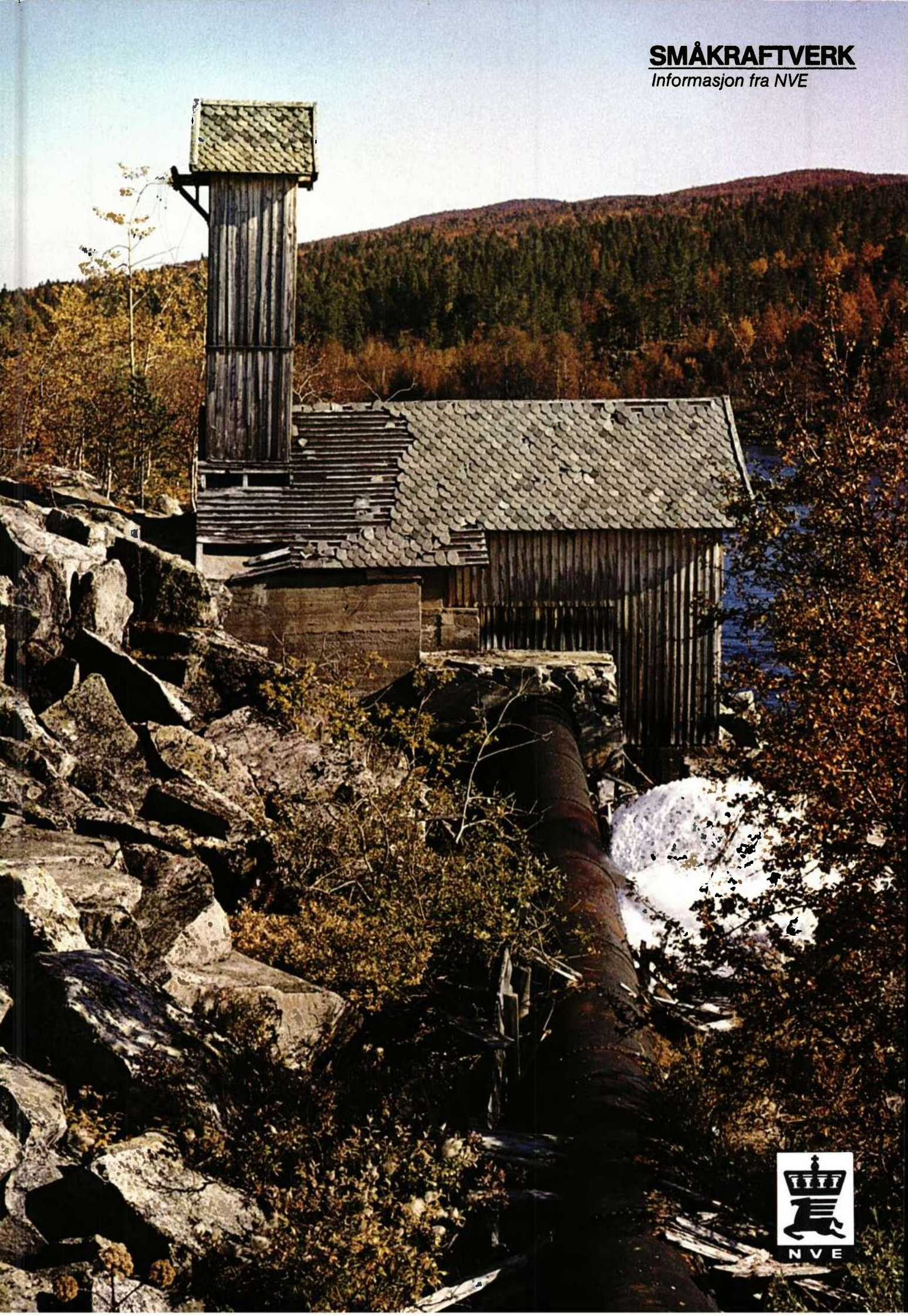
SMÅKRAFTVERK

Informasjon fra NVE

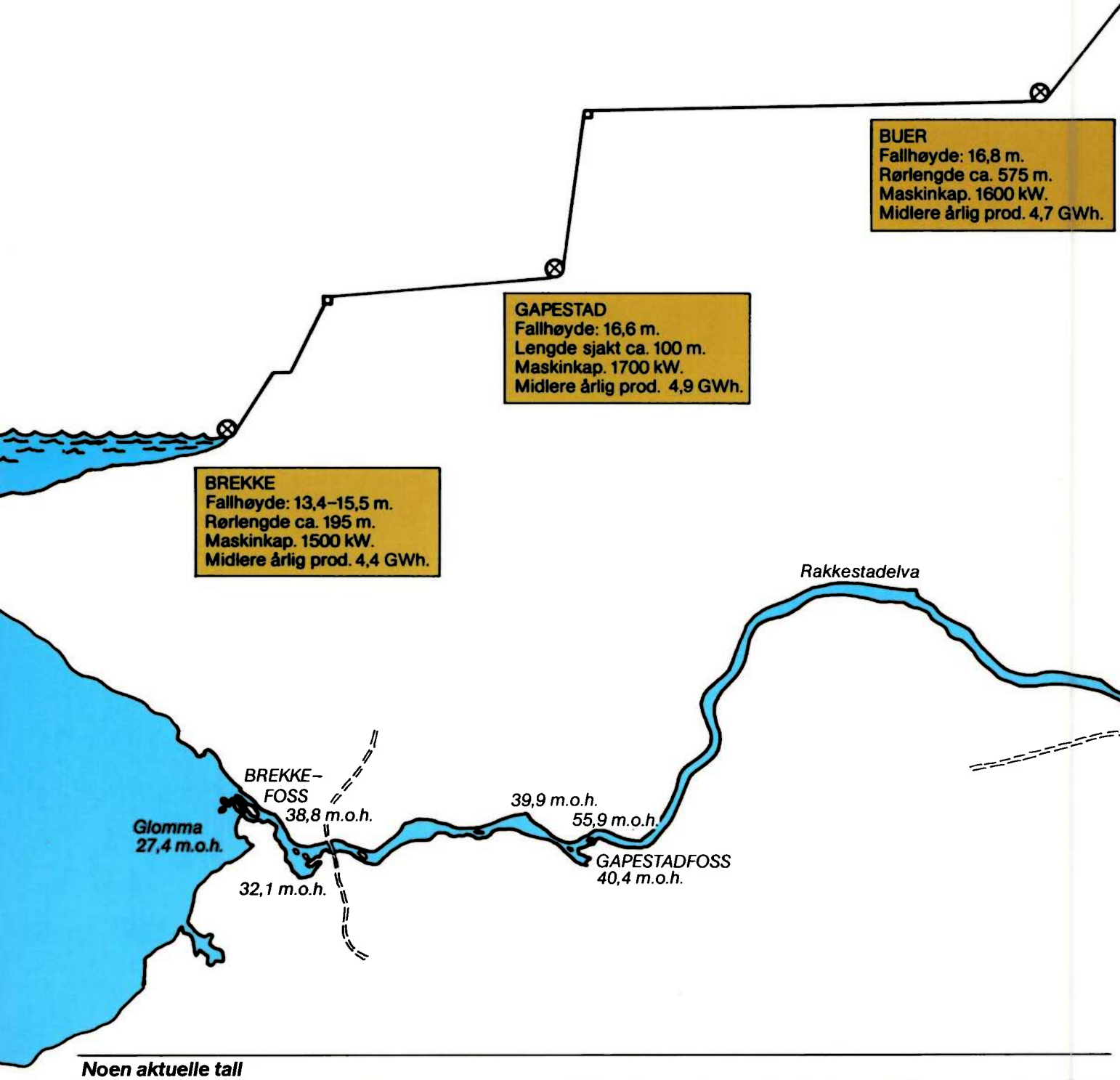


NVE

Forord

Gjennom denne informasjonsbrosjyren ønsker vi å gi en kortfattet og enkel innsikt i bl.a. hva et småkraftverk er, hvordan det virker teknisk og hvor mye det kan bidra med til landets kraftproduksjon.
En vesentlig del av brosjyren er viet et småkraftverkprosjekt i Rakkestadelva i Østfold. Dette prosjektet, som er gjennomført spesielt med sikte på å høste erfaring fra slik planlegging, vil illustrere hvordan et vassdrag kan utnyttes til kraftproduksjon gjennom bygging av småkraftverk. Rakkestad-prosjektet illustrerer også hvordan et vassdrag tjener andre interesser enn kraftproduksjon og hvordan disse søkes ivaretatt på best mulig måte.

Avdeling for vasskraftundersøkelser og
Informasjonskontoret
NVE, september 1981.

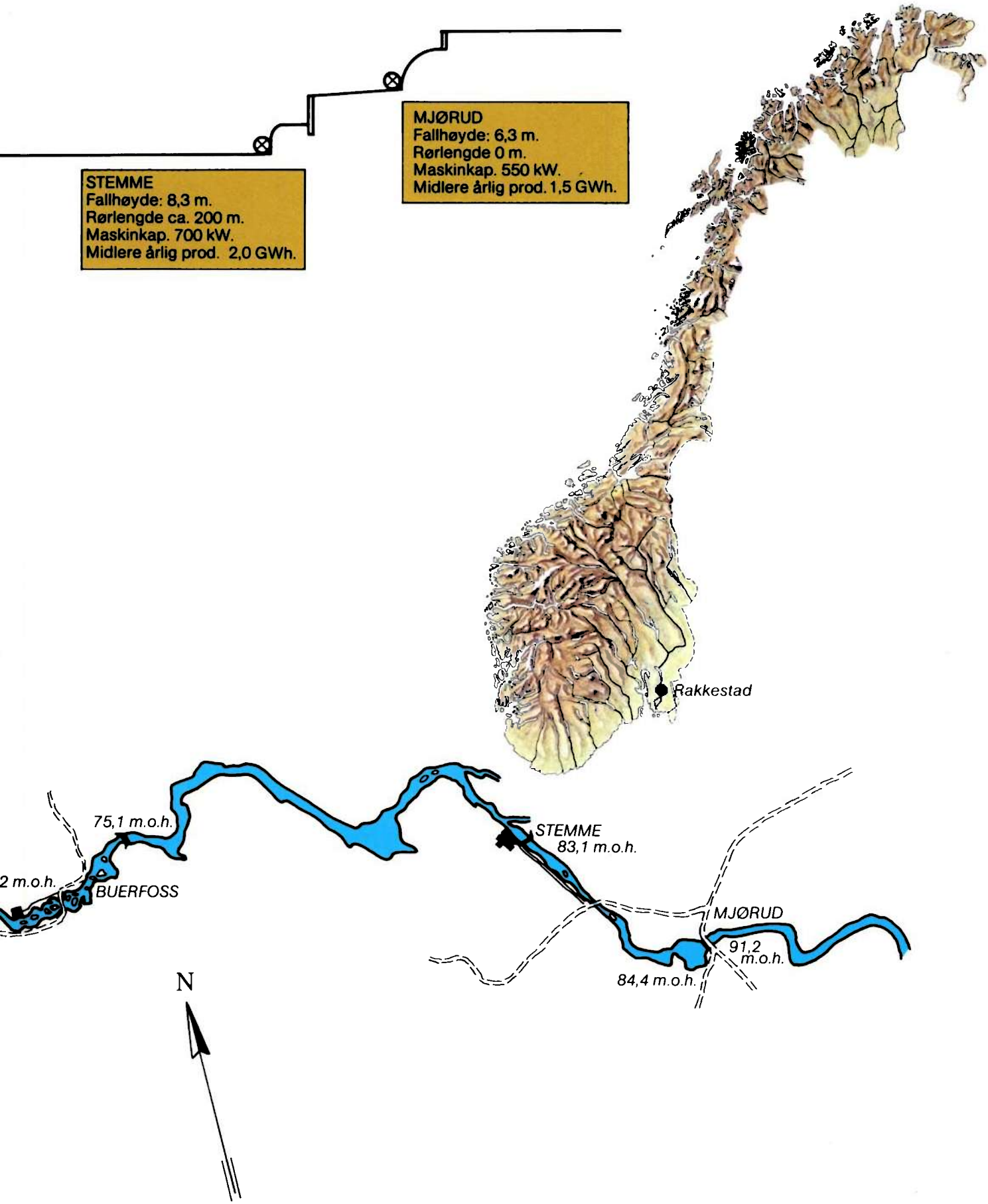


Noen aktuelle tall

1 MW (megawatt) = 1000 kW (kilowatt)
1 GWh. (gigawatt-timer) = 1 million kWh (kilowatt-timer)
1 TWh (terawatt-time) = 1000 GWh

Hvis vi sammenligner med fyringsolje, vil vi i et vanlig fyringsanlegg i en bolig få ca. 7 kWh av 1 liter olje. Det vil si at et kraftverk som produserer 20 millioner kWh i året (20 GWh) produserer like meget energi som 2,85 millioner liter fyringsolje.

Forsidebildet viser et gammelt kraftverk ved Dagali.


MJØRUD
Fallhøyde: 6,3 m.
Rørlengde 0 m.
Maskinkap. 550 kW.
Midlere årlig prod. 1,5 GWh.
STEMME
Fallhøyde: 8,3 m.
Rørlengde ca. 200 m.
Maskinkap. 700 kW.
Midlere årlig prod. 2,0 GWh.
Rakkestad
75,1 m.o.h.
2 m.o.h.
BUERFOSS
STEMME
83,1 m.o.h.
MJØRUD
91,2
m.o.h.
84,4 m.o.h.
N

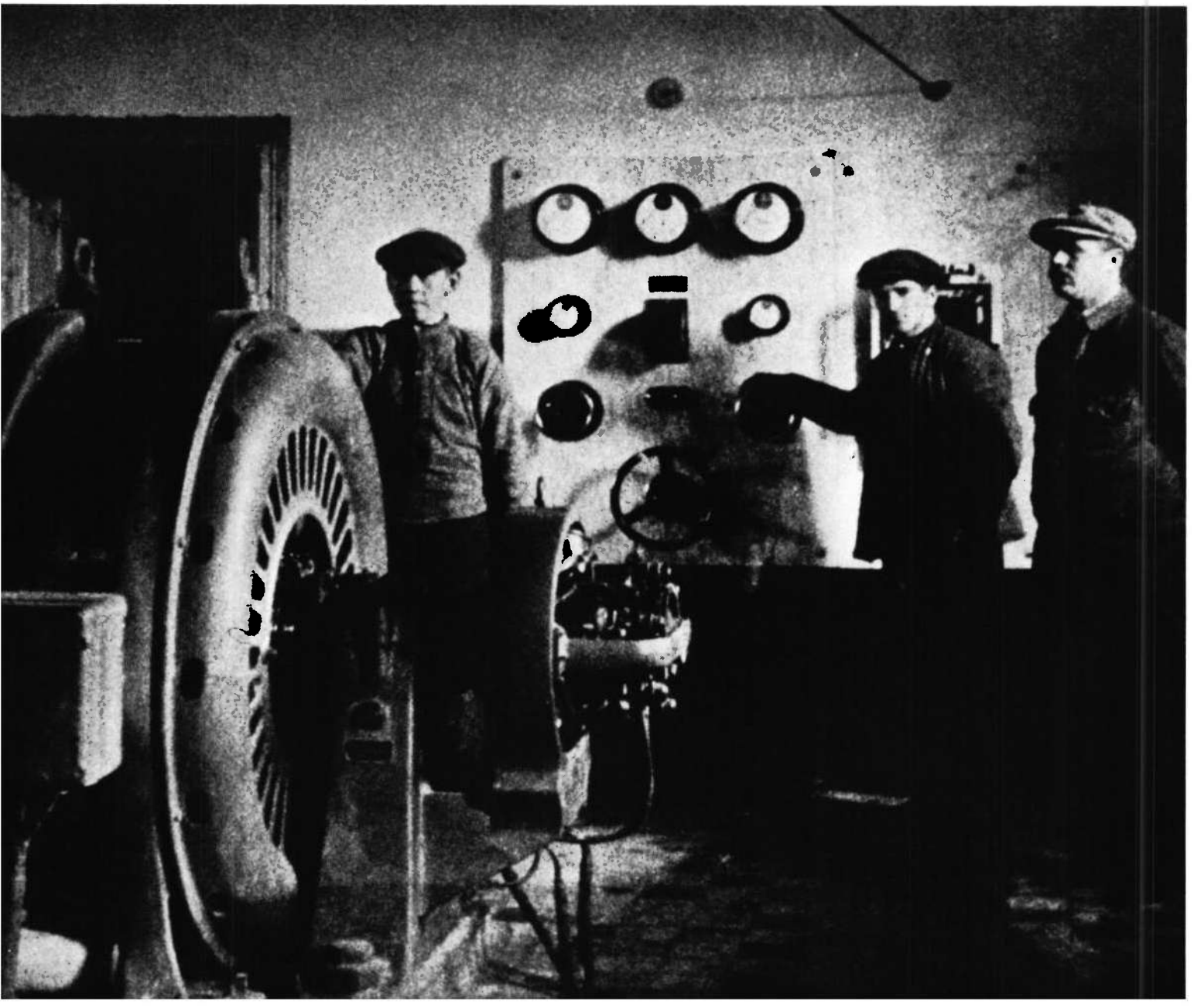
Hva er et småkraftverk?

Småkraftverk er en fellesbetegnelse på mindre vannkraftverk. Hos oss er det i dag vanlig å definere et småkraftverk som et kraftverk med en maskin-installasjon på 10 MW eller mindre. De fleste har en vesentlig lavere installasjon, ofte under 1 MW.
Vannfall ned mot 3–4 meter kan bygges ut dersom en har tilstrekkelig vassføring. 1 MW får vi dersom vi f.eks. utnytter en vassføring på 1 m^3 pr. sekund i et fall på 120 meter. Øker vi vassføringen til 10 m^3 pr. sekund og reduserer fallhøyden til 12 m får vi også 1 MW. (Til sammenligning kan nevnes at Glomma ved Elverum har en middelvassføring på ca. 240 m^3 pr. sekund).

Historikk

Fra århundreskiftet og fram til 1940 ble det bygget mer enn 2000 kraftverk her i landet. De fleste av disse var små bygdekraftverk som forsynte et avgrenset område med elektrisk kraft. Etter andre verdenskrig kom utbyggingen av de store kraftverkene for alvor i gang, og med dem utbygging av høyspentledninger for overføring av kraften. Mange av de gamle, små verkene begynte også å bli svært nedslitte, og etter hvert ble elektrisiteten fra disse for dyr og upålitelig i forhold til produksjonen fra de nye, store kraftverkene. De fleste småkraftverkene ble derfor etter hvert nedlagt.
I 70-årene har imidlertid utviklingen snudd. Utbyggingen av nye, større kraftverkprosjekter har møtt økende motstand, og dette har ført til interesse for alternative måter å skaffe elektrisk energi på, blant annet fra småkraftverk.

Igangkjøring av Verksfossen kraftstasjon i Hakadal, Akershus i 1910.



Kort om teknikk

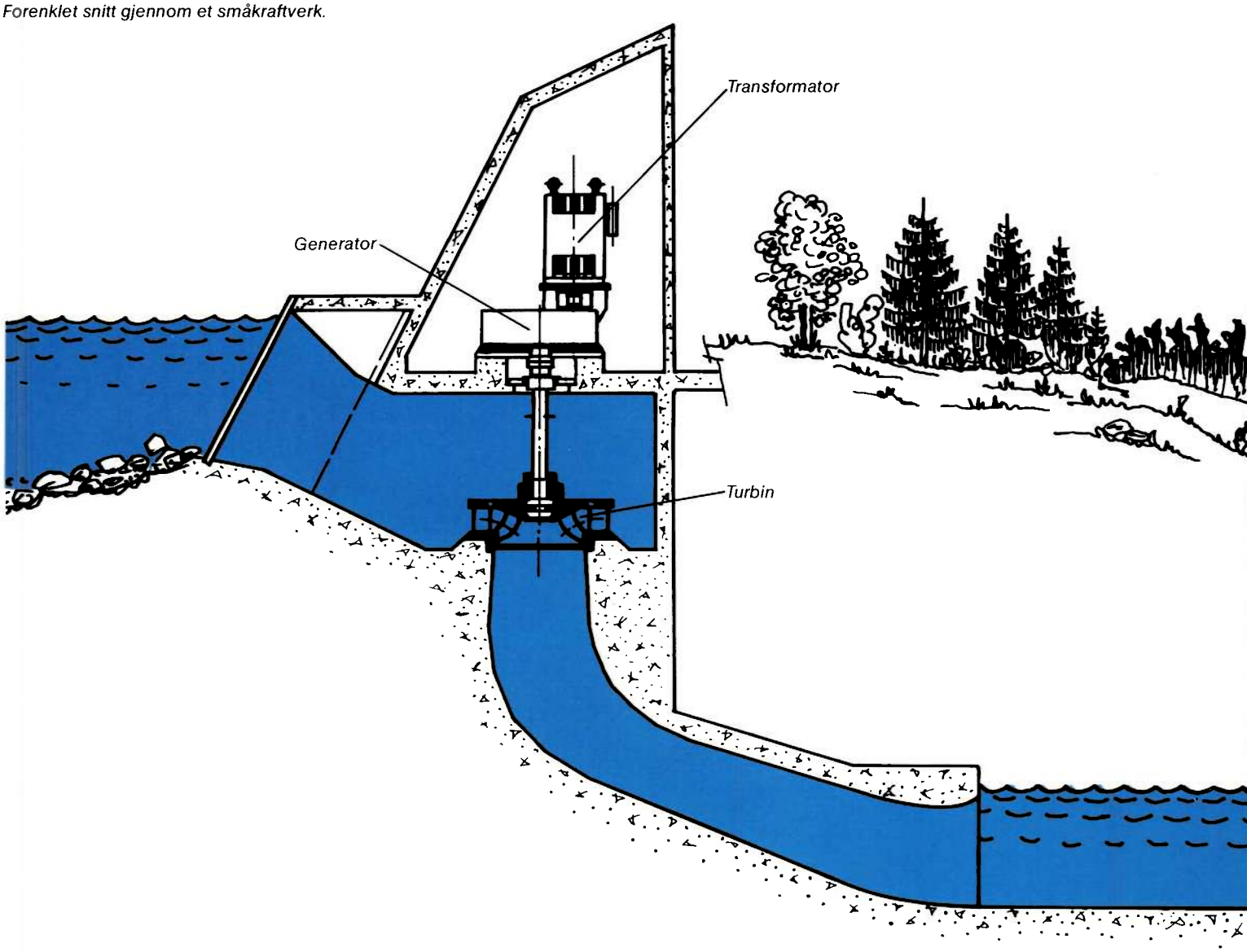
Inntaket i et småkraftverk består vanligvis av en liten dam (demning) med en luke som kan stenges når en ikke ønsker vann til kraftstasjonen. Vannet føres fra inntaksdammen i rør eller tunnel til kraftstasjonen. Om en velger rør eller tunnel avhenger av forholdene ved kraftverket, grunnforhold, fallhøyde, vassføring osv. Fra tunnelen eller røret går vannet inn i kraftstasjonen, hvor det føres fram til en turbin. Vannet driver turbinhjulet rundt. I generatoren som er koblet sammen med turbinen, omdannes mekanisk energi til elektrisk energi. Strømmen blir transformert til den spenning en ønsker, og sendt ut på kraftledningsnettet til forbrukerne.

Større kraftstasjoner i Norge blir vanligvis bygget i fjell. De fleste mindre kraftstasjoner ligger derimot i dagen.

For at et småkraftverk skal være økonomisk konkurransedyktig med større kraftverk, må det blant annet drives med minst mulig bemanning. Dette kan oppnås ved at utstyret (det vil si turbin, ventiler, generator m.v.), får automatiske innretninger slik at driften kan gå uten fast overvåking. Det innebærer også at kraftverket blir stanset automatisk hvis det oppstår feil. Større kraftverk må være bemannet eller fjernstyrt fra en driftssentral, fordi konsekvensene ved en stans er så mye større der enn ved stans av et småkraftverk.

En annen måte å redusere kostnadene på, er å standardisere og forenkle utstyret. De fleste produsenter av utstyr til småkraftverk opererer idag med standardiserte «pakke»-løsninger.

Forenklet snitt gjennom et småkraftverk.



Gamle kraftverk

Noen av de kraftverkene som er nedlagt, kan gjenoppbygges og produsere elektrisitet. I en del tilfeller er imidlertid vannet nå utnyttet i større utbygginger. I andre tilfeller vil kraftproduksjonen bli for liten til at gjenoppbygging vil være av interesse i den nærmeste framtid.
Vi ser ofte at gamle kraftverk bare utnytter en liten del av fallhøyden og vannmengden som er tilgjengelig.
I dag er det ofte lønnsomt å utnytte en større del av fallet i elva. Dette kan ved gjenoppbygging av gamle kraftverk oppnås enten ved å flytte inntaket oppover eller kraftstasjonen nedover i elva.
Ved en gjenoppbygging av gamle kraftverk vil vi vanligvis sette inn maskiner med større yte-evne enn de gamle. Dette krever også rørgate med større diameter, eventuelt tunnel med større tverrsnitt.

Natur og småkraftverk

Vi må regne med samme slags miljøproblemer ved en liten kraftverkutbygging som ved en stor.
Fra inntaket og ned til kraftstasjonen vil vannet gå i rør eller i tunnel. Det medfører at vassføringen i elva blir redusert, eller i verste fall helt borte. Denne strekningen vil som regel være kortere ved et småkraftverk enn ved en større utbygging. Ved nyere utbygginger blir det vanligvis fastsatt en minstevassføring. Ved et småkraftverk kan dette være vanskeligere fordi det vil kunne redusere produksjonen så sterkt at utbyggingen blir ulønnsom. I noen tilfeller bygges også vannmagasiner i forbindelse med småkraftverk med de virkningene det medfører.
Gamle kraftverk som ikke lenger er i drift, kan ofte være skjemmende. En istandsetting av disse vil kunne virke positivt på omgivelsene. Foruten en generell opprydding, vil f.eks. gamle dammer kunne bli reparert og vannstander hevet til tidligere nivå.
Ved planlegging av kraftverk må vi ta hensyn til den totale utbygging i vassdraget. I områder hvor vassdraget fra før er sterkt berørt, er det spesielt viktig for livet i og omkring elvene at deler av vassdraget fortsatt blir urørte. Dette gir landskapet liv, og opprettholder mulighetene til rekreasjon og fritidsaktiviteter.
En del småkraftverk kan bygges med små ulemper for natur og nærmiljø. Generelt kan vi imidlertid ikke si at de miljømessige konsekvensene pr. produsert kWh blir mindre ved en småkraftverkutbygging enn ved en større utbygging.

Rørgaten og stasjonsbygningen ved Verksfossen i Hakadal, Akershus.

Registrering av småkraftverk

NVE-Vassdragsdirektoratet har i løpet av de siste årene kartlagt de vassfallene i landet hvor det kan være teknisk mulig å bygge småkraftverk. Arbeidet er utført i samarbeid med elektrisitetsverkene i de enkelte fylkene. Registreringen omfatter muligheten for bygging av nye kraftverk, også på steder hvor det har vært kraftverk tidligere.

Totalt er rundt 1000 prosjekter vurdert, og av disse vil omtrent halvparten kunne produsere elektrisk energi til en kostnad lavere enn kostnaden for varmekraft. Disse fordeler seg slik på fylkene:

Mulig kraftproduksjon fra ikke utbygde kraftverk under 10 MW.

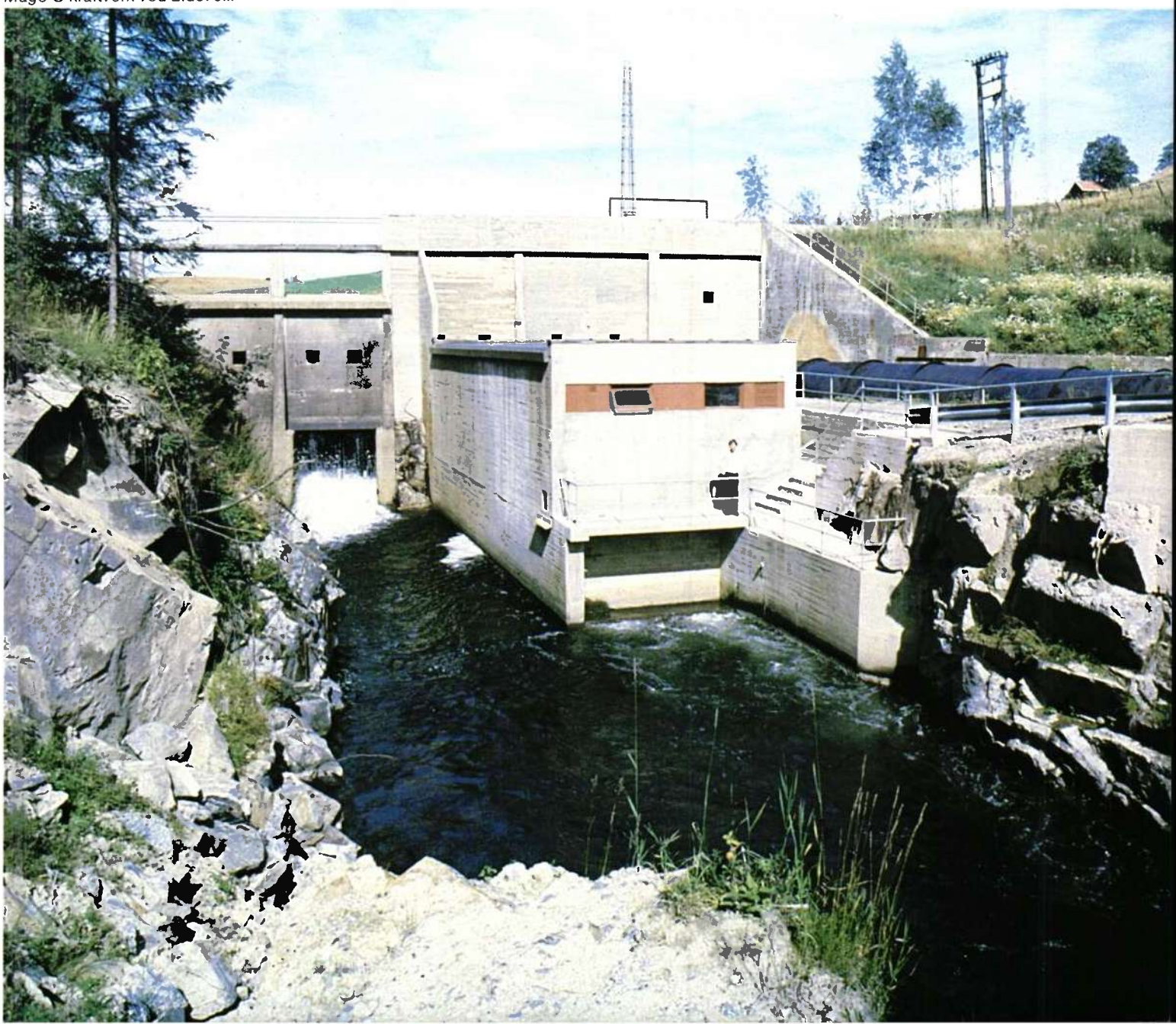
Fylke	Antall prosjekter	Midlere årlig produksjon[1]) GWh
Østfold	7	38
Akershus	10	81
Hedmark	22	233
Oppland	30	446
Buskerud	20	262
Vestfold	3	121
Telemark	38	643
Aust-Agder	22	382
Vest-Agder	33	346
Rogaland	30	483
Hordaland	39	835
Sogn og Fjordane	66	1 271
Møre og Romsdal	39	785
Sør-Trøndelag	19	307
Nord-Trøndelag	27	518
Nordland	65	1 229
Troms	29	564
Finnmark	9	110
Totalt	508	8 654

[1])Med midlere årlig produksjon menes gjennomsnittlig produksjon pr. år over en årrekke.

I tillegg regner vi med muligheter for en produksjon på ca. 100 GWh fra kraftverk mindre enn 0,1 MW, (som ikke er registrert) og ca. 200 GWh fra vannverk som kan bygges om til kombinerte kraftverk/vannverk. Totalt blir summen da ca. 9000 GWh.

Til sammenligning gir all utbygd vannkraft i Norge pr. 01.01.81 en midlere årlig produksjon på ca. 89 700 GWh. Under registreringen av småkraftverk er miljøforholdene bare vurdert i liten grad. Vi må derfor ikke regne med at alt kan bygges ut. Energimeldingen forutsetter at småkraftverk skal gi et tilskudd på 2 000 GWh innen 1990.

Mago C kraftverk ved Eidsvoll.



Prøveprosjektet i Rakkestad

I forbindelse med registrering, planlegging og bygging av småkraftverk, er det et stort behov for å høste erfaringer. I Rakkestadelva i Østfold er det mulig å bygge ut 5 småkraftverk. 3 har tidligere vært i drift, mens 2 vil bli helt nye.

I NVE-Vassdragsdirektoratet fant en at planleggingen av disse kraftverkene ville kunne gi verdifulle erfaringer både når det gjelder tekniske løsninger og kostnader. Det ble derfor bevilget penger til et prøveprosjekt i Rakkestadelva, og rådgivende ingeniør ble engasjert til å utføre planleggingsarbeidet. Det ble også opprettet en prosjektgruppe med representanter fra Rakkestad kommune, rådgivende ingeniør og Vassdragsdirektoratet. Høsten 1980 ble planleggingen avsluttet, og det ble sendt søknad om tillatelse til å bygge ut.

Rakkestadelvas nedbørfelt ligger nesten i sin helhet innenfor Rakkestad kommune. Elva er viktig for kommunen på mange måter. Den tjener blant annet som drikkevannskilde, til vanning av jordbruksarealer, som resipient (mottaker) for utslipp og til produksjon av elektrisk kraft. Elva renner dessuten gjennom sentrale deler av kommunen og er et viktig trekk i landskapsbildet. Middelvannføringen ved utløpet av Rakkestadelva (ved Brekke) er rundt 7 m^3 pr. sekund.

Rakkestadelva er dårlig regulert, og vassføringen kan til sine tider bli svært liten. Øverst i nedbørfeltet finnes det noen små magasiner, som først og fremst vil bli brukt til å dekke behovet for drikkevann og jordbruksvanning. En regner ikke med å kunne nytte noen av disse magasinene for kraftproduksjonen. Likevel vil kraftproduksjonen fra Rakkestadelva bli verdifull. Det er beregnet at Rakkestad kommune, som har omkring 7000 innbyggere, vil få dekket omtrent 1/3 av dagens forbruk av elektrisk energi ved hjelp av de 5 kraftverkene. Midlere årlig produksjon er samlet beregnet til ca. 18 GWh.

De 5 kraftverkene som inngår i prøveprosjektet er beskrevet kort nedenfor.

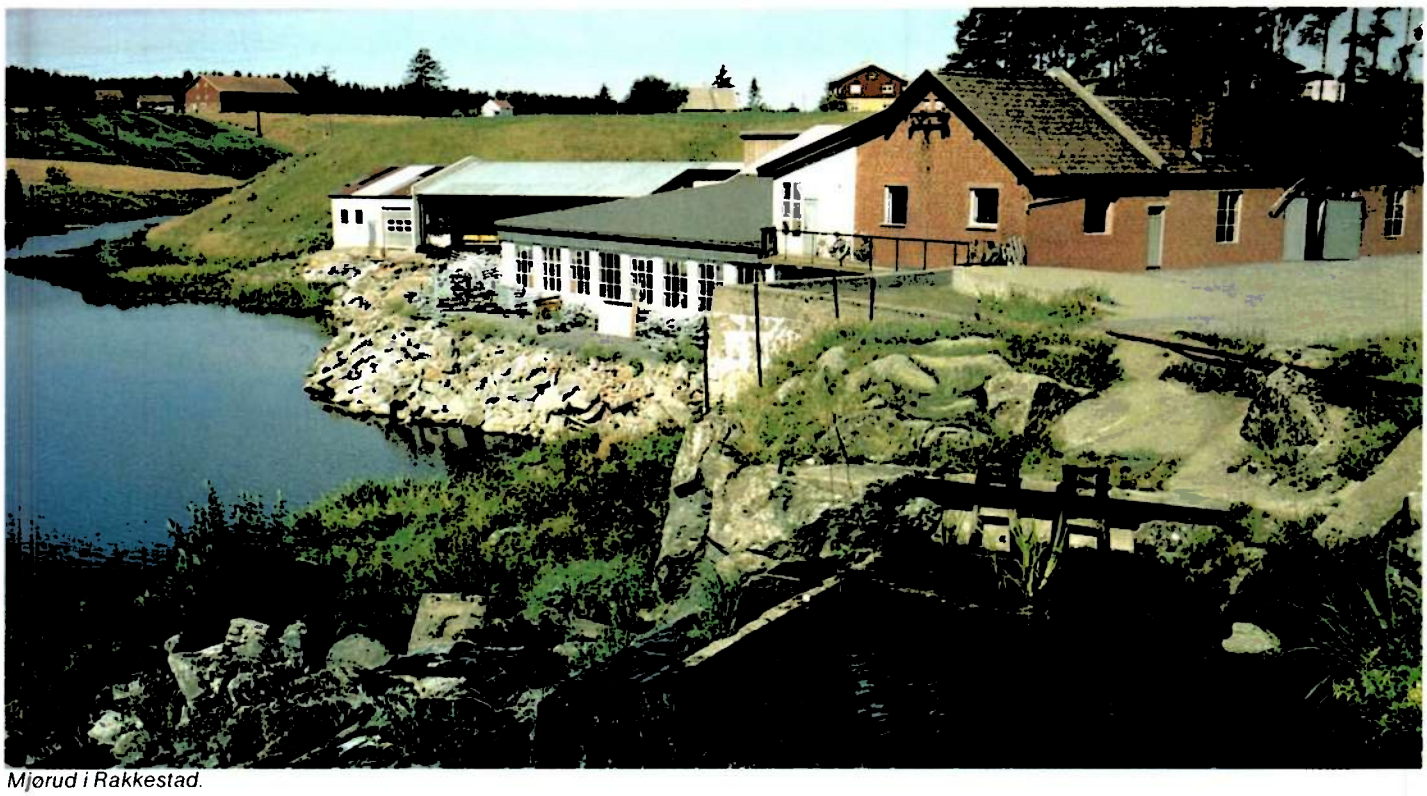
Mjørud

Det øverste kraftverk er Mjørud, som også er det minste. Fallet er på litt over 6 m, og maskinkapasiteten er vel 0,5 MW. Det har tidligere vært kraftproduksjon ved Mjørud, men ingen av de gamle anleggsdelene ble funnet lønnsomme å bruke ved det nye kraftverket.
Fallet som kan utnyttes ved Mjørud er så konsentrert at kraftstasjonen kan bygges i ett med inntaket.
Derved unngår en rørledning eller tunnel. På nordsiden av elva ligger rester av det gamle kraftverket. Selv om ikke disse kan brukes, ble også den nye kraftstasjonen plassert her. I forbindelse med bygging av et nytt kraftverk måtte en i alle fall fjerne gamle anleggsdeler. Det ble også lagt vekt på at en på nordsiden av elva alt har industrivirksomhet, mens sørsiden av elva ved Mjørud er mer uberørt.

Data:

Fallhøyde:	6,3 m
Maskinkapasitet:	550 kW
Midlere årlig produksjon:	1,5 GWh

Buer kraftstasjon i Rakkestad.



Mjørud i Rakkestad.

Stemme

Stemme kraftverk er det eneste av de 5 kraftverkene som er i drift i dag. Kraftverket utnytter imidlertid en svært liten del av den totale vassføring i elva, og selve kraftstasjonen er gammel og nedslitt. Det gamle kraftverket utnytter også bare en del av fallet. En fant det derfor lønnsomt å legge en ny kraftstasjon et stykke nedenfor den gamle. Det er planlagt å bruke trerør med diameter 2,2 m, og hele røret blir omtrent 200 m langt. Det røret en har i dag er 30 m langt. Inntaksdammen er i forholdsvis god stand, og trenger bare små reparasjoner i forbindelse med gjenoppbyggingen.

Data:

Fallhøyde:	8,3 m
Maskinkapasitet:	700 kW
Midlere årlig produksjon:	2,0 GWh

Buer

Hele fallet ved Buer har tidligere vært utnyttet til kraftproduksjon. Den gamle stasjonen ble nedlagt i 1962. Da hadde den vært i drift i 50 år.
Både inntaksdammen og kraftstasjonen eksisterer fremdeles og er planlagt satt i stand og delvis ombygget for fortsatt bruk. Ut fra et rent økonomisk synspunkt ville det antakelig være like gunstig å bygge en helt ny kraftstasjonsbygning. Det ble imidlertid lagt vekt på at den gamle stasjonen er et kjent trekk i landskapet, og en valgte derfor å bygge den gamle stasjonen helt om innvendig. Røret er det imidlertid ikke noe igjen av, og det er også her planlagt nytt trerør med diameter 2,2 m. Hele røret er 575 m langt, og det vil ligge der det gamle røret lå.

Data:

Fallhøyde:	16,8 m
Maskinkapasitet:	1600 kW
Midlere årlig produksjon:	4,7 GWh

Gapestad

Gapestadfossen har et konsentrert fall på ca. 15 m. I tillegg vil en utnytte noen små stryk nedenfor fossen ved hjelp av kanalisering, slik at utnyttet fall også her blir nærmere 17 m. Dersom grunnundersøkelser i området viser at det er gunstig, vil det bli boret en omkring 100 m lang sjakt for overføring av vannet fra inntaket til kraftstasjonen.
Gapestadfossen har ikke vært utnyttet til produksjon av elektrisk energi før, men det finnes rester etter gamle møller på stedet. De vil ikke bli berørt av kraftverket.

Data:

Fallhøyde:	16,6 m
Maskinkapasitet:	1700 kW
Midlere årlig produksjon:	4,9 GWh

Brekke

Fallet ved Brekke er delt i to, et øvre på vel 7 m og et nedre fall som varierer mellom 8 og 6 m med vannstanden i Glomma. Det finnes rester etter gammel møldedrift også ved Brekke. Blant annet er det rester av ei grøft hvor vannrøret til mølla har ligget.
Grøfta kan også brukes i det planlagte kraftverket. Røret må krysse elva mellom de to fallene, og her har en tenkt å bruke stålrør, og i forbindelse med dette bygge ei gangbru. Resten av røret skal være i tre, med diameter 2,2 m.

Data:

Fallhøyde:	13,4–15,5 m
Maskinkapasitet:	1500 kW
Midlere årlig produksjon:	4,4 GWh

Økonomisk støtte til planlegging av småkraftverk

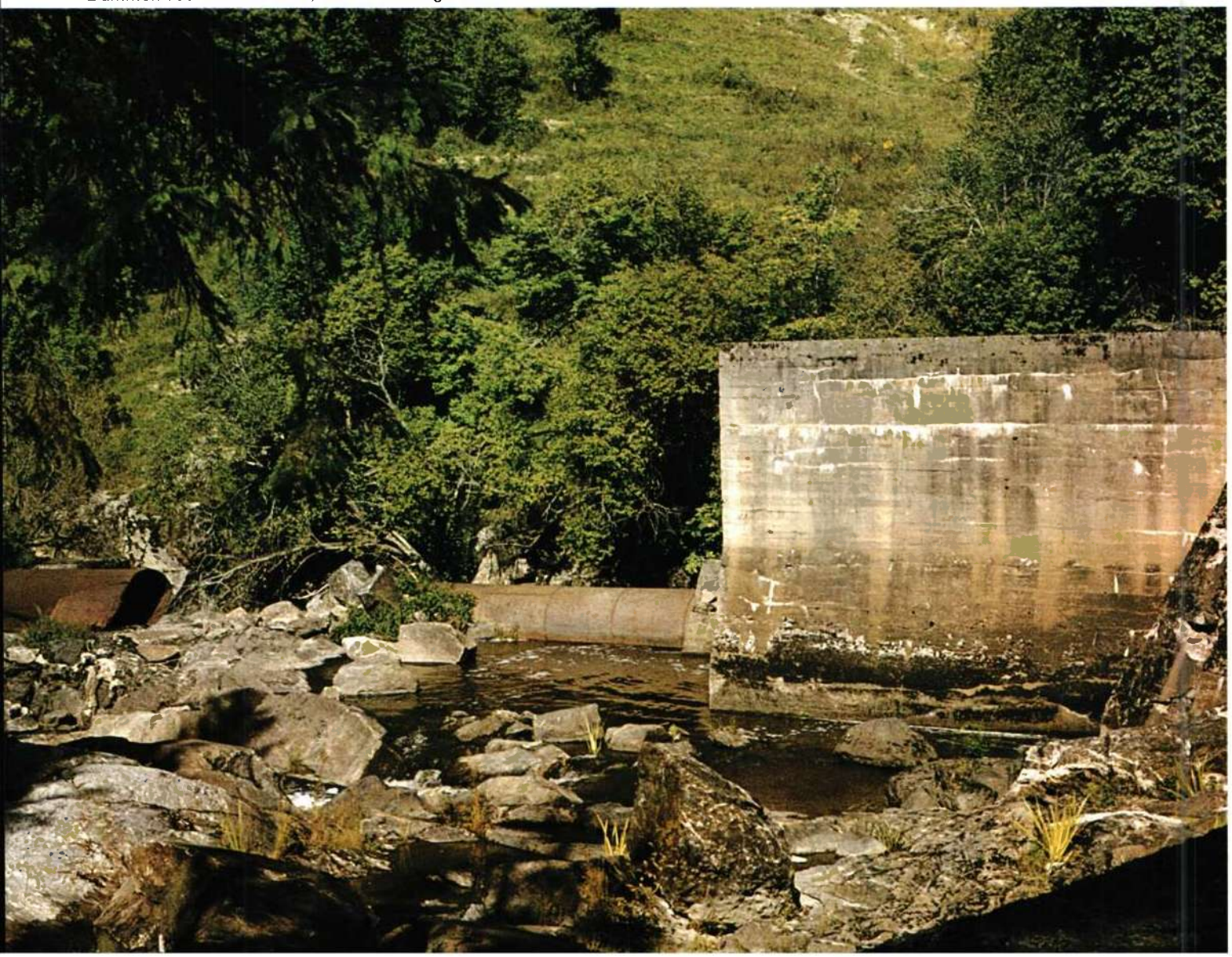
Det kan gis støtte til planlegging av tiltak for:

- *Opprustning av kraftverk (gjelder også større kraftverk).*
- *Bedre utnyttelse av vannet i allerede regulerte vassdrag.*
- *Gjenoppbygging av småkraftverk.*
- *Bygging av nye småkraftverk.*

Eiere av kraftverk eller vassfall kan søke om støtte til planlegging av slike prosjekter. Støtten gis til dekning av utredningsutgifter ved engasjering av konsulentbistand.

Ved henvendelse til NVE-Elektrisitetsdirektoratet kan en få tilsendt «Regler og vilkår for planleggingsstøtte til kraftverksopprustning, bygging og reetablering av småkraftverk». En får da nærmere opplysninger om betingelser og utforming av søknaden.

Dammen ved Buer kraftverk, som ble nedlagt i 1962.



Konsesjonsbehandling

Det er ingen prinsipiell forskjell på saksbehandlingen ved større og mindre vannkraftutbygginger. Ved alle utbygginger følger en det samme lovverket. NVE-Vassdragsdirektoratet mottar og behandler konsesjonssøknader.

For ytterligere informasjon kan en kontakte:

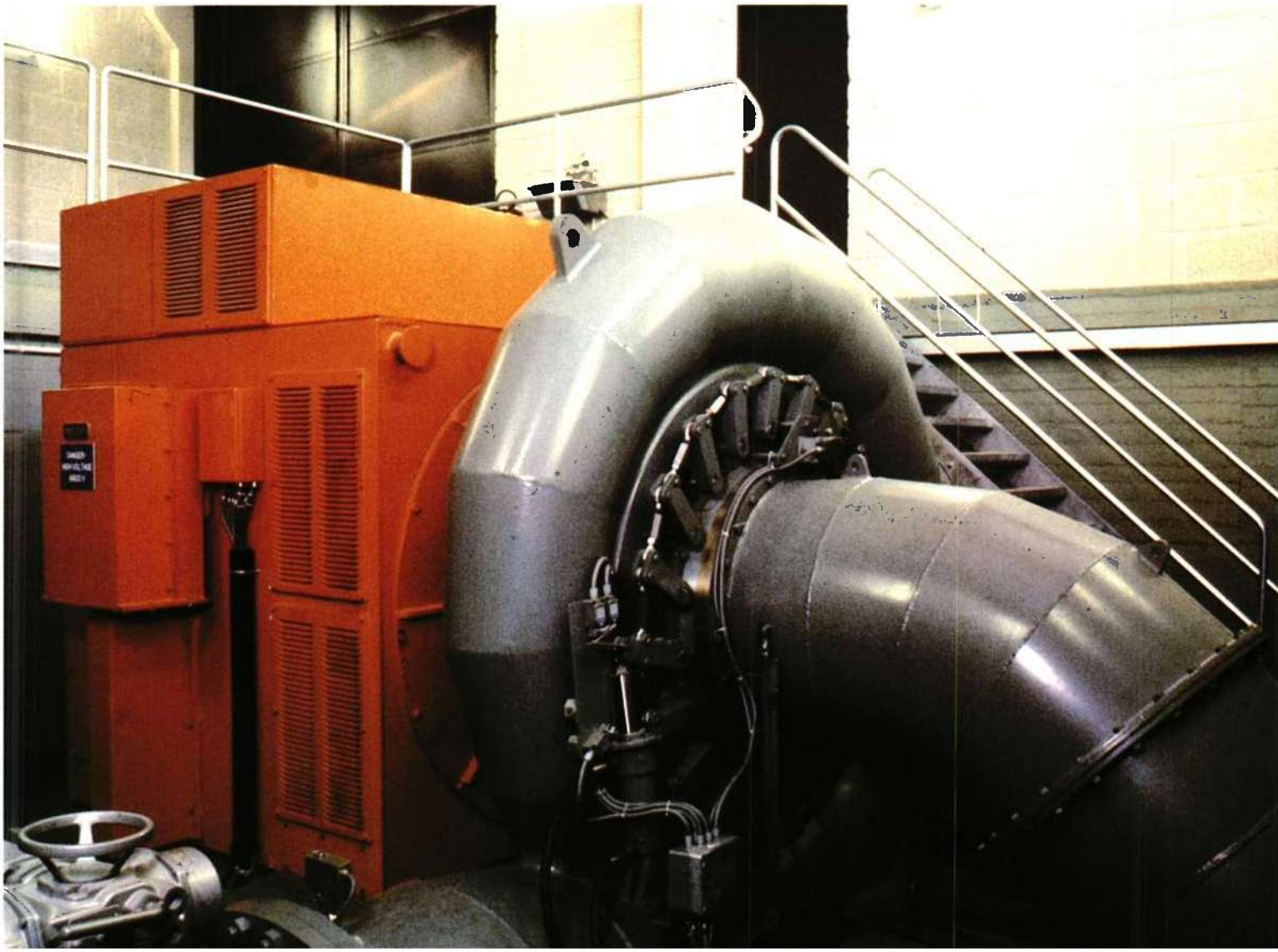
NVE-Vassdragsdirektoratet, Avdeling for vasskraftundersøkelser eller
NVE-Informasjonskontoret
Postboks 5091, Majorstua
OSLO 3
Tlf. (02) 46 98 00

Idé og formgivning:
SK, Berger & Mortvedt a.s.

Fotografier:
Pål Mellquist, NVE
Sørumsand Verksted A/S
Marit Flood, NVE
Torodd Jensen, NVE
Oddbjørn Dammerud, NVE

Sats: Grafica Fotosetteri
Trykk: Optimal Offset a.s.
10 000.81.08.31

Generator og turbin i Hølseter kraftstasjon i Buskerud.



Gapestadfossen i Østfold.