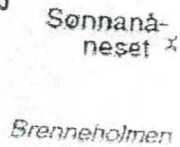


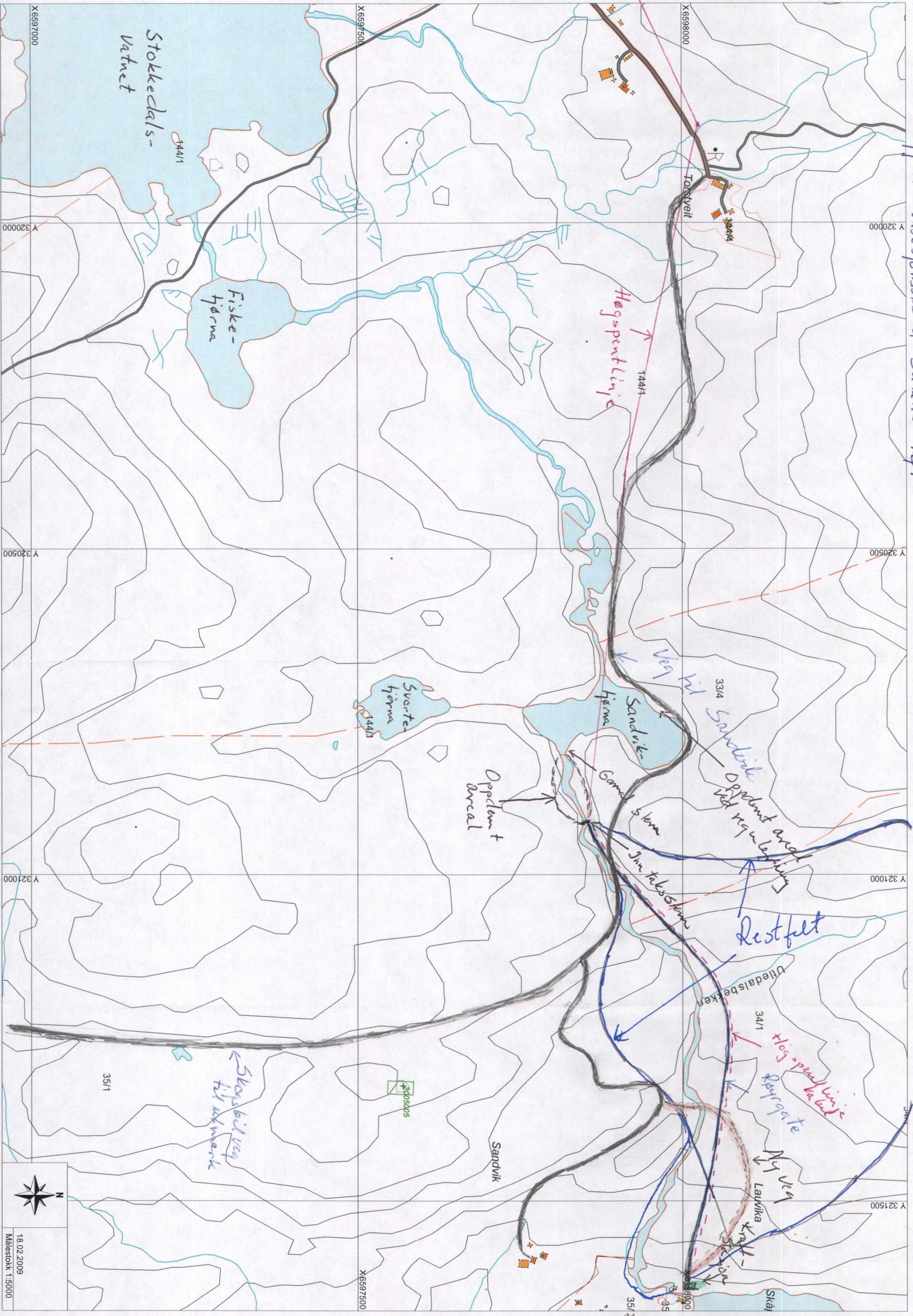


Solberg



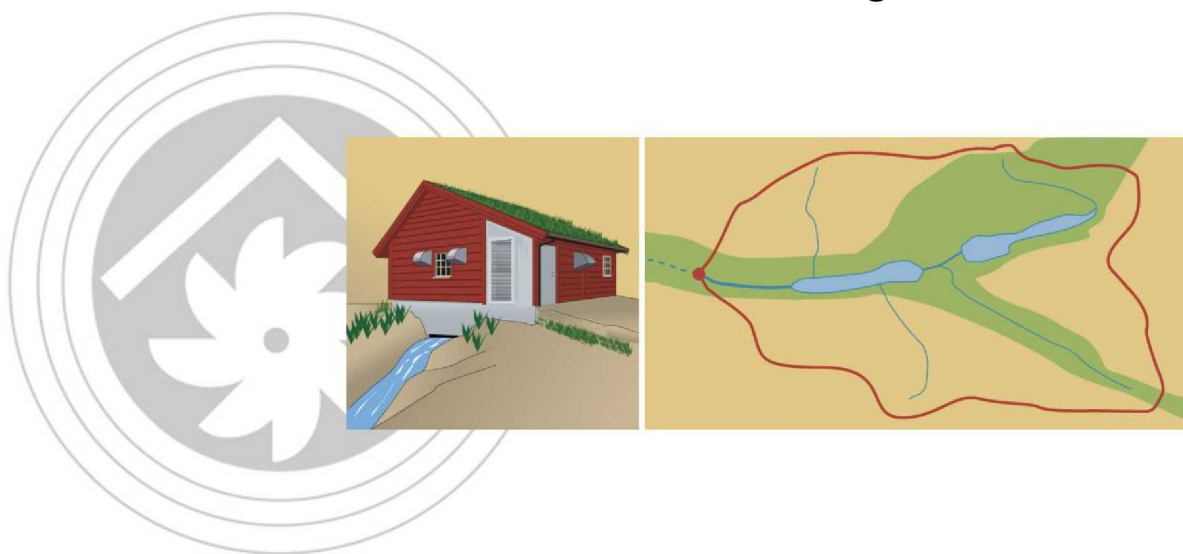
Nedbørfeltet til Sandvikelva.
Stokkeclalsvassdraget

Veelag 2. Konsejonsbånd Sandvik kraft



Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Sandvikelva (038.42), Vindafjord kommune i Rogaland

Utarbeidet av Thomas Væringstad



Rapport

Hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Sandvikelva (38.42), Vindafjord kommune i Rogaland

Oppdragsgiver: Sandvik kraft SUS
Saksbehandler: Thomas Væringstad
Ansvarlig: Sverre Husebye
Vår ref.: NVE 200902216-2
Arkiv: 333/038.42
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	8
Avløpets fordeling over året	9
Varighetskurve	10
Alminnelig lavvannføring	11
5-persentil sesongvannføring.....	11
Restvannføring.....	11
Aktuelt informasjonsmateriale.....	15
Vedlegg.....	15

Forord

På oppdrag for Sandvik kraft SUS har NVE, Hydrologisk avdeling, framskaffet hydrologiske data til bruk for planlegging av kraftverk i Sandvikelva. 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 Sandvikelva 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. Demissew K. Ejigu har kvalitetskontrollert rapporten.

Sverre Husebye
seksjonssjef

Thomas Væringstad
overingeniør

Beskrivelse av nedbørfeltet til planlagt inntakspunkt

Vassdragsnummer (regine): 038.42

Vernestatus: Ikke vernet iht. verneplan for vassdrag.

Feltareal ved inntak kote 136: ca. 8.73 km² (areal beregnet fra kart i målestokk 1:50 000), se figur 1.

Høydeforskjell i feltet: 136 – 598 moh.

Effektiv sjøprosent (forklaring vedlegg 3): 4.8 %.

Snaufjellandel: 19 %.

Normalavløp og årsavløp: NVEs digitale avrenningskart for perioden 1961-1990 gir spesifikt normalavløp (definisjon vedlegg 3) i Sandvikelva på 59 l/s·km², som tilsvarer estimert årlig middelavløp på 59 l/s·km² · 8.73 km² = 515 l/s = 0.52 m³/s. Dette tilsvarer et midlere årsavløp på 16.2 mill. m³/år. Avrenningskartet har en usikkerhet på opp mot ± 20 %, som i Sandvikelva tilsvarer et intervall på ca. 412 l/s til 618 l/s.

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



Figur 1. Nedbørfeltet til Sandvikelva.

Tilrettelegging av datagrunnlag for hydrologiske beregninger

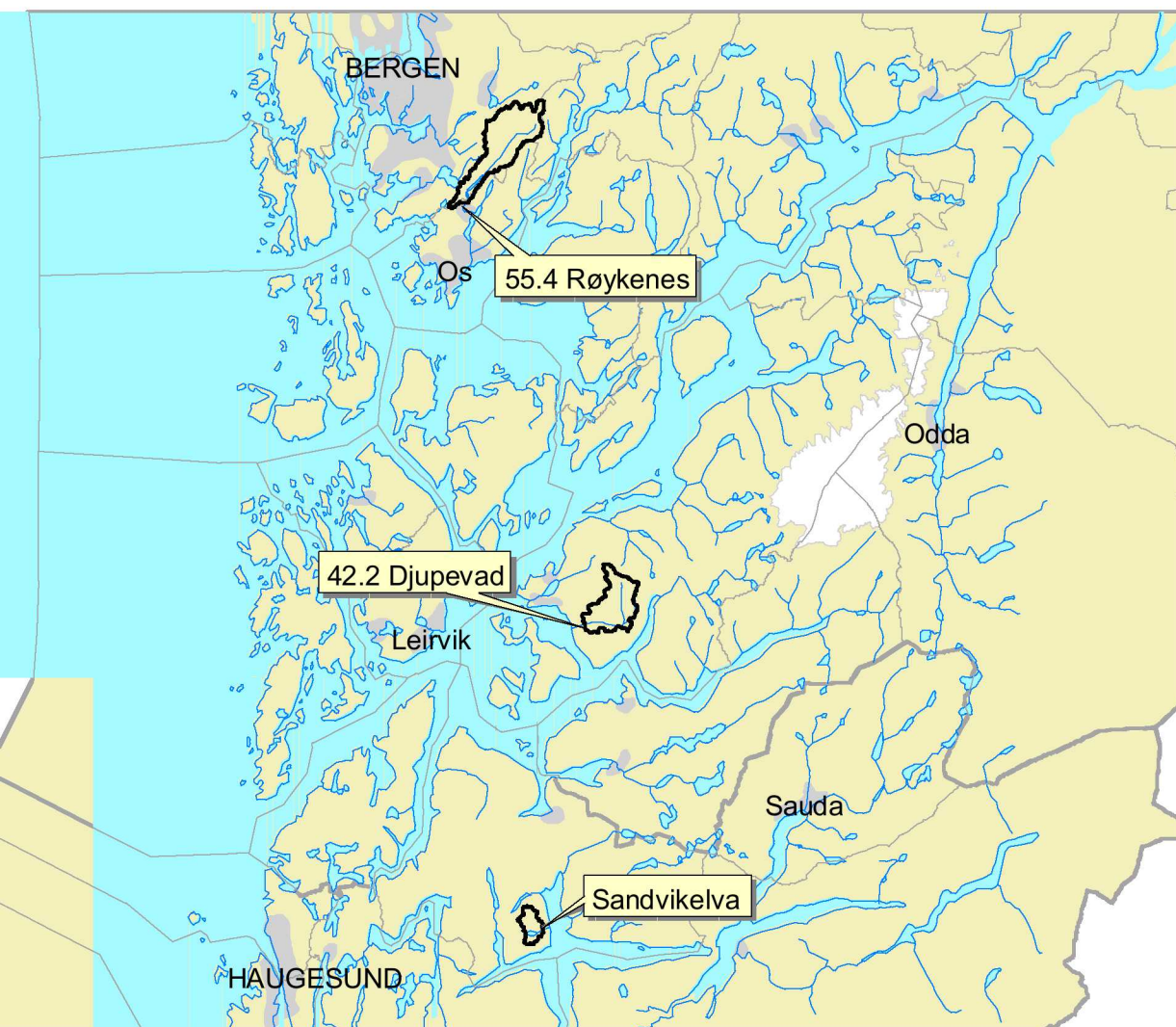
Grunnlaget for alle hydrologiske beregninger er tidsserier av vannføring over en lang årrekke. Det eksisterer i dag ingen måling av vannføring i det aktuelle vassdraget, så videre analyser må baseres på en sammenligning og skalering med tidsserier for avløp fra målestasjoner i nedbørfelt med lignende avløpsforhold. Det er to aktuelle målestasjoner i området. Nedbørfeltene til sammenligningsstasjonene er inntegnet på kart i figur 2 sammen med Sandvikelvas 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.)
55.4 Røykenes	1934-d.d.	49.9	32	2.2	101	97.3	53 - 960
42.2 Djupevad	1964-d.d.	31.9	50	0.3	107	97.2	88 - 1 152
Sandvikelva	-	8.73	19	4.8	59	-	136 - 598

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 Sandvikelva.

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 stemmer noenlunde overens med avrenningskartet, selv om observerte avrenning er noe lavere enn estimert avrenning ved 42.2 Djupevad. Det er grunn til å anta at avrenningskartet gir et forholdsvis godt estimat for Sandvikelvas nedbørfelt.

Beskrivelse av aktuelle målestasjoner

Målestasjon 55.4 Røykenes ligger ca 90 km nord for Sandvikelva. Feltarealet og avrenningen er større, mens effektiv sjøprosent er mindre sammenlignet med Sandvikelva. Høydemessig strekker nedbørfeltet til Røykenes seg både lavere og høyere enn Sandvikelva. Datakvaliteten er god og observasjonsperioden er lang. Selvreguleringsevnen er antatt ganske lik eller litt større sammenlignet med Sandvikelva.

Målestasjon 42.2 Djupevad ligger 40 km nord-nordøst for Sandvikelva. Feltarealet og avrenningen er større, mens effektiv sjøprosent er mindre sammenlignet med Sandvikelva. Høydemessig strekker nedbørfeltet til Djupevad seg både lavere og høyere enn Sandvikelva, og feltet ligger i snitt noe høyere. Datakvaliteten er god fra 1976. Selvreguleringsevnen er antatt litt lavere enn Sandvikelva.

Valg av representativ målestasjon og beregning av skaleringsfaktor

På bakgrunn av de ulike stasjonenes feltegenskaper og datakvalitet er det antatt at Røykenes er mest representativ for forholdene i Sandvikelva. Denne stasjonen er derfor benyttet videre i analysen.

Data som er presentert er tilpasset Sandvikelva sitt nedbørfelt på 8.73 km² ved skalering med hensyn på feltareal og spesifikt normalavløp. Skaleringsfaktoren som er benyttet er:

$$(59 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2 / 97.3 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2) \cdot (8.73 \text{ km}^2 / 49.9 \text{ km}^2) = \underline{0.106}$$

Variasjon i middelavløp fra år til år

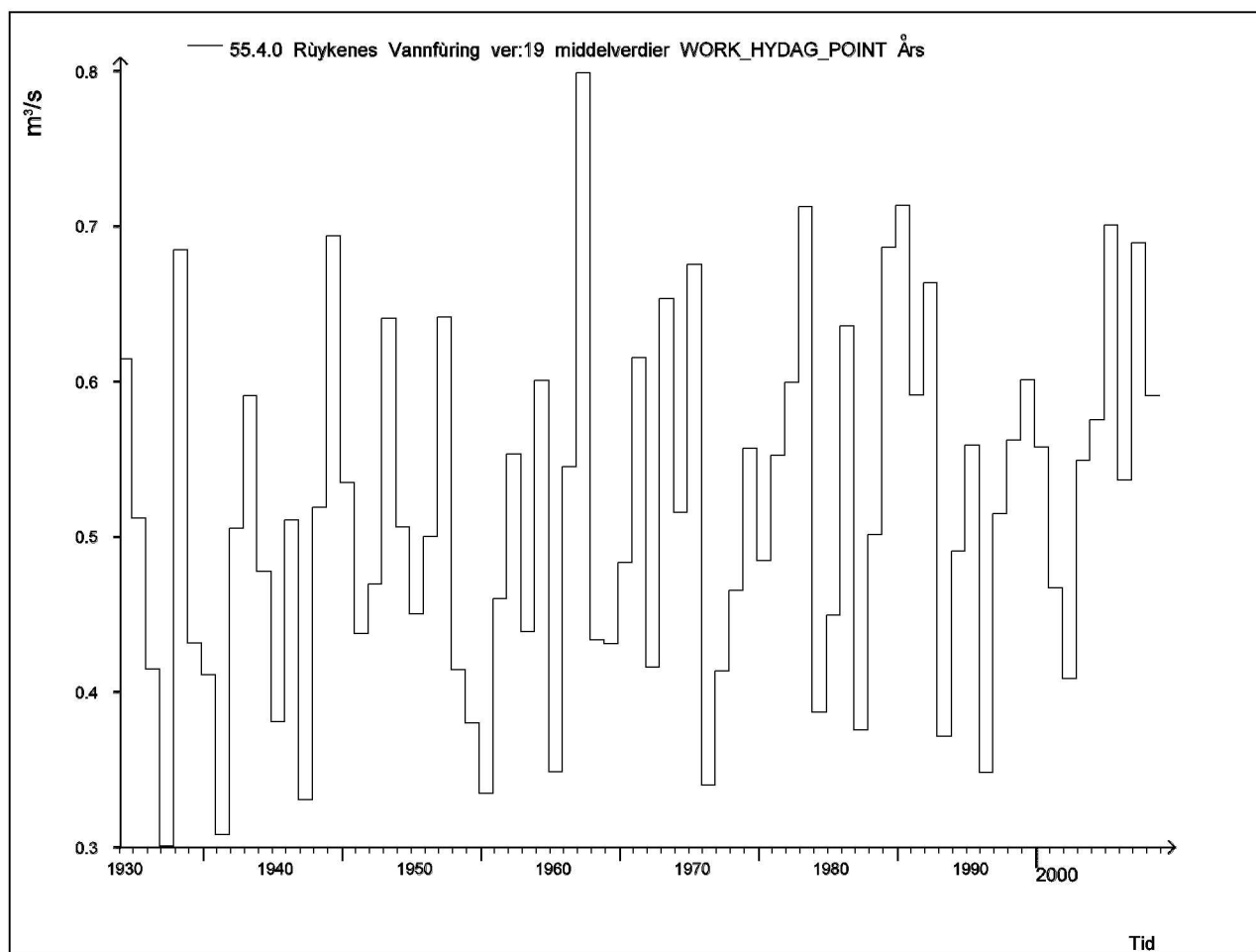
Variasjonene i middelavløpet fra år til år er relevant i forhold til årlige produksjons- og inntektsvariasjoner. Middelavløpet i enkeltår kan i stor grad avvike fra normalavløpet.

Med bakgrunn i skalert vannføringsserie for Røykenes i perioden 1934-2008 er variasjonene i middelavløpet fra år til år ved Sandvikelva presentert i figur 3. Dataene i figuren foreligger i tabellform i vedlegg 1.

Det må påregnes en variasjon fra år til år rundt $\pm 49\%$ i forhold til normalavløpet.

Det er funnet at årsavløpet i Sandvikelva har variert mellom omtrent 0.30 og 0.80 m³/s. I perioden er 1937 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 Sandvikelva, og at de reelle årsvariasjonene i Sandvikelva kan avvike i større eller mindre grad fra dette.



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

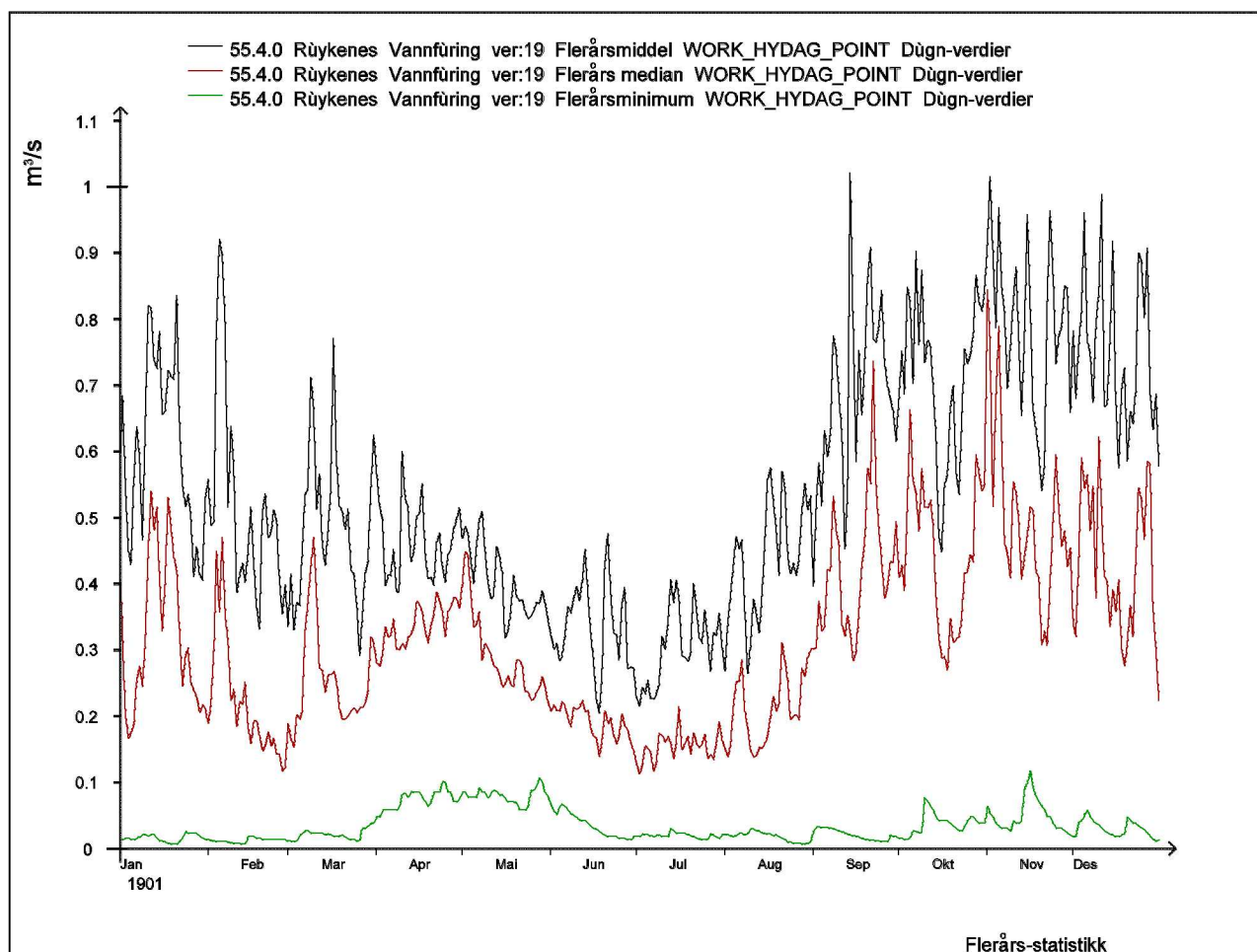
Avløpets fordeling over året

Avløpets sesongvariasjon i Sandvikelva antas å stemme noenlunde overens med sesongvariasjonene ved Røykenes. Figur 4 viser middelvannføringen (flerårsmiddel), medianvannføringen (flerårsmedian) og minimumsvannføringen (flerårsminimum) i Sandvikelva over året utarbeidet på grunnlag av observert vannføring ved Røykenes i perioden 1971-2008. Se vedlegg 3 for forklaring av begrepene flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum. Data fra Røykenes er skalert som tidligere beskrevet.

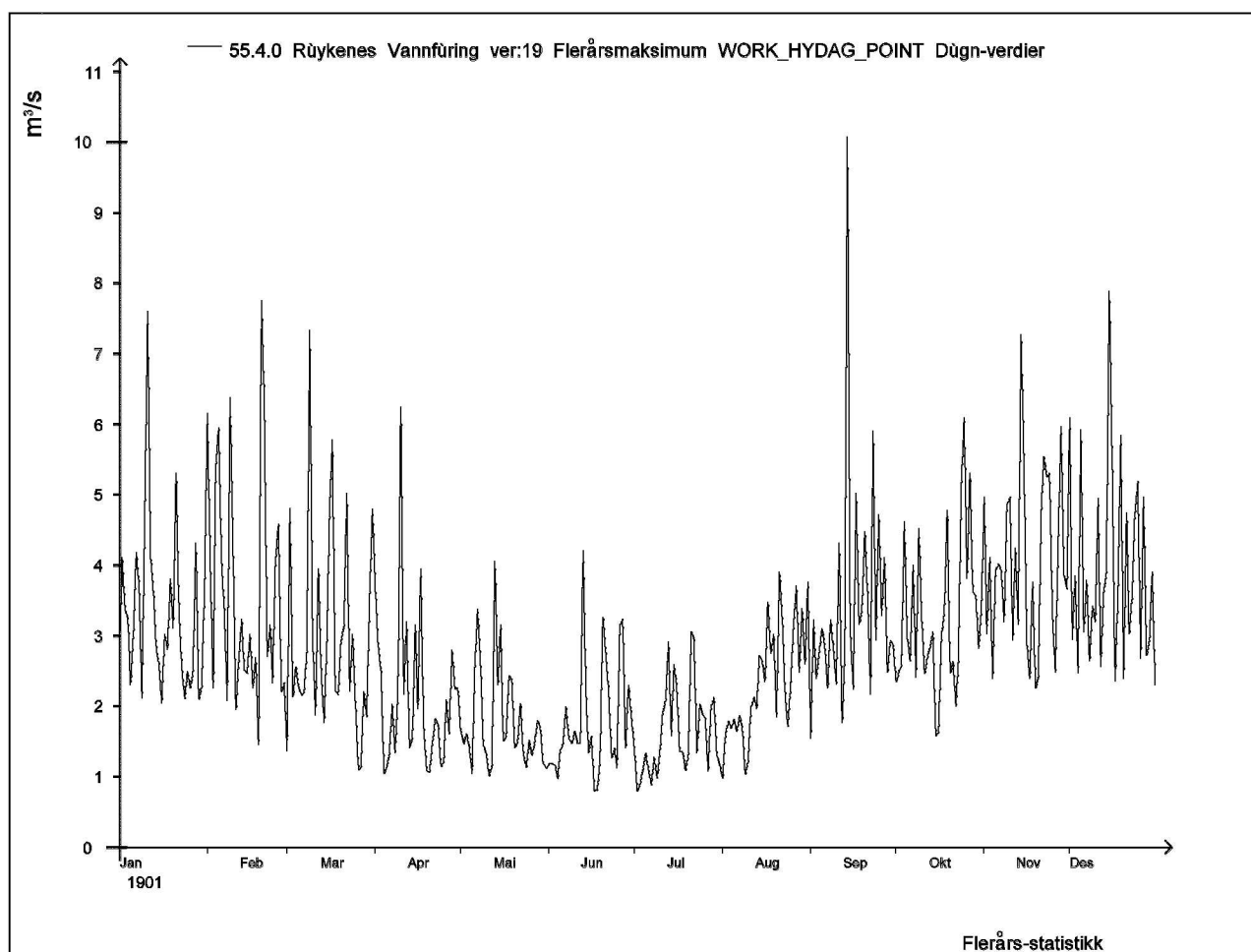
Både flerårsmiddel og flerårsmedian gir et bilde av midlere avløpsforhold. Ved bygging av små kraftverk antas det at mediankurven, som i de fleste tilfeller ligger lavere enn middelkurven, er best egnet til å gi et bilde av midlere avløpsforhold. Dette skyldes at små kraftverk ikke kan utnytte flomvannføringer. 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 sommeren og 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 m³/s i Sandvikelva basert på flerårs døgnverdier. Flerårsmiddel, flerårsmedian og flerårsminimum er presentert. Sesongvariasjonene er antatt å samsvare noenlunde med nedbørfeltet til målestasjon Røykenes.



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

Varighetskurve

Med bakgrunn i den skalerte dataserien fra Røykenes er det for Sandvikelva 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 Sandvikelva er vist i vedlegg 2. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Røykenes i perioden 1934-2008 og skalert som tidligere beskrevet.

Sesongkurvene viser vannføringen i % av middelavløp *for sesongen*. Ved bruk av kurvene trengs dermed sesongverdier for middelavløpet i Sandvikelva. Disse er beregnet på bakgrunn av observerte data for Røykenes i perioden 1934-2008 og skalert som tidligere beskrevet. Middelavløpet for året er $0.52 \text{ m}^3/\text{s}$. For sommer- og vintersesongen er middelavløpet på henholdsvis 0.43 og $0.58 \text{ m}^3/\text{s}$.

Den benyttede målestasjonen (Røykenes) antas å ha noenlunde lik selvreguleringsevne sammenlignet med Sandvikelva. Det betyr at varighetskurven og slukeevne ved Røykenes trolig gir et noenlunde riktig bilde på utnyttbar vannmengde sett i forhold til Sandvikelvas 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.

Alminnelig lavvannføring for Sandvikelva 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 Røykenes i tabell 1.

Alminnelig lavvannføring for Sandvikelva, beregnet på bakgrunn av feltparametere med programmet LAVVANN, er $6.1 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. I programmet har Sandvikelva tilhørighet til region 7, og har følgende feltparametere: feltareal 8.73 km^2 , feltakse 3.3 km , feltbredde $(8.73 \text{ km}^2/3.3 \text{ km}) 2.6 \text{ km}$, maksimal høydeforskjell 462 m , effektiv sjøprosent 4.8% , andel snaufjell 19% og spesifikt avløp $59 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

Estimert alminnelig lavvannføring ved målestasjon Røykenes og Djupevad er henholdsvis $5.6 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ og $3.9 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$. Alminnelig lavvannføring øker normalt med bl.a. økende feltstørrelse, innsjøprosent og økende spesifikk avrenning.

Alminnelig lavvannføring for Sandvikelva er med bakgrunn i dette antatt å være i størrelsesorden $4.5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ som tilsvarer rundt 39 l/s .

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 Sandvikelva estimert med utgangspunkt i målestasjon Røykenes. Beregnet 5-persentil for sommer- og vintersesong er for Røykenes henholdsvis $5.7 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ og $6.3 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$.

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

- Sommersesongen (1/5 – 30/9): $4.5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 39 l/s
- Vintersesongen (1/10 – 30/4): $5.0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ eller ca 44 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 Røykenes i perioden 1934-2008 er utgangspunktet.

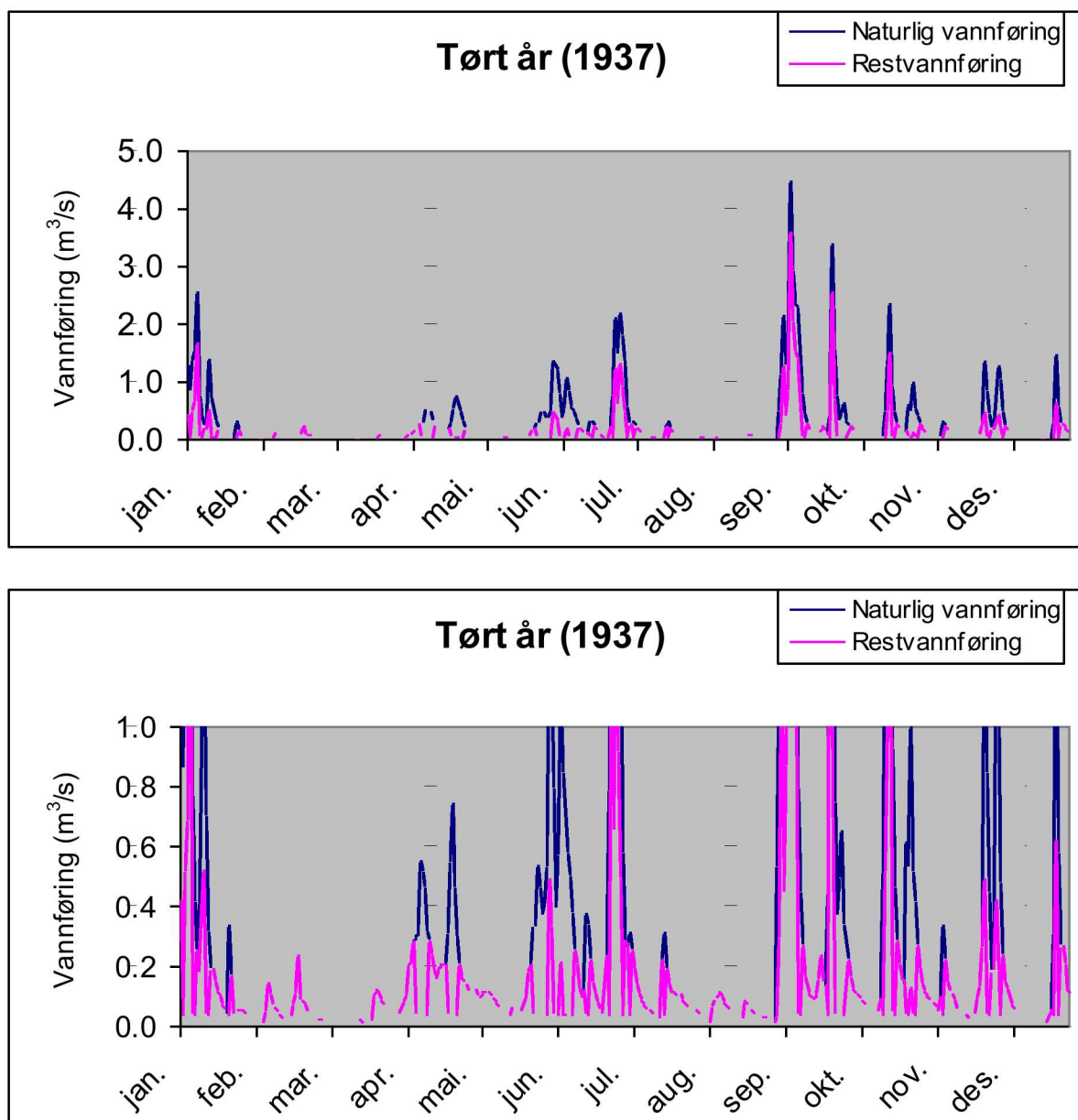
I modellen er det lagt inn følgende forutsetninger:

- Største slukeevne for turbinen er $0,875 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Minste slukeevne for turbinen er $0,250 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Minstevannføring: Hele året: $0.039 \text{ m}^3/\text{s}$

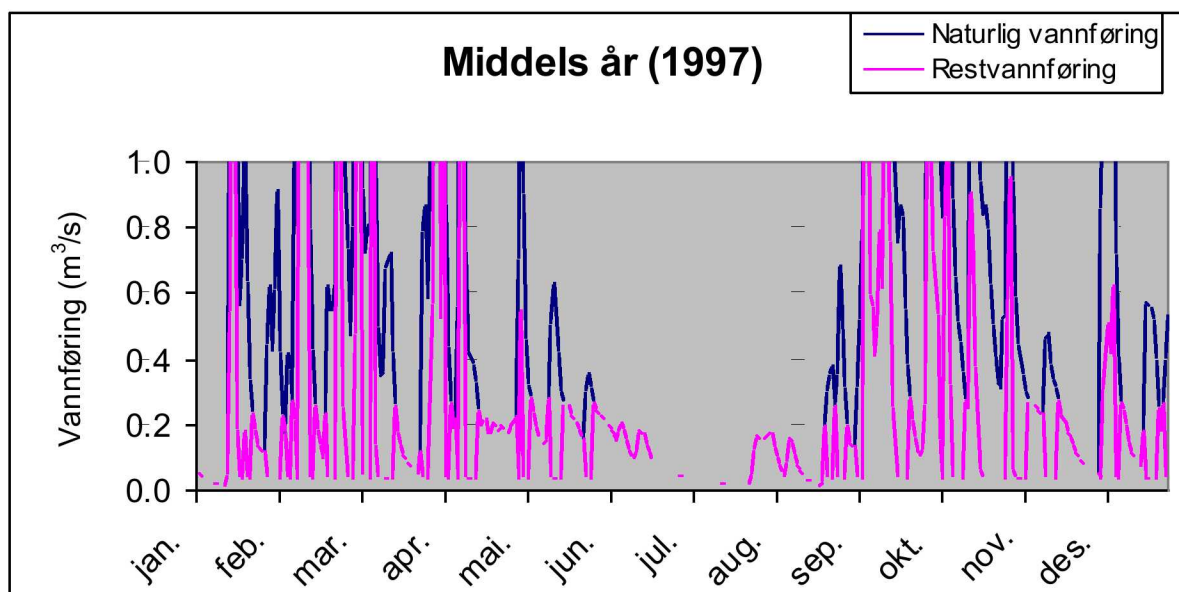
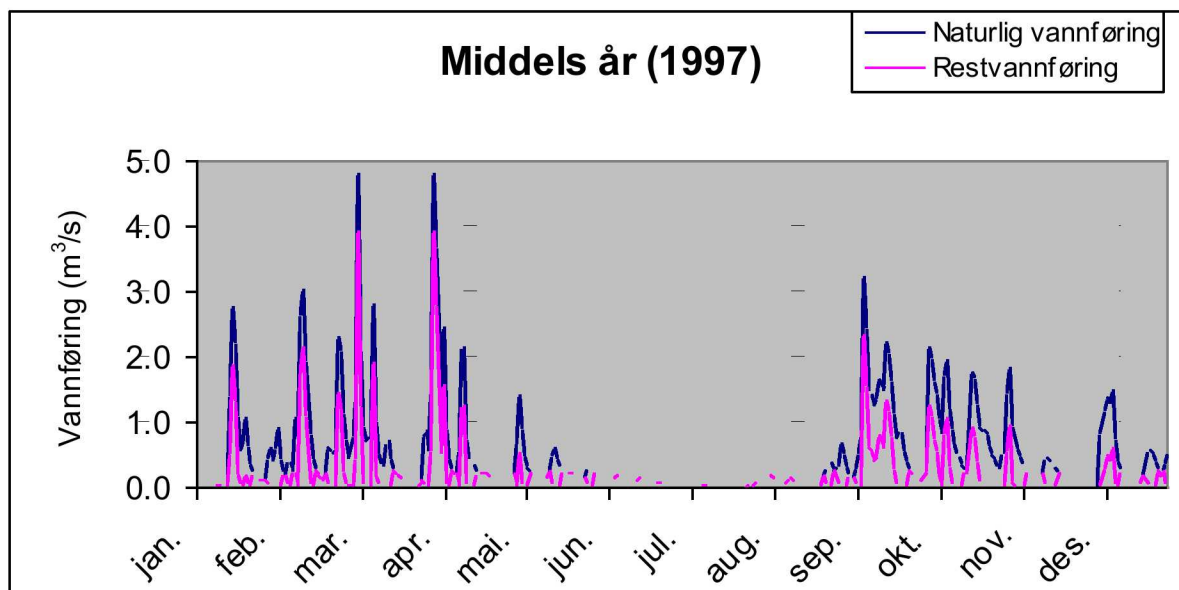
Restvannføringen er funnet ved å trekke slukeevnen fra den estimerte vannføringen ved inntaket. Når tilsiget er større enn største slukeevnen til turbinen, vil alt overskytende vann gå som restvannføring. Når tilsiget er mindre enn summen av laveste slukeevne og minstevannføringen, slippes hele tilsiget.

Estimert restvannføring og naturlig vannføring for et tørt (1937), middels (1997) og vått (1967) år er illustrert i figurene 6, 7 og 8.

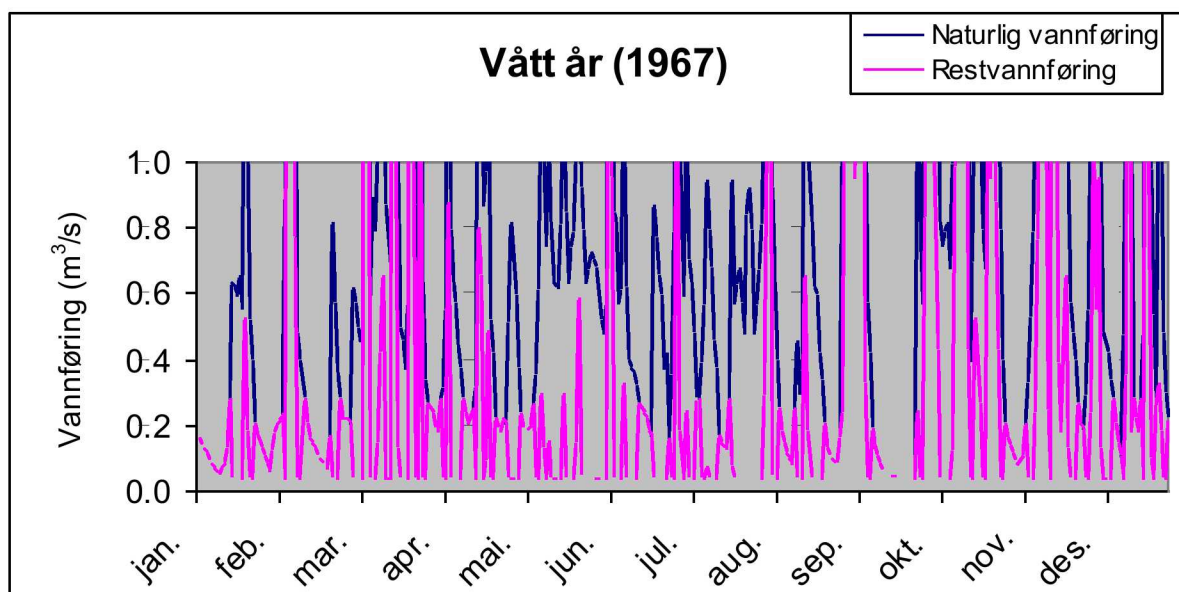
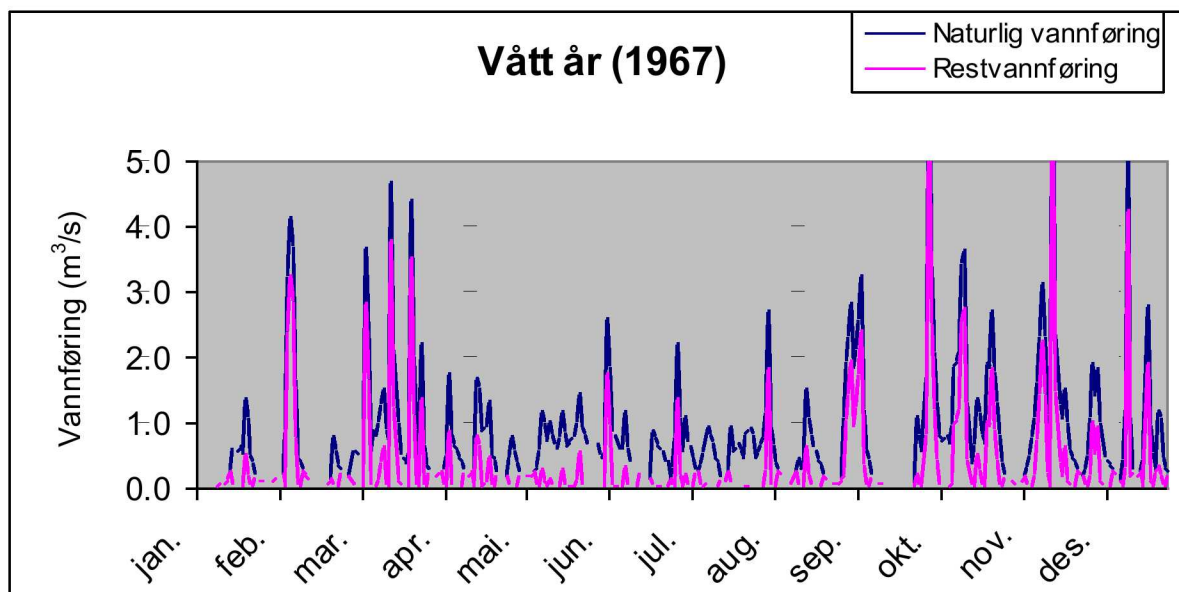
Tilsig fra restfeltet nedstrøms inntaket på strekningen der elva går i rør, vil bidra til å øke restvannføringen. Størrelsen på restfeltet mellom inntaket og utløpet til kraftverk er ca. 0.68 km² og har et middelavløp på rundt 30 l/s. Det er en sidebekk av betydning som kommer inn på strekningen elva går i rør, slik at restvannføringen vil gradvis øke nedover elvestrengen. I lavvannsperiodene vil bidraget være ekstra lite.



Figur 6. Restvannføringen i Sandvikelvai et tørt år (1937) med en årsavrenning på 0.30 m³/s. I 276 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne (0.250 m³/s) + minstevannføring. I 31 dager er vannføringen større enn største slukeevne (0.875m³/s).



Figur 7. Restvannføringen i Sandvikelva i et middels år (1997) med en årsavrenning på $0.51 \text{ m}^3/\text{s}$. I 207 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne ($0.250 \text{ m}^3/\text{s}$) + minstevannføring. I 60 dager er vannføringen større enn største slukeevne ($0.875 \text{ m}^3/\text{s}$).



Figur 8. Restvannføringen i Sandvikelva i et vått år (1967) med en årsavrenning på $0.80 \text{ m}^3/\text{s}$. I 123 dager av året er naturlig vannføring mindre enn laveste slukeevne ($0.250 \text{ m}^3/\text{s}$) + minstevannføring. I 98 dager er vannføringen større enn største slukeevne ($0.875 \text{ m}^3/\text{s}$).

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 det aktuelle vassdraget som vil kunne redusere usikkerheten i avløpstall for vassdraget.

Varighetskurvene gir trolig et noenlunde riktig 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 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: Årsmiddelvannføringer i Sandvikelva

Vedlegg 2: Varighetskurver

Vedlegg 3: Definisjoner



VEDLEGG 1: Årsmiddelvannføringer

(Observerte avrenning ved Røykenes er skalert for å gi representativ avrenning i Sandvikelva)

DAGUT – utskrift fra WORK_HYDAG_POINT foretatt:22/04/2009 10:40

Arbeidsdata for: 55.4.0

Parameter...: Vannføring

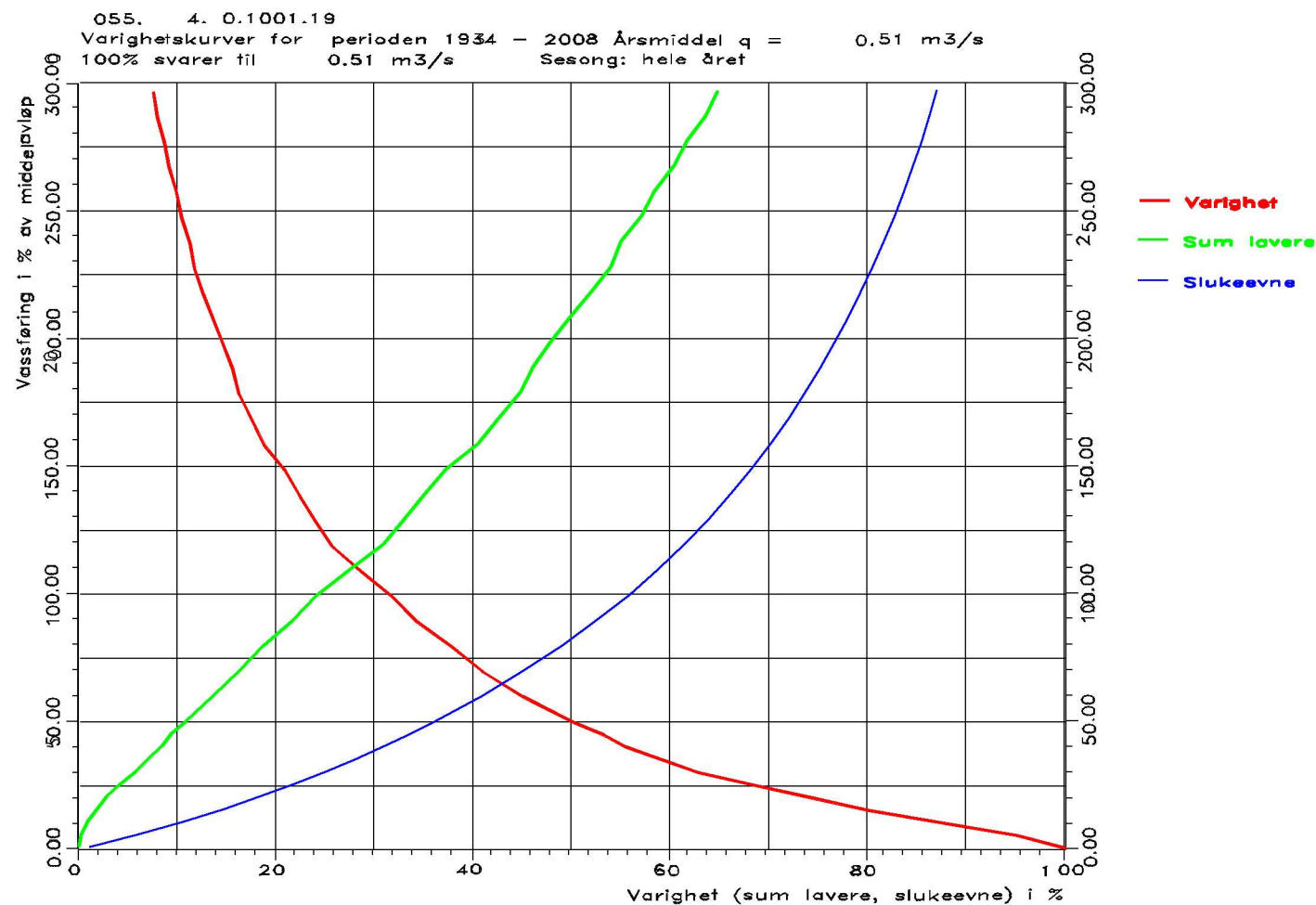
Versjon.....: 19

Års – middelverdier		Enhet:m ³ /s			
1		1953	0.64	1973	0.65
1934	0.61	1954	0.51	1974	0.52
1935	0.51	1955	0.45	1975	0.68
1936	0.41	1956	0.50	1976	0.34
1937	0.30	1957	0.64	1977	0.41
1938	0.68	1958	0.41	1978	0.46
1939	0.43	1959	0.38	1979	0.56
1940	0.41	1960	0.33	1980	0.48
1941	0.31	1961	0.46	1981	0.55
1942	0.51	1962	0.55	1982	0.60
1943	0.59	1963	0.44	1983	0.71
1944	0.48	1964	0.60	1984	0.39
1945	0.38	1965	0.35	1985	0.45
1946	0.51	1966	0.54	1986	0.64
1947	0.33	1967	0.80	1987	0.37
1948	0.52	1968	0.43	1988	0.50
1949	0.69	1969	0.43	1989	0.69
1950	0.53	1970	0.48	1990	0.71
1951	0.44	1971	0.62	1991	0.59
1952	0.47	1972	0.42	1992	0.66
				1993	0.37
				1994	0.49
				1995	0.56
				1996	0.35
				1997	0.51
				1998	0.56
				1999	0.60
				2000	0.56
				2001	0.47
				2002	0.41
				2003	0.55
				2004	0.57
				2005	0.70
				2006	0.54
				2007	0.69
				2008	0.59

VEDLEGG 2: Varighetskurver

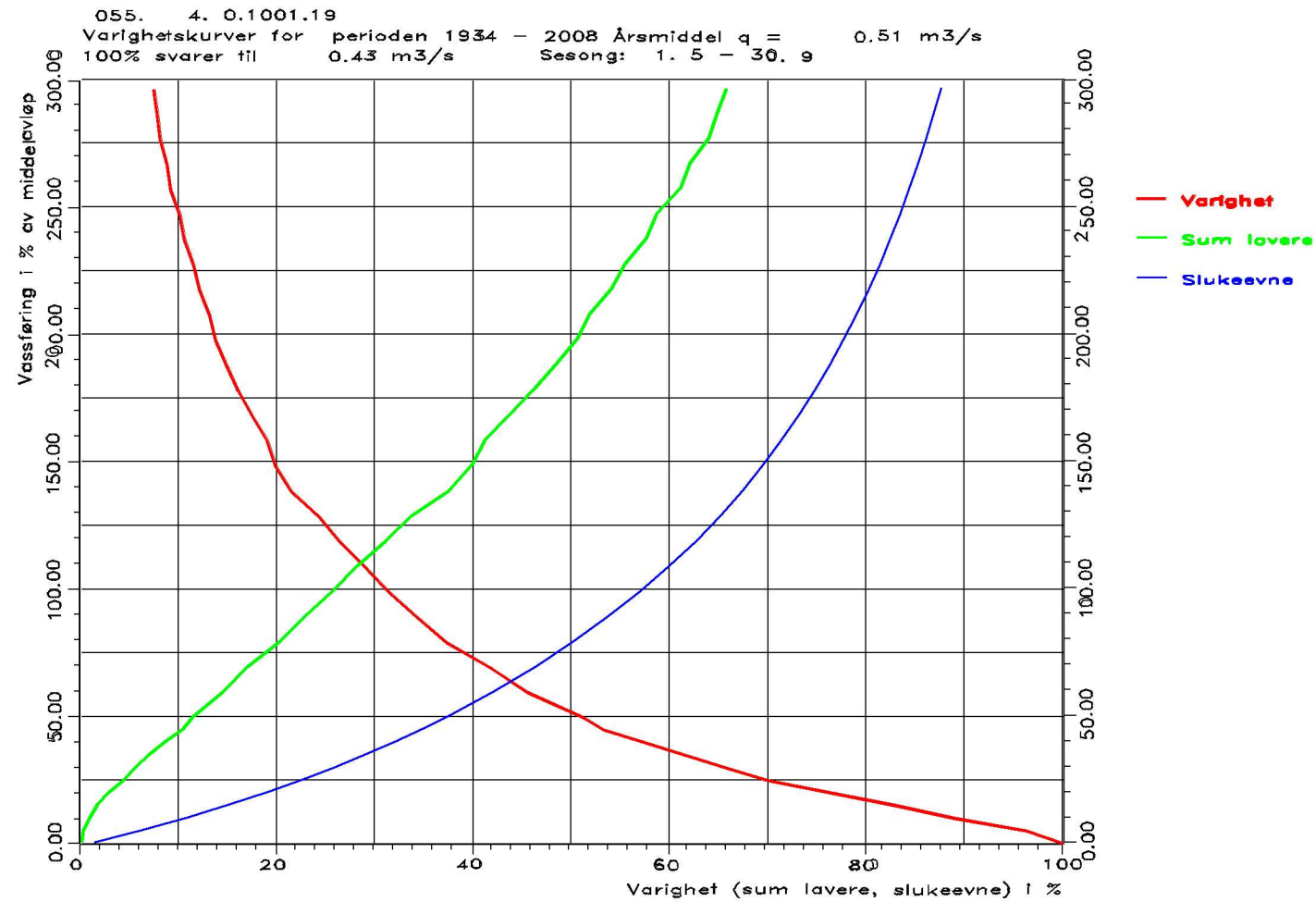
Varighetskurve for hele året

Kurven er basert på skalerte data fra målestasjonen Røykenes.



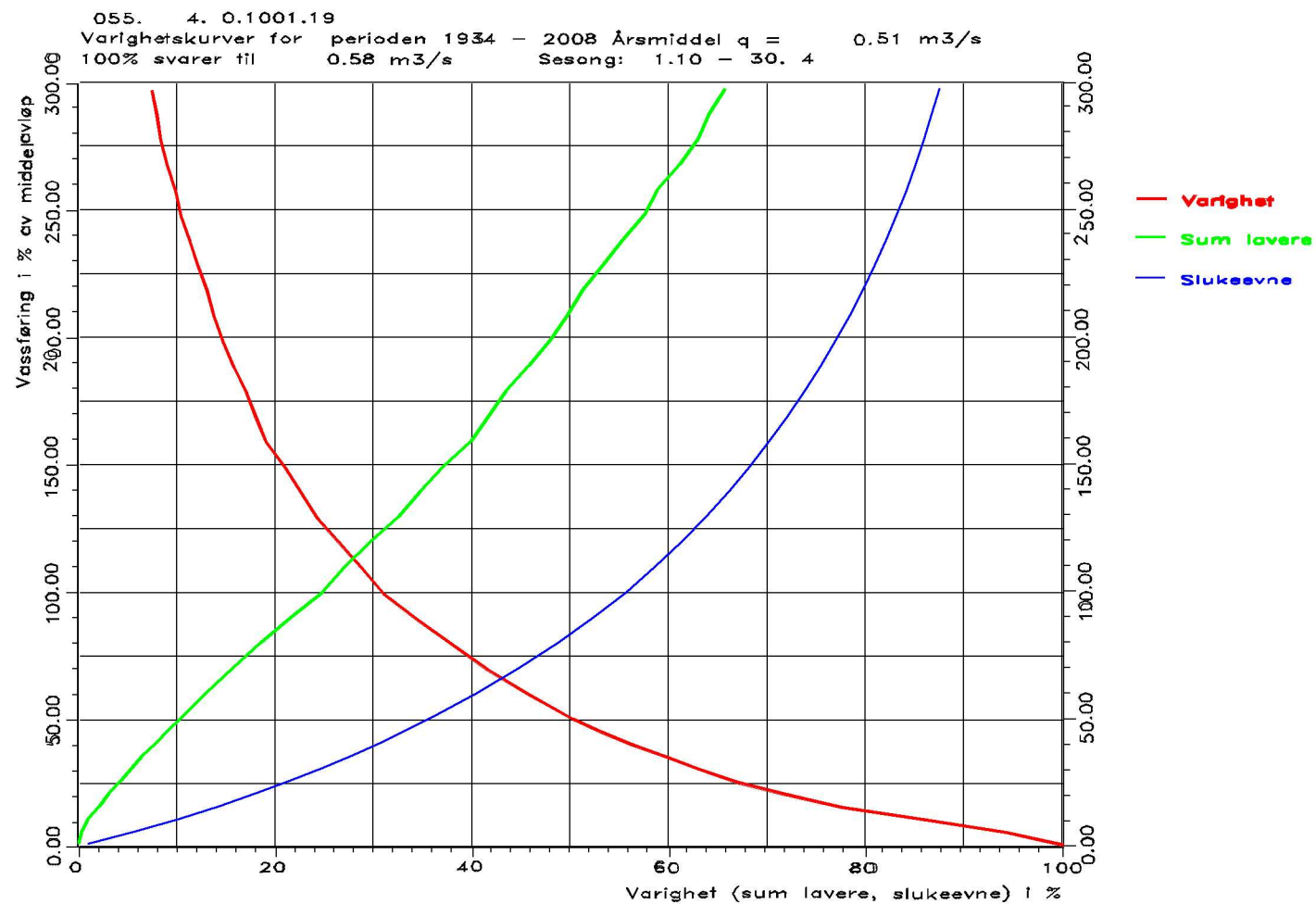
Varighetskurve for sommersesongen (1/5 - 30/9)

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



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

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



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 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.

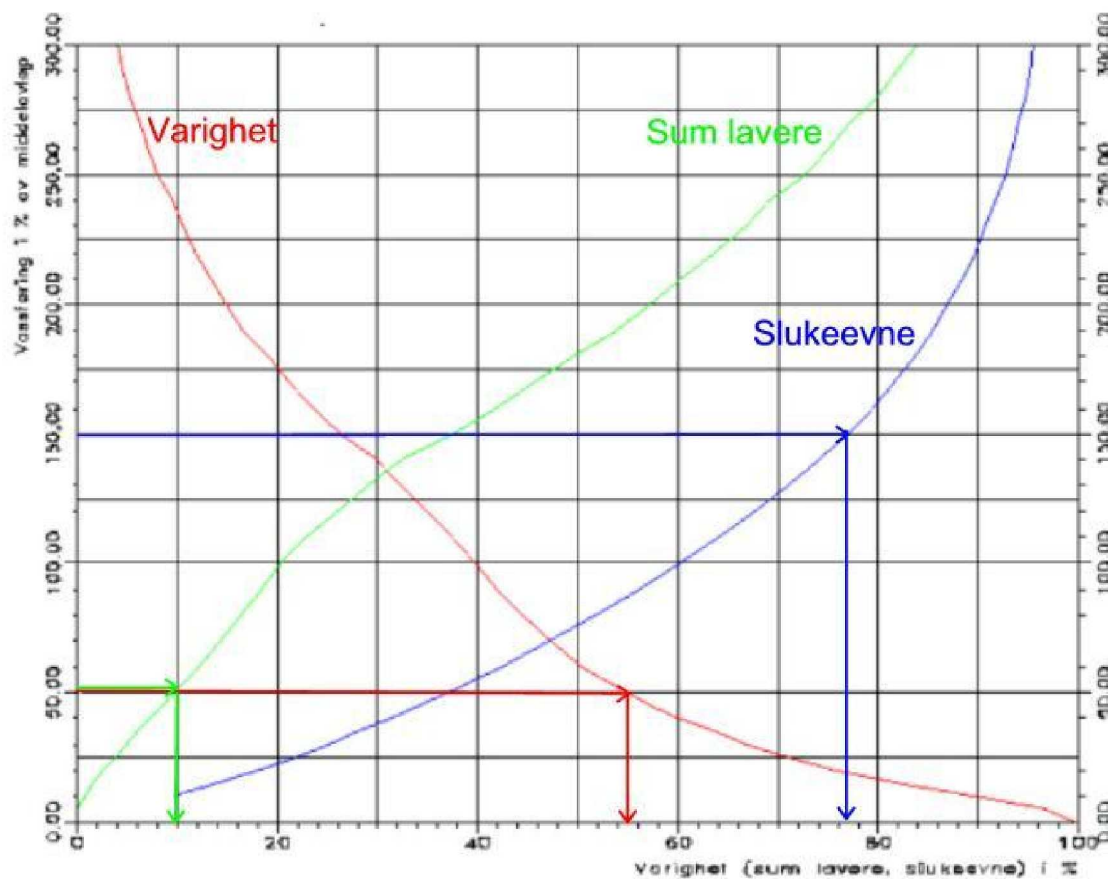
Persentiler: Bestemmes ut fra varighetskurven til vanntføringsserien. En varighetskurve representerer variabiliteten i vanntføringen i et nedbørfelt. Både små og store vanntføringer beskrives. For eksempel er 5-persentilen (Q_5) den vanntføringen som underskrides 5 prosent av tiden i observasjonsperioden.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

Anngående fyllingskurver for reguleringsmagasin:

Vedlegg 3b

Vassdragsnr 038.42

Innsjøprosent = 4,8%, snaufjellandel 19%

Q middel = 0,515l/s

Tilsig = 16,24 mill m3

Reg kapasitet i prosent av tilsig: 0,15% forutsatt 1,5 meter regulering av Sandviktjørn.

Sandvik Kraftverk skal ha inntaket sitt like nedstrøms Sandviktjørna. Denne er tidligere demmet opp med ca 0,50 meter. Sanviktjørna ligg i dag på kote 136.

Inntaket vert plassert ca 80 meter nedstrøms den gamle dammen, ved kote 135.

For at inntaket skal få tilstrekkelig neddykking for å hindre nedfrysning og luftinnsug, må inntakets damhøgde vere minst 2,5 meter. For at tilløpsrøret skal kunne følge bilvegen, og vidare nedover til røytraseen utan negativt fall, vert senter av inntakskonusen plassert ca 1,5 meter oppe i damveggen på inntaket. Inntakskonusen har ein dim på ca 1,25x2,5 meter. Praktisk reguleringshøgde vert difor +/- 0,75 meter, totalt 1,5 meter.

Vasspeglen i inntaket vert difor mellom kote 135,00 og kote 136,50.

Sanviktjørna vil difor følge inntakets vasspegel og endra seg med inntil 150 cm.

Sanviktjørna i lag med inntaket utgjer tilsamman ca 0,15% av årstilsiget, og vert ubetydeleg i reguleringssamanheng. (24000 m3 av 16,24 mill m3)

Fyllingsgraden følger ledeapparatets opning som eit vanleg inntak, men med ein større demping.

Det vil i forhold til fyllings og tappingskurver ikkje vere forskjell på eit normalt år, og et tørt eller vått år.

Ein vil ha ei hyppig endring av vasstanden etter tilsiget, då trykktransmitteren i inntaket vil styra pådraget på turbinen.

Prosjektets konsulent har pr tlf drøfta spørsmålet om fyllingskurver med hydrologisk avdeling ved NVE, og komme fram til at det ikkje er fornuftig å lage fyllingskurver for ei så lita regulering som 0,15%.

I praksis vil det seie at vasstanden vert liggjande på kote 136,5 når tilsiget er større enn slukeevna + minstevassføringa. Når tilsiget vert mindre strupar ledeapparatet på turbinen slukeevna, og opprettheld vasstanden i underkant av 136,5.

Når tilsiget vert så lite at minste driftsvassføring vert nådd, stansar turbinen, og vasstanden stig igjen.

Det er difor i dette tilfelle ikkje snakk om regulering for å auka produksjonen, men Sanviktjørna vil av praktiske fysiske årsaker følgja vasstanden til inntaket.

Området rundt Sandviktjørna har liten fare for erosjon. Bilvegen går langs halve tjørna, og er oppbygd av sprengstein til vasskanten.

Rundt resten av tjørna er det mest fjell som svaberg til vaskanten.

Om ein reknar ut "reguleringsgevinsten" til inntaket med tjørna, utgjer den ca 4%produksjonsauke i året.

Vedlagt kapasiettskurve for vassmerke 42.2 Djupevad, som syner auken i slukeevna med ulike magasin størrelsar.

Sandviktjørna har 0,15% reguleringskapasitet.

Kapasiettskurva seier oss kor mykje meir av tilsiget som kan kjøyrast via turbinen, når ein mellomlagrar det i eit magasin, forutsatt at magasinet er nedst i nedbørsfeltet, dvs som inntak.

Kurva på neste side viser auken ved ulike reguleringsstørrelsar.

Rød kurve syner slukeevne utan regulering.

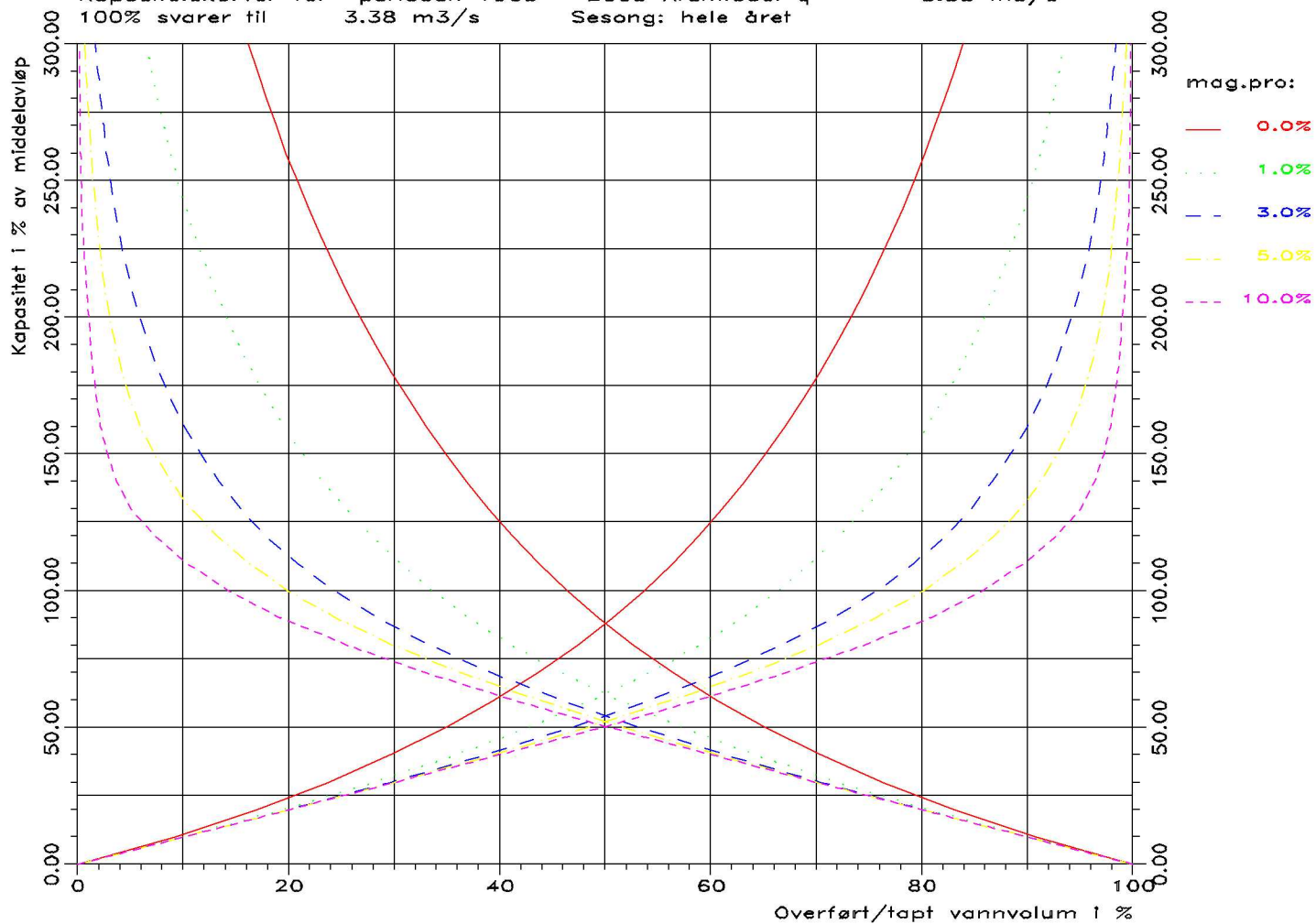
Grøn kurve syner auka slukeevne med magasin lik 1% av tilsiget., for Sandvik måtte magasinet hatt eit volum på 162420 m3. Volumer er derimot ca 24 000m3

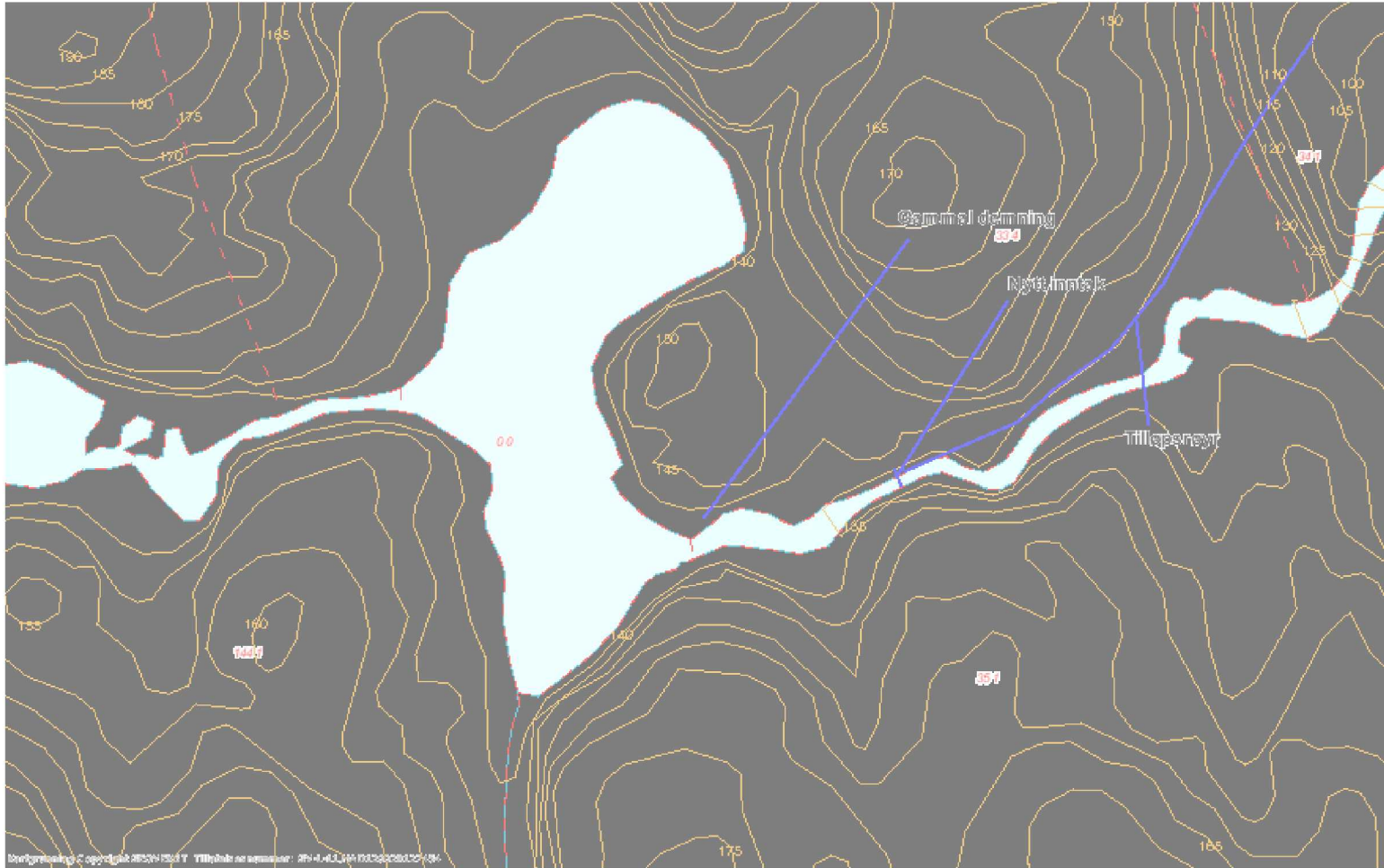
Blå kurve syner auka slukeevne med magasin lik 3 % av tilsiget, for Sandvik måtte magasinet vært 487000m3

Gul kurve syner 5% (For Sanvik reg kap på 812 000m3)

Lilla kurve syner 10% (For Sandvik 1,624 mill m3) .

042. 2. 0.1001. 1 Djupevad
 Kapasitetskurver for perioden 1963 - 2003 Årsmiddel $q = 3.38 \text{ m}^3/\text{s}$
 100% svarer til $3.38 \text{ m}^3/\text{s}$ Sesong: hele året





Biletet over syner plasseringa av eksisterande dam, og plassering av nytt inntak, samt driftsvassføringsrør.

Etne, 25.06.2009

Egil Kambo, KAMBO Kraft & Teknikk

Fotografi av tiltaksområde m.m.

Vedlegg 4



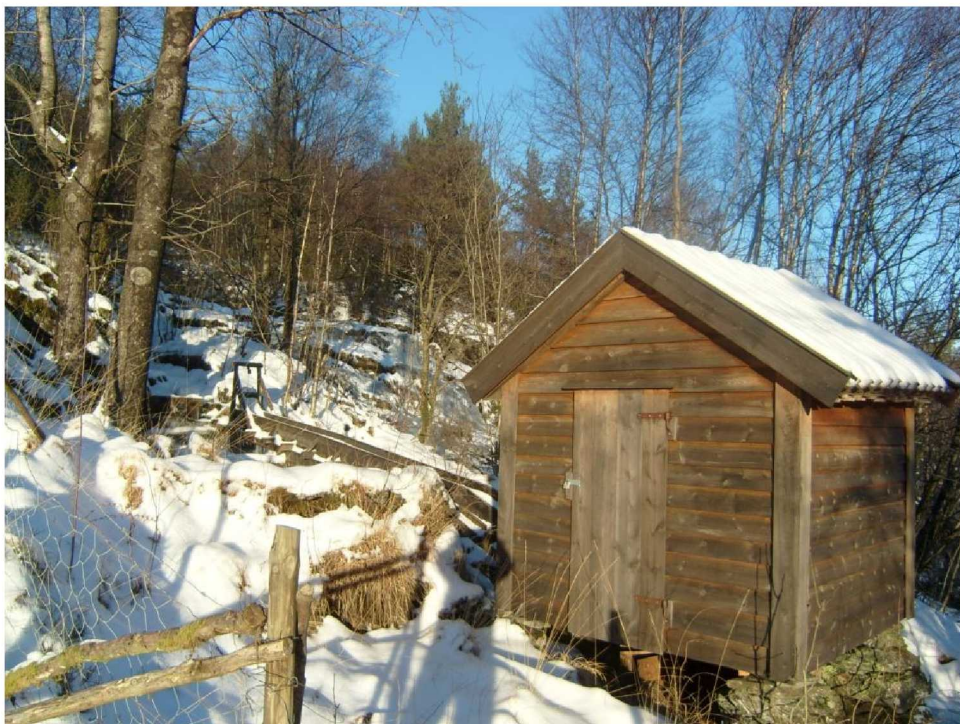
Stokkadalsvatnet



Sandviktjørna



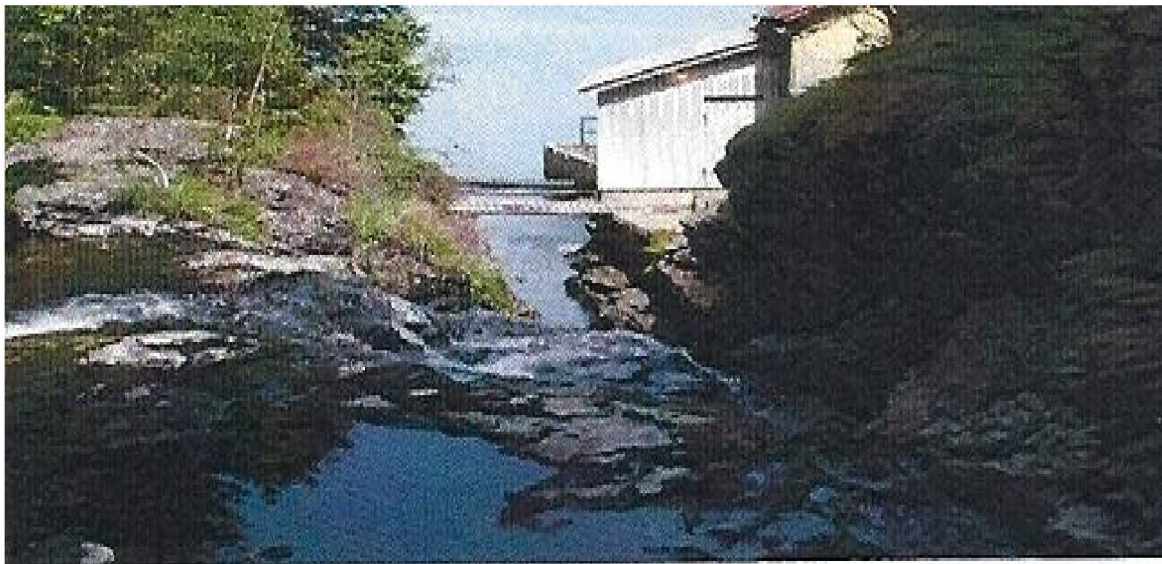
Fossen ved den gamle inntaksdammen frå 1916



Den nyrestaurerte kverna i Sandvik



Den gamle kraftstasjonen i Lauvik frå 1016



Elveutlaupet ved Elvaneset



Lita vassføring



Stor vassføring i området ovanfor Sandviktjørna