

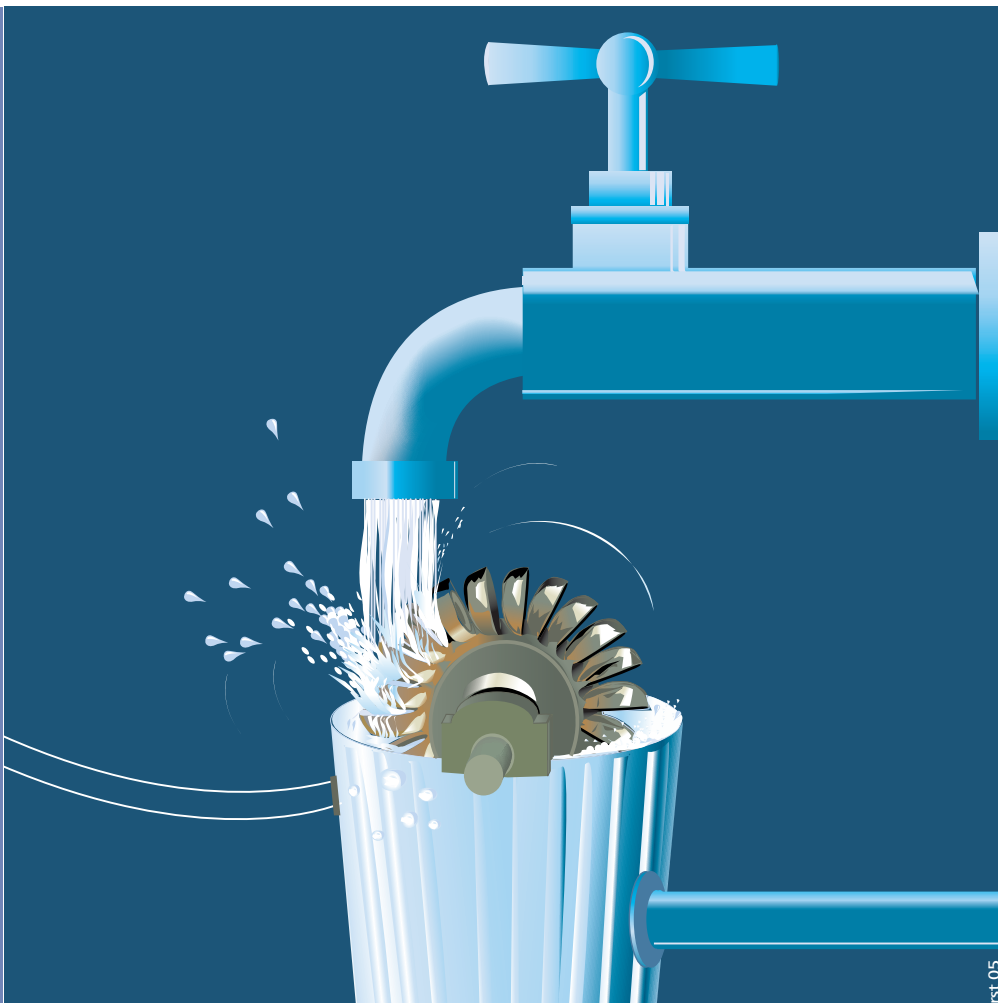


Kraftverk i vannverk

Jan Slapgård (red.)

11
2005

R
A
P
P
O
R
T



Kraftverk i vannverk

Norges vassdrags- og energidirektorat
2005

Rapport nr 11-2005

Kraftverk i vannverk

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Jan Slapgård

Forfatter: Christian Tovås og Anders Korvald

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forsidefoto:

ISSN 1501-2832

ISBN 82-410-0539-3

Sammendrag: NVE har sett et behov for en oversikt over potensialet for utbygging av kraftverk i vannverk. Denne rapporten er delvis en oppdatering av tilsvarende rapport utført av Kvaerner Engineering i 1980. Kartleggingen er utført som en spørreundersøkelse til alle landets kommuner. Som i 1980 er det også denne gangen et inntrykk at kommunene har for liten kapasitet og kompetanse til å vurdere muligheten til integrerte kraftverk i vannverk. Kun 36 % av kommunene svarte på undersøkelsen.

Potensialet for kraftverk i vannverk er relativt lite dersom man ser på utbygging av kraftverk på vannverkets premisser, dvs. eksisterende rørledning benyttes og effekt begrenses av vannverkets vannforbruk. I alt er det kartlagt et potensial på 36 GWh/år. Ser man utover dette og utnytter et større fall og optimaliserer vannkraftverket vil potensialet øke betydelig. Er vannverket på planstadiet kan kraftverket ”subsidiere” felles inntak og vannveg.

I NVEs digitale ressurskartlegging av små kraftverk, gjennomført i 2004, er det ikke tatt hensyn til vannverk ettersom NVE ikke har oversikt over hvor de er. I praksis betyr det at en del av dette potensialet ikke kan realiseres fordi vannet er bundet opp av vannverk. Dersom fallet mellom inntak og utløp i eksisterende vannverk alternativt hadde blitt utnyttet til energiproduksjon ville

det ha gitt anslagsvis 150-170 GWh/år.

For vannverkene er det hovedsakelig tre typer kraftverk som er økonomisk gunstige i forbindelse med vannverk:

1. Å erstatte eksisterende trykkreduksjonsventiler med mini-/mikrokraftverk.
2. Å utnytte eksisterende dam og rørgate fra nedlagte vannverk, eller nødforsyningsanlegg, og koble på en kraftstasjon så langt ned som mulig.
3. Å ta hensyn til kraftpotensialet ved planlegging av nytt vannverk. Ved å optimalisere dam og rørgate mht. både kraftverk og vannverk, kan bygging av kraftverk være med å "subsidiere" utbyggingen av vannverket.

Erfaringer fra en del vannverk i kraftverk er forsøkt kartlagt. Det finnes en del kraftverk som samkjøres med vannverk, de har felles vannveg eller vannverket pumper i fra kraftverkets undervann. Ved de vannverkene der kraftverket er planlagt på vannverkets premisser, bygget samtidig eller i etterkant, er vannverkseierne mest fornøyd med ordningen. I tillegg er det gått i dybden på noen kraftverk i vannverk som er under planlegging. Spesielt er det gått i dybden på Eidsvoll vannverk der trykkreduksjonsventiler enkelt kan erstattes med et mikrokraftverk og overskytende tilsig kan utnyttes ved tilleggsinstallasjon i et separat minikraftverk. El sertifikater kan medføre at tilleggsinstallasjonen også blir svært gunstig rent økonomisk.

Emneord: Småkraftverk, mini-mikrokraftverk, vannverk, vannforsyningsanlegg

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

April 2005

Innhold

Forord	1
1 Innledning	2
1.1 Bakgrunn	2
1.2 Oppsummering forrige rapport	2
2 Datainnsamling	3
2.1 Respons første innsamlingsrunde	3
2.2 Respons på andre runde - puring.....	4
3 Energipotensialet - resultat av datainnsamlingen	5
3.1 Energipotensialet basert på 2003-04 - registrering	5
3.2 Energipotensialet i eksisterende vannverk.....	7
3.3 Sammenligning med 1980-rapporten	8
4 Eksempler - kraftverk i vannverk	9
4.1 Erfaringer ved eksisterende kraftverk som gir vann til vannverk	9
4.2 Planlagt energiutnyttelse ved eksisterende vannverk	13
5 Konklusjon	16
VEDLEGG A - Spørreskjema sendt til landets kommuner	17
VEDLEGG B - Tolkning av besvarte spørreskjema	22
VEDLEGG C – Eksempel Eidsvoll vannverk	35

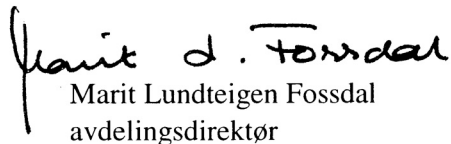
Forord


NVE er de siste årene tilført midler for å støtte FoU-prosjekter med formål å utvikle teknologi og kunnskap for en mer effektiv utnyttelse av små vannkraftressurser. Midlene kan også benyttes til FoU-prosjekter innen opprusting og utvidelse av eksisterende større vannkraftverk eller til øvrige prosjekter for bevaring og videreutvikling av norsk vannkraftkompetanse.

De fleste prosjektene som er støttet er utført av konsulenter eller utdanningsinstitusjon (NTNU) på oppdrag fra NVE.

Denne rapporten er en av mange som er et resultat av disse bevilgningene.

Oslo, april 2005


Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør


Torodd Jensen
seksjonssjef

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I 1980 gjennomførte Kværner Engineering en studie for kartlegging av potensialet for kraftverk i vannverk. Studien ble utført som en spørreundersøkelse til alle landets kommuner der det ble bedt om opplysninger om vannverkene og om muligheter for å utnytte disse også til kraftproduksjon.

Nå, mer enn 20 år senere er det fra politisk hold vist til et potensial i å kombinere vannverk med kraftverk. Som et ledd i NVEs arbeid med små kraftverk og generelle ressurskartlegging har NVE i samarbeid med Norconsult forsøkt å få en oversikt over energipotensialet ved eksisterende vannverk.

Rapporten fra 1980 er forsøkt oppdatert gjennom denne rapporten ved å kontakte landets kommuner for informasjon. Første utsendelse av spørreskjema ble utført sommeren 2003. Spørreskjema er vist i Vedlegg A.

1.2 Oppsummering forrige rapport

I rapporten fra 1980 vises det til en gjennomgang av 690 vannverk av i alt 1380 vannverk som forsyner 100 personer eller mer.

Det ble registrert et energipotensial på ca. 900 GWh per år fra kraftverk i vannverkernes nedslagsfelt. Av dette ble det anslått at ca. 130 GWh/år kunne vært produsert i vannverkernes vannveier. Det overskytende potensialet på ca. 770 GWh kunne ha vært produsert ved minikraftverk som utnytter overskuddsvann og øvrige fall i vannverkernes nedslagsfelt, men dette potensialet var delvis registrert av NVE gjennom forprosjekt og Småkraftverksundersøkelsen tidligere. Dette utgjorde ca. 410 GWh/år.

2 Datainnsamling

2.1 Respons første innsamlingsrunde

Norconsult AS fikk i oppdrag av NVE å oppdatere Kvaerner Engineerings rapport. Tilsvarende som ved studien i 1980 ble kartlegginga utført som en spørreundersøkelse til alle landets kommuner der det ble bedt om opplysninger om vannverkene og om muligheter for å utnytte disse også til kraftproduksjon. For å få best mulig oversikt over energipotensialet i norske vannverk ved en slik fremgangsmåte er man avhengig av god respons på spørreundersøkelsen fra vannverkseierne.

Utvelgelse av vannverk er basert på Vannverksregisteret (VREG) i Folkehelseinstituttet som omfatter alle vannverk i Norge som forsyner mer enn 50 personer eller minst 20 hytter/hus. I 1980 ble vannverk som forsynte mindre enn 100 personer holdt utenfor.

Spørreskjema som ble sendt ut til landets vannverkseiere er vist i Vedlegg A. Det var uttrykt et ønske om supplerende kartmateriale ev. skjematiske skisser dersom dette var formålstjenelig for tolkningen av svarene. Vannverkene fikk ca. 3 måneder på å svare før fristen gikk ut 15. september 2003.

Spørreskjemaet ble sendt til alle kommuner dvs. i alt 434 stk. Av disse var det 27 % kommuner som svarte. Totalt er det imidlertid 2055 vannverk i Norge hvorav besvarelse er registrert for ca. 18 %. Av disse er det imidlertid en stor andel, ca. 720 stk., som har grunnvann som vannkilde. I tillegg er det en del vannverk som er betegnet som ”ikke egnet” ettersom fallet er for lavt, vann pumpes, lite forbruksvann eller lignende. I tillegg er det mange private vannkilder som kommunene ikke har oversikt over. Det gjenstår dermed 1269 vannverk som kan ha et energipotensial, men kun 153 av disse har svart. Av disse var det mange ufullstendige svar. Responsen på første kartleggingsrunde er vist i Tabell 1

Fylke	Antall vannverk i fylket *	Svar Totalt antall	Svar % totalt	Antall vannverk med overflatevann som kilde	Svar	hvorav "ikke egnet"
Østfold	41	5	12,2	24	4	2
Akershus	48	15	31,3	33	8	2
Oslo	4	4	100,0	4	4	
Hedmark	141	35	24,8	34	6	2
Oppland	97	29	29,9	38	7	1
Buskerud	115	34	29,6	43	12	4
Vestfold	57	3	5,3	19	3	
Telemark	77	20	26,0	35	10	5
Aust-Agder	42	10	23,8	31	7	2
Vest-Agder	57	1	1,8	33	1	
Rogaland	61	16	26,2	50	15	2
Hordaland	198	34	17,2	154	21	13
Sogn og Fjordane	137	21	15,3	100	15	14
Møre og Romsdal	197	15	7,6	146	11	
Sør-Trøndelag	157	17	10,8	98	14	3
Nord-Trøndelag	93	11	11,8	58	9	1
Nordland	274	60	21,9	219	41	3
Troms	157	18	11,5	135	18	3
Finnmark	102	13	12,7	80	12	8
Sum	2055	361	17,6	1334	218	65

* Tall hentet fra Folkehelseinstituttets Vannverksregister

Tabell 1 Respons på spørreskjema utsendt til landets kommuner

Svarprosenten på det utsendte spørreskjemaet var lav og de mottatte skjemaene var tildels mangelfullt utfylt. Norconsult så det derfor som lite formålstjenelig å jobbe videre med prosjektet. Det ble derfor avtalt med oppdragsgiver at NVE tok over og slutførte prosjektet.

2.2 Respons på andre runde - purring

På grunn av lav svarprosent på undersøkelsen utsendt i 2003 ble det sendt ut en purring i 2004 og et nytt spørreskjema til utvalgte kommuner, dvs. de som ikke hadde svart og som NVE vurderte til å ha vannverk aktuelle for kraftproduksjon. Det ble sendt ut purring til 127 kommuner hvorav 38 kommuner har svart. Svarprosenten økte dermed fra 27 % til 36 %. Noen av disse har et energipotensial ved utbygging av kraftverk.

3 Energipotensialet - resultat av datainnsamlingen

3.1 Energipotensialet basert på 2003-04 - registrering

På grunn av spredt bebyggelse i Norge har man mange små vannverk med lavt forbruk. Dette gjør automatisk at potensialet for kraftproduksjon i drikkevannsforsyningen vesentlig vil bestå av mikrokraftverk, installert effekt under 100 kW.

Energiutnyttelse av vannet som brukes til vannforsyning kan gjøres på forskjellig vis:

1. Fallet mellom reguleringsmagasin og inntaksmagasin utnyttes til energiproduksjon.
2. Fallet mellom inntakssted og høydebasseng/vannbehandlingsanlegg tas ut i form av et kraftverk. Dette er et alternativ til trykkreduksjonsventil. Dersom eksisterende inntak, rørgate og eventuelt eksisterende bygg kan benyttes vil en utbygging av kraftverk kunne være gunstig rent bedriftsøkonomisk. Dersom utskifting av rør er aktuelt for å sikre vannforsyningen så bør kraftproduksjon vurderes for eventuelt å ta høyde for dette ved dimensjonering av rør, diameter og trykk-klasse.
3. Vannverket tar ut vann fra tilløpet til et kraftverk enten direkte i inntaksmagasinet eller ved påkobling til tilløpsrør/tunnel.
4. Vannverket pumper vann fra kraftverkets undervann. Kraftverket må da kunne levere vann ved driftsstans enten ved at det installeres en tappeventil (omløpsventil) eller ved at vannvolumet i utløpstunnelen dekker behovet for tapping i den perioden stasjonen står. Det stilles strenge krav til forsyningssikkerhet og forurensing fra kraftstasjonen.
5. Nedlagte vannverk eller vannkilder som kun skal brukes ved svikt i hovedvannkilde (krise-/nødmagasin), kan utnyttes som kraftverk.

I alle tilfellene vil vannverket ha første prioritet dvs. magasinregulering og tapping bestemmes ut fra en sikring av vannforsyningen.

Fra det enkelte vannverk har det vært viktig å få inn data om vannkilde (innsjø/grunnvann/elv), inntak (nedbørsfelt, tilsig, kote), vannforbruk (l/s), eksisterende/mulig installasjon (kW) og årlig kraftproduksjon og nødvendig arbeid for å kunne gjennomføre utbygging av et kraftverk. Av de som har besvart er det svært få som har oppgitt data nok til å kunne beregne potensialet. Folkehelseinstituttets Vannverksregister, VREG, inneholder imidlertid noe data om vannkilde og vannforbruk.

Av de 153 kommunene som har svart, av 434 kommuner, er det 40 vannverk som kan ha et potensial ved utbygging av kraftverk. I tillegg er det 13 kommuner som har svart at vannet allerede utnyttes til energiproduksjon. De resterende oppgir at vannkilden er uegnet for kraftproduksjon hovedsakelig fordi vannet må pumpes, det er for lite fall i overføringsledningene eller tilsiget /vannforbruket er svært lite.

I sum representerer vannkildene registrert i VREG et uttak på ca. 24 000 l/s som omregnet gir ca. 500 l/døgn per person antatt en befolkning på 4,0 millioner. På grunn av lekkasjer i fordelingsnett er dette et relativt normalt uttak. I Vedlegg B er det listet opp kommentarer og vurderinger av data fra kommuner som har besvart spørreundersøkelsen. Svarene er supplert med anslag over energiproduksjonen. Resultatet fra kartleggingen er vist i *Tabell 2*. For 2004 er kraftverk under 10 kW ikke medregnet, nedlagte vannverk er ikke med og produksjon er basert på forbruk, ikke tilsig. I realiteten gjenstår dermed energipotensialet i eksisterende vannledning mellom hovedinntak og høydekammer/behandlingsanlegg, og slukeevne blir tilsvarende kapasiteten/forbruket i vannverket. I de tilfellene fallet er stort vil det være flere trykkreduksjonsventiler som kan

Fylke	Effekt (kW)	2004		1982	
		Antall	GWh	Antall	GWh
Østfold	Under 100			1	0,24
	Over 100				
Akershus	Under 100	1	0,46	2	0,91
	Over 100			2	2,00
Oslo	Under 100	1	0,50	3	1,05
	Over 100	2	7,50		
Hedmark	Under 100	1	0,20	2	0,50
	Over 100				
Oppland	Under 100	3	0,66	6	1,47
	Over 100			1	1,00
Buskerud	Under 100	1	0,55	4	1,60
	Over 100			7	12,10
Vestfold	Under 100	2	0,30	1	0,20
	Over 100			1	1,00
Telemark	Under 100			3	1,02
	Over 100			2	3,20
Aust-Agder	Under 100	2	0,20	1	0,17
	Over 100			1	0,80
Vest-Agder	Under 100	2	0,30	1	0,30
	Over 100			2	2,70
Rogaland	Under 100			2	0,70
	Over 100			5	16,70
Hordaland	Under 100			9	2,61
	Over 100	1	0,60	3	3,20
Sogn og Fjordane	Under 100	1	0,50	12	6,11
	Over 100	2	2,90	6	16,10
Møre og Romsdal	Under 100	11	3,00	32	11,20
	Over 100	5	4,70	7	19,90
Sør Trøndelag	Under 100	5	0,87	10	2,97
	Over 100			1	2,60
Nord Trøndelag	Under 100	3	0,48	5	1,78
	Over 100			2	7,80
Nordland	Under 100	3	0,75	3	1,42
	Over 100	1	0,75		
Troms	Under 100	4	0,74	1	0,18
	Over 100	3	5,60		
Finnmark	Under 100			1	0,30
	Over 100	1	4,50		
HELE LANDET	Under 100	40	9,51	99	34,73
	Over 100	15	26,55	40	89,10
	SUM:	55	36,06	139	123,83

erstattes av kraftverk. I sum utgjør det kartlagte energipotensialet i eksisterende vannverk ca. 36 GWh/år. På grunn av lav svarprosent antas et potensial på i overkant av 50 GWh/år.

Tabell 2 Potensialet for utbygging av kraftverk i vannverk.

3.2 Energipotensialet i eksisterende vannverk

For å få en oversikt over landets vannkraftpotensial for små kraftverk har NVE gjennomført en digital ressurskartlegging. Med unntak av nedbørsfelt som ligger i nasjonalparker, landskapsvernområder og i verneplan for vassdrag er alle vassdrag med i denne kartlegginga. I tillegg er utbygde områder holdt utenfor. Ettersom NVE ikke har oversikt over hvor vannforsyningsanleggene ligger så vil den digitale ressurskartlegginga derfor inkludere mesteparten av det potensialet som kan utnyttes i vannverk. Det potensialet som ligger i eksisterende vannforsyningsanlegg (drikkevann, landbruksvanning, industrivann og fiskeoppdrett) må derfor trekkes fra for å finne det total potensialet ved den digitale ressurskartlegginga. Det teoretiske potensialet som ligger i drikkevannsforsyningen er forsøkt anslått nedenfor.

En beregning av tapt energiproduksjon på grunn av vannforsyning er gjennomført ved hjelp av Folkehelseinstituttets Vannverksregister. Av de 2055 vannverkene som er oppgitt er alle med grunnvannskilde fjernet ettersom vannet fra disse hovedsakelig pumpes videre. I tillegg er det vurdert at de som har "elv/bekk" som kilde sannsynligvis pumper vannet. Eksempel på det er vannverk som oppgir Glomma, Mjøsa, Pasvikelva som kilde. Her vil vannet måtte pumpes opp til høydebassenget før det sendes ut på ledningsnettet for deretter å gå i retur som avløpsvann til vannkilden. Disse er også fjernet. Vannforsyningsanlegg som er oppgitt som nedlagt eller reserveanlegg/nødanlegg er også fjernet ettersom de vil være inkludert i den landomfattende ressurskartlegginga.

Av de gjenstående vannverkene, ca. 1250 stk., vil vannet måtte pumpes litt mellom inntak og høydebasseng eller det går på selvføll. I noen tilfeller er det installert trykkreduksjonsventiler mellom inntak og høydebasseng. Dersom vannet må pumpes 50 m mens returpunktet fra forsyningsområde i snitt ligger 100 m lavere enn høydebassenget kunne netto 50 m ha vært utnyttet til kraftproduksjon. Ettersom inntaksnivå, høydebassengnivå og utløpsnivå (returpunkt avløpsvann) ikke er oppgitt er det benyttet en gjennomsnittlig nyttbar trykkehøyde på 100 m. Dersom det oppgitte gjennomsnittlige vannforbruket benyttes i utregning av energipotensialet som ligger i eksisterende vannverk blir resultatet 166 GWh/år.¹

Den landsdekkende ressurskartlegginga vil inkludere dette potensialet ettersom NVE ikke har oversikt over hvilke vannkilder som benyttes til vannforsyning. Eksisterende kraftverk er imidlertid luket ut av undersøkelsen. I de fleste tilfellene utnytter kraftverk i kombinasjon med vannverk trykkehøyden oppstrøms vannverket. Vannverket pumper deretter vannet fra kraftverkets undervann eller det går på selvføll til høydebassenget. Det er få kraftverk som utnytter overskuddsvann parallelt med vannforsyningsanlegget. Se for øvrig kapittel 4.

¹ Største feilkilder: Nyttbart fall er kun antatt lik 100 m i snitt. Ved noen vannverk er ikke vannforbruket oppgitt. Mange av vannverkene vil trolig havnet over 5 kr/kWh dersom de hadde blitt utbygget som kraftverk.

3.3 Sammenligning med 1980-rapporten

Ved en sammenligning med 1980-rapporten skulle spørreundersøkelsen gi svar på:

- om forholdene ved tidligere registrerte vannverk har endret seg
- om det er satt idrift nye kraftverk i vannverk siden utgivelse av 1980-rapporten

Ser man på resultattabellen, Tabell 2, er det stor forskjell på det summerte potensialet. En viktig årsak er lav svarprosent og mindre ressurser til å følge opp besvarelsene i 2003 i forhold til i 1980, men vel så viktig er det at i 1980 ble overskuddsvann inkludert og høyere fall ble vurdert. Dette har ført til et ”kunstig” høyt potensial for kraftverk i vannverk. I undersøkelsen fra 2004 er det hovedsakelig energiutnyttelse ved eksisterende røranlegg og dagens forbruk av vann som ligger til grunn. Nedlagte vannverk er heller ikke med i oppsummeringen, da de er med i den digitale ressurskartlegginga.

Potensialet er også redusert ved at flere vannverk forsynes av vann fra kraftverk bygget etter 1980.

I 2003 skulle de mest interessante prosjektene identifiseres og oppdateres med tekniske løsninger og kostnader ved å bruke NVEs håndbok for kostnadsberegning av små kraftverk, kostnadsnivå pr. 1.1.2000. Prosjekter med utbyggingskostnader opp til 5,00 kr/kWh skulle inkluderes.

Energipotensialet er en funksjon av kostnader. I 1980 ble prosjekter over 3 kr/kWh også vurdert. I dagens kroneverdi tilsvarer det prosjekter til en utbyggingspris på 5,40 kr/kWh dersom NVEs generelle prisindeks for vannkraftverk benyttes. For prosjekter under 1,00 kr/kWh (1,80 ved dagens kroneverdi) er potensialet kun 27 GWh/år, for prosjekter under 1,60 kr/kWh (2,90 ved dagens kroneverdi) er potensialet 69 GWh/år, etc.

På grunn av svært mangelfulle besvarelser har det ikke vært hensiktsmessig eller mulig å finne utbyggingskostnader for de potensielle kraftvekene i dagens undersøkelse.

4 Eksempler - kraftverk i vannverk

4.1 Erfaringer ved eksisterende kraftverk som gir vann til vannverk

Med kraftverk i vannverk menes først og fremst at energidreperen byttes ut med en turbin. Det er ikke mange slike. En litt bredere definisjon kan være at samme vannressurs utnyttes til både kraftproduksjon og til vannforsyning.

Det finnes flere vannverk som tar vann fra overvannet til kraftverk, eksempelvis pumpes det vann fra Glomma, men her vil det vesentligste komme i retur. De tas ikke med her. Det er imidlertid mange vannverk som har samme vannkilde som kraftverk. Kraftverket utnytter da enten overskuddsvannet, et større fall eller vannet pumpes opp fra kraftverkets undervann. Drift av kraftverket må uansett ta hensyn til vannverkets krav om stabil vanntilførsel og god vannkvalitet. Følgende kommuner har vannverk som samkjøres med kraftverk:

- Lenvik kommune: Finnsnes vannverk får vann via Tverrelv kraftverk (1985, Troms Kraft). Vannverk og kraftverk er bygget samtidig og drift av kraftverket styres av vannforbruket, men mer vann kan kjøres gjennom stasjonen. Vannverket får vann fra undervannet til kraftstasjonen. Vannkvaliteten er upåklagelig – dypt inntak og høytliggende magasin, ca. 400 moh. med lite vegetasjon i feltet. Avtalen med Troms Kraft gir føringer for drift av kraftverket, men selv om stasjonen i perioder har vært ute av drift har ikke leveranse av vann vært noe problem på grunn av reservemagasin og tapping i omløp. Da vannbehandlingsanlegget brant pga. lynnedslag ble det kjørt urensset vann med akseptabel kvalitet (januar-februar) direkte til fordelingsnettet via omløpsventil.
- Narvik kommunale vannverk får vann fra utløpet til Taraldvik kraftverk (1986, Narvik Energi). Vannverk og kraftverk er planlagt og bygget samtidig og drift av kraftverket styres av vannforbruket, men det tappes mer vann gjennom kraftstasjonen enn forbruket til vannverket. Vannverket hadde vannrettighetene og kraftverket ble dermed planlagt på vannverkets premisser. På grunn av kraftverket ble det mulig å finansiere en tunnel med et dypt inntak i hovedmagasinet. Det har dermed et lukket vannveissystem med mye bedre vannkvalitet enn ved det tidligere overflateinntaket (bl.a. mindre humus og stabil temp.). Noe problemer med sedimenter fra tunnelen ved driftsstart, men filter installert i ettertid sikrer rent vann. Ved stans av kraftverket sørger en automatisk omløpsventil for tilstrekkelig vann til vannverket. Denne har ikke bestandig fungert tilfredsstillende, men det ligger imidlertid en buffer i vannvolumet i vannbehandlingsanlegget. Dette kan dekke ca. 1 døgn forbruk. Både vannverket og Narvik Energi var opprinnelig eiet av Narvik kommune. På grunn av salg av e-verket ble det nødvendig med skriftlige avtaler som regulerer driften av Taraldvik kraftverk. Det er bl.a. en avtale om reservemagasin gjennom året i tillegg til en viss flerårssikring i magasinet. Vedlikehold av tilløpstunnel er vannverkets ansvar, mens resten er e-verkets ansvar (inntak,

dammer og overføringstunnel). Reserveforsyning utredes, men anslått kostnad ligger i størrelsesorden 20 mill. kr.

- Rana kommune: Ved Mo vannverk tas vannet fra undervannet til Svabo kraftverk. Nedslagsfeltet til Svabo kraftverk er delvis overført til Rana kraftverk. Dersom tilsiget er lite stenges overføring til Rana kraftverk. Ved Storforshei vannverk utnyttes vannet i Sagelva minikraftverk.
- Vefsn kommune: Mosjøen vannverk taper vann fra magasinet Langvatn som ligger øverst i vassdraget Skjerva. Lengre ned i Skjerva ligger inntak for industrivann for Elkem. Nedstrøms dette ligger Andåsfossen kraftverk, Helgelandskraft. Magasinregulering utføres av Elkem som sitter på vannrettighetene, men magasindisponeringen av Langvatn tar hensyn til vannforsyningsikkerheten. Produksjonen i Andåsfossen kraftverk er prisgitt tappingen utført av Elkem, men minstevannføringen skal tilfredstilles. Mellom Langvatn og vannbehandlingsanlegget kan 200 m fall utnyttes i eksisterende rørgate ved å bygge en kraftstasjon parallelt trykkreduksjonsventilene, 2 stk. I forbindelse med en utvidelse av vannbehandlingsanlegget for UV- og klorbehandling planlegges det satt av plass til kraftverk. Kraftverket vil kun kjøre på nødvendig vann til vannforsyningen (tapping utover dette tilhører Elkem). Anslått kostnad for kraftverket er 0,5 mill. kr og årlig produksjon er anslått til 0,5-0,7 GWh. Vannverket ønsker at dette delvis skal dekke eget forbruk.
- Trondheim kommune: Nødtapping fra Bratsberg kraftverk (1977, Trondheim EV) med inntak i Selbusjøen og Jonsvatnet. Jonsvatnet er hovedmagasin for vannforsyningen i Trondheim. For utnyttelse av energien i tilsiget til Jonsvatnet kunne overskuddsvann vært utnyttet. Anslagsvis 20 mill.m³/år kan da kjøres gjennom Bratsberg kraftverk som med en energiekvivalent på 0,324 kWh/m³ vil gi ca. 6 GWh/år. Jonsvatnet er imidlertid varig vernet mot kraftutbygging.
- Vanylven kommunale vannverk: vann tappes ut til vannverket fra uregulert innsjø oppstrøms inntaksmagasinet til Sørbranddal kraftverk. Kraftverket er bygget først. Ingen konflikt knyttet til dette.
- Sykkylven kommune: Ramstaddal kraftverk (1,2 MW, 1983, Sykkylven EV). Vannverket så seg om etter ny vannkilde tidlig på 80-tallet. Årsetvatn hadde gunstig vann. På grunn av høyt fall ble det lokale e-verket invitert til å bygge kraftverk samtidig. E-verk og vannverk fordelte kostnadene i ettertid, begge kommunale. For å sikre vannforsyningen skal det ligge igjen et gitt reservevolum i magasinet. Magasinet reguleres 4,5 m og inntaket ligger på 15 m dyp. Kvaliteten på vannet er bra. Det er lite humus, men på veldig varme somre kan temperaturen i vannet øke til opp mot 10 °C. Det er mye luft i vannet ut fra kraftstasjonen, men dette luftes ut i behandlingsanlegget. Ansvar for drift av vann og avløp er overført til E-verket. Det er derfor ingen konflikter knyttet til samkjøring av vann og kraftverk. Stasjonene står sjelden, men i så fall tappes vann fra rørgata via omløp. I tillegg planlegges utnyttelse av Andesdalvatn som reservekilde. Kraftproduksjonen har sunket jevnt de siste årene trolig pga. større friksjon i røret. I tilfelle utbedring må lengre stans påregnes.

- Hyllestad kommune: Vannverket samkjøres med Tveit kraftverk (1982, Sunnfjord EV). Vannverket hadde vannrettighetene og avtalen med kraftverket har fungert bra. Ved regulering av magasinet ligger det igjen en viss reserve for vannforsyninga. Det er en del humus om vår/sommer når magasinet er nedtappet. Temperaturen kan gå opp til 12 °C om sommeren. Kraftverket utnytter et fall på 388 m, mens vannrenseanlegget tar ut vann fra turbinledningen via en trykkreduksjonsventil. Vannrenseanlegget ligger i samme hus som kraftstasjonen, men vannstanden er 20 m høyere. Dette har medført en del unødig stans av kraftverket på grunn av lekkasjer fra renseanlegget. I tillegg medfører kraftstasjonen en del støy for de som jobber med renseanlegget. I tilfelle stans av tilførselen har vannforsyningen ca. 3 døgn reserve i høydebasseng. I tillegg har de en reservkilde.
- Høyanger kommune: Det pumpes vann fra undervannet til K5 kraftverk (1965. Hydro/Statkraft) til behandlingsanlegget for den lokale vannforsyning og til smelteverket som benytter urensset vann. Av og til må kraftstasjonen stoppe og da tappes det vann direkte fra trykksjakt, ca. 600 m trykk. I tillegg finnes det reservevannkilde.
- Førde kommune: Overskuddsvann utnyttes i Mo kraftverk (10 MW, 2000, Sunnfjord EV), Det er felles tilløpstunnel. Kraftverket utnytter ca. 600 m fall, mens vannforsyningsvann føres fra plugg i kraftstasjon ut adkomsttunnel til et minikraftverk som ligger foran vannbehandlingsanlegget og gir ca. 400 m fall. Alternativet for vannverket var å legge et lengre tilløpsrør fra samme magasin, Gravvatnet. Kraftverk og vannverk ble bygget samtidig på vannverkets premisser. Drift og vedlikehold av minikraftverk, hovedstasjon og hele vannvegen oppstrøms vannforsyningen er Sunnfjord EVs ansvar. Kravet er at minikraftverket skal levere trykkløst og forurensningsfritt vann til vannverket. I tilfelle minikraftverket stopper vil vannet gå via trykkreduksjonsventil. I begynnelsen var drift av denne problematisk ettersom strømmen ble koplet ut når minikraftverket falt ut. Nå er det installert nødstrømsforsyning som sikrer rask omkopling. Kvaliteten på vannet er mye bedre enn tidligere, men på grunn av reguleringen i Gravvatn (fra -2m til +2m) blir trolig sprangsjiktet brutt ned og temperaturen på drikkevannet varierer fra 2-10 °C. Det er også litt turbiditet pga. sedimenter enten fra tunnelen eller fra reguleringssonen i magasinet. Nødvendig reserveforsyning er under vurdering (med bl.a. et eget uavhengig uttak nedstrøms Gravvatnet).
- Vik kommunale vannverk. Drikkevannet tas fra undervannet til Refsdal kraftverk (1958, Vikfalli as) som igjen er inntaksmagasin for Hove kraftverk kote 318. Dette var en del av konsesjonsbetingelsene ved kraftutbyggingen. Godt grunnvann er vanskelig å finne. Tidligere ble vannet tatt fra trykksjakta til Hove, men mange bekkeinntak og bretilsig ga mye finslam i drikkevannet. Et eget sedimenteringsbasseng er nå sprengt ut ved utløpet til Refsdal. I tilfelle stasjonen står kommer det vann fra sideelver. Vik har også en ekstra vannkilde i tilfelle tørre somre.
- Osterøy kommune: Fotlansvåg vassverk får vannet sitt fra turbinledningen til Herland kraftverk (1917, BKK). Vannverket får vannet på kraftverkets

premisser. Relativt grunt inntak og varierende kvalitet på vannet. Dersom BKK skal vedlikeholde vannvei må kommunen selv sørge for alternativ forsyning. Reserveforsyning vurderes med uttak fra elv, men kvalitetsvann er vanskelig å finne. På sikt ønsker kommunen et eget inntak. Tettstedet Tysso forsynes med vann fra turbinledningen til Tøsse kraftverk. Tilsvarende som ved Herlandsfoss kraftverk er vannleveransen prisgitt BKKs kjøring av kraftverket. Osterøy kommune har også et potensial i å erstatte 1-2 trykkreduksjonsventiler med minikraftverk fra Askelandsvatn kote 359 i eksisterende forsyning for ca. 2000 personer i Valestrand.

- Vaksdal kommune: Dale vassverk fikk tidligere vann fra Bergsdalselva via krafttunnel (Dale kraftverk, 1950 - BKK). Det er imidlertid nylig etablert et nytt grunnvannsuttak slik at uttaket fra Dale tilløpstunnel kun er reserveforsyning. Vaksdal vannverk henter vann fra Bogevasstraget som tidligere har vært utbygget med kraftverk og som nå vurderes utbygget igjen. Det blir da felles reguleringsmagasin (med reserve og prioritet for vannforsyninga), felles inntaksbasseng, men uavhengige vannledninger ettersom vannverket allerede har rør opp til dette inntaket.
- Kvam kommune: For forsyning av tettstedet Ålvik pumpes vann fra undervannet til Bjølvo kraftverk (1918/2003). Kraftverket er hjemfalt og drives av Statkraft, mens Bjølvefossen tar ut store mengde vann for smelteverket. Ved fornyet konsesjon for Bjølvo kraftverk var det en del av konsesjonsbetingelsene at kraftverket skulle tilfredsstillte sikker vannleveranse. Vannet pumpes fra undervannet til Bjølvo. For å sikre tilstrekkelig vanntilførsel er det i kraftverket et mindre aggregat som kjøres i tilfelle stans av hovedaggregatet. For alminnelig forsyning i Ålvik dekkes forbruket av et eget inntak nedstrøms Bjølsegrøvatn. I tilfelle lite tilsig er det mulig å pumpe vann fra undervannet til Bjølvo kraftverk opp til dette inntaksbassenget.
- Sauda kommune: Vann leveres fra Saudefaldene as, dvs. vannet tas ut fra tilløpstunnelen mellom Storlivatn, kote 250, og Sauda III kraftverk. Vannet føres via trykkreduksjonsventil til behandlingsanlegg på ca. kote 130. Kommunen betaler en pris for vannet tilsvarende tapte kraftinntekter, ca. 80-90.000,- pr år. Sauda kommune ønsker imidlertid å ta i bruk en grunnvannskilde som ny hovedvannkilde. Dagens forsyning vil da bli reservevannskilde og vannet vil i stedet bli utnyttet i eksisterende Sauda III.
- Nore og Uvdal kommune: Rødberg vannverk har vanninntak i tilløpstunnel mellom Tunhovdfjorden og Nore kraftverk (1928, Statkraft, fall 360 m). 18 m regulering. Inntak ligger godt under LRV, men ved regnflommer på våren når magasinet er nedtappet, blir det mye tilførsel av humusholdig vann. Ved vedlikehold av inntak, grind, luke og tunnel må vanntilførsel stoppes. Kriseforsyning ordnes da via Smådøla, men dette må da pumpes. Et alternativ er å ta ut vann for kriseforsyning fra et planlagt minikraftverk i Smådøla. Vannverket slipper da å pumpe. Grunnvannskilder for permanent forsyning har vært undersøkt, men funnet uaktuelt ettersom det ikke er tilstrekkelige løsmasseavsetninger i nærheten av Rødberg.

- Sør-Aurdal kommune: Bagn vannverk forsynes med vann fra trykksjakta til Bagn kraftverk. Dette var en del av konsesjonsbetingelsene ved bygging av kraftverket. Tidligere ble vannet kloret kraftig, men nå går vannet gjennom et fullrenseanlegg. Renseanlegget ligger i en egen tunnel inn stasjonsområdet. Ved revisjon av luke og rør pumpes vann opp fra undervannet. Dette er kraftverkets ansvar.

4.2 Planlagt energiutnyttelse ved eksisterende vannverk

Ved planlegging av kraftverk der vannet også skal benyttes til drikkevann er det flere kriterier som må tilfredsstilles:

1. Kraftverket må kunne levere tilstrekkelig vann kontinuerlig. I tilfelle driftstans ved kraftverket må vann kunne slippes forbi i en omløpsventil, vannmengden i trykksjakt/trykkrør eller magasinet i undervann må være stort nok til å dekke forbruket i driftstansperiode. Ettersom tilløpstunnel eller tilløpsrør må vedlikeholdes kan en alternativ vannkilde være gunstigste løsning.
2. Kraftverket må kunne levere vann av god kvalitet. Inntak må legges tilstrekkelig dykket for å sikre stabil temperatur, og tilløpstunnelen bør finrenses ved spyling for å unngå sedimenter, boreslam og oljesøl i drikkevannet. I utløpet bør det være terskel eller vannlås for å hindre at undervannet blandes med tilløpsvannet, dersom vannet pumpes fra undervannet. Ved bruk av Francisturbiner kan man risikere luftovermetning i undervannet, men som regel går vannet til renseanlegg og blir da tilstrekkelig ”luftet”.

Noen eksempler på kommuner som planlegger kraftverk i forbindelse med eksisterende eller nye vannverk:

- Oslo VA har vurdert flere muligheter for installasjon av mikro/minikraftverk som erstatning for trykkreduksjonsventiler i ledningsnettet. Prosjektene er på planstadiet, men sannsynligvis blir det installert et 100 kW aggregat til erstatning for trykkreduksjonsventil ved Ullevål. Mange flere trykkreduksjonsventiler er vurdert erstattet, men betingelsen for å få de økonomisk gunstige er minimale byggetekniske tiltak og tilstrekkelig innvending plass for montasje av elektromekaniske komponenter. Oslo VA har også vurdert utnyttelse av fall i tilsigsområdet – overføringstunnel, oppstrøms dammer etc. Dette kan komme i konflikt med varig vern mot vannkraftutbygging dersom allmenne interesser berøres. Intensjonen er at E-CO Vannkraft skal stå ansvarlig for drift og vedlikehold av stasjonen på vannverkets premisser.
- Glitrevannverket IKS (Drammen, Lier, Nedre Eiker, Røyken, Frogn og deler av Sande) vurderer å installere minikraftverk i eksisterende vannveier og ved utvidelse av vannverket. Glitre er i forhandling med Energiselskapet Buskerud (EB) om en avtale der EB tar hånd om planlegging, bygging og drift av kraftverk som bygges i vannsystemet som produserer strøm etter tapping styrt av Glitre, dvs. relativ jevn tapping gjennom året. Vannstanden i Glitrevann ønskes holdt høyt for å tilfredsstille kvalitet og sikkerhet for leveransen. Tapping utover Glitrevannverkets behov kan være aktuelt, men det vil i så fall styres av vannverket. EB vil betale leie til Glitre avhengig av inntekten til kraftverkene. Avtalen går ut etter et visst antall år. Glitre vannverk ønsker primært et opplegg der de i tillegg til inntekt fra utleie av fall også kjøper kraft fra EB til intern forbruk og gjennom det å kunne spare nettleie. Glitrevannverket har flere aktuelle prosjekter; 2 fristrøms sjakter, 1 reduksjonsventil og 2 nedlagte kraftverk i vassdrag regulert for vannforsyning. Det mest aktuelle prosjektet kommer i 2007: En pumpeturbin skal installeres i bunn av sjakt i forbindelse med sammenkopling mot vannforsyningen i Asker. I ”1 % ” av tiden skal den gå som pumpe når vann skal pumpes fra Asker mot Drammen (reservevannforsyning for Drammen) og i ”99 % ” av tiden vil den gå som turbin for forsyning av vann til Asker fra Glitre. Turbinen vil yte 220-250 kW (200 l/s og 140 m). De 2 gamle kraftstasjonene som kan bygges opp igjen er Sjøstad 1 og 2 i Glitra. De hadde tidligere en installasjon på hhv. 1326 kW (120 m) og 368 kW (23 m), ref. ”Utbygd vannkraft i Norge, 1946”. De ligger så vidt utenfor området for Varig vern mot vannkraftutbygging.
- Eidsvoll vannverk vurderer å erstatte trykkreduksjonsventilene, ca. 100 m trykk, i vannbehandlingsanlegget med minikraftverk. Vannverket forsyner 15.000 innbyggere. Det kan installeres et aggregat som produserer etter vannforbruket. I tillegg kan det installeres et aggregat som utnytter overskuddsvann. Begge prosjektene er økonomisk gunstige. En viktig faktor for lønnsomheten er at eksisterende rørledning og inntak kan benyttes. Se for øvrig Vedlegg C der prosjektet er utredet.

Forøvrig er det flere nedlagte vannverk som planlegges utnyttet til vannkraftverk, se Vedlegg B. Nedlagte vannverk kan utgjøre et voksende potensial ettersom kravet til drikkevannskilder er skjerpet med den nye drikkevannsforskriften som trådte i kraft i

2002. Flere kommuner har planer om å skifte drikkevannkilde. Den gamle drikkevannkilden er typisk en elv/bekk eller mindre innsjø med periodevis dårlig vann og usikkert tilsig. Eksisterende dam og rør blir gjerne liggende som nødforsyning, men anlegget kan da omdannes til et lite kraftverk uten altfor store kostnader ettersom dam og rørgate allerede eksisterer. En tappeventil bør imidlertid installeres i nivå med vannbehandlingsanlegget i tilfelle anlegget fortsatt skal være nødforsyning.

Ved eksisterende vannverk kan de gunstigste prosjektene rent økonomisk være å ”erstatte” trykkreduksjonsventiler. I praksis betyr det at man bygger et kraftverk i omløp parallelt trykkreduksjonsventilen for å sikre vannforsyningen i tilfelle stasjonen står. Dersom det er flere trykkreduksjonsventiler på en vannledning kan det være lønnsomt å bygge en stasjon nederst, men da må nedre deler av vannledningen og trykkreduksjonsventilen skiftes eller eventuelt legges nytt. Slike prosjekter kan være gunstige ettersom kraftverk i eksisterende ledningsnett får lang driftstid og spesielt dersom kraftverket kan utnytte mer vann enn det som forbrukes til vannforsyningen.

Å erstatte trykkreduksjonsventiler vil gi installasjon av mange små aggregater, under 50 kW og oftest ned mot 10 kW. Dette blir sannsynligvis for lite for i det hele tatt å bli vurdert i en kommune der fokus ligger på annet enn kraftproduksjon. Dersom den produserte strømmen kunne gå til eget forbruk ville trolig interessen være større. Å sette bort drift og leie bort ”fallet” til en privatperson kunne være en egnet fremgangsmåte. En engasjert privat utbygger har gjerne større egeninnsats og er mer fleksibel og billigere med hensyn på å se etter kraftverket for eksempel i helgene.

5 Konklusjon

Som i 1980 er det også denne gangen et inntrykk at kommunene har for liten kapasitet til seriøst å besvare spørreskjemaene om temaet og ikke minst for liten kompetanse til å vurdere muligheten til integrerte kraftverk i vannverk. Kun 36 % av kommunene svarte på skjemaene. Den lave responsen kan skyldes et litt for omfattende og detaljert spørreskjema, men forhåpentlig kan spørreskjemaet ha initiert en tankeprosess hos noen vannverkseiere.

Potensialet for kraftverk i vannverk er relativt lite dersom man ser på utbygging av kraftverk på vannverkets premisser, dvs. eksisterende rørledning benyttes og effekt begrenses av vannverkets vannforbruk. I alt er det kartlagt et potensial på 36 GWh/år. Ser man utover dette og utnytter et større fall og optimaliserer vannkraftverket vil potensialet øke betydelig og vannverket vil dra nytte av billigere inntak og vannveg. Dersom vannet som går gjennom turbinen skal brukes til alminnelig vannforsyning må det imidlertid tas hensyn til denne ved planlegging av kraftverket slik at kvalitet og sikkerhet på vannet blir tilfredstilt. I 1980 ble det registrerte potensialet 124 GWh/år. Dette skyldtest flere registreringer, men det inkluderte delvis bedre fall og uttak av mer vann.

I NVEs digitale ressurskartlegging av små kraftverk, gjennomført i 2004, er det ikke tatt hensyn til vannverk ettersom NVE ikke har oversikt over hvor de er. Energipotensialet som ligger i vannverkens nedslagsfelt er derfor kartlagt som om hele ressursen kunne utnyttes til kraftproduksjon. I praksis betyr det at en del av dette potensialet ikke kan realiseres fordi vannet er bundet opp av vannverk. Dersom fallet mellom inntak og utløp i eksisterende vannverk alternativt hadde blitt utnyttet til energiproduksjon ville det ha gitt 166 GWh/år. Anslaget er svært usikkert ettersom bl.a. utnyttbart fall er anslått. Dette er et teoretisk potensial basert på tall fra Vannverksregisteret (VREG) i Folkehelseinstituttet.

For vannverkene er det tre typer kraftverk som oftest er økonomisk gunstige i forbindelse med vannverk:

1. Å erstatte eksisterende trykkreduksjonsventiler med mini-/mikrokraftverk.
2. Å utnytte eksisterende dam og rørgate fra nedlagte vannverk (eller nødforsyningsanlegg) og koble på en kraftstasjon så langt ned som mulig.
3. Å ta hensyn til kraftpotensialet ved planlegging av nytt vannverk. Ved å optimalisere dam og rørgate mht. både kraftverk og vannverk, kan bygging av kraftverk være med å ”subsidiere” utbyggingen av vannverket.

VEDLEGG A - Spørreskjema sendt til landets kommuner

A: LOKALITET/REFERANSE

1. Fylke	Navn:	
2. Kommune	Navn:	
3. Vannverk	Navn:	
	Adresse:	
	Telefon:	
4. Vannverkssjef/representant	Navn:	
	Adresse:	
	Telefon:	
5. Nærmeste tettsted	Navn:	
6. Lokalt eller lokale e-verk som kan ha interesser i området	Navn:	
	Adresse:	
	Telefon:	

B: NEDBØRFELT, REGULERINGSMAGASIN OG UREGULERTE VANN

7. Inntakets plassering:	
<ul style="list-style-type: none"> Er inntaket beliggende i elv eller mindre inntaksbasseng? 	
<ul style="list-style-type: none"> Er inntaket beliggende i vann eller større reguleringsmagasin? 	
<ul style="list-style-type: none"> Angi normal vannstand ved inntaket, moh. 	
8. Nedbørfelt:	
<ul style="list-style-type: none"> Angi totalt nedbørfelt til inntaket, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> Angi tilløp til inntaket, m³/s eller l/s/km² 	
9. Eksisterende reguleringsmagasin nr. 1: (ved flere magasiner gjelder denne tabellen magasinet som ligger nærmest inntaket)	
<ul style="list-style-type: none"> Angi totalt nedbørfelt til reguleringsmagasinet, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> Angi magasinareal ved HRV, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> Angi reguleringsgrenser i magasin - HRV og LRV, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> Er det muligheter for ytterligere regulering? 	
<ul style="list-style-type: none"> Angi lengde på mulig rørledning mellom 	

magasin og inntaksbasseng, m	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom magasin og inntak, km² 	
9A. Eksisterende reguleringsmagasin nr. 2: (ved flere magasiner lages en tabell for hvert av magasinene)	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi totalt nedbørfelt til reguleringsmagasinet, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi magasinareal ved HRV, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi reguleringsgrenser i magasin - HRV og LRV, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Er det muligheter for ytterligere regulering? 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi lengde på mulig rørledning mellom dette magasin og inntaksbasseng, m 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi lengde på mulig rørledning mellom dette magasin og nærmeste magasin eller større vann, m 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi vannstand i nærmeste magasin (HRV) eller større vann, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom magasin og inntak, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom dette magasin og nærmeste magasin eller større vann, km² 	

10. Uregulerte vann i nedslagsfeltet nr. 1: (ved flere uregulerte vann gjelder denne tabellen magasinet som ligger nærmest inntaket)	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi totalt nedbørfelt til vannet, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi normal vannstand, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi lengde på mulig rørledning mellom dette magasin og inntak, m 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom vann og inntak, km² 	

10A. Uregulerte vann i nedslagsfeltet nr. 2: (ved flere vann lages en tabell for hvert av vannene)	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi totalt nedbørfelt til vannet, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi normal vannstand, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi lengde på mulig rørledning mellom dette magasin og inntaksbasseng, m 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom vann og inntak, km² 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi lengde på mulig rørledning mellom dette vann og nærmeste magasin eller større vann, m 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi vannstand i nærmeste magasin (HRV) eller større vann, moh. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi uregulert nedbørfelt mellom dette vann og nærmeste magasin eller større vann, km² 	

C: TEKNISKE OPPLYSNINGER

11. Installasjoner mellom inntak og døgnbasseng (fylles ut dersom det er døgnbasseng i nedre ende av hovedledning)	
• Angi ledningstype og trykkklasse for hovedledning	
• Angi dimensjon på hovedledning i mm	
• Angi tverrsnitt på eventuell tunnel, m ²	
• Angi lengde på tunnel/ledning fra inntak til døgnbasseng	
• Angi normal vannstand i døgnbassenget, moh.	
• Angi ledningstype og trykkklasse for hovedledning nedenfor døgnbasseng (til 1. forgrening)	
• Angi dimensjon på hovedledning nedenfor døgnbasseng, mm (til 1. forgrening)	
• Angi nivå for hoveddelen av forsyningsområdet, moh.	
• Angi nivå for 1. forgrening fra hovedledning nedenfor døgnmagasin, moh.	
• Angi lengde på hovedledning fra døgnbasseng til 1. forgrening fra hovedledning, m	

12. Installasjoner mellom inntak og forgreining fra hovedledning (fylles ut dersom de <u>ikke</u> er døgnbasseng i nedre ende av hovedledning)	
• Angi ledningstype og trykkklasse for hovedledning (til 1. forgreining)	
• Angi dimensjon på hovedledning i mm (til 1. forgreining)	
• Angi tverrsnitt på eventuell tunnel, m ²	
• Angi lengde på tunnel/ledning fra inntak til 1. forgreining fra hovedledning	
• Angi nivå for hoveddelen av forsyningsområdet, moh.	
• Angi nivå for 1. forgreining fra hovedledning nedenfor inntaket, moh.	

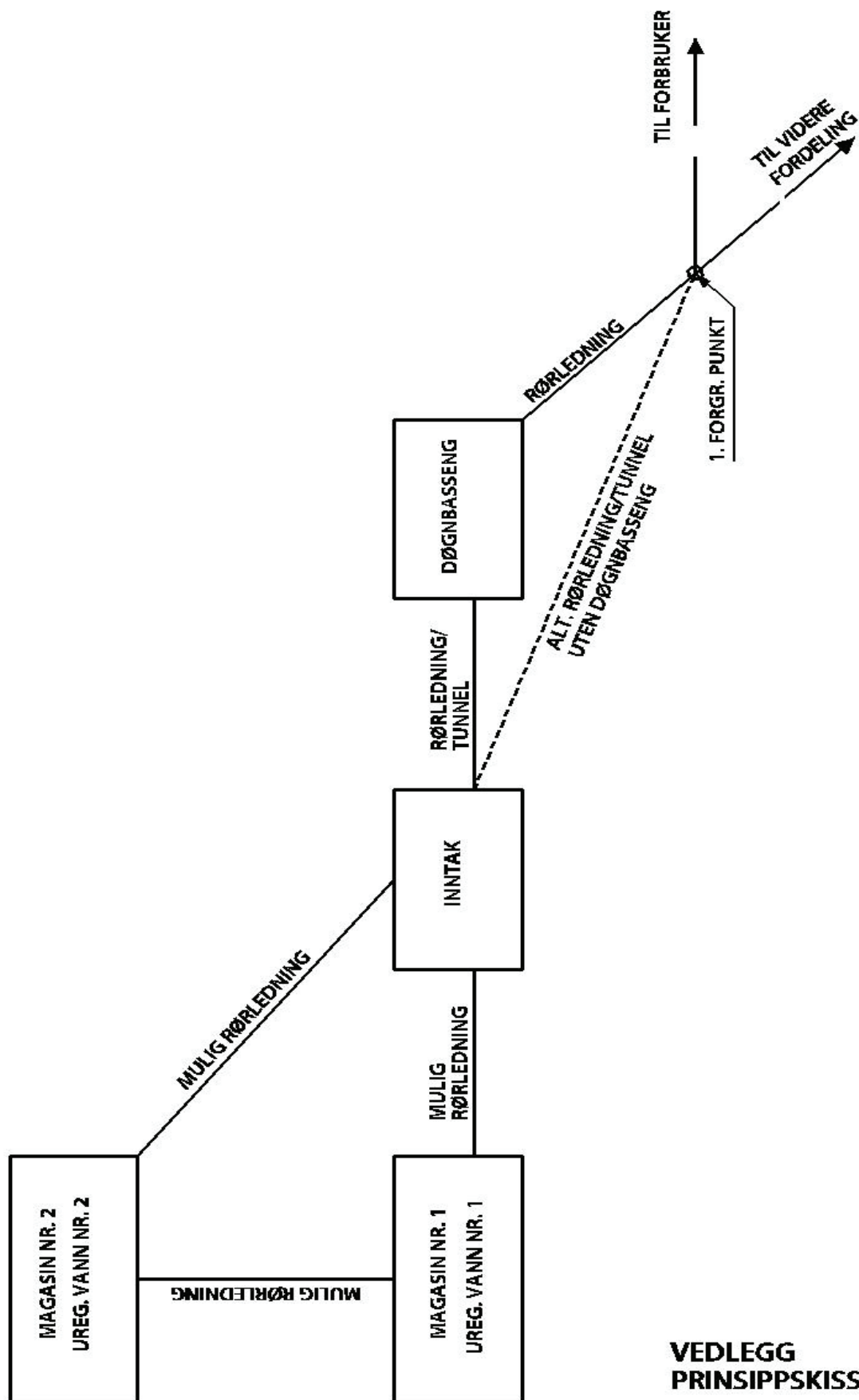
D: ØVRIGE OPPLYSNINGER

13. Vannforbruk i vannverket:	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi dagens vannforbruk, m³/døgn eller m³/år 	
<ul style="list-style-type: none"> • Angi planlagt økning av vannforbruk, m³/døgn eller m³/år 	

13. Eventuelle nedlagte vannverk: <i>(fylles ut dersom det finnes nedlagte vannverk)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Kan disse benyttes til kraftproduksjon? 	
<ul style="list-style-type: none"> • Data for nedlagt vannverk. (Fyll ut tilsvarende skjema for hvert nedlagt vannverk) 	

14. Planer: <i>(dersom nødvendig lag separate vedlegg)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Beskriv eventuelle planer for utvidelse av forsyningsområdet til eksisterende vannverk. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Beskriv eventuelle planer for nybygging av vannverk i nærmeste framtid. 	

15. Merknader:	
<ul style="list-style-type: none"> • Hvis mulig, ønskes vedlagt oversiktskart over vannverket med hovedanlegg og nedslagsfelt inntegnet. 	



**VEDLEGG
PRINSIPPSKISSE**

VEDLEGG B - Tolkning av besvarte spørreskjema

Innkomne svar hvor kraftverk er bygget eller kan bygges

Akershus fylke

Eidsvoll kommune

Inntak i Tisjøen på kote 408. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg på kote 300. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 90 l/s. Antar installert effekt på 75 kW med en årlig produksjon på 0,460 GWh/år. Tilsiget er på 154 l/s. Med eksisterende rør kan det installeres 110-120 kW.

Oslo fylke

Oslo kommune

I 2003 inngikk E-CO Energi og Oslo kommune Vann- og avløpsetaten (VAV) samarbeid om å installere små turbiner i vannrørene. E-CO Tech har vært utførende konsulent i forprosjektet, der 13 mulige prosjekter for kraftproduksjon ble identifisert. Fem av disse ble nærmere analysert. Tre av anleggene er i vannverkets distribusjonsnett og to på tilførselsdelen fra Langlivann. Forundersøkelsen viser at tre av de fem anleggene vil gi lønnsomhet. To kraftstasjoner er plassert i tilknytning til høydebasseng, én ved kum med reduksjonsventil, én på overføringsledningen fra Langlivann og én ved bunntappetunnel ved Langlivann. Nåverdi for de tre lønnsomme prosjektene lå mellom 500.000 kroner og 13 millioner kroner. Prosjektene representerer en samlet installert effekt på 1,1 MW, og en stipulert årsproduksjon på 8 GWh.

Hedmark fylke

Nord-Odal kommune

Inntak i Skiren på kote 330. Kraftstasjon i vannbehandlingsanlegg på kote 240. Nedbørsfelt på 5,5 km². Antar et jevnt uttak på ca. 50 l/s. Antar installert effekt på 30 kW med en årlig produksjon på 0,20 GWh.

Oppland fylke

Dovre kommune

Inntak på kote 940. Kraftstasjon kan plasseres i høydebasseng på kote. 800. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 17 l/s. Antar installert effekt på 19 kW med en årlig produksjon på 0,160 GWh/år. Tilsiget er på 144 l/s. Med eksisterende rør kan det installeres ca. 60 kW. Det er planer om å bygge nytt vannforsyningsanlegg.

Østre Toten kommuneØstre Toten vannverk

Inntak i Skjeppsjøen kote 457 og kraftstasjon i vannbehandlingsanlegg på kote 380. Tilgjengelig trykk ca. 75 mVs. Tilgjengelig vann ca. 74 l/s. Installasjon på ca. 50 kW og produksjon på ca. 0,40 GWh. Eksisterende rør: 2300 m 400 mm PVC NT6.

Tidligere Lena vannverk

Inntak i Slomma og kraftstasjon i det gamle klorhuset. Tilgjengelig trykk ca. 25 mVs. Eksisterende rør er av uviss kvalitet og må kanskje byttes. Dimensjonen er 200 mm NT 6. ca. 1000 m. 50 l/s. Installasjon på ca. 15 kW og produksjon på 0,1 GWh

Øystre Slidre kommune

Mulig å bygge kraftverk, men lite <5 kW

Buskerud fylkeHurum kommune

Sandungen: Mulig å bygge kraftverk, men lite <5 kW (basert på tilsig: 34 kW).

Modum kommune

Inntak i Urvann på kote 371 og Damtjern/Midttjern på kote 364. Vannbehandlingsanlegg på kote 175. Trykk strupes til 0 og går til et luftebasseng. Rørledning fra Damtjern/Midttjern er av duktilt støpejern med dim. 300 mm. Gjennomsnittlig vannforbruk ca. 40 l/s. Antar effektiv fallhøyde lik 150 m. Antar Q_{maks} lik 60 l/s. Antar installasjon på 80 kW og produksjon på 0,55 GWh.

Nore og Uvdal kommune

Røberg vannverk har inntak i Tunhovdfjorden på kote 736. Rødberg høydebasseng ligger på kote 509. Tunhovdfjorden er reguleringsmagasinet til Nore I kraftverk. Vannverket forbruker svært lite vann ca. 3-4 l/s og kraftproduksjon i vannverket vil være uaktuelt da vannet nok best utnyttes i Nore I. En utnyttelse av 4 l/s og fallet mellom Tunhovdfjorden og høydebassenget vil gi maks. 6 kW.

Vestfold fylkeLarvik kommune

Musevann Mikrokraftverk har fått tillatelse av Larvik kommune å utnytte installasjonen til det gamle vannverket mot at det vedlikeholdes og kan brukes som nødkilde. Er forhåndsmeldt med en installasjon på 18 kW og produksjon på 0,14 GWh. Tas ikke med i potensialet for kraftverk i vannverk da det allerede er registrert.

Svelvik kommuneBlindevann Interkommunale vannverk, Svelvik og Sande kommune

Kilde er Blindevann på kote 147. Døgnbasseng på kote 115. Nedbørsfelt er 10,6 km² med en avrenning på ca. 200 l/s. Rør fra kilde til døgnbasseng er av støpejern PN 16 med diameter på 400 mm. Lengden på røret er ca. 1000 m. Gjennomsnittlig vannforbruk er ca. 90 l/s. Kilden er stor og røret har god plass og man antar en maksimal vannføring lik $Q_{\text{maks}} = 200$ l/s. Effektiv fallhøyde $H_e = 30$ m. Antar installasjon på 50 kW med en produksjon på 0,2 GWh.

Ebbestad vannverk

Kilde er Ebbestadvannet. Døgnbasseng ligger på kote 84. Nedbørsfelt er ca. 1,6 km² med en avrenning på ca. 30 l/s. Blir reservevannskilde fra 2004. Rør fra kilde til døgnbasseng er av støpejern PN 10 med diameter på 400 mm. Lengden på røret er ca. 1600 m. Antar Q_{maks} lik 40 l/s. Effektiv fallhøyde lik 60 m. Antar installasjon på 20 kW med en produksjon på 0,08 GWh.

Telemark fylkeSkien kommune

Omlegging av vannforbruk. Mulig å utnytte to vann, på hhv. Kote 170 og 75 ned til hhv kote 102 og 8. Potensialet basert på tilsig gir ca. 20 kW og 60 kW Eksisterende rør kun ved et magasin.

Aust-Agder fylkeBykle kommuneBykle vannverk

Inntak i kilden Heittjønn på kote 1008. Døgnbasseng på kote 720. Kilden har lite nedslagsfelt, 1,3 km² og avrenningen er tilsvarende lav. Rørledningen er på ca. 2300 m og diameter er hovedsakelig 110 mm PN 16. Vannforbruket i vannverket er gjennomsnittlig 5 l/s. Antar effektiv fallhøyde på $H_e = 200$ m og Q_{maks} lik 10 l/s. Antar installert effekt på 17 kW med en produksjon på 0,1 GWh.

Hovden vannverk

Inntak i kilden Hartevasstjønn på kote 977. Døgnbasseng på kote 877. Rørledning på 2400 m og diameter på rørledning er PN 10, 400 mm ca. 700m. 315 mm ca. 300 m og 250 mm ca. 1400 m. Kilden har et nedslagsfelt på ca. 30 km² og gjennomsnittlig avrenning på 1,3 m³/s. Gjennomsnittlig brukes 11 l/s til vannforsyning. Pga. av trang rørgate og høyt falltap kan ikke all tilgjengelig avrenning brukes i et eventuelt kraftverk i vannverk. Med dagens rør vil en installasjon på ca. 20 kW med kraftproduksjon på ca. 0,16 GWh være mulig.

Vest-Agder fylke

Farsund kommune

Mulig å erstatte "reduksjonskum". Inntak er på kote 184. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 83. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 32 l/s. Antar installert effekt på 26 kW med en årlig produksjon på 0,2 GWh/år. Tilsiget er på 133 l/s. Med eksisterende rør kan det installeres ca. 120 kW.

Mandal kommune

Inntak er på kote 135. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 80. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 48 l/s. Antar installert effekt på 20 kW med en årlig produksjon på 0,07 GWh/år. Tilsiget er oppgitt mindre enn gjennomsnittsforkret.

Rogaland fylke

Sandnes kommune

Forsynes av IVAR. Har et nedlagt gammelt vannverk ved Fjogstadvannet på kote 182. Mulig å utnytte fallet ned til Lustivannet på kote 29. Eksisterer ikke rør hele strekket og man trenger ca. 2000 m med nye rør. Nedbørsfelt ca. 1,8 km². Spesifikk avrenning: 47.27 l/s pr. km². Middeltilsig: 0,09 m³/s. Effektiv fallhøyde lik 150 m. Installasjon på ca. 150 kW og produksjon ca. 0,6 GWh. Ligger i nedbørsfeltet til Imselva som er vernet.

Hordaland fylke

Os kommune

Krokvatn vannverk

Inntak i Krokvatn kote 147 som har nedbørsfelt på 5.8 km². Årlig spesifikk avrenning er 95 l/s.km². Vannet er regulert 8 m fra gammelt av. HRV 149 moh. Har vært kraftstasjon der før og rensanlegget ligger i det gamle kraftstasjonsbygget. Krokvatn skal gjøres til hovedvannverk i kommunen og vannmengden skal økes fra 6500 m³ til 12 000 m³ pr døgn. Ny rørledning fra 1997, 400 mm PEH rør. Antar kotehøyde for døgnbassenget er 90 m. Antar Q_{maks} lik 250 l/s. Antar installert effekt til 100 kW med en produksjon på 0,6 GWh.

Vaksdal kommune

Vaksdal vannverk henter vannet sitt fra Bogevasstraget. Her var det tidligere et kraftverk. Det er blitt meldt inn til NVE om interesse for å bygge kraftverk igjen i den gamle traseen og blir derfor ikke regnet som et potensial her. Vurdert som ikke konsesjonspliktig.

Sogn og Fjordane fylke

Flora kommune

Mulig å erstatte energidreper. Inntak er på kote 357. Kraftstasjon kan plasseres i høydebasseng på ca. kote 100. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 92 l/s. Antar installert effekt på 174 kW med en årlig produksjon på 1,4 GWh/år. Tilsiget er på 500 l/s. Med eksisterende rør kan det installeres opp mot 250 kW (1,9 GWh).

Førde kommune

Vannet i Førde vannverk utnyttes i Mo kraftverk, ca. 600 m fall.

Hyllestad kommune

Kraftverk etablert sammen med vannverk allerede. Tveit vannkraftverk.

Høyanger kommune

Høyanger vannverk får vann fra Høyanger kraftstasjon.

Selje kommune

Inntak er på kote 280. Kraftstasjon kan plasseres i ledningsnett på kote 70. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 3 l/s. Installert effekt blir da 6 kW med en årlig produksjon på 0,05 GWh/år. Tilsiget er på 65 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres ca. 370 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Sogndal kommune

Eksisterende vannforsyning skal legges om. Inntak er på kote 650. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 240. 2/3 av røret må da skiftes for å tåle trykket (3 trykkreduksjonsventiler underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 63 l/s. Installert effekt blir da 200 kW med en årlig produksjon på 1,5 GWh/år. Tilsiget er på 202 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres ca. 470 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Stryn kommune

Inntak er på kote 798. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 225. 3/4 av røret må da skiftes for å tåle trykket (3 trykkreduksjonsventiler underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 14 l/s. Installert effekt blir da 63 kW med en årlig produksjon på 0,5 GWh/år. Tilsiget er på 300 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 280 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Møre og Romsdal fylke

Aure kommune

Aure vassverk

Kilde er Steingeitvatnet på kote 307. Døgnbasseng ligger på kote 150. Nedbørsfeltet er ca. 4 km². Vannveien fra inntaket til døgnbasseng er 5000 m lang. Rørledningen har en

diameter på 160 mm. Vannverket har et gjennomsnittlig forbruk på 8 l/s. Antar at man kan ta ut ca. 30 l/s ved Q_{maks} store deler av året. Effektiv fallhøyde blir da 100 m. Antar installert effekt lik 30 kW med en produksjon på 0,15 GWh.

Averøy kommune

Inntak er på kote 354. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 100. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 22 l/s. Installert effekt blir da 45 kW med en årlig produksjon på 0,3 GWh/år. Tilsiget er på 45 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 100 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Halsa kommune

Valsøyfjord vannverk

Kilde er Langvatnet på kote 492. Antar døgnbasseng på kote 150. Nedbørsfelt ca. 2,5 km². Rørledning fra inntak til døgnbasseng er 2500 m og diameter på rør er 160 mm. Gjennomsnittlig uttak til vannverket er 8 l/s. Antar Q_{maks} til 30 l/s. Effektiv fallhøyde blir 300 m. Installert effekt 75 kW med en produksjon på 0,45 GWh.

Herøy kommune

Moltustranda vannverk a/l

Har Mørkevatn på kote 310 som kilde. Man har ikke vært i kontakt med dem. Bruker tall fra rapport laget i 1980 der man har regnet med mulig produksjon i de tre reduksjonskamrene til forbruksområdet på kote 230/150/85. Med installert effekt på hhv 13/13/10 kW (33 kW) med total produksjon på ca. 0,3 GWh.

Midsund kommune

Inntak er på kote 382. Kraftstasjonen kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 190. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 5 l/s. Installert effekt blir da 8 kW med en årlig produksjon på 0,06 GWh/år. Tilsiget er på 22 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 35 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Molde kommune

Molde vannverk (fra 1980 rapport + oppdatering)

Vannverket har flere separate vannkilder, Moldevann og Bårdsdalsvann, som samles i Bergsvatnet. Det kan tenkes installert aggregater i hovedledningssystemet.

1. Drikkevann østover. To aggregater ved Råkhaugen kote 180. 29 kW og 114 kW.
 $H_e = 79$ m. Produksjon 0,45 GWh.
2. Drikkevann vestover. To aggregater ved Fjellbrua kote 150. 53 kW og 114 kW.
 $H_e = 107$ m. Produksjon 0,9 GWh.
3. Urenset vann fra Moldevann til Bergsvatnet. To aggregater, 52 kW og 114 kW.
 $H_e = 65$ m. Produksjon 0,9 GWh.

Fannefjord vannverk

Kilde er Kloppavatnet på kote 454. Nedbørsfelt er ca. 2,5 km² med en avrenning på ca. 200 l/s. Mangler info om døgnbasseng og rørledning. Antar døgnbasseng på kote 100. Gjennomsnittlig forbruk i vannverket er 100 l/s. Antar $Q_{\text{maks}} = 150$ l/s og effektiv fallhøyde er 250 m. Antar installert effekt på 300 kW med en produksjon på 1,8 GWh.

Neset kommune

Inntak er på kote 405. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 160. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 10 l/s. Installert effekt blir da 22 kW med en årlig produksjon på 0,2 GWh/år. Tilsiget er på 92 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 80 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Stranda kommune

Sannsynligvis mulig å utnytte til kraftverk. Inntak kote 500, Behandlingsanlegg kote 227. 6100 m rør med en diameter på 250 mm.

Sykkylven kommuneSykkylven vannverk

Kilde er Årsetvatn på kote 587. Antar døgnbasseng på kote 250. Rørledning fra kilde til døgnbasseng er ca. 1100 m. Duktilt støpejernsrør med diameter 400 mm. Gjennomsnittlig forbruk i vannverket er 30 l/s. Ramstaddal vannkraftverk har også Årsetvatn som kilde og gjør at man ikke kan utnytte større mengder vann i et eventuelt kraftverk i vannverk. Antar Q_{maks} til 50 l/s med en effektiv fallhøyde på 250 m. Installert effekt på 100 kW med en produksjon på 0,65 GWh.

Tingvoll kommune

Ikke skaffet info. Brukt opplysninger fra 1980 rapport og antagelser.

Indre Tingvoll vannverk

Vannkilde: Torjulvatnet kote 310. Forbruk: gjennomsnittlig ca. 13 l/s. Antar 2 reduksjonskummer på ca. kote 205 og kote 100. Et aggregat i hver reduksjonskum for maks vannføring på 40 l/s. Installert effekt 2 X 30 kW med produksjon på ca. 0,26 GWh.

Straumsnes vannverk A/L

Vannkilde: Fjellsetervatnet kote 286. Forbruk: gjennomsnittlig ca. 10 l/s. Reduksjonskum på kote 175 og kote 80. Et aggregat i hver reduksjonskum for maks vannføring på 30 l/s. Installert effekt på 2 X 24 kW med produksjon på ca. 0,18 GWh.

Ulstein kommune

Inntak i Garnesvatn er på kote 416. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 160. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 10 l/s. Installert effekt blir da 21 kW med en årlig

produksjon på 0,17 GWh/år. Tilsiget er på 51 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 74 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Inntak i Mosvatn er på kote 458. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 275. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 20 l/s. Installert effekt blir da 30 kW med en årlig produksjon på 0,24 GWh/år. Tilsiget er på 107 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 130 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Vanylven kommune

Uaktuelt. Overskuddsvann utnyttes allerede av kraftverk og lite fall mellom inntak og høydebasseng.

Sør-Trøndelag fylke

Holtålen kommune

Ålen vannverk

Vannkilde: Rensjøen kote 775. Forbruk: Gjennomsnittlig ca. 14 l/s. Ledning til første avgreining på kote 630 er eternitt og pvc rør med dimensjon 315 mm. Lengde 3,5 km. Antar et aggregat med slukeevne på 40 l/s ved første avgreining på kote 630. Installert effekt blir ca. 40 kW med en produksjon på ca. 0,22 GWh.

Melhus kommune

Mulig å erstatte reduksjonsventil. Inntak i Benna på kote 182. Kraftstasjon kan plasseres ved 1. fordelingsledning på ca. kote 115. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 46 l/s. Installert effekt blir da 25 kW med en årlig produksjon på 0,2 GWh/år. Tilsiget er på 420 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 90 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Rennebu kommune

Inntak er på kote 620. Kraftstasjon kan plasseres i distribusjonsnett på kote 470. Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 5 l/s. Installert effekt blir da 6 kW med en årlig produksjon på 0,05 GWh/år. Tilsiget er på 105 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 26 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Skaun kommune

Malmsjøen vannverk

Kilde er Malmsjøen på kote 186. Antar Døgnbasseng ligger på kote 100. Nedbørsfelt er 15,6 km². Rørlengde fra inntak til døgnbasseng er ca. 600 m med en diameter på 280 mm. Gjennomsnittlig forbruk i vannverket er 16 l/s. Det er planlagt et minikraftverk i Konstadbekken mellom Malmsjøen og Ånøya. Antas at man ikke kan bruke overskuddsvann til kraftproduksjon i vannverket. Antar Q_{maks} lik 20 l/s og effektiv fallhøyde H_e lik 80 m. Antar installert effekt til 13 kW med en produksjon på 0,1 GWh

Trondheim kommune

To nedlagte vannverksdammer: 1) Theisendammen kote 182 kan gi maks 216 kW basert på tilsig (Ilabekken -friluftsomr.) 2) Trolla/Lykkjad kote 159.: kan gi maks 210 kW basert på tilsig.

Åfjord kommuneÅfjord kommunale hovedvannverk

Kilde: Grovlivannet kote 180. Nedbørsfelt ca. 9 km². Avrenning ca. 54 l/s pr km². Døgnbasseng på kote 67. Gjennomsnittlig forbruk ca. 20 l/s. Rørledning 5300 m, dimensjon 225 mm. Pga. lang rørledning vil man raskt få et høyt falltap ved større vannmengder. Antar effektiv fallhøyde til 80 m og maks vannføring til 60 l/s. Nedbørsfeltet er stort og 60 l/s bør gå fint store deler av året. Antatt installert effekt ved døgnbasseng blir da 40 kW med en produksjon på ca. 0,28 GWh.

Innlandet Stokkøy vannverk

Kilde: Midtlivatnet kote 160. Nedbørsfelt ca. 3 km². Avrenning ca. 40 l/s pr km². Døgnbasseng på kote 80. Gjennomsnittlig forbruk ca. 6 l/s. Rørledning 2700 m, dimensjon 160 mm. Antar effektiv fallhøyde på ca. 50 m og maks vannføring på 30 l/s. Antatt installert effekt ved døgnbasseng blir da ca. 13 kW med en produksjon på ca. 0,07 GWh.

Nord-Trøndelag fylkeNamdalseid kommune

Inntaket er på kote 245. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 190. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 8 l/s. Installert effekt blir da 4 kW med en årlig produksjon på 0,027 GWh/år. Tilsiget er på 25 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 40 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Namsos kommuneNamsos kommunale vannverk

Ingen ny informasjon. Bruker info fra 1980-rapporten. Kilde: Tavlåvatnet kote 139. Nedslagsfelt ca. 8,5 km² og avrenning ca. 50 l/s pr km². Gjennomsnittlig forbruk på ca. 90 l/s. Effektiv fallhøyde ca. 43 m fra inntak til silhus der aggregat plasseres. Installert effekt på ca. 41 kW med maks slukeevne på 120 l/s. Produksjon ca. 0,16 GWh.

Overhalla kommuneKonnovatn interkommunale vannverk

Kilde: Konnovatn kote 176. Nedbørsfelt 16 km². Avrenning ca. 44 l/s pr km². Nivåforskjell på 65 m til behandlingsanlegg. Gjennomsnittlig vannuttak ca. 18 l/s. Lengde på ledning er ukjent, men antar 3 km. Diameteren er 315 mm. Kilden har stort

nedbørsfelt og man antar man kan utnytte mer vann enn kun forbruksvann til kraftproduksjon. Røret er nokså romt og man antar at man kan ha maks vannføring på ca. 100 l/s. Effektiv fallhøyde blir ca. 55 m og installert effekt på ca. 50 kW. Produksjon på ca. 0,22 GWh.

Verran kommune

Mangler informasjon. Bruker informasjon fra 1980 rapporten.

Malm vannverk

Kilde: Koltjern kote 233. Nedbørsfelt ca. 1,2 km². Avrenning ca. 47 l/s pr km². Ledning. 400 m fra inntak til døgnbassen. Dimensjon ukjent. Antar at ledningen har kapasitet for ca. 30 l/s uten for store trykktap da det er kort ledning. Effektiv fallhøyde ca. 70 m. Installert effekt ca. 17 kW og produksjon på ca. 0,1 GWh

Nordland fylke

Alstahaug kommune

Alstahaug vannverk

Kilde: Storvatn kote 207. Nedbørstelt ca. 1,6 km². Avrenning ca. 53,63 l/s pr km². Ledning. 750 m fra inntak til døgnbasseng. Kotehøyde til døgnbasseng antas 100 moh. Diameter på rørledning er 400 mm, god kapasitet. Kommunen antar økt forbruk til ca. 65 l/s i gjennomsnitt. Effektiv fallhøyde ca. 100 m og Q_{maks} 100 l/s. Installert effekt ca. 50 kW og produksjon ca. 0,4 GWh.

Bodø kommune

Eksisterende vannforsyning legges om til nødforsyning. Mulig å installere 100 kW, 0,5 GWh.

Brønnøy kommune

Brønnøy vannverk

Kilde: Nedre Sæterstivatn kote 250. Nedbørsfelt ca. 1,5 km². Avrenning ca. 53,77 l/s pr km². Lengde på ledning fra Inntak til døgnbasseng er ukjent. Diameter 250 mm. Døgnbasseng på kote 78. Gjennomsnittlig forbruk ca. 50 l/s. Antar effektiv fallhøyde på 150 m og Q_{maks} 75 l/s. Installert effekt ca. 80 kW og produksjon ca. 0,5 GWh.

Narvik kommune

Narvik vannverk får vann fra Taraldvik kraftverk.

Rana Kommune

Vannet til Mo vannverk utnyttet i Svabo kraftverk. Vannet til Storforshei vannverk utnyttet i Sagelva minikraftverk.

Skjerstad kommuneNedlagte Misvær vannverk

Nedlagt i 2000. 8" stålrør ligger fremdeles fra kote 65. Antar stasjon plasseres på kote 5. Antar effektiv fallhøyde på 50 m og Q_{maks} på 100 l/s. Installert effekt ca. 40 kW og produksjon på ca. 0,27 GWh.

Vefsn kommune

Planer: Mulig å utnytte til kraftproduksjon - 750.000 kWh, men sannsynligvis bygges energidreper. Inntak er på kote 330. Antatt undervann på kote 80. Sannsynligvis må 1/2 av røret skiftes for å tåle trykket (sannsynligvis 1 trykkreduksjonsventil underveis). Antar et jevnt uttak på tilsvarende dagens forbruk på ca. 60 l/s. Installert effekt blir da 107 kW med en årlig produksjon på 0,75 GWh/år. Tilsiget er på 125 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 130 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Vågan kommune

4 vannverk.

1. Svolvær v.v. har inntak på kote 133. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 100. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 46 l/s. Installert effekt blir da 12 kW med en årlig produksjon på 0,08 GWh/år. Tilsiget er på 81 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 15 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.
2. Brettesnes v.v. har inntak på kote 318. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 40. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 4,6 l/s. Installert effekt blir da 10 kW med en årlig produksjon på 0,08 GWh/år. Tilsiget er på 39 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 13 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.
3. Austre Vågan v.v. har inntak på kote 75. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 60. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 7 l/s. Installert effekt blir da 1 kW.
4. Kleppstad v.v. har inntak på kote 160. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote. 60. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 4,1 l/s. Installert effekt blir da 3 kW. Tilsiget er på 58 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 15 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

Troms fylkeBardu kommuneSetermoen vannverk (Tall fra 1980 rapport)

Vannkilde: Langvatn kote 246, med inntak på kote 195 i elva. Nedslagsfelt ca. 35 km². Døgnbasseng på kote 138. Antatt forbruk 50 l/s. $H_e=35$ m. Antatt installasjon ved døgnbassenget er et aggregat på 14 kW som produserer 0,12 GWh.

Harstad kommune

Harstad vannverk

Kilde er Storvatn på kote 137. Døgnbasseng på kote 106. Diameter på rørledning er 0,5 m. Lengde er ukjent. Forbruk ca. 200 l/s. Nedslagsfelt ca. 28 km². Antar effektiv fallhøyde $H_e=25$ m. Antar $Q_{maks} = 300$ l/s. Antatt installasjon ved døgnbasseng er et aggregat på 60 kW og produksjon på ca. 0,375 GWh.

Sandtorg vannverk

Kilde er Årbogvatnet på kote 259. Døgnbasseng på kote 60. Diameter på rørledning er 225 mm. Lengde ukjent. Nedslagsfelt ca. 7 km². Vannverket har et gjennomsnittsforkbruk på 3 l/s, men nedbørsfelt og rørledning tåler et større uttak. Antar $Q_{maks} = 100$ l/s. Antatt installasjon ved døgnbasseng på kote 60 er et aggregat på 130 kW og produksjon på 0,80 GWh.

Kvæfjord kommune

Kvæfjord vannverk

Kilde er Vebostadvannet på kote 394. Antar døgnbasseng på kote 90. Diameter på rørledning er 200 mm og lengde 2000 m. Nedbørsfelt er ca. 5,2 km². Gjennomsnittlig forbruk i vannverket er 28 l/s. Kommunen opplyser at anlegget er planlagt til kraftproduksjon, men de er på vent. Antar at kilden og rørgate tåler et uttak $Q_{maks} = 100$ l/s. Antar Effektiv fallhøyde til 250 m. Antar installert effekt på ca. 200 kW og produksjon på ca. 1,2 GWh.

Målselv kommune

Bardufoss vannverk

Kilde er Andsvannet på kote 160. Antar at klorbehandlingsanlegget ligger på kote 60. Rørledning fra inntak til behandlingsanlegg er ca. 1000 m med en diameter på 500mm. Type PE50 PN4. Nedbørsfeltet er ca. 73 km². Vannverket bruker gjennomsnittlig 50 l/s vann. Rørledningen har mye ledig kapasitet og det antas at man kan installere et aggregat ved behandlingsanlegget uten å miste trykk på forsyningsnettet. Antar at kraftverket kan dimensjoneres med en midlere vannføring på 600 l/s. Antar effektiv fallhøyde til 90 m. Antar installert effekt på 450 kW og en produksjon på 3,6 GWh.

Torsken kommune

5 vannverk:

1. Grillefjord v.v. har inntak på kote 375. Kraftstasjon kan plasseres i vannbehandlingsanlegg/høydebasseng på kote 75. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 6,8 l/s. Installert effekt blir da 16 kW med en årlig produksjon på 0,14 GWh/år. Tilsiget er på 140 l/s. Med samme rørdiameter kan det installeres opp mot ca. 80 kW dersom tilsiget utover forbruket også kan utnyttes.

2. Torsken v.v. har inntak på kote 120. Kraftstasjon kan plasseres på kote 75. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 3,6 l/s. Installert effekt blir da 1 kW.
3. Grunnfarnes v.v. har inntak på kote 149. Kraftstasjon kan plasseres på kote 75. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 0,2 l/s. Installert effekt blir da under 1 kW.
4. Viemannsfjorden v.v. har inntak på kote 75. Kraftstasjon kan plasseres på kote 60. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 0,9 l/s. Installert effekt blir under 1 kW.
5. Sifjord v.v. har inntak på kote 70. Kraftstasjon kan plasseres på kote 60. Antar et jevnt uttak tilsvarende dagens forbruk på ca. 0,6 l/s. Installert effekt blir under 1 kW.

Tranøy kommune

Å vannverk

Kilde er Blyfjordvannet på kote 132. Døgnbasseng på kote 72. Rørledning mellom inntak og døgnbasseng er 1600 m med diameter 160 mm. PVC NT 10. Nedbørsfelt er ca. 7 km². Forbruk er lavt, forventes et gjennomsnittlig forbruk på ca. 3 l/s. Kilden tåler mer forbruk, men røret er trangt. Antar at røret sluker ca. 30 l/s. Effektiv fallhøyde antas til 50 m. Antar installasjon på ca. 12 kW med en produksjon på 0,1 GWh.

Finnmark fylke

Hammerfest kommune

Ingen aktuelle vannverk i dag. Planer om å oppgradere Hammerfest vannverk med Vestfjelldammen som kilde, kote 205. Mulig å kombinere vannverk med minikraftverk da. Installasjon ca. 700 kW. Produksjon ca. 4,5 GWh.

VEDLEGG C – Eksempel Eidsvoll vannverk

Planlagt kraftverk i vannverk. Eidsvoll kommunale vannverk.

Vannverk

For vannforsyning til 15.000 innbyggere i Eidsvoll kommune ble det bygget et nytt vannforsyningsanlegg i 1996. Utvikling i vannforbruket i kommunene har vært påvirket av innføring av vannmålere, men følgende forbruk er målt og anslått:

1994: 2,2 mill. m³/år, dvs. 70 l/s

2004: 2,0 mill. m³/år, dvs. 63 l/s

2010: ca. 2,8 mill.m³/år, dvs. 89 l/s

Dette er gjennomsnittstall. Over døgnet varierer forbruket typisk fra 40 l/s til 80 l/s. Dimensjonerende vannføring for renseanlegget er 160 l/s. Det er ingen utjevningsbasseng i systemet slik at renseanlegget må kunne ha kapasitet til å dekke toppforbruket. Tilsvarende blir vanntilførselen fra Tisjøen regulert opp og ned avhengig av forbruket.

Inntaksledningen i Tisjøen ligger på 25 m dyp og vannet har derfor ikke behov for fargefjerning. For øvrig er vannbehandlingen basert på følgende prosesserstrinn: partikkelfjerning (sandfilter), karbonatisering (CO²-tilsetning) og desinfeksjon (UV). Et kloranlegg finnes i reserve.

Vanntilførsel

Basert på NVEs avrenningskart (finnes på "NVE-Atlas" i www.nve.no), er gjennomsnittlig tilsig i det 12,6 km² store feltet i beregnet til 6,5 mill.m³/år (16 l/s per km²) eller 206 l/s.

Ved utløp av Tisjøen står det en gammel murdam, 14,8 m lang og 4,3 m høy. Tisjøen ligger på kote 408, har et areal på 1,56 km² og et reguleringsvolum på 4,4 mill.m³, dvs. reguleringen er på 3 m. Sjøen tappes sjelden ned mer enn 1 m.

I konsesjonen for regulering av Tisjøen er det angitt at den skal brukes til vannforsyning. Et vilkår er at det ikke skal tappes mer enn 3,63 mill. m³/år (115 l/s i gjennomsnitt). Dersom installasjon av kraftverk medfører større tapping enn forbruket i vannverket, dvs. vann går til overløp forbi vannverket, må dette avklares med NVE/fylkesmannen. En slik avklaring anbefales selv om slukeevnen til kraftverket blir mindre enn konsesjonsgitt tapping.

MULIG KRAFTVERK

Tidligere ressurskartlegging fra 1981(NVE) påviste et potensial i utbygging av Tisjøen på 2,9 GWh/år ved installasjon av 1,0 MW, 600 l/s og 200 m fallhøyde. Prosjektet havnet imidlertid i høyeste kostnadsklasse, over 5 kr/kWh. Dette er senere bekreftet av tilsvarende vurdering av Asplan Viak i 1996.

Vannverkets prognoserte forbruk er 2,8 mill.m³/år i 2010. Ettersom vannverkets forbruk er stort og det ligger en relativt stor rørledning som kan benyttes, kan man utelukke alternativet med utnyttelse av hele fallet (200 m). Da står man igjen med 3 mulige hovedløsninger for utnyttelse av fallet mellom Tisjøen og vannbehandlingsanlegget.

- a) Utnytte gjeldende vannforbruk, i dag ca. 31 % av tilsiget med variasjon i kraftproduksjonen i takt med vannforbruket.
- b) Utnytte opp mot dagens konsesjonsgitte tapping jevnt, der overskytende vann føres tilbake til elva Stensbyåa. God regulering av Tisjøen gir lite flomtap. Det er imidlertid et krav om ”å opprettholde en minstevannføring på minimum 20 l/s i elva ut fra Tisjøen”.
- c) Utnytte mer enn konsesjonsgitt tapping. Magasinet i Tisjøen kan da utnyttes bedre rent energimessig. Vannforsyningen har prioritet og noe reservemagasin bør derfor være igjen i Tisjøen.

Trykkreduksjonsventilene ønskes erstattet av et mikrokraftverk. Dette gir ikke bare energi, men vil forhåpentligvis også redusere den betydelige støyen som er i vannbehandlingsanlegget. Aggregatet kan plasseres innvendig i silhuset, nødinntak ved elva Stensbyåa, der en av silkummene kan benyttes for plassering av aggregatet. Silhuset ligger ca. 80-90 m fra vannbehandlingsanlegget der trykkreduksjonsventilene står. Fra Silhuset går det en rørledning som gir ca. 60 cm redusert fall ved full vannmengde. Det blir imidlertid nødvendig med ca. 70 m nedgravet rør fra eksisterende tilførselsledning til silhuset. Dersom det skal kjøres mer vann gjennom kraftverket enn det forbruket i vannrenseanlegget kan overskuddsvann relativt enkelt føres tilbake til elva.

Eksisterende råvannsledning fra Tisjøen til vannbehandlingsanlegget består av:

500 m, Ø500 PE sjøledning
 1000 m, Ø400 støpejern
 700 m, Ø250 støpejern

Ved mini-/mikrokraftverk er det sjelden optimalt å installere et aggregat med større slukeevne enn midlere tilsig. For løsning c) vil imidlertid røret være dimensjonerende. Ved økende slukeevne i aggregatet vil friksjonstapet i et lite tilførselsrør få stor betydning for aggregatets ytelse ettersom friksjonstapet øker kvadratisk med vannhastigheten.

ENERGIPRODUKSJON

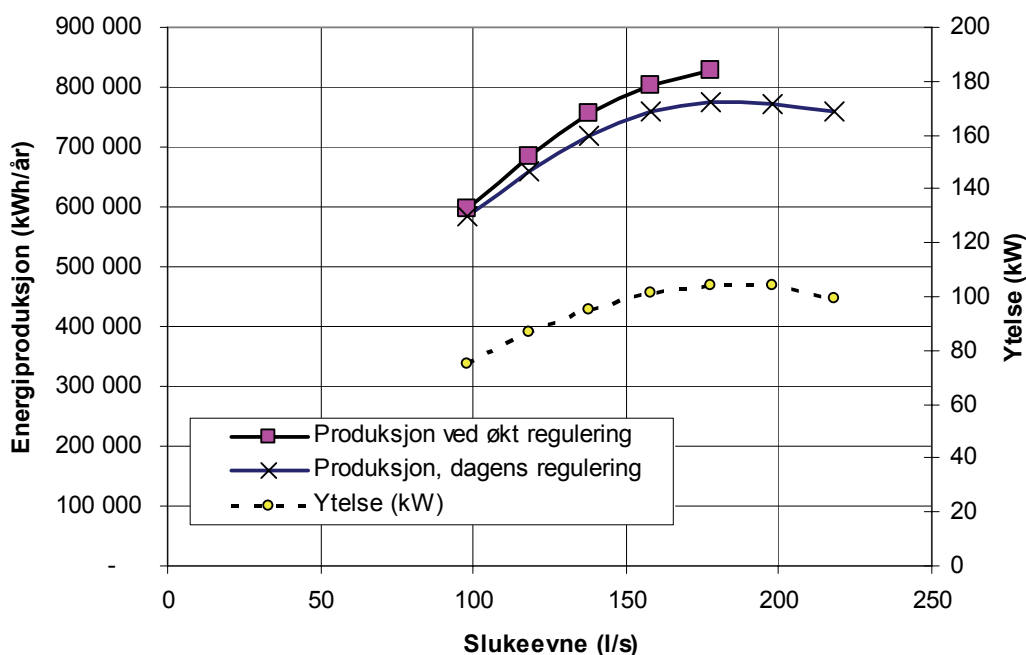
Energiproduksjonen er forsøkt anslått ut fra varierende slukeevne. For å finne variasjonen er det benyttet en tilsigsserie over 79 år med døgnobservasjoner. Det er beregnet to tilfeller: 1) produksjonen baseres kun på tilsiget uten regulering av Tisjøen og 2) produksjonen baseres på en 50 % utnyttelse av magasinet for kraftproduksjon, dvs. en regulering av 2,2 mill.m³. I tilfelle 2) er det benyttet en konstant nedtapping gjennom

vinteren ned til det gjenstår 2,2 mill.m³ som beholdes som reserve for vannforsyningen. Installasjonen er beregnet ut fra en antatt turbinvirkningsgrad (Pelton-turbin), generatorvirkningsgrad og transformatorvirkningsgrad på hhv, 0,87, 0,95 og 0,99. Ytelsen i watt er da gitt ved:

$$(0,87 \times 0,95 \times 0,99) \times 9,81 \times H_n \text{ (m)} \times Q \text{ (l/s)}$$

På grunn av varierende vannforbruk i vannverket er det naturlig å velge en Pelton-turbin som kan kjøres på relativt høy virkningsgrad på lave vannføringer i motsetning til Francis-aggregat som ikke bør kjøres i lange perioder under 30-40 % av slukeevne. Fallet passer forøvrig også bra for en liten Pelton-turbin. Med de virkningsgradene som er oppgitt ovenfor blir energiproduksjonen 430.000 kWh/år dersom dagens forbruk legges til grunn (2 mill.m³/år), magasin reguleres for vannforsyningen og turbinen kjøres etter vannforbruket, som løsning a). Dersom forbruket øker til 2,8 mill.m³/år vil energiproduksjonen øke til ca. 570.000 kWh/år. Installasjonen må imidlertid ta høyde for det økte forbruket. Dersom overskuddsvann kan kjøres gjennom kraftverket til overløp vil stasjonen få full ytelse eksempelvis om natta når vannforbruket er lite.

Forutsatt kjøring av stasjonen utover vannforbruket vil produksjonen gå ned dersom det installeres et aggregat med større slukeevne enn ca. 180 l/s, tilsvarende 104 kW, jf. Figur under. Årsaken ligger hovedsakelig i økende falltap i rørledningen.



For alle alternativene er det lagt inn 5 % driftsutkobling. Det skal inkludere uforutsette tap (nettutfall, feil etc.) og forutsatte tap (revisjon og vedlikeholdsstans).

Det er allerede en regulering av Tisjøen for vannforsyning. I praksis benyttes kun en liten del av denne. Aktivt bruk av en regulering på 2,2 mill.m³ innenfor konsesjonsgitte reguleringsgrenser gir anslagsvis en energigevinst tilsvarende forskjellen mellom kurvene for uregulert og regulert tilsig i figurene over.

UTBYGGINGSKOSTNADER

Dersom NVEs "Kostnadsgrunnlag for mindre kraftanlegg (50-5000 kW)" benyttes blir utbyggingskostnaden² svært gunstig, rundt 1 kr/kWh for installasjon av ett aggregat. Her forutsettes i underkant av 200.000,- i bygningskostnader (inkludert bl.a. 70 m rør Ø250) og i overkant 400.000,- for elektro-mekanisk pakke. Selv om det er fysisk plass til et aggregat i silhuset, vil man måtte ha fundament og rørdeler (stasjonen må legges i omløp rundt trykkreduksjonsventilen). Det kan være sprang i kostnadene ved økende installasjon på grunn av standardiserte pakker. Kun innhenting av konkrete tilbud vil derfor avgjøre hvilken løsning som er gunstigst.

INNTEKT

Et viktig poeng for utbygger er om kraftverket kan dekke eget forbruk og at overskuddskraft kan kjøres ut på nettet. Ovenfor netteier blir det da en nettoavregning. I så fall vil installert generatorytelse under 100 kVA, dvs. installasjon på maksimum ca. 90 kW, bety et fritak for el-avgift til eget forbruk. Dette kan sannsynligvis benyttes kun på den del av produksjonen som dekker kraftforbruket ved behandlingsanlegget, ca. 115 000 kWh/år. Verdien av denne krafta blir da:

$$\begin{aligned}
 & \text{ca. 25 øre/kWh i antatt fremtidig kraftpris,} \\
 & + \text{ca. 30 øre/kWh i nettleie} \\
 & + \underline{9,6 \text{ øre/kWh i elavgift}} \\
 & = \underline{65 \text{ øre/kWh}}
 \end{aligned}$$

Kraft produsert utover de 115,000 kWh må gå ut på nettet. Kommunene antas å ha mye større totalforbruk av kraft enn det som kan produseres ved kraftverket. Verdien av denne krafta er dermed avhengig av hvilken avtale som kommunen kan oppnå ovenfor netteier. Selges krafta eksternt oppnås en antatt pris på 25 øre/kWh, men ved en netto-avregning oppnås en verdi på kraftproduksjonen der hele eller deler av nettleie kan tillegges produksjonsverdien. Dette øker lønnsomheten ved prosjektet betydelig ettersom det kun er en liten del av kraftproduksjonen som forbrukes ved vannbehandlingsanlegget.

² Utbyggingsprisen er basert på skjema over "Kostnader for el/mek pakke Pelton 50-500 kW" der leveransen inkluderer turbin, turbinstyring, innløpsventil, generator, kontrollanlegg, apparatanlegg og transformator. Prisnivået er pr. jan. 2000, men prisen er ikke justert for prisstigning. Det antas lav prisstigning på grunn av mange nye leverandører i dette markedet.

KONKLUSJON

Følgende alternativer er sett på:

Alternativ	Slukeevne [l/s]	Brutto fall ³ [m]	Netto fall ⁴ [m]	Installasjon [kW]	Produksjon ⁵ [kWh/år]	Ca. invest. kostnad kr	Ca. inntekt kr/år
1	98	106	98	75	430.000	600.000,-	150.000,-
2	98	106	98	75	570.000	600.000,-	190.000,-
3	160	106	80	101	740.000	730.000,-	220.000,-
4	98+202	106	89	75+150	1.300.000	600.000,- + 1.700.000,-	370.000,-

Videre anbefalinger:

Sende en melding til NVEs regionkontor om planlegging av kraftverk i tre trinn:

1. Installere et mikrokraftverk på 75 kW i eksisterende silhus, Alt. 1. Aggregatet kjøres etter dagens vannforbruk dvs. relativt stor variasjon over døgnet. Anslått midlere årsproduksjon er 430.000 kWh.
2. Søke om tillatelse til å kunne kjøre aggregatet utover dagens vannforbruk, Alt. 2, der overskuddsvann går til elva via overløp. Anslått økning i energiproduksjonen er 140.000 kWh/år. Dette innebærer noe mer nedtapping av Tisjøen enn dagens praksis, men hele reguleringsvolumet utnyttes fortsatt ikke. Reguleringskonsesjonen er gitt for vannforsyning.
3. Søke om tillatelse til å installere et ekstra aggregat, Alt. 4, som utnytter delvis samme rørgate og fall. Stasjonen plasseres vegg i vegg med silhuset, eventuelt plasseres i silhus-kum nr 2. Et aggregat på 150 kW vil kunne gi en tilleggsproduksjon på ca. 730,000 kWh/år utover trinn 1+2. Dette forutsetter at dagens regulering i Tisjøen utnyttes ytterligere for kraftproduksjon, men det søkes ikke om økning i reguleringsgrensene. Kostnadene gjør et sprang for alternativ 4 da det må legges 700 m ny 400 mm rørledning for den nedre delen av rørgata.

Trinn 3 har en utbyggingspris på ca. 2,30 kr/kWh. For en privat utbygger har prosjekter over 2,0 kr/kWh vært regnet som ulønnsomme. Med en høy vinterproduksjon (magasin) eller produksjon til eget forbruk kan prosjektet opptil 2,50-3,00 kr/kWh være lønnsomme. Trinn 3 er i så måte i grenseland, men prosjektet kan bli betydelig gunstigere rent økonomisk ved:

³ Utgangspunktet har vært et bruttofall på 108 m mellom Tisjøen og vannbehandlingsanlegget, men vannstanden i Silhus ligger 0,6 m over behandlingsanlegg og turbinhullet må plasseres i trygg avstand fra sil for å unngå drukning av turbinen, her antatt 1,4 m over.

⁴ Friksjonen eller falltapet i m er regnet ut v.h.a. formelen $f \times L/D \times V^2/(2 \times 9,81)$, der f=friksjonsfaktor antatt lik 0,015, L= lengden av røret (m), D=diameter (m) og V=vannhastigheten i røret.

⁵ 20 l/s i minimumsvannføring er fratrukket.

- at aggregatet bygges inn i eksisterende silhus (over silkum nr 2) slik at utbyggingsprisen blir lavere enn antatt ovenfor
- en høy kraftverdi dersom det oppnås en gunstig avtale med netteier – delvis nettoavregning av produksjon mot forbruk i kommunen, og
- en høy kraftverdi på grunn av el sertifikater. All produksjon, også produksjon til eget forbruk vil kunne få el sertifikater. Prisen på disse vil bli markedsbasert, men 10-20 øre/kWh forventes av noen kraftselskaper.

Meldingsskjema finnes på www.nve.no. Dersom det må søkes ny konsesjon for trinn 2 og 3 og det er positive signaler på trinn 2, men negative signalere på trinn 3, er installasjon av et større aggregat i trinn 1 mer aktuelt, alt. 3 i tabellen.

Det anbefales videre å studere ”Veileder i planlegging, bygging og drift av små kraftverk”, NVE rapport nr 3/2003 som ligger i pdf-format på NVEs hjemmeside.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2005

- Nr. 1 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet, 4. kvartal 2004 (70 s.)
- Nr. 2 Hervé Colleuille, Tina Vestersager: Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (Fysiske parameter). Driftrappport 2004. Status pr. januar 2005 (75 s.)
- Nr. 3 Jan Henning L'Abée-Lund (red.): Miljøeffekter av små kraftverk erfaringer fra Telemark og Rogaland (78 s.)
- Nr. 4 Panagiotis Dimakis: Grunnvannsanalyse ved to utvalgte strekninger langs Jong-Asker tunnelen (31 s.)
- Nr. 5 Trond Reitan, Asgeir Petersen-Øverleir: Evaluering av Homogenitet i Hydrologiske Tidsreiser ved hjelp av Bayesiansk Regresjon (27 s.)
- Nr. 6 Asle Tjeldflåt (red.): Nettselskapenes rolle i sluttbrukermarkedet. Vurderinger av ulike tiltak for et effektivt kraftmarked (84 s.)
- Nr. 7 Jan Slappgård (red.): Utvikling av brakettarrangement for rørgate (17 s.)
- Nr. 8 Tor Morten Sneve (red.): Aldersfordeling for komponenter i kraftsystemet. Levetid og behov for reinvesteringer (42.s.)
- Nr. 9 Amir Messiha: Avbruddsstatistikk 2004 (40 s.)
- Nr. 10 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet, 1. kvartal 2005 (24 s.)
- Nr. 11 Jan Slappgård (red.): Kraftverk i vannverk (30 s.)