

Energi Teknikk AS
Postboks 81
5486 ROSENDAL

Vår dato:
Vår ref.: NVE 200703386 - 2 hv/shu
Arkiv: 333 / 048.1
Deres dato: 07.03.2007
Deres ref.: Linda V. Krossøy

U.off.: Of1 §5a fv1§13

Saksbehandler:
Demissew K. Ejigu
22 95 91 50

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Kvernhusbekken (totalt) (048.1), Ullensvang kommune i Hordaland

Jeg viser til Deres henvendelse pr. brev den 07.03.2007 med forespørsel om hydrologisk informasjon til bruk for planlegging av kraftverk i Kvernhusbekken (totalt).

Vedlagt følger en rapport som gir overslag over vannmengdene som er tilgjengelig i nedbørfeltet. Målet er å gi utbygger i samråd med konsulent nødvendige hydrologiske data som gjør det mulig å planlegge etablering av små kraftverk. Det som her foreligger er en ren oversendelse av hydrologisk informasjon på oppdragsbasis, og er ikke en del av NVEs forvaltningsmessige behandling av saken.

Det gjøres oppmerksom på at ytterligere hydrologisk informasjon må fremskaffes dersom tiltaket er underlagt konsesjonsplikt. Det gjøres også oppmerksom på at alle vassdragsanlegg skal vurderes mht bruddkonsekvens og klassifiseres iht. forskrift om klassifisering av vassdragsanlegg.

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 idag.

Beregningene er kvalitetskontrollert av Thomas Væringstad.

Håper vedlagte informasjon er tilstrekkelig til Deres formål. Ta kontakt dersom det er behov for ytterligere data eller hjelp vedrørende bruken av dataene.

Tilknyttet denne bestillingen er det brukt 11 timer á kr 760,-+ mva. til analyser, beregninger, kjøring av ulike programvare og tilrettelegging av data. En faktura pålydende kr 8360,- + mva. vil bli ettersendt.

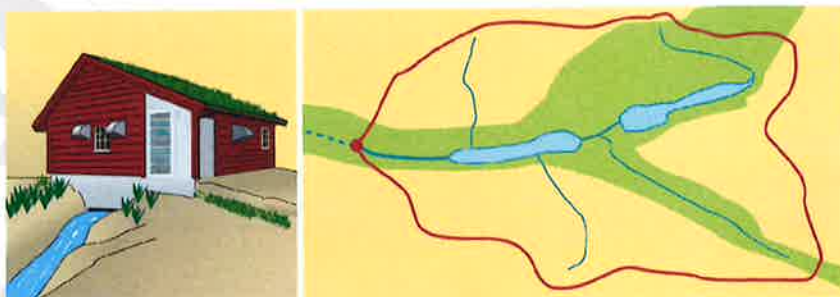
Med hilsen

Sverre Husebye
seksjonssjef

Demissew K. Ejigu
overingeniør

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Kvernhusbekken (totalt) (048.1), Ullensvang kommune i Hordaland

Utarbeidet av Demissew K. Ejigu



Rapport

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Kvernhusbekken (totalt) (048.1), Ullensvang kommune i Hordaland

Oppdragsgiver: Energi Teknikk AS

Saksbehandler: Demissew K. Ejigu

Ansvarlig: Sverre Husebye

Vår ref.: NVE 200703386 - 2

Arkiv: 333 / 048.1

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	7
Variasjon i middelavløp fra år til år	7
Avløpets fordeling over året.....	8
Varighetskurve.....	10
Alminnelig lavvannføring.....	10
5 persentil sesongvannføring.....	11
Usikkerhet	11
Aktuelt informasjonsmateriale	12
Vedlegg	12

Forord

På oppdrag for Energi Teknikk AS har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Kvernhusbekken (totalt). 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 Kvernhusbekken (totalt) 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 og 5 persentiler.

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 idag.

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

Demissew K. Ejigu har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side. Thomas Væringstad har kvalitetskontrollert rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Demissew K. Ejigu
overingeniør

Tilrettelegging av datagrunnlag for hydrologiske beregninger

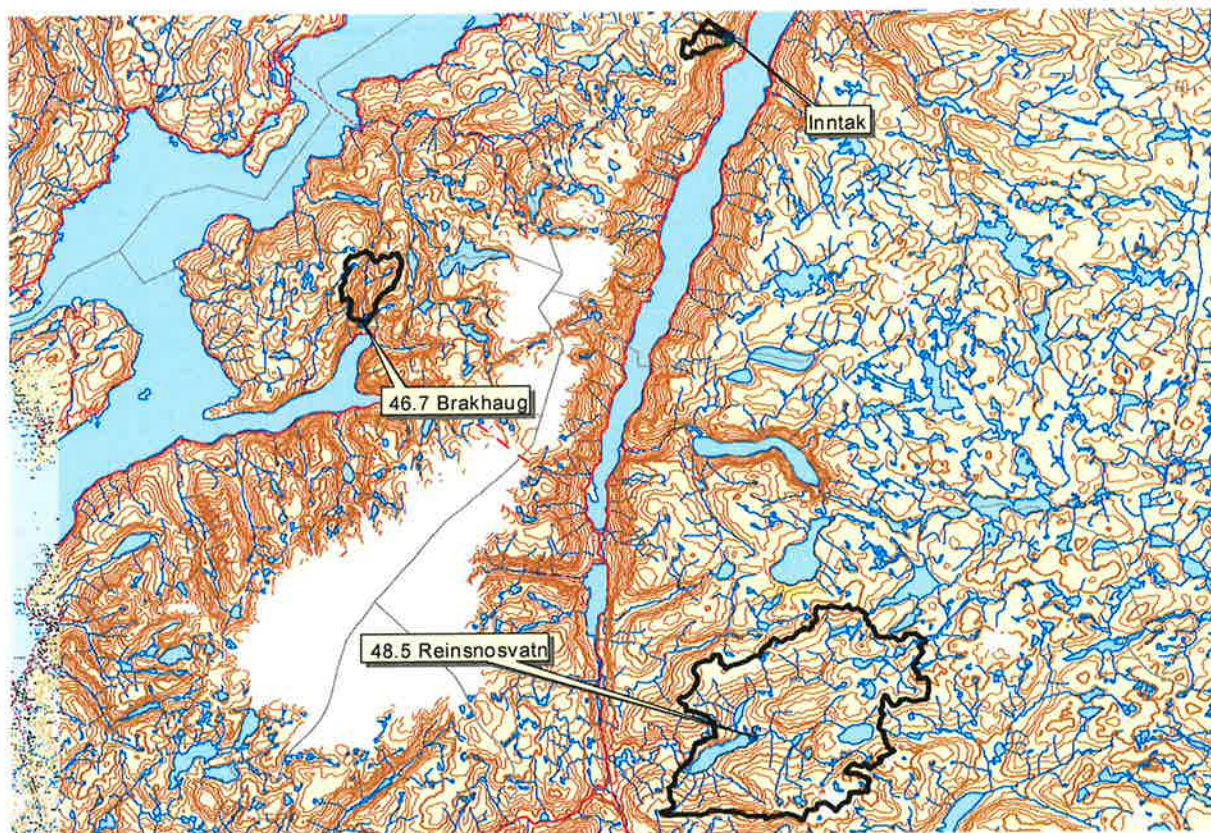
Grunnlaget for alle hydrologiske beregninger er tidsserier av vannføring over en lang årrekke. Det eksisterer i dag ingen måling av vannføring i det aktuelle vassdraget, så videre analyser må baseres på en sammenligning og skalering med tidsserier for avløp fra målestasjoner i nedbørfelt med lignende avløpsforhold. Det er to aktuelle målestasjoner i området. Nedbørfeltene til sammenligningsstasjonene er inntegnet på kart i figur 2 sammen med Kvernhusbekkens 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.)
46.7 Brakhaug	1973 - 2006	9,21	83	0,3	118	122,8	177 - 1 281
48.5 Reinsnosvatn	1917 - 2007	121,0	76	3,2	76	70,1	595 - 1 637
Kvernhusbekken	-	0,73	79	0,0	83	-	260 - 1 041
Indre Jåstadelva	-	2,31	92	0,0	84	-	280 - 1 393
Kvernhusbekken (totalt)	-	3,04	89	0,0	84	-	260 - 1 393

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

Q_m betegner middelvrenningen beregnet for observasjonsperioden til målestasjonen



Figur 2. Oversikt over nedbørfeltene til sammenligningsfeltene og Kvernhusbekken (totalt).

Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt

Vassdragsnummer (regine): 048.1

Vernestatus: Ikke vernet med hensyn på kraftutbygging.

Feltareal ved inntak kote 260: ca. 3,04 km² (areal beregnet fra kart i målestokk 1:50 000), se figur 1.

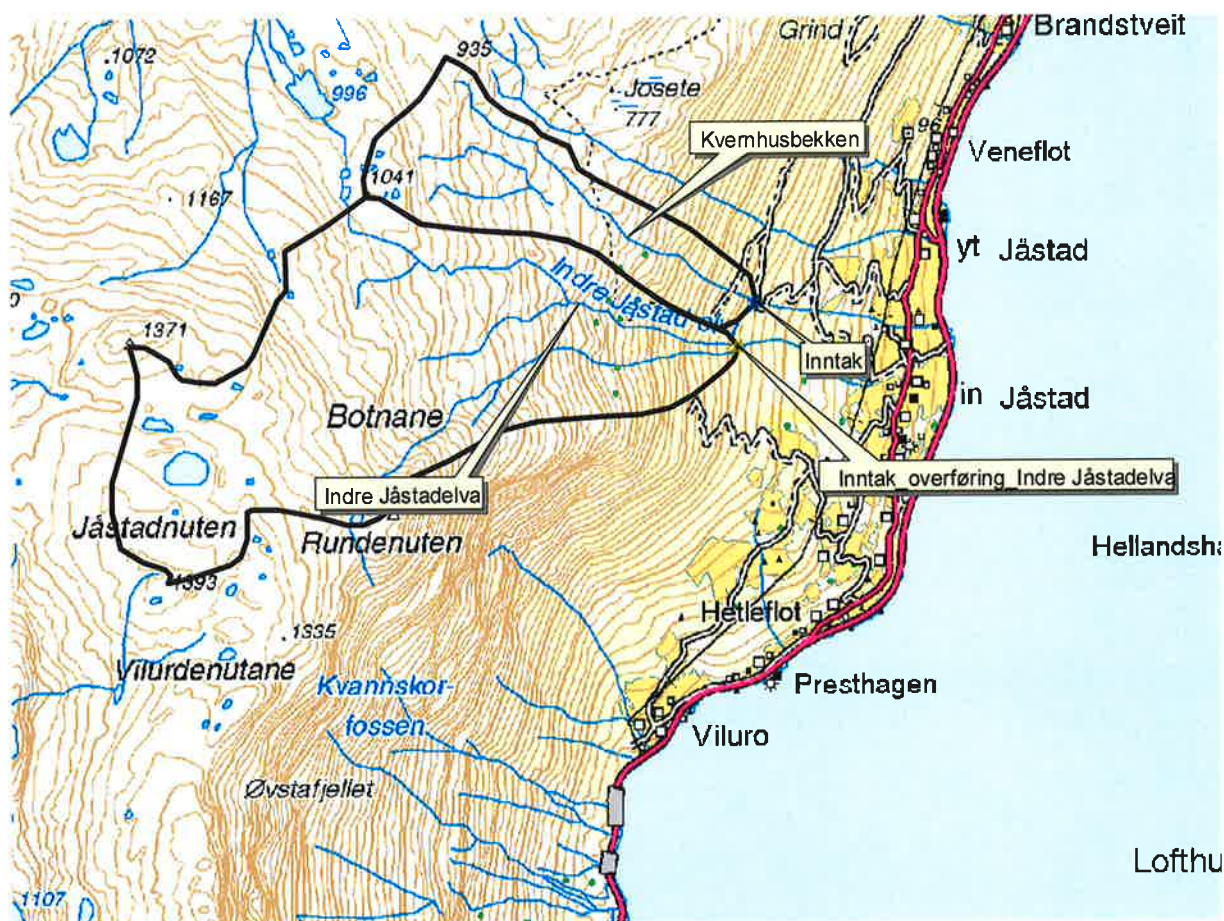
Høydeforskjell i feltet: 260 – 1 393 moh.

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

Snaufjellandel: 89 %.

Normalavløp og årsavløp: NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990 gir spesifikt normalavløp (definisjon vedlegg 3) i Kvernhusbekken (totalt) på 84 l/s·km², som tilsvarer estimert årlig middelavløp på $84 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 \cdot 3,04 \text{ km}^2 = 256 \text{ l/s} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette tilsvarer et midlere årsavløp på 8,1 mill. m³/år. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot $\pm 20 \%$, som i Kvernhusbekken (totalt) tilsvarer et intervall på ca. 205 l/s til 307 l/s.

Hydrologisk regime: Vassdraget har dominerende høst- og vinterflommer. Lavvannføringer inntreffer som oftest om vinteren.



Figur 1. Nedbørfeltet til Kvernhusbekken og Indre Jåstadelva.

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. Observerte normalavløp ved stasjonene avviker noe fra avrenningskartet. Det er derfor noe usikkerhet til avrenningskartet i området.

Beskrivelse av aktuelle målestasjoner

Målestasjon 46.7 Brakhaug ligger 27 km sørvest for Kvernhusbekken (totalt). Feltet har litt større effektiv sjøprosent og feltareal enn Kvernhusbekken (totalt). Trolig er selvreguleringsevnen til Brakhaug er litt større enn Kvernhusbekken (totalt). Høydemessig stemmer stasjonen noenlunde overens med nedbørfeltet til Kvernhusbekken (totalt). Ved Brakhaug er det observert vannføring daglig i perioden fra 1973, men dataserien er komplett i 30 av 33 år. Vannføringskurven antas å være av tilfredsstillende kvalitet, men noe usikker på høye vannføringer.

Målestasjon 48.5 Reinsnosvatn ligger 45 km sør for Kvernhusbekken (totalt). Målestasjonens areal og den effektive sjøprosenten er mye større enn Kvernhusbekken (totalt). Høydemessig stemmer stasjonen noenlunde overens med nedbørfeltet til Kvernhusbekken (totalt). Ved Reinsnosvatn er det observert vannføring daglig i perioden fra 1917, men har et mulig homogenitetsbrudd rundt 1957. Dataene er av god kvalitet på alle vannføringer. Reinsnosvatn har litt lavere andel snaufjell enn Kvernhusbekken (totalt) og har litt andel bre.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at 46.7 Brakhaug er mest representativ for forholdene i Kvernhusbekken (totalt). Denne stasjonen er derfor benyttet videre i analysen.

Data som er presentert er tilpasset Kvernhusbekken (totalt) sitt nedbørfelt på 3,04 km² ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktoren som er benyttet er:

$$(\ 84 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 122,8 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (3,04 \text{ km}^2 / 9,21 \text{ km}^2) = \underline{0,226}$$

Variasjon i middelavløp fra år til år

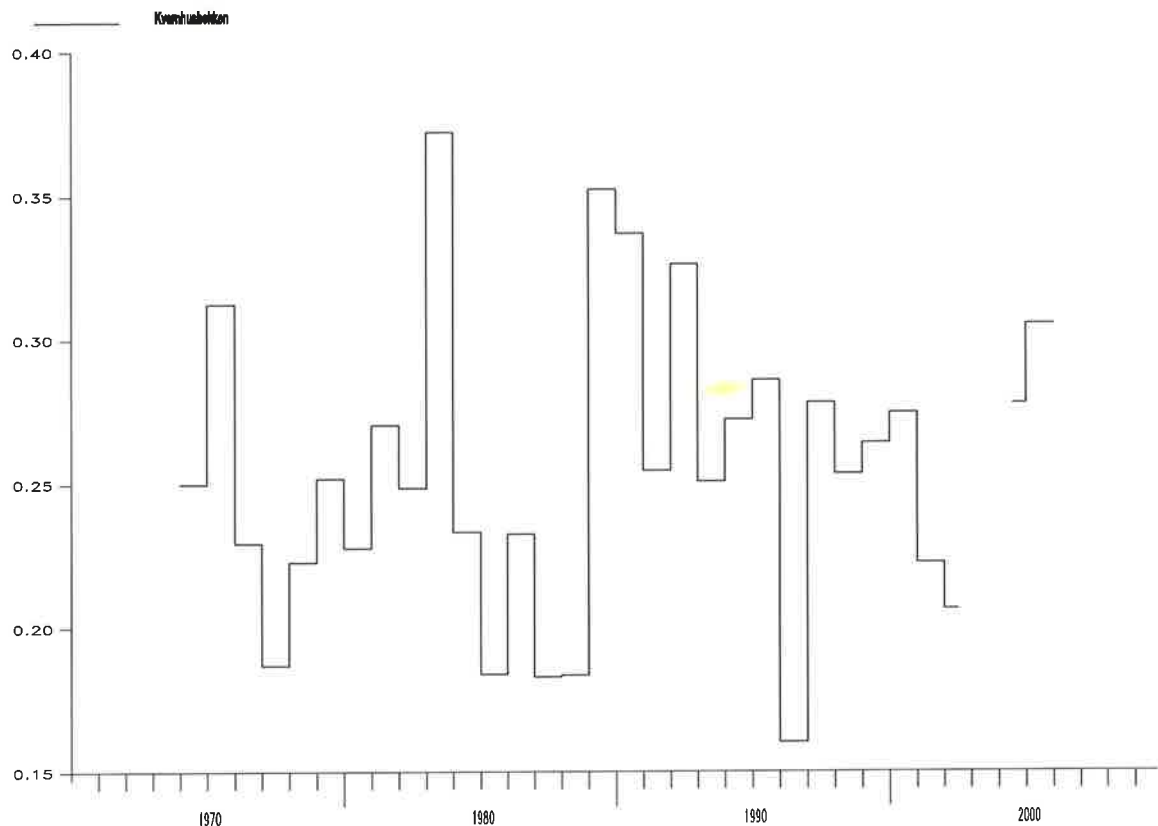
Variasjonene i middelavløpet fra år til år er relevant i forhold til årlige produksjons- og inntektsvariasjoner. Middelavløpet i enkeltår kan i stor grad avvike fra normalavløpet.

Med bakgrunn i skalert vannføringsserie for 46.7 Brakhaug i perioden 1974 - 2002, 2004 - 2005 er variasjonene i middelavløpet fra år til år ved Kvernhusbekken (totalt) presentert i figur 3. Dataene i figuren foreligger i tabellform i vedlegg 1.

Det må påregnes en variasjon fra år til år rundt $\pm 41 \%$ i forhold til normalavløpet.

Det er funnet at årsavløpet i Kvernhusbekken (totalt) har variert mellom omtrent 0,160 og 0,372 m³/s. I perioden er 1996 det tørreste året og 1983 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 Kvernhusbekken (totalt), og at de reelle årsvariasjonene i Kvernhusbekken (totalt) kan avvike i større eller mindre grad fra dette.



Figur 3. Variasjon i avrenningen fra år til år i Kvernhusbekken (totalt).

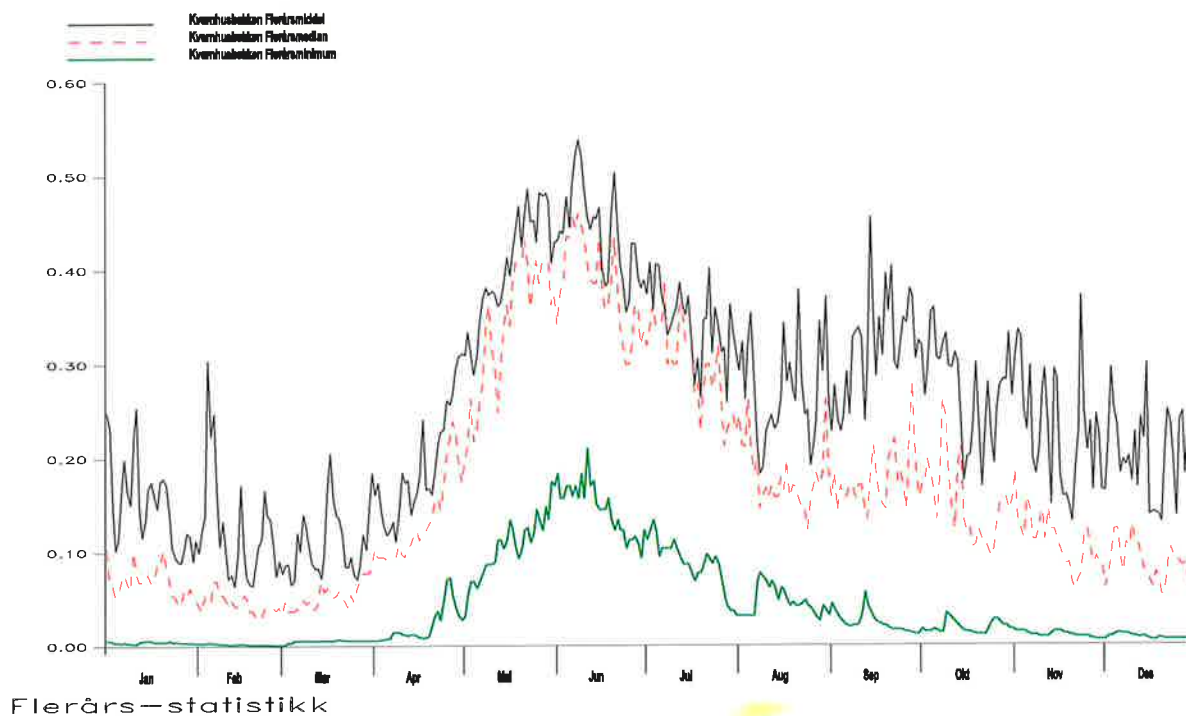
Avløpets fordeling over året

Avløpets sesongvariasjon i Kvernhusbekken (totalt) antas å stemme noenlunde overens med sesongvariasjonene ved 46.7 Brakhaug. Figur 4 viser middelvannføringen (flerårsmiddel), medianvannføringen (flerårsmedian) og minimumsvannføringen (flerårsminimum) i Kvernhusbekken (totalt) over året utarbeidet på grunnlag av observert vannføring ved 46.7 Brakhaug i perioden 1974 - 2002, 2004 - 2005. Se vedlegg 3 for forklaring av begrepene flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum. Data fra 46.7 Brakhaug er skalert som tidligere beskrevet.

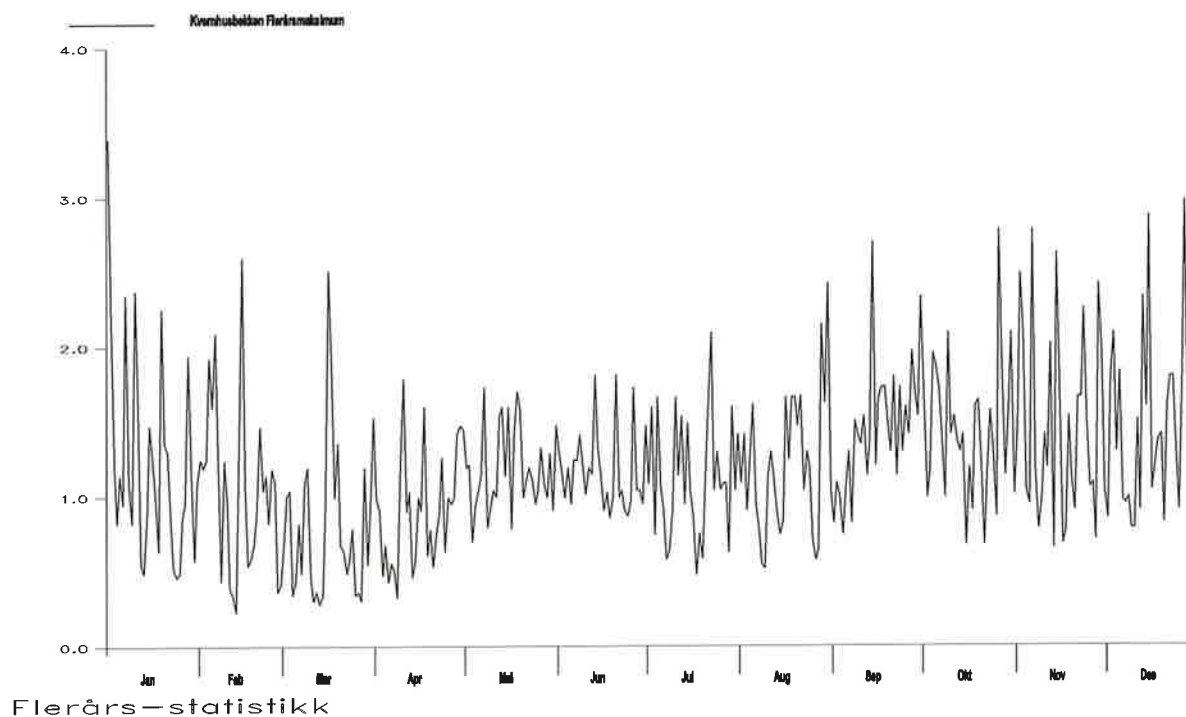
Både flerårsmiddel og flerårsmedian gir et bilde av midlere avløpsforhold. Ved bygging av små kraftverk antas det at mediankurven, som i de fleste tilfeller ligger lavere enn middelkurven, er best egnet til å gi et bilde av midlere avløpsforhold. Dette skyldes at små kraftverk ikke kan utnytte flomvannføringer. 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 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 m^3/s i Kvernhusbekken (totalt) basert på flerårs døgnerverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert. Sesongvariasjonene er antatt å samsvare noenlunde med nedbørfeltet til målestasjon 46.7 Brakhaug.



Figur 5. Maksimale flommer som døgnmiddel i m^3/s i Kvernhusbekken (totalt).

Varighetskurve

Med bakgrunn i den skalerte dataserien fra 46.7 Brakhaug er det for Kvernhusbekken (totalt) utarbeidet varighetskurver samt andre kurver til hjelp for å dimensjonere kraftverket. Forklaring til og eksempel på bruk av kurvene er gitt i vedlegg 3 og varighetskurver for Kvernhusbekken (totalt) er vist i vedlegg 2. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for 46.7 Brakhaug i perioden 1974 - 2002, 2004 - 2005 og skalert som tidligere beskrevet.

Sesongkurvene viser vannføringen i % av middelavløp *for sesongen*. Ved bruk av kurvene trengs dermed sesongverdier for middelavløpet i Kvernhusbekken (totalt). Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for 46.7 Brakhaug i perioden 1974 - 2002, 2004 - 2005 og skalert som tidligere beskrevet. Middelavløpet for året er $0,26 \text{ m}^3/\text{s}$. For sommer- og vintersesongen er middelavløpet på henholdsvis $0,35$ og $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$.

Den benyttede målestasjonen (46.7 Brakhaug) antas å større selvreguleringsevne enn Kvernhusbekken (totalt) som følge av større areal og større effektive sjøprosent. Det betyr at varighetskurven og slukeevne ved 46.7 Brakhaug trolig gir et for optimistisk bilde på utnyttbar vannmengde sett i forhold til Kvernhusbekkens (totalt) 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 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.

Ved beregning av alminnelig lavvannføring tas det normalt ikke hensyn til overførte deler av et nedbørfelt. Alminnelig lavvannføring er derfor beregnet kun for Kvernhusbekken, som vil angi alminnelig lavvannføring uavhengig av om Indre Jåstadelva overføres eller ikke. Det er også gjort beregninger av alminnelig lavvannføring for Indre Jåstadelva.

I programmet LAVVANN har nedbørfeltene tilhørighet til region 3 og feltparametrene som er brukt i beregningen er vist i tabell 2. Kolonnen til høyre i tabell 2 viser resultatet av beregningene i programmet LAVVANN.

Tabell 2: Feltparametere brukt i estimering av alminnelig lavvannføring. Alminnelig lavvannføring i kolonnen til høyre er resultatet av beregningene i programmet LAVVANN.

	Felt-areal (km ²)	Felt-akse (km)	Felt-bredde (km)	Maksimal høyde- forskjell (m)	Eff. innsjø % (%)	Andel snaufjell (%)	Spesifikt avløp (l/s·km ²)	Alminnelig lavvannføring fra LAVVANN (l/s·km ²)
Kvernhusbekken	0,73	1,8	0,41	781	0,0	79	83	4,6
Indre Jåstadelva	2,31	2,9	0,80	1 113	0,0	92	84	6,0



Estimert alminnelig lavvannføring ved målestasjonen 46.7 Brakhaug er $4,1 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Alminnelig lavvannføring øker normalt med bl.a. økende feltstørrelse, innsjøprosent og økende spesifikk avrenning. På bakgrunn av dette kan det antas at alminnelig lavvannføring er $4,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca. 3 l/s for Kvernhusbekken og $5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca. 12 l/s for Indre Jåstadelva.

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

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 Kvernhusbekken og Indre Jåstadelva estimert med utgangspunkt i målestasjon 46.7 Brakhaug. Beregnet 5 persentil for sommer- og vintersesong er for 46.7 Brakhaug henholdsvis $33,9 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ og $3,4 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Med utgangspunkt i dette, og vurderingene gjort ved beregning av alminnelig lavvannføring, er 5 persentilen ved inntaket til kraftverket i Kvernhusbekken (totalt) anslått til å være:

Sommersesongen (1/5 – 30/9): Kvernhusbekken: $34 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 25 l/s

Indre Jåstadelva: $35 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 81 l/s

Vintersesongen (1/10 – 30/4): Kvernhusbekken: $3,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 3 l/s

Indre Jåstadelva: $4,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 10 l/s

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 befarung 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 optimistisk bilde på utnyttbar vannmengde.

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:

- Meldingsskjema for vurdering av konsesjonsplikt etter vannressursloven for bygging av små kraftverk (vedlagt)
- 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: Årsmiddelvannføringer i Kvernhusbekken (totalt)

Vedlegg 2: Varighetskurver

Vedlegg 3: Definisjoner

Vedlegg 4: Skjema for vurdering av konsesjonsplikt ”Bygging av små kraftverk”



VEDLEGG 1: Årsmiddelvannføringer

(Observerte avrenning ved 46.7 Brakhaug er skalert for å gi representativ avrenning i Kvernhusbøken (totalt))

DAGUT - utskrift fra WORK_HYDAG_POINT foretatt:02/05/2007 12:57

Arbeidsdata for: 46.7.0

Parameter...: vannføring

Version.....: 17

Års - middelerverdier

1

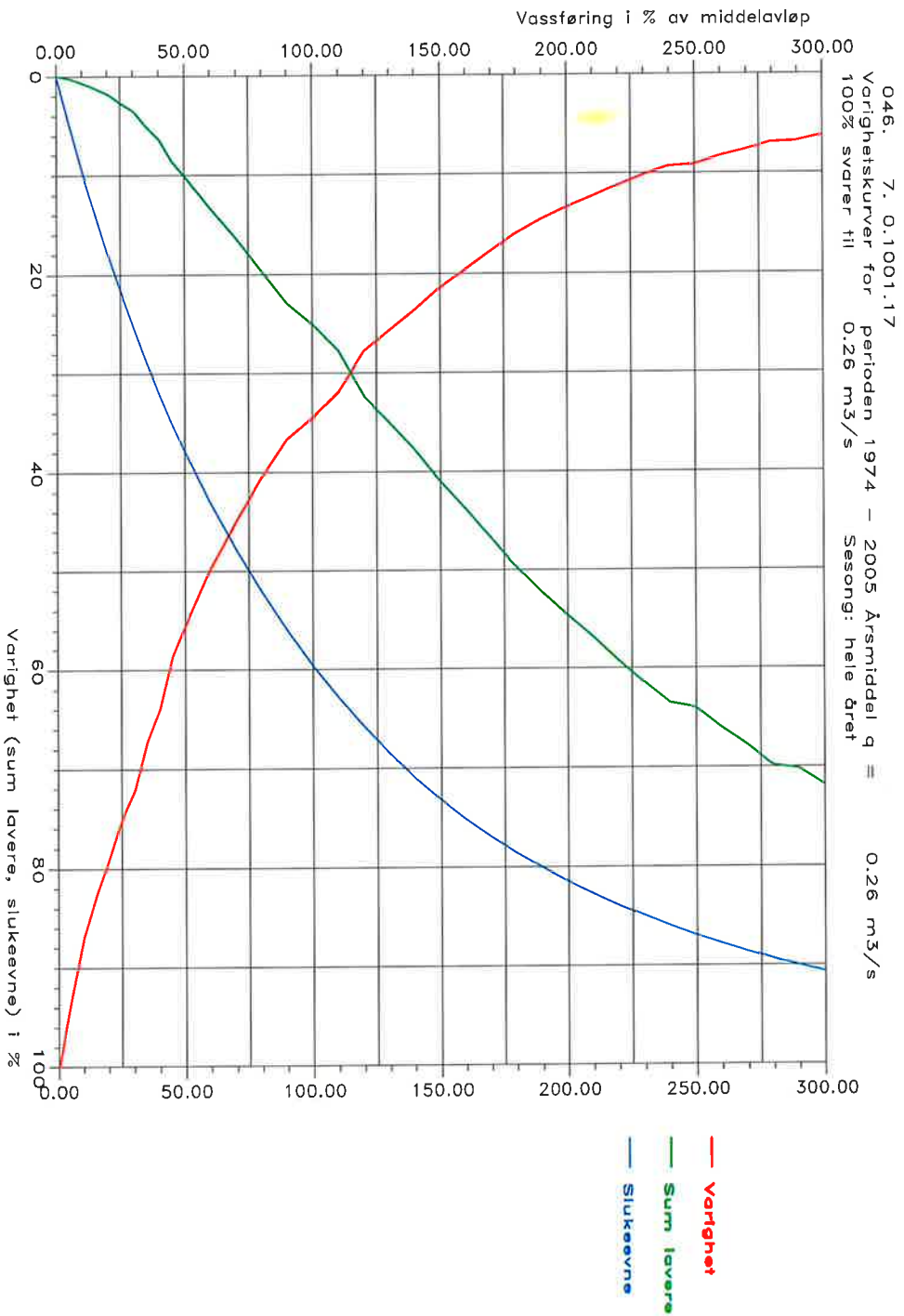
Enhet:m³/s

1974	0.250	1990	0.337
1975	0.312	1991	0.255
1976	0.229	1992	0.326
1977	0.187	1993	0.251
1978	0.223	1994	0.272
1979	0.252	1995	0.286
1980	0.228	1996	0.160
1981	0.270	1997	0.278
1982	0.248	1998	0.253
1983	0.372	1999	0.264
1984	0.233	2000	0.274
1985	0.184	2001	0.222
1986	0.233	2002	0.206
1987	0.183	2003	---
1988	0.183	2004	0.277
1989	0.352	2005	0.305



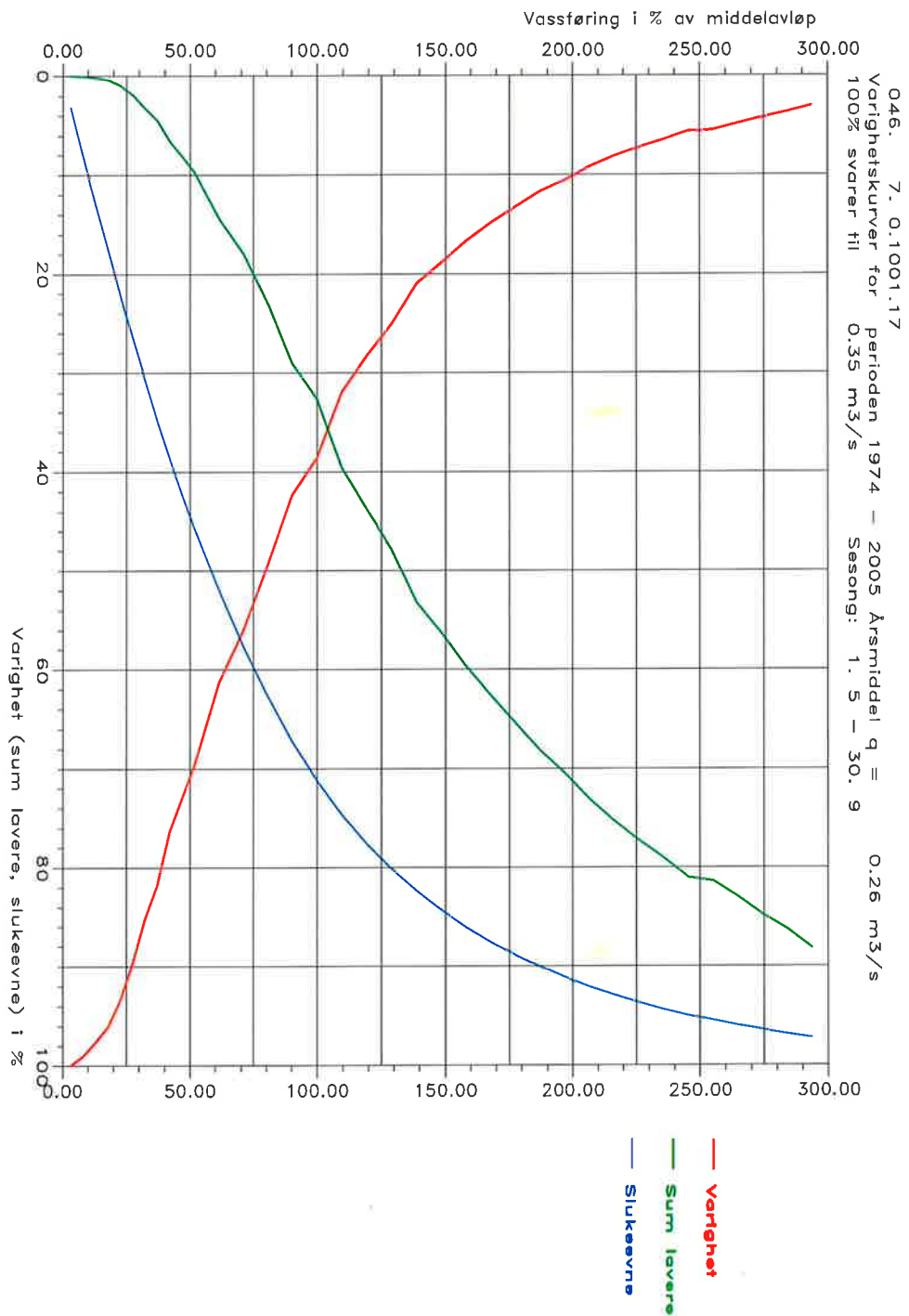
VEDLEGG 2: Varighetskurver

Varighetskurve for hele året. Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 46.7 Brakhaug.



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

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 46.7 Brakhaug. Ved bruk av kurven må middelverdien for sesongen benyttes.





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

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen 46.7 Brakhaug. Ved bruk av kurven må middelverdien for seasonen benyttes.

