mygland er skalert for å gi representativ avrenning i Haugåna)

DAGUT - utskrift fra WORK_HYDAG_POINT foretatt:04/09/2006 09:41

Arbeidsdata for: 25.8.0

Parameter....: vannføring

Versjon.....: 26

Års - middelerverdier

Enhet:m³/s

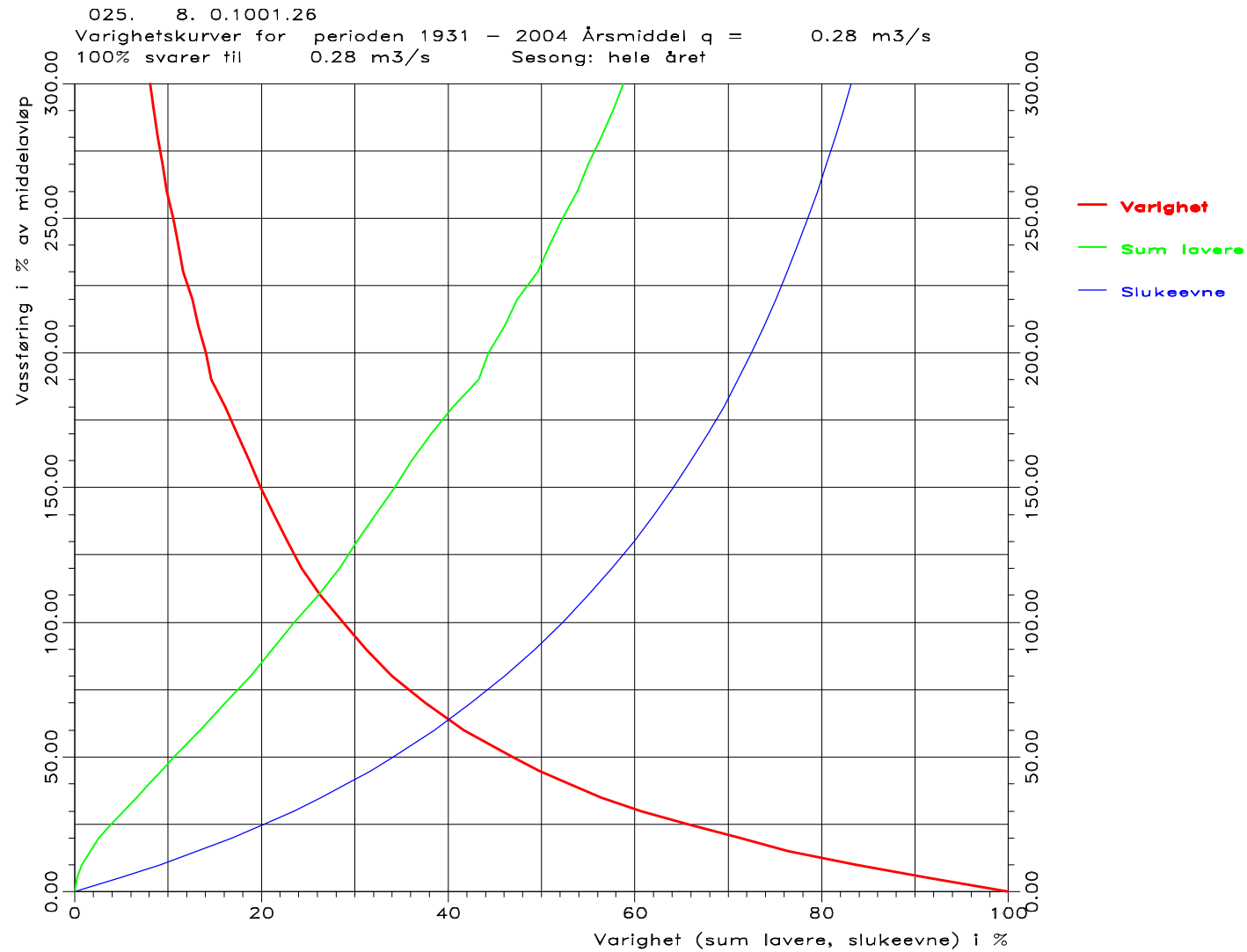
1

1931	0.27	1950	0.34	1969	0.18	1988	0.37
1932	0.27	1951	0.30	1970	0.26	1989	0.39
1933	0.16	1952	0.21	1971	0.21	1990	0.49
1934	0.36	1953	0.27	1972	0.25	1991	0.31
1935	0.29	1954	0.40	1973	0.23	1992	0.39
1936	0.24	1955	0.22	1974	0.33	1993	0.25
1937	0.19	1956	0.20	1975	0.31	1994	0.31
1938	0.38	1957	0.29	1976	0.19	1995	0.28
1939	0.25	1958	0.20	1977	0.30	1996	0.16
1940	0.19	1959	0.22	1978	0.26	1997	0.25
1941	0.16	1960	0.25	1979	0.31	1998	0.26
1942	0.27	1961	0.27	1980	0.26	1999	0.34
1943	0.27	1962	0.34	1981	0.30	2000	0.42
1944	0.30	1963	0.25	1982	0.32	2001	0.27
1945	0.22	1964	0.27	1983	0.35	2002	0.15
1946	0.32	1965	0.22	1984	0.27	2003	0.26
1947	0.18	1966	0.25	1985	0.28	2004	0.28
1948	0.31	1967	0.51	1986	0.34	2005	---
1949	0.32	1968	0.27	1987	0.23		

VEDLEGG 2: Varighetskurver

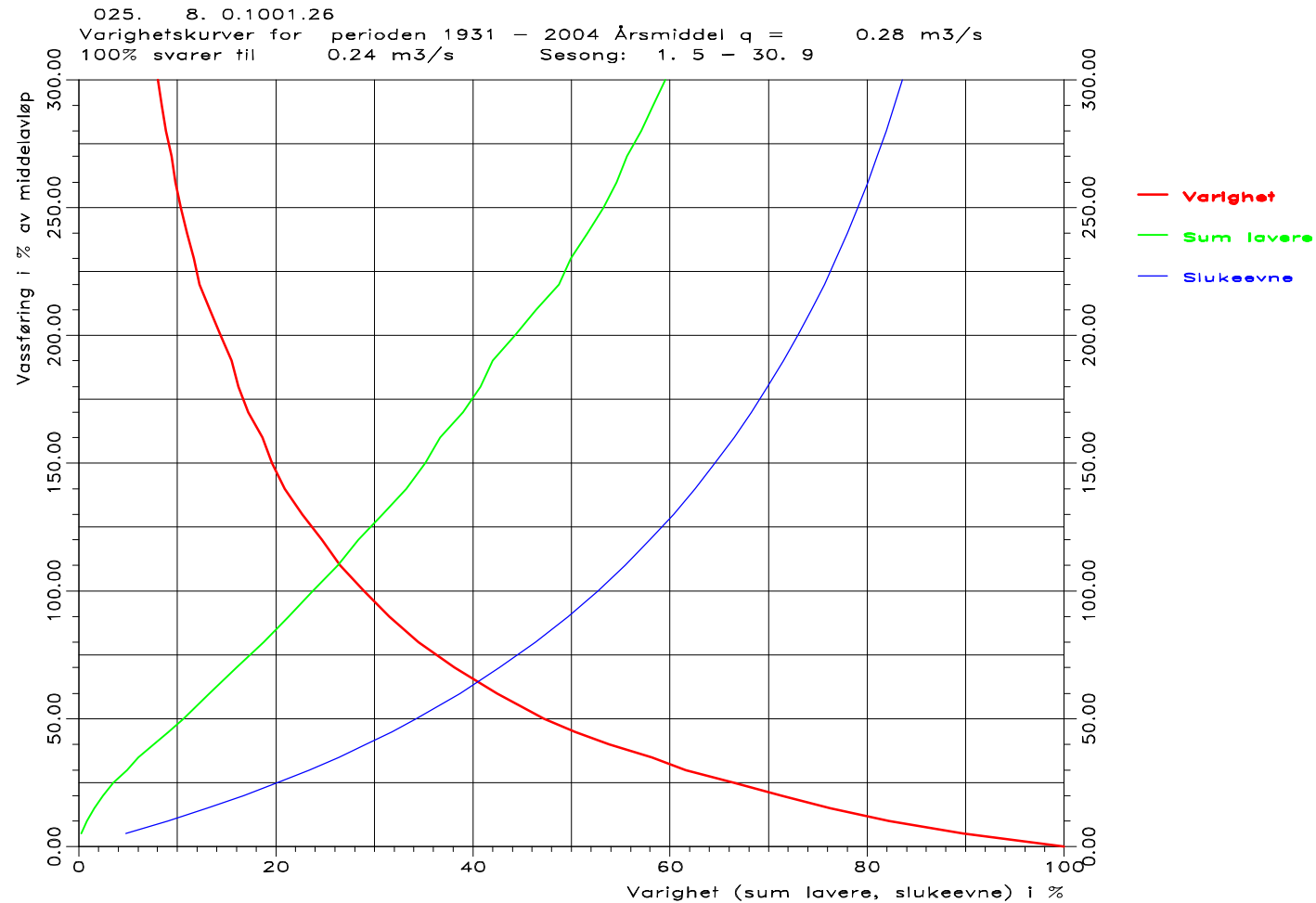
Varighetskurve for hele året

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 25.8 Mygland.



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

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 25.8 Mygland. Ved bruk av sesongkurver må middelavløpet for sesongen benyttes.



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

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 24.8 Mykland. Ved bruk av sesongkurver må middelavløpet for sesongen benyttes.

