



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

**NEDBØR / AFSTRØMNINGSMODELLER I
ISLAND**

**Erindi flutt á fundi norænna vatnafræðinga
um efnið „Notkun vatnafræðilíkana við
nýtingu vatnsforðans.”**

Kristinn Einarsson

OS-84051/VOD-19 B

Júní 1984

ae/ka



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**NEDBØR / AFSTRØMNINGSMODELLER I
ISLAND**

**Erindi flutt á fundi norænna vatnafræðinga
um efnið „Notkun vatnafræðilíkana við
nýtingu vatnsforðans.”**

Kristinn Einarsson

OS-84051/VOD-19 B

Júní 1984

Nordisk arbejds møde om "Anvendelse af hydrologiske modeller i vandres-
sourceplanlægning", Vette konferencenter, Norge, 5.-7. juni 1984.

NEDBØR/AFSTRØMNINGSMODELLER I ISLAND

Kristinn Einarsson

Energistyrelsen (Orkustofnun), Reykjavik

1 Indledning

Afstrømningsmodeller anvendes i Island i to øjemed, til forlængelse og eventuel opsplittning af eksisterende vandføringsserier og til prognoser, d.v.s. simulering af fremtidig vandføring.

Den førstnævnte hensigt falder ind i en større sammenhæng i planlægningsprocessen, hvor der foretages driftssimuleringer af eksisterende og/eller planlagte kraftværker, enkeltvis eller sammen med andre i et system, over en vis referenceperiode. Nu for tiden anvendes vandårene 1950 - 1979 og tidsopløsningen er 2 uger.

Arbejdet med modellering til forbedring af eksisterende serier, generering af nye serier, samt videreudvikling af selve modellerne, drives med en vis kontinuærlig indsats og der er indhøstet erfaringer med i hovedsag tre typer modeller.

Den ældste type er lineær regression, den blev indført sidst i sekstitallet og begyndelsen på syvtitallet (f.eks. Fridgeirsson et al., 1971). Den næste er nedbør-afstrømningsmodeller som de kaldes, eller semi-deterministiske klimatiske afstrømningsmodeller. To modeller af denne type, HBV-6 og NAM-II, kom til Island i 1980, de første rapporter kom i 1981 (Bergstrøm og Persson, 1981; Einarsson, 1981; Holm, 1981.1982 og Gardarsson, 1982) og serier lavet med den ene af disse

modeller. NAM-II, blev anvendt til simulering af kraftværker i 1982.

Den tredje type er stokastiske modeller. To komplekse stokastiske modeller samt en meget forenklet type tidsseriemodel er blevet anvendt til planlægning og driftsimuleringer. Den sidstnævnte model blev indført 1983 og de første serier blev kørt i et større system i begyndelsen af indeværende år. Andre stokastiske modeller er blevet anvendt til forskellige særlige studier, men ikke til driftsimuleringer.

Hvad angår prognoser, så begyndte man at lave månedlige prognoser over grundvandtilstrømningen til landets vigtigste reservoir (Thorisvatn) med en modificeret NAM-II model i efteråret 1983. Disse prognoser befinder sig på afprøvningsstadiet endnu. Modellen skal udvikles videre til næste efterår, men hidtidige erfaringer har været positive.

Disse prognoser vil efterhånden falde ind i en planlægningsproces hvad angår salg af elektricitet, især til kraftkrævende industri og en del opvarmning, samt optimal styring af reservoirer.

2 Planlægningsprocessen

Nogle ord om planlægningsprocessen omkring simuleringer af kraftproduktionen. Arbejdet med en simuleringsmodel begyndte i Island i midten af sekstitallet, i og med at professor V. Hveding, senere chef for NVE, kom til Island som konsulent (NORENO, 1967). Denne model er sidenhen blevet udviklet og udvidet meget. Man kører med et eller flere grundsystemer, hvor kraftproduktionen fra et planlagt kraftværk vurderes ud fra forskellen mellem et grundsystem henholdsvis uden og inklusive det planlagte kraftværk. Ved siden af har man vurderingsfunktioner for omkostninger ved oprettelsen af kraftværket, hvorved man kan optimere for enhedsprisen. Efterhånden som arbejdet skrider frem, med stadig mere nøjagtige oplysninger i løbet af de mindst 18 år man har fra en ide til et nyt producerende kraftværk, må man køre

simuleringerne om igen.

Man inddeler planlægningstiden i fire stadier, på engelsk "prefeasibility", "feasability", "project design" og "contract documents/construction" stadier. En del af de oplysninger, som gør driftsimuleringer og optimeringer mere nøjagtige i løbet af denne proces, er forøget viden om hydrologien, vandet som skal løbe i gennem kraftværket. En del af disse oplysninger suppleres ved forskellige afstrømningsmodeller. Således regner man med at en af forudsætningerne for at komme over til "feasability" stadiet er kalibrering og kørsel af en enkel afstrømningsmodel. Senere, hvis ideen holder sammenlignet med andre muligheder, køres mere komplicerede og dyrere modeller, i al fald før man udbyder kontrakten på kraftværksbyggeriet. På denne måde anvendes hydrologiske modeller som værktøj i planlægning af kraftproduktionen, som samtidig indebærer planlægning af vandressourcerne.

3 Modeltyper

Som før nævnt er der tale om i hovedsag tre modeltyper, lineær regression, semi-deterministisk nedbør/afstrømning og stokastisk type.

3.1 Lineær regression

Majoriteten af de serier der indgår i planlægningen er stadigvæk af denne ældste type. Faktorer der indgår er afstrømning i andre vandløb, regn eller nedbør og graddage. Efterhånden udgår disse serier, eftersom man laver nye og bedre med andre modeltyper.

3.2 Nedbør/afstrømningsmodeller

Der arbejdes videre med NAM-II modellen i Island. Det viste sig nemmere at anpasse modelstrukturen hos NAM-II til EDB-faciliteterne end HBV-6, men man har ikke fundet fundamentale forskelle mellem de to modeller.

I Island er man i gang med eller har lavet ændringer i NAM-II på to fronter, i grundvandsrutinen og i snesmeltningrutinen for gletschere.

I grundvandsrutinen har det vist sig nødvendig i enkelte tilfælde at påkoble et ikke-lineært reservoir, og indsætte tærskelværdier for vandstanden (overfald) samt lækage i det gamle lineære reservoir. Den ene eller begge ændringer er nødvendige i nogle postglaciale lavafelter (Vatnaskil, 1983a).

I snesmeltningrutinen for gletschere har det vist sig, at der opsamles store snemængder på gletschere, når man kører mange år i træk (Vatnaskil, 1983b). Dette bevirker at den varmemængde man har til rådighed går efterhånden i sin helhed til at opvarme snepakken til frysepunktet uden at smelte noget om sommeren. Man tænker sig at opdatere snemagasinet i begyndelsen af hvert vandår og danne et firnlag, som efterhånden overgår til gletscheris. D.v.s. at man opfylder kontinuitetsligningen for snepakken. I tillæg til dette er det muligt at man vil inddrage et diffusionsled i varmeledningligningen, som køres for gletscherisen. Ellers kan man næppe danne en tempereret gletscher, som de alle er i Island.

Endnu en ændring af NAM-II modellen, som man har prøvet på islandske data, er opdatering af snedækket ved hjælp af satellitbilleder (Zimmermann, 1983). Denne ændring har vist sig i princippet gavnlig. Dog kan forventes at en fundamental ændring i dette henseende kommer først når der frigives satellitbilleder som "ser" i gennem snedækket, hvorved man har mulighed for at få vandækvivalenten bestemt og indføjet som data i modellen. Faciliteter til satellitbilledanalyse er dog dyre og findes ikke i Island.

3.3 Stokastiske modeller

Man har afprøvet nogle typer stokastiske modeller i Island, og de nyeste af disse anvendes for at danne afstrømningsserier til vandres-sourceplanlægning og simulering af kraftproduktion.

Den første var en autokorrelationsmodel med spektralanalyse til vurdering af modellen (Eliasson og Solnes, 1972). Denne model blev udviklet videre af Sigvaldason og Kjaran (1974) i retning af at bevare korrelationen mellem de enkelte serier. Årskorrelationen bevaredes dog ikke. Man har prøvet videre fire modeller i den retning, VARESS (Sigvaldason et al., 1976), en model med parallelle lineære reservoirer (Eliasson og Johannsson, 1976), en disaggregation model (Hannesdottir 1978) og en model som bygger på Elias Eliassons udviklingsarbejde, hvor man først anvender en autokorrelationsmodel på årsværdier, men angiver spredningen inden for et enkelt år ved hjælp af det målte år, som har den nærmeste middelværdi (Heimisson og Arnason, 1982). Denne model er blevet afprøvet i multi-variate form på Landsvirkjun (Det nationale kraftselskab). Samtidig har man samme sted prøvet en Matalas multi-variate/multi-site model (Eliasson, pers. opl.).

Den nyeste stokastiske model, som er blevet afprøvet i Island, er en transfer funktion - støj model (Snorrason, 1983a,1983b). Der henvises til et uformelt indlæg under dette møde samt Snorrason et al. (1983) for nærmere beskrivelse af denne model. En forenklet version af modellen er for nylig blevet anvendt for at generere serier, der anvendes i planlægningsprocessen, som beskrevet før (Thorbergsson et al., 1984).

REFERENCER

Bergström S. og Persson M., 1981: Modellering av glaciavarvning på Island. Vannet i Norden, Nr. 1, 1981.

Einarsson K., 1981: Rennslislikan fyrir Efri-Thjorsa. NAM2 rennslislikanid. Orkustofnun, Reykjavik. (På islandsk).

Eliasson E. og Johannsson S., 1976: Parallel Reservoir Stochastic Model. NHK-76, Reykjavik.

Eliasson J. og Solnes J., 1972: Statistical Investigation of Hydrological Data. Landsvirkjun, Reykjavik.

Holm S.L., 1981: Afstrømningsmodellering for Jökulsa i Fljotsdal. Danmarks Tekniske Højskole, ISVA. (Eksamensafhandling).

Holm S.L., 1982: Jökulsa i Fljotsdal. Rennsli aætlad með reiknilikaninu NAM2. Orkustofnun, Reykjavik. (På islandsk).

Fridgeirsson H., Sigvaldason H. og Amundason G., 1971: Statistical Studies on Streamflow Data of Thjorsa and its Tributaries. Landsvirkjun, Reykjavik.

Gardarsson H., 1982: Hydrologiske undersøgelser i Thjorsa-Tungnaa området. Danmarks Tekniske Højskole, ISVA. (Eksamensafhandling).

Hannessdóttir L., 1978: Disaggregation Model for Some Icelandic Rivers. Danmarks Tekniske Højskole, ISVA. (Eksamensafhandling).

Heimisson G. og Arnason Th.K., 1982: Ahrif Kvislaveitu og stækkunar Thorisvatns á orkuvinnslugetu Landsvirkjunarkerfisins. Islands Universitet, Bygningsingeniørsektionen. (Eksamensafhandling, på islandsk).

NORENO Foundation, 1967: Survey of the Hvita and Thjorsa River Basins Iceland. Power System Analysis. NORENO Foundation (for De Forenede Nationer), Oslo.

Sigvaldason H. og Kjaran S.P., 1974: Multisite Stochastic Flow Model for the Thjorsa Basin and the River Sog. Landsvirkjun, Reykjavik.

Sigvaldason H., Eliasson J., Johannsson S. and Kjaran S.P., 1976: Improvement of Multisite Stochastic Flow Model by a Reinforced Variance Method. Landsvirkjun, Reykjavik. (I manuskript).

Snorrason A., 1983a: Analysis of Multivariate Stochastic Hydrological Systems using Transfer Function - Noise Models. Univ. of Illinois, Urbana, Illinois. (Doktorsafhandling).

Snorrason A., 1983b: Rennslisgreining og lenging rennslisrada. Tölfræðileg adferdafræði. Orkustofnun, Reykjavik. (På islandsk).

Snorrason A., Newbold P. og Maxwell W.H.C., 1983: Multiple Input Transfer Function-Noise Modeling of River Flow, i: Maxwell W.H.C. og Beard L.R. (Eds.), 1983: Frontiers in Hydrology, Water Resources Publications, Colorado.

Thorbergsson Th., Svavarsson H. og Einarsson K., 1984: Forathugun virkjana i Efri-Thjorsa. Orkustofnun, Reykjavik. (På islandsk, i tryk).

Vatnaskil A/S, 1983a: Thorisvatn III. Reiknad adrennsli. Landsvirkjun, Reykjavik. (På islandsk).

Vatnaskil A/S, 1983b: Rennsli Jökulsar i Fljotsdal vid Hol. Orkustofnun, Reykjavik. (På islandsk).

Zimmermann M., 1983: Anvendelse af satellitdata i forbindelse med hydrologiske modelberegninger for Øvre Thjorsa. Danmarks Tekniske Højskole, ISVA. (Eksamensafhandling).