

# Samlet Plan for gjenværende vassdrag fra et metodisk synspunkt

Av Arne J. Carlsen og Fred E. Wenstøp

Arne J. Carlsen er siv.ing. fra NTH og arbeider som forsker ved Institutt for geofysikk.

Fred E. Wenstøp er cand.real fra Universitetet i Oslo og er ansatt som professor i beslutningsanalyse ved Bedriftsøkonomisk Institutt.

## Innledning

Høsten 1984 la Miljøverndepartementet frem sitt forslag til Samlet Plan for våre gjenværende vassdrag med hensyn på kraftutbygging. Det har vært utført et omfattende arbeid over flere år og direkte bevilgninger over statsbudsjettet har vært ca. 60 mill. kr. I tillegg har det vært ytet betydelig egeninnsats fra offentlige etater. I alt er 310 vassdrag tatt med og 542 kraftverksprosjekter vurdert. Det har vært tverrpolitisk enighet om at en slik plan burde utarbeides.

Samlet Plan er egentlig et gigantisk beslutningsanalyseproblem. I planen har man forsøkt å systematisere avveiningen av fordeler mot ulemper. Som de fleste har erfart, er utredninger om tiltaks konsekvenser for forskjellige brukerinteresser, mer og mer viktig i offentlig planlegging. Dette kravet har særlig vært merkbart innen vannkraftutbygging. Resultatet er at man for store prosjekter samler inn informasjonsmengder som etterhvert blir vanskelig å håndtere.

Et forsøk på å systematisere og konsentrere informasjonsmengden slik det er gjort i Samlet Plan er derfor i utgangspunktet prisverdig.

## Vurdering av konsekvenser

I Samlet Plan har man sett på hvordan et vannkraftprosjekt påvirker 13 «utredningstemaer». Disse er naturvern, friluftsliv, vilt, fisk, vannforsyning, forurensning, kulturminner, jord- og skogbruk, flom- og erosjon, transport, is, vanntemperatur, klima og regionaløkonomi. Oppdelingen er gjort ut ifra den organisering man har av vannforvaltningen i Norge. Ved å se på temaene oppdager man lett faren for «dobbel-telling». Dette vil selvfølgelig medføre problemer når man skal foreta sammenveingene. Omfanget av konsekvensene er beskrevet ved hjelp av en ordinal tallskala fra  $-4$  til  $+4$ . 0 medfører at utbyggingen antas å gi neglisjerbare virkninger.  $-4$  er meget store negative virkninger, og  $+4$  er meget store positive virkninger. Intensjonen med skalaen var at den skulle gi uttrykk for de absolutte skadene. Dvs. at f.eks.  $-1$  for prosjekt A skulle være like stor skade som  $-1$  for prosjekt B.

Konsekvensutredningene ble foretatt av fag-grupper. En faggruppe kunne dekke én eller flere utredningstemaer. For hvert utredningstema ble det gitt en verbal beskrivelse av hva de enkelte «karakterene» skulle stå for.

Hvert prosjekt er vurdert og har altså fått tildelt ialt 13 karakterer.

## Sammenveiling av konsekvenser

Prosjektene er deretter sortert på to måter.

1. Basert på summen av karakterene
2. Kombinasjon av karakterer.

Det siste krever en del nærmere omtale. I alt 8 konsekvensklasser ble laget. Konsekvensklassene ble laget slik at de første inneholdt prosjekter med små konsekvenser, dvs.  $\div 1$  og  $\div 2$ . Økende forekomst av  $\div 3$  og  $\div 4$  gav høyere konsekvensklasse. I konsekvensklasse 8 havner dermed de prosjekter som har flest  $\div 4$ . I denne grovsorteringen ble utredningstemaene tildeelt lik vekt. På basis av denne grovsorteringen av prosjekter er det så foretatt en *prosjektspesifikk* vurdering. Denne er basert på faglig skjønn og høring fra medarbeidere i fylkene. Det fremgår ikke av rapporten i hvor stort omfang prosjekter er blitt flyttet med basis i denne informasjonen.

Konsekvensene er så kombinert med økonomiklasse uttrykt som utbyggingskostnad i øre/kW. I alt er det blitt benyttet 6 økonomiklasser. Forskjellige kombinasjoner har gitt opphav til plassering av kraftverk i forskjellige prioriteringsgrupper. Dette er illustrert i Tabell 1. I alt er det 16 prioriteringsgrupper. 1 er den gunstigste og 16 er den dårligste.

## Vesentlige svakheter i fremgangsmåten

Som det fremgår av tabellen, kan flere kombinasjoner av økonomi og konsekvens gi samme prioritetsklasse. I utgangspunktet slår vi fast at vi bygger kraftverk for å få kraft. Men med den fremgangsmåte som er valgt i SP-rapporten, er ikke dette viktig.

Det primære mål som vi kan lese ut av tabellen må ha vært at konflikten skal være liten, uansett om vi får mye eller lite kraft. Siden små kraftverk har en tendens til å medføre mindre konflikter enn store gir denne fremgangsmåten mange små kraftverk øverst på listen.

## Liten kontroll på summen av skader

Men siden vi altså bygger kraftverk for å få kraft, vil vi trenge mange av de små kraftverkene for å dekke et visst behov. Vi kan derfor pådra oss et stort antall mindre konflikter i stedet for noen få større. Siden konflikten representerer reelle skadevirkninger, kan derfor summen av skadevirkningene bli store. Og hvor store de kan bli er det liten kontroll over med dette rangeringskriteriet. Man kunne jo tenke seg en ekstrem situasjon der det var tusenvis av små prosjekter med i Samlet Plan, hver på noen få kWh. Disse ville settes øverst på listen, selv om de

Prioritetsgruppe	Konsekvensklasse							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Økonomiklasse 1	1	1	2	3	5	7	9	12
—»—	2	1	2	3	5	7	9	12
—»—	3	2	3	4	6	8	10	13
—»—	4	3	4	5	7	9	11	14
—»—	5	4	5	6	8	10	12	15
—»—	6	5	6	7	9	11	13	16

Tabell 1. Vekting av kraftverksøkonomi mot konflikt i Samlet Plan.

tilsammen ville forårsake meget store skadefølgelser for begrensede kraftmengder. At noe tilsvarende også er skjedd i praksis, fremgår tydelig av SP-rapporten der vi for eksempel finner at de to prosjektene Staurset i Sør-Trøndelag og Nedre Otta/Lågen, alternativ C begge har konsekvensklasse (4), samme økonomiklasse (4) og samme regionaløkonomiklasse (3). De har derfor blitt prioritert likt (prioriteringsgruppe 4). Nedre Otta/Lågen produserer imidlertid 100 ganger mer kraft enn Staurset. Men dette tar altså ikke fremgangsmåten hensyn til, enda de ellers er like.

### **Inkonsistent betalingsvillighet**

Ekspisitt i Tabell 1 ligger det et «trade-off»-forhold mellom kraftverksøkonomi uttrykt ved øre/kWh og konflikt. Flere kombinasjoner av konsekvensklasse og økonomiklasse kan gi samme prioriteringsgruppe.

Men dette betyr at vi for små prosjekter får en langt lavere betalingsvillighet for å senke konfliktgraden enn ved store prosjekt. Dette kan lett eksemplifiseres ved å vende tilbake til Miljøverndepartementets metode.

La oss tenke oss to kraftverk der det ene er i økonomiklasse 5 (kr. 2,78/kWh) og i konsekvensklasse 3. Det andre i økonomiklasse 1 (kr. 1,00/kWh) og i konsekvensklasse 5. Begge havner således i prioritetsklasse 5 og er likeverdige etter prioritetskriterium A. Produserer begge 100 GWh, kan vi således sette opp likningen:

Et kraftverk med kons.kl. 3 som gir 100 GWh for kr. 278 mill. er likeverdig 100 GWh for kr. 100 mill.

Dette gir således en implisitt betalingsvillighet på kr. 178 mill. for en reduksjon i konflikt fra konsekvensklasse 5 til 3. Hadde imidlertid begge kraftverkene produsert 1000 GWh, kunne vi ha beregnet

en 10 ganger så høy betalingsvillighet for samme reduksjon. Dette viser igjen at fremgangsmåten er irrasjonell fordi det har konsekvenser man ikke kan akseptere.

### **Liten kontroll på utbyggingskostnadene**

La oss for enkelthets skyld tenke oss at vi endte opp med kun to kraftverk som tilsammen gir 10 000 GWh:

Kraftverk 1 i kons. kl. 5 og øk. kl. 1 produserer 9000 GWh

Kraftverk 2 i kons. kl. 3 og øk. kl. 5 produserer 1000 GWh.

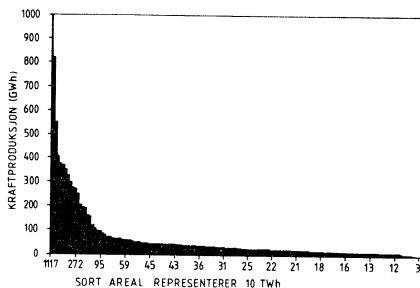
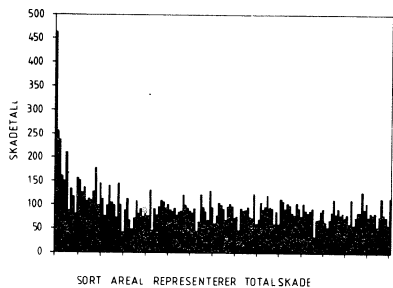
Begge disse kraftverk er i prioritetsklasse 5 i henhold til tabell 2 og utbygging gir en gjennomsnittlig kraftpris på kr. 1,78 pr. kWh. Bytter vi nå om på produksjonstabellene, får vi to kraftverk som stadig er i prioritetsklasse 5 og som derfor ut i fra SP-metoden ser nøyaktig like ut. Men gjennomsnittlig kraftpris blir nå kr. 2,602 pr. kWh. Vi ser altså at vi kan risikere å prioritere små kraftverk med dyr kraft høyt og store kraftverk med billig kraft lavt og derved få en høy gjennomsnittspris. Rangeringskriteriet utøver således liten kontroll på utbyggingskostnader pr. kraftenhet, men overlater resultatet tildels til tilfeldigheter.

For i en viss grad å bøte på de mest ekstreme utslagene av fremgangsmåten har man i etterhånd flyttet noen få større kraftverk som er blitt «urettferdig» behandlet høyere opp i prioritet enn det rangeringskriteriet tilsier. Som vi skal vise senere har dette ikke gitt særlig utslag.

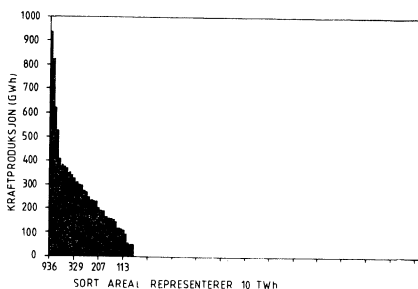
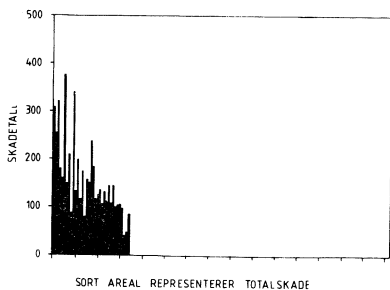
### **Alternative rangeringskriterier**

Når man skal rangere kraftverk, er det selvfølgelig flere måter å gjøre dette på. Vi har laget to alternative lister til Samlet Plan basert på to rangeringskriterier:

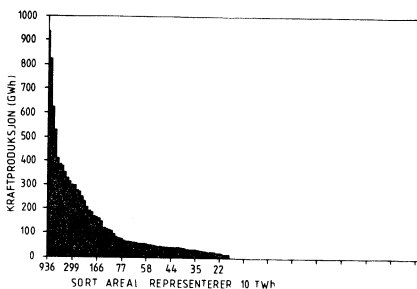
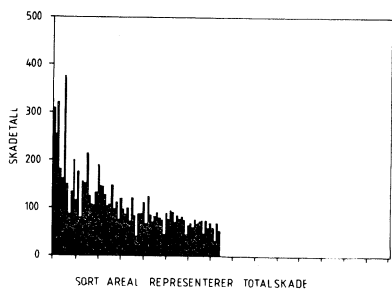
MILJØVERNDEPARTEMENTETS FORSLAG  
153 kraftverk Kostnad 20.2 milliarder kr



RANGERINGSKRITERIUM B  
35 kraftverk Kostnad 18.7 milliarder kr



RANGERINGSKRITERIUM C  
75 kraftverk Kostnad 19.5 milliarder kr



FIGUR 1 SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVE MÅTER Å DEKKE 10 TWh FRA SAMLET PLAN-PROSJEKTER  
HVER SØYLE ANGIR ET KRAFTVERK OG KRAFTVERKENE ER ORDNET ETTER PRODUKSJON

Rangeringskriterium B: Kraftverk med lavest mulig konflikt og utbyggingskostnad pr. GWh settes øverst på listen: minimer: (konflikt + kostnad)/produksjon.

Rangeringskriterium C: Kraftverk som i seg selv innebærer liten konflikt og som også medfører liten konflikt og kostnader pr. GWh settes høyt på listen. minimer: konflikt + (konflikt + kostnader)/produksjon.

Rangeringskriterium B vil alltid medføre at utbygging av en gitt kraftmengde etter rangeringslisten gir minst mulige totale skadevirkninger. I dette begrepet innbefatter vi kostnader. Omregningsfaktoren mellom konflikt og kostnader må også her fastsettes subjektivt, for eksempel på tilsvarende måte som i Tabell 1, men nå med konflikt og kostnader på samme nivå, dvs. enten absolutte eller relative. Rangeringskriterium B inneholder ingen irrasjonelle konsekvenser.

Vi har ikke i detalj analysert hvorvidt rangeringskriterium C er inkonsistent, men det synes klart at det i det minste øver kontroll både på totale kostnader og totale skadevirkninger i en utbyggingsplan. Den vekt som legges på de tre delene i dette kriteriet må selvsagt også bestemmes subjektivt.

### Sammenligning av tre forslag til Samlet Plan

For å kunne sammenligne de tre forslagene, har vi sett på det kraftverk som for de forskjellige alternativene vil bli plukket ut for å dekke 10 TWh/år. Dette representerer omtrent antatt forbruksøkning frem til århundreskiftet.

Listene er sammenlignet ved å se på to parametre:

- A. Kostnadene
- B. Sum skade/konflikt.

Ved summering av skadetallene er det tatt hensyn til at «karakterskalaen» er ulineær, dvs. at f.eks. avstanden mellom —3 og —4 er vesentlig større enn mellom —1 og —2. Dessuten er det tatt hensyn til at en —4 for et stort prosjekt er større enn en —4 for et lite prosjekt, dvs. skalaen har i enkelte tilfeller vært for trang. Til venstre i Figur 1 er resultatene sammenstilt. Hver søyle i diagrammet representerer et kraftverk. Størrelsen på søylen er et uttrykk for den skade kraftverket gjør. Det sorte arealet representerer dermed summen av skadene for å dekke 10 TWh på tre forskjellige måter. Til høyre i Figur 1 er kraftverkene sortert etter synkende kraftproduksjon. Vi ser at Miljøverndepartementets forslag kommer vesentlig dårligere ut enn de to andre alternativene når det gjelder sum skade. I Miljøverndepartementets forslag kommer halvparten av skadene fra kraftverk som bare bidrar med 12% av kraftproduksjon. Vi ser også at kostnaden blir høyere.

### Konklusjon

Vi har i denne artikkelen vist at den rangeringsmetode som Miljøverndepartementet har benyttet, er inkonsistent og har medført ikke-effisiente løsninger. Ved å legge andre rangeringskriterier til grunn, vil man oppnå vesentlige forbedringer i resultatet.

### REFERANSELISTE

1. Miljøverndepartementet (1984): Samlet Plan for norske vassdrag. Hovedrapport 13. september 1984.
2. Carlsen A. J. og Wenstøp F. (1985): Vurdering av alternative forslag til Samlet Plan for norske vassdrag. Bedriftsøkonomisk institutt April 1985.