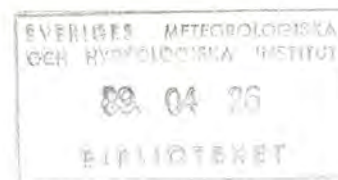




TORV-VÄDER

Behovsanalys med avseende på väder-
prognoser och produktion av bränsletorv



TORV-VÄDER

Behovsanalys med avseende på väder-
prognoser och produktion av bränsletorv

Erik Liljas

Projektet har genomförts med stöd av Statens Energiverk
(Projektbeteckning 216 067 Väderprognoser SMHI)

INNEHÅLL

Sid

SAMMANFATTNING

SUMMARY (IN ENGLISH)

FÖRORD

1.	BAKGRUND	
1.1	Produktion av torvbränsle	2
1.2	Möjligheten till förbättrad väderinformation	5
1.3	Målsättning med TORV-VÄDER-projektet	10
2.	PROJEKTETS GENOMFÖRANDE	11
2.1	1986	11
2.2	1987	16
2.3	Dagbok	16
3.	UTVÄRDERING	20
3.1	Dagbok	20
3.2	Prognoser	21
3.3	Speciella kommentarer till avdunstningprognoser	25
4.	BEROENDE AV VÄDERINFORMATION I TORVPRODUKTION	33
5.	SLUTSATSER	35

Sammanfattning

Torvindustrin i Sverige har utnyttjat väderprognoser sedan 1985. I kontakter med torvproducenter har det framkommit att beroendet av väderprognoser kan vara stort. Beroendet är mycket likartat böndernas vid höskörd. En skillnad är att man i torvbrytningen är starkt väderpåverkad hela sommaren. Projektet visar att arbetsledning för energitorvbrytning dagligen måste göra antagande om vädret under innevarande dag och de kommande dagarna. Väderprognoser medför att beslut och planering förändras. Det visar sig att man i nästan alla fall leds till riktiga beslut.

- Viktigast är prognoser som anger om det blir regn eller uppehåll. Prognoser som anger upptorkning är även viktiga.

- Vindprognoser påverkar arbetsplanering vid längre tids torrt väder. Då vindhastigheten bedöms över viss vindstryka kan man behöva avbryta produktionen på grund av brandfara.

- Nederbördsprognoserna bör uttryckas i sannolikhet i procent för att arbetsledningen skall kunna bedöma risker som också skall relateras till andra risker (t ex ekonomiska). Sannolikhet är ett naturligt sätt att uttrycka bedömd osäkerhet i prognos.

- Prognoser bör distribueras via telefax morgon och middag.

- Kvaliteten hos prognoser bör förbättras och man bör utveckla metod att prognosera dagg.

- SMHI har idag ett utvecklat vädertjänstsystem där torvindustrins behov kan tillgodoses. I den mån torvindustrins arbetsmetoder förändras skall även väderinformationens innehåll, distribution och presentation förändras.

Summary

The objective of the project has been to develop a tailored weather-forecast-system for peat harvesting. The peat producers have used weather forecasts since 1985. It has been recognized that the production is very weather sensitive. The question was, how weather information sensitive are the operations at the peat moor?

The project has shown that there is a flexibility in the operations and that the decisions and plans by the work leaders can and shall be adjusted to forecast weather. This adjustment leads mostly to better results in the amount of produced peat fuel and in costs in the production.

The forecast of precipitation is most essential. This forecast should be expressed as probability of rain. The thresholds should be one low value (1.0 mm/time-unit) and one higher showing the risk of rain amount that could stop the production more severely. A drying index shall also be forecast.

The best way for the dissemination of forecasts is today by telefacsimile twice a day, one early in the morning for the decisions of the day and one in the early afternoon for decisions for the night and planning of the following days (up to 5 days).

There is a need for a development of the forecast quality.

The weather service at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute has capability of serving peat fuel production in different parts of Sweden. New tools as remote sensing techniques (weather radar, weather satellites) and automatic weather stations provide better observational methods for short range forecasts. Methods for longer forecast are continuously improved. The dissemination and presentation of forecasts can be better adjusted to special needs.

The project was funded by the National Energy Administration, Sweden (Project No 216 067 Peat-Weather) and contractor has been the Swedish Meteorological and Hydrological Institute.

Förord

"Solen är all energis moder", har det sagts. Detta är idag inte helt sant. Av människan skapade kärnkraftsverk konkurrerar i någon mån med det gigantiska kärnkraftverket i vårt solsystems centrum.

För torven som energi är det dock dubbelt sant. Den är beroende av solen i två faser. Den andra fasen är när vi skall skapa en brännbar substans av vattenabsorberande humifierade växdelar. (Den första fasen är naturligtvis då Moder Sol skapar ljus och tillväxt hos mossor och andra växter.)

Solsken och andra väderfaktorer är idag mycket avgörande för resultatet i energitorvproduktionen under de få hetsiga produktionsmånaderna. Vi kan inte påverka vädret. Då återstår att antingen förändra vår teknik så att den blir mindre beroende av väder eller också att vi lär oss att spela med i vädrets växlingar.

Det svenska sommarvädret är växlingsrikt. Det är svårt att säga från den ena dagen till den andra vad som kommer att hända. Ibland är det svårt att förutsäga nästa timmes väder. Detta gäller också för meteorologen.

Men meteorologen kan se bortom horisonten och kan förutse hur molnhimlen kommer att utvecklas. Det innebär att vädertjänsten sitter inne med kunskap som torvproducenten borde ha för arbetsplanering. Inom detta projekt har vi försökt svara på frågorna; Vad ska meteorologen informera om, hur och när? Går det att påverka resultatet i positiv riktning med hjälp av väderprognoser?

En förutsättning för detta projekts genomförande har varit den positiva inställningen till projektet från Svenska Torvs sida och från entreprenörerna vid Stockåsmossen, HB Lyft och Krantjänst (familjen Kivelä). Den positiva inställningen har också medfört en hel del konstruktiv kritik.

Vid SMHI har också Lennart Larsson och Lars-Göran Nilsson hjälp till i dialogerna med användarna. Håkan Hultberg har utvecklat torkningsindex och Mats Hansson och George Eriksson har lagt ner arbete på utvärderingen av sannolikhetsprognoser.

1. BAKGRUND

Behovet ökar av väderprognoser, som är specialinriktade för olika näringsgrenars krav. För att möta detta behov har SMHI som ett mål, att de näringsgrenar som påverkas ekonomiskt av vädret skall kunna förses med information, som medför att de kan planera och fatta riktiga beslut när de påverkas av väder.

Informationen måste noggrant anpassas till avnämarnas behov. Det gäller att välja rätt distributionsväg för informationen, rätt tid för prognosen och uppföljning av denna. Det är också viktigt att ge prognoserna lämplig utformning med avseende på variabler, område, tidsupplösning, tidskrav (prognoslängd) m m.

Väderprognoser är alltid mer eller mindre osäkra. Det medför att de måste användas på speciella sätt. Ett mått på osäkerheten kan ibland utgöra en viktig information. I ett intimt utvecklingsarbete av specialinriktade prognoser kan avnämarnas förståelse för väder tjänstens möjligheter och arbetsmetoder öka, samtidigt som meteorologernas kunskap om konsumenternas speciella väderberoende ökar.

De tekniska framsteg som gjorts under de senaste åren har möjliggjort uppbyggnad av en ny typ av observationshjälpmedel, insamlings- och bearbetningsutrustning för snabb presentation av detaljvädret inom ett mindre geografiskt område. SMHI bygger för närvarande upp en vädertjänst där korta detaljerade prognoser alltmer baseras på information från vädersatelliter, radar och markstationer, som med tät uppdatering ger information om nederbörd, temperatur, vind, strålning m m. Samtidigt sker en kontinuerlig utveckling av längre prognoser.

Prognosverksamheten till torvproducenter har pågått i en enkel utformning sedan sommaren 1985. I diskussioner med olika torvproducenter har det framkommit att det finns en väsentlig ekonomisk potential i utnyttjande av skräddarsydd och lokalt anpassad information.

Torvproduktionen i Sverige förutspås att öka i framtiden trots de problem man har att brottas med, luft- och vattenmiljö, produktionskostnader, transportskostnader osv. En mycket omfattande forskning pågår inom energitorvbranschen som delvis skall råda bot på problemen.

I detta kapitel beskrivs kortfattat produktionen av torvbränsle för de läsare av denna rapport som är mer orienterade inom meteorologi. (Texten är delvis hämtad från en informationsskrift av Stefan Cairén, Statens Energiverk). Sedan anges huvuddragen i SMHI:s utveckling för att klargöra något av denna sida i förutsättingarna för effektivare väderplanering.

1.1 Produktion av torvbränsle

Torvmarker utnyttjas i mycket hög grad i vissa länder. I Sovjetunionen finns enorma tillgångar. En speciell torvindustri började byggas upp för 70 år sedan. I Finland har torvmarker utnyttjats sedan 1600-talet. På 1970-talet startade ett storskaligt utnyttjande av torv för bränsle. 1985 skördades 10 Mm³ bränsle och ordlingstorv. Även i USA och Kanada bryts stora kvantiteter torv men främst i form av växttorv.

I Sverige har torv använts länge som torvströ och jordförbättringsmedel. Under kristider har även bränsletorv producerats, exempelvis producerades 1945 cirka 1.25 milj ton.

Under 1980-talet har produktionen successivt ökats men dämpats starkt vissa år som 1987 på grund av väderfaktorer.

Torv bryts i huvudsak med två olika metoder, frästorv- och stycketorvmetoden. Dessa finns i ett flertal varianter. Metoder och även maskiner importerades till en början från Finland men senare har egen utveckling och tillverkning tagit vid.

Framställningen av frästorv går till så att man med hjälp av en skruv-, kniv- eller pinnfräs fräser upp ett tunt skikt om 10 till 20 mm av torvytan. Detta pulver får soltorka ute på fältet, och för att det skall torka jämt och snabbt vänds det normalt två till tre gånger varje fräsning. När frästorven har torkat under två till tre dagar och nått en torrhalt på ca 50 % samlas den ihop.

För frästorvmetoden förekommer det flera metoder för att skörda och transportera torven från fälten till lagringsplatsen på eller vid sidan av produktionsområdet.

I Sverige används normalt Hakusystemet. Det består av en fräs, en bandlastare och tre till fem torvvagnar. Jordbrukstraktorer används normalt som dragfordon. Man räknar med att en Haku-baserad maskingrupp är tillräcklig för en areal på 120 till 200 ha.

Den torkade torven skrapas då först ihop till en sträng på tegens mitt. Därefter lastas den på en lastvagn, oftast med hjälp av en traktordriven bandlastare. En lastare åtföljs av tre till fem traktordragna lastvagnar - hur många beror på avståndet till stacken. Frästorven transporteras sedan till närmaste stackplats, där den tippas vid foten av stacken.

Därefter vidtar stackläggningen, som görs med en grävmaskin eller bandtraktor. Vid stackläggningen skjuts

och jämnas frästorven med schaktblad rakt uppför stacken, samtidigt som den tunga maskinen successivt packar torven. En konisk stack innehåller ofta ca 20 000 m³. Vanligen används utsträckta stackar med ännu större volym.

En alternativ metod för att samla upp torven är att använda en sugvagn. Med hjälp av ett sugmunstycke samlas den torra torven upp från fälten. Därefter transporteras torven i sugvagnen till stackplatsen där den tippas vid foten av stacken. Denna metod ger en bättre torvkvalitet då sugvagnen i första hand suger upp torr torv. Metoden ökar i användning, speciellt på mindre täkter.

En tredje metod för uppsamling och transport av frästorv är Pecosystemet. I detta system transporteras torven med stora bandtransportörer från en teg till nästa och vidare till en tredje osv, tills frästorven från t ex 10 tegar finns samlad i stack med samma längd som tegens. Där långtidslagras sedan torven. Peco-systemet används i Sverige främst för produktion av odlingstorv men har även introducerats för torvbränsleutvinning.

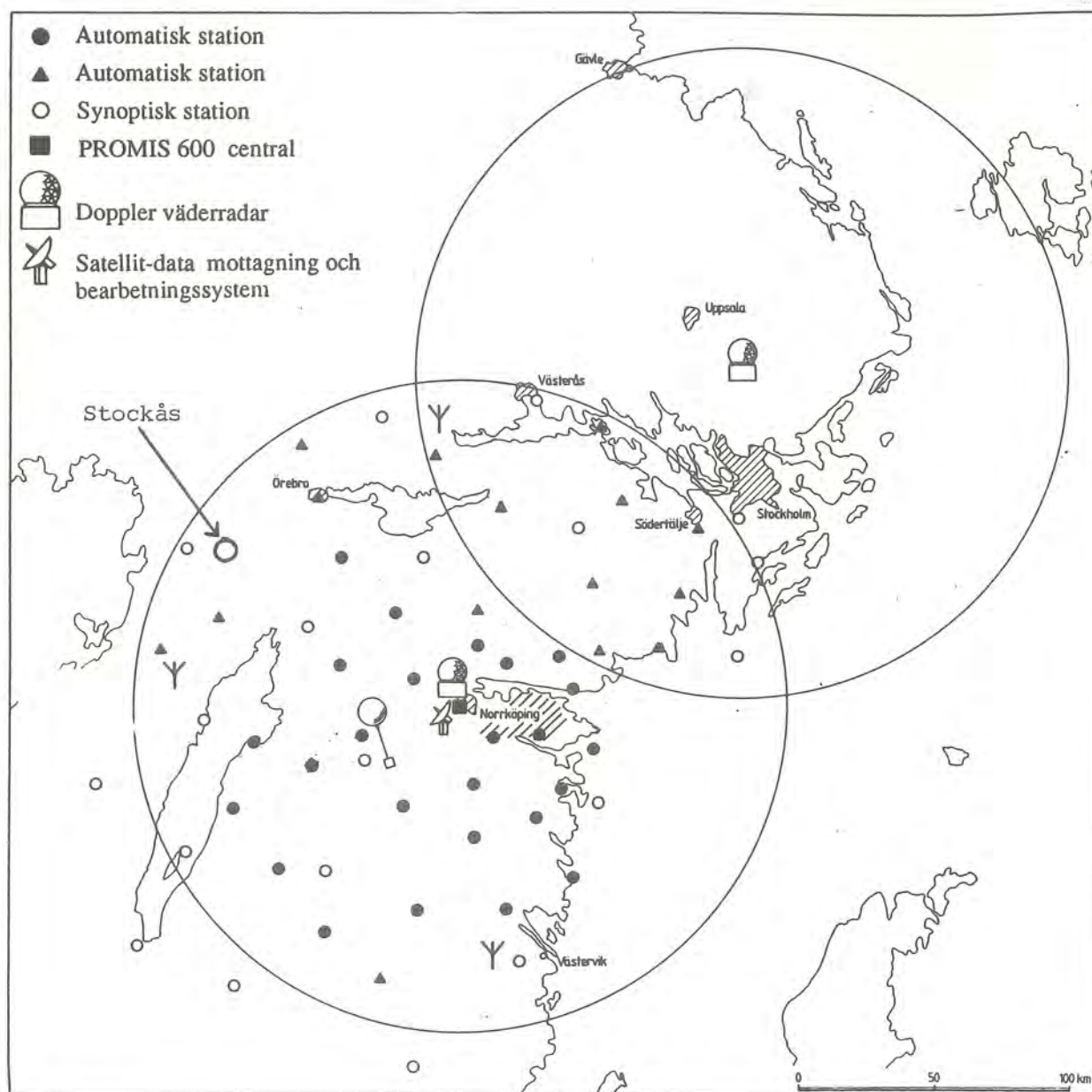
Frästorven har efter att ha torkat på mossen, en torrhalt på 45 till 55 %. För närvarande utvecklas metoder för frästorvutvinning som syftar till att skörda torven vid 30 till 40 % torrhalt. Därefter torkas torven industriellt till 85 % torrhalt och kan sedan även komprimeras. Denna metod kallas forcerad frästorvbrytning.

Normalt får man med konventionella frästorvmetoder 10 till 15 skördar per säsong. Medelproduktionen uppgår till ca 450 m³ leveransklar torv per hektar och år, men resultatet är i hög grad beroende av vädret. 1 m³ torkad frästorv motsvarar ungefär 0,3 - 1,0 MWh.

Vid produktion av stycketorv bryts torven med en stycketorvsupptagare, ned till ett djup av 50 till 100 cm. Stycketorvupptagaren är ofta monterad efter en traktor.

I upptagaren tas torven vanligen upp med en vertikalgående skruv, en klinga eller en kedjesåg. Den bearbetas därefter i en ältningskruv och pressas ut genom ett eller flera munstycken till cylinderformade stycken. Ältningen har stor betydelse för stycketorvens hållfasthet.

Efter upptagning får torven torka på fältet i tre till sex veckor tills den uppnår en torrhalt på 55 till 70 %. Under torkningsperioden vänds torven normalt två till tre gånger med traktorburen vändningsutrustning.



Figur 1. Fördelning av olika meteorologiska mätstationer kring SMHI/Norrköping. Dessa datakällor kommer att utnyttjas intensivt under PROMIS-600-försöken. De två cirklarna visar dopplerradarnas i Norrköping respektive Arlanda täckningsområde för kvantitativ nederbörds-mätning. För att följa kraftiga skurar och nederbördsområden kan man utnyttja radarn inom ett område med dubbel radie. Stockås läge är markerat i figuren.

Därefter samlar man stycketorven i en sträng för att underlätta bärgningen och transporten till stackar vid myrkanten. Bärgningen kan göras med bandlastare till transportvagn. Lastaren måste utformas så att så lite lös torv som möjligt medföljer.

Normalt får man 3 skördar på säsong. Medelproduktionen uppgår till mellan 350-400 m³ leveransklar torv per hektar och år. 1 m³ torkad stycketorv motsvarar energimängden 1,0-1,8 MWh. Stycketorv är mer komprimerad än frästörv varför energiinnehållet är högre.

Den anmärkningsvärt stora variationen i energiinnehållet för respektive torkat torvbränsle - frästörv varierar mellan 0,3-1,0 MWh/m³ och stycketorv mellan 1,0-1,8 MWh/m³ - beror i första hand på att torvens energivärde varierar starkt mellan olika myrar.

Under de senaste åren har en snabb utveckling av tekniken ägt rum i Sverige, framför allt på stycketorvområdet. Under utveckling är också metoder för mer väderoberoende torvutvinning. Dessa kallas "åretrunt"-metoder eller fulldjupsutvinning.

1.2 Möjligheter till förbättrad väderinformation

Kraven på vädertjänsten ökar ständigt. Det är inte bara fler prognoser som skall produceras utan också former, innehåll, noggrannhet och kvalitet måste utvecklas och anpassas till ett omfattande spektrum av kunder och avnämare. För att tillgodose kraven, utnyttjas och utvecklas teknik och vetenskap allt intensivare. På de operativt arbetande meteorologerna ställs också allt högre krav.

SMHI:s produktion av "vädertjänster" innefattar ett snabbt insamlande av mätningar och observationer från områden vars yta är beroende av prognosens omfattning och längd. Denna information är den meteorologiska "råvaran". Informationen skall sedan bearbetas med hjälp av analys och prognosmetoder, därefter skall prognoser skapas för olika ändamål och till sist distribueras genom olika kanaler till den som begär och behöver information. Vädertjänstsystemet kan alltså indelas i tre viktiga länkar: observation, bearbetning och distribution. De nya kraven på produkter leder till att även observationerna ("råvaran") måste förbättras. Mätningarna måste leda till en betydligt bättre täckning i tid och rum. Detta leder till att nya insamlings- och kommunikationssystem måste utnyttjas. Bearbetningen av de enorma datamängderna måste datoriseras i ökad grad och distributionen måste delvis automatiseras och kanaliseras till nya media för att informationen skall vara tillräckligt färsk och tillräckligt informativ. SMHI:s utvecklingsprojekt, som skall vara vägledande för 90-talet vädertjänst, är benämnt PROMIS (PROgram för ett Operationellt Meteorologiska InformationsSystem).

1.2.1 Nya observationssystem

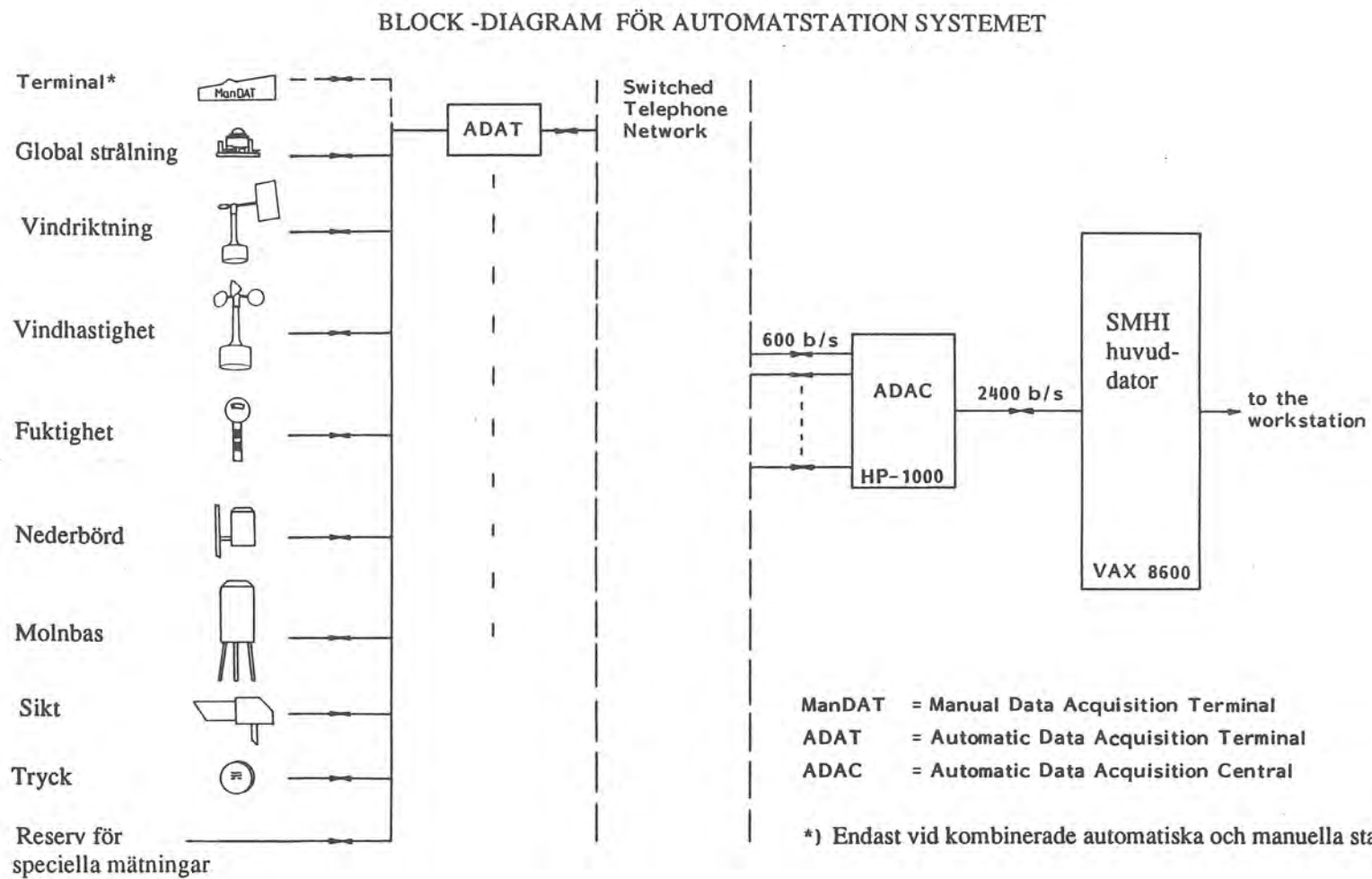
För att erhålla mer detaljerad meteorologisk information i tid och rum utvecklas både direkta mätmetoder och s k fjärranalysmetoder. De förra innebär att man skapar automatstationer på strategiska platser som mäter temperatur, vind, fuktighet, lufttryck, nederbörd, strålning, molnhöjd, sikt m m. Fjärranalysmetoder är radar, vädersatelliter och blixlokaliseringssystem. SMHI har för det mycket omfattande vädersystemutvecklingsprojektet skapat ett tätt nät av automatstationer i ett område med ca 10 mils radie runt Norrköping, 40 stationer är installerade. Förutom dessa stationer finns närmare ett hundra automatstationer av olika slag i landet för olika ändamål. Figur 1 visar placeringen av de förra. Figur 2 visar en principskiss över en automatstation med de olika mätinstrumenten. Mätningarna samlas in via telefonlinjer var 15:e minut. Dessa automatstationer kan utrustas mycket flexibelt med olika instrument, som kan anpassas efter speciella krav. Detta observationsnät utbyggt över stora delar av Sverige skall svara mot ett behov från alla väderberoende näringsgrenar.

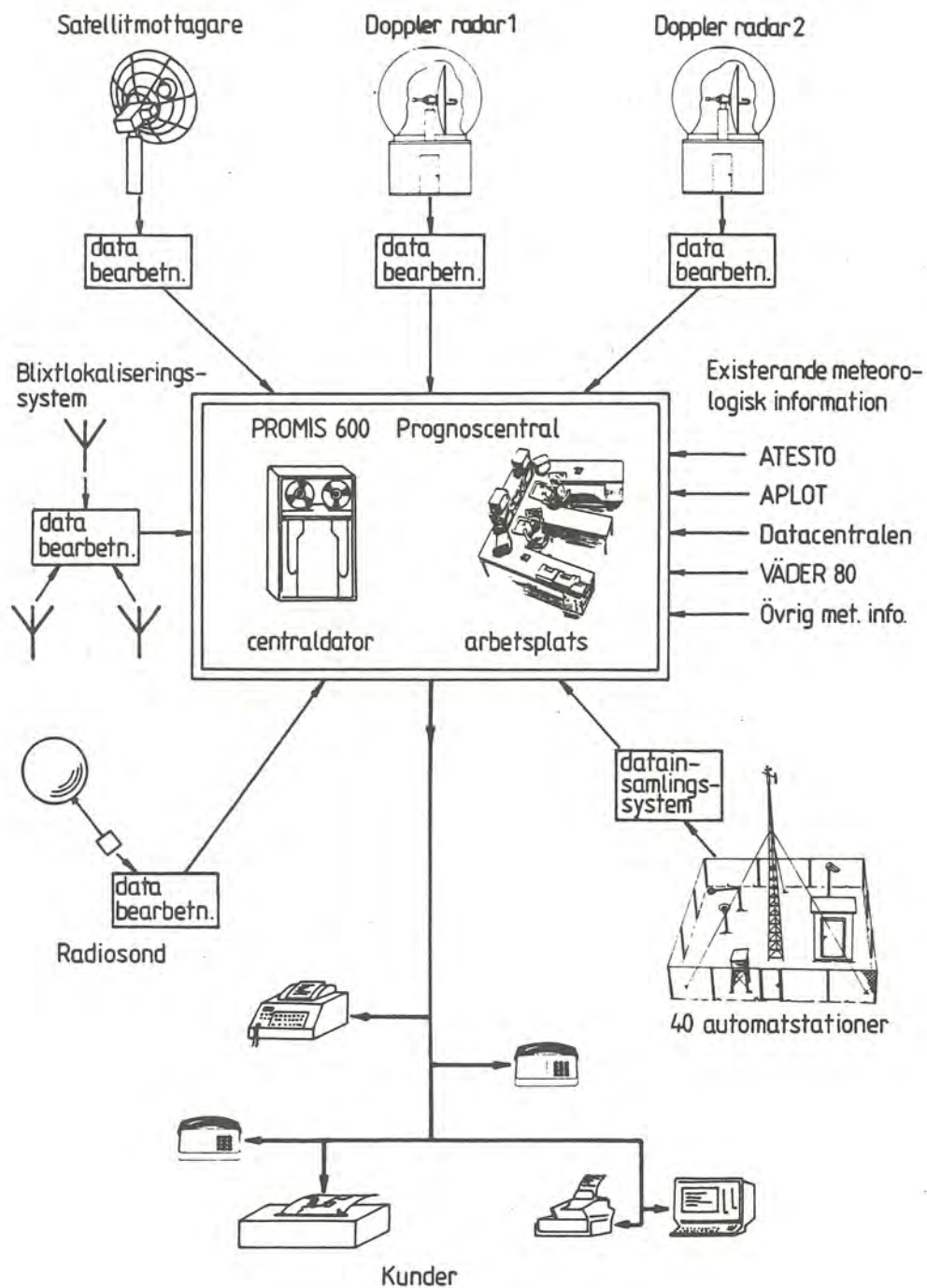
Nya väderradar har installerats i Norrköping, Stockholm och Köpenhamn. Väderradar ger kontinuerlig information om nederbörd. Man kan följa olika skurars och nederbördsområdets rörelse och utveckling. Denna information kommer att bli mycket väsentligt för detaljerade nederbördsprognoser de närmaste timmarna. Radar kan även utnyttas för att erhålla en detaljerad kartering av den nederbörd som fallit. Sådan nederbördsinformation är mycket viktig för beräkning av markvattenhalt. Inom det närmaste året installeras väderradar i Göteborg och på Gotland.

Vädersatelliter får en allt större betydelse inom meteorologin. Satelliterna, geostationära över ekvatorn och polära cirkulerande från pol till pol på ca 900 km höjd, ger data om atmosfär och markyta runt hela jorden. För svenska tillämpningar utnyttjas satellitinformation allt mer för mer detaljerade prognoser. SMHI har nyligen installerat ett avancerat bearbetsningsystem för satellitbilder. Data tas emot direkt från satelliterna och bearbetas inom några minuter. Olika vädersystems rörelse och utveckling kan följas. Man ser molnslag och nederbördens intensitet och utbredning. Satelliterna kan också utnyttjas för studier av strålningsförhållanden och detaljerad temperaturkartläggning. Med hjälp av blixlokaliseringssystem kan åskväder kartläggas och följas. Där man saknar information från radar kan vädersatelliter och blixlokaliseringssystem utnyttjas för att ge en bild av var intensiva regnväder drar fram.

Figur 3 visar uppbyggnad av PROMIS 600 tekniska system.

Figur 2. Principskiss över mätning och insamling av data i SMHIs automatsstationsnät. Speciella mätningar kan läggas till för särskilda behov.





Figur 3. Uppbyggnad av PROMIS 600 tekniska system.

1.2.2 Utveckling av längre prognoser

Kvaliten på numeriska väderprognoser har förbättrats enormt sedan de allra första datorberäkningarna som gjordes för ca 35 år sedan. Vid SMHI görs rutinmässigt prognosberäkningar för prognoser upp till 36 timmar. Resultatet av dessa beräkningar är bl a nederbörd, temperatur, vind, lufttryck och fuktighet vid marken och i olika nivåer i atmosfären. I ett nordiskt samarbete utvecklas dessa metoder. 1989 tas en ny modell i drift vilket bl a innebär säkrare nederbördsprognoser.

Vid ECMWF (European Centre of Medium range Weather Forecasts) görs dagligen modellberäkningar upp till tio dygn. ECMWF, som i dagligt tal kallas "Centret", är ett gott exempel på europeiskt samarbete. 17 stater samarbetar för att gemensamt skapa de ekonomiska och vetenskapliga resurser som krävs för avancerade meteorologiska prognosberäkningar.

Centret började med operationella prognoser 1979. De senaste åren har man utnyttjat en superdator CRAY X-MP/48 för prognosberäkningar. Observationsdata samlas in från hela globen och analyseras några timmar efter det att observationerna är utförda. Den horisontella upplösningen i modellen motsvarar ungefär 100 km. Med denna upplösning fångar man utvecklingen och rörelse av de lågtryck och högtryck som i hög grad påverkar vädret på våra breddgrader. Mera lokalt betonade vädersystem som åskväder, mindre regnväder m m kan endast fångas av mera detaljerade bearbetningar och observationer och inom begränsade områden.

En påtaglig förbättring har skett i prognosskicklighet i de längre prognoserna. Kvaliteten har ökat så att dagens prognoser för fem dygn framåt är bättre än prognosen för tre dygn för tio år sedan. Kvaliteten är tyvärr lägre sommartid än vintertid beroende på att vädersystemen ofta är mindre och mer kortlivade sommartid. På Centret planerar man för ytterligare kvalitetsförbättringar genom att utnyttja datorer med ännu högre kapacitet, genom att påverka utvecklingen av de världsomspännande väderövervakningssystemet och genom att forska ytterligare i samband mellan väderpåverkande faktorer i atmosfären och i gränsskiktet mellan atmosfär och underlag.

Meteorologer från SMHI är i hög grad involverade i utvecklingsarbetet vid Centret liksom i det nordiska projektet som arbetar med modeller för mer regionala modellberäkningar av vind- och nederbörssystemens rörelse och utveckling.

1.2.3 Utveckling av distributionsvägar

De traditionella prognosvägarna från SMHIs vädertjänst har varit bl a radio, TV och telefonsvarare. Dessa tillfredsställer ett stort behov av allmän och i någon mån mer speciell väderinformation och så kommer de också att förbli. Samtidigt som kraven ställs på mer kundanpassad information och på större informationsmängder måste också distributionssätten förändras. I ett allt mer datoriserat samhälle kommer distribution av data i allt högre utsträckning att ske från dator till dator.

SMHI har möjlighet att snabbt slussa antingen färdigbearbetad information från den egna databasen för presentation i alfanumerisk eller grafisk form hos användaren eller att överföra data för slutbearbetning och presentation hos användaren.

1.2.4 SMHI:s regionaliserade vädertjänst

SMHI har en lång tid haft regionala kontor lokaliserade till olika flygplatser. En uppbyggnad har skett som innebär att den information som finns tillgänglig centralt på SMHI i Norrköping även finns på de regionala vädertjänsterna. Datorerna på vädertjänsterna i Sundsvall, Stockholm, Göteborg och Malmö är kopplade till ett gemensamt kluster med huvuddatorerna i Norrköping. Satellitbilder och radarinformation m m distribueras. Längre prognoser och alla tunga prognosberäkningar utförs centralt men korta prognoser, övervakning och kontakter med informationsutnyttjare sker från de regionala kontoren.

SMHI-Sundsvall ansvarar för nästan hela Norrland. Torvmossar i Gästrikland liksom i Västmanlands och Uppsala län knyts till SMHI-Stockholm. De mossar med torvbrytning som ligger inom Örebro, Östergötlands och Jönköpings län betjänas av SMHI-Norrköping. Sydligaste Sverige har sin vädertjänst i SMHI-Malmö och länen i Västsverige är knutna till SMHI-Göteborg.

1.3 Målsättning med TORV-VÄDER-projektet

Projektets syfte har varit att prova om och hur man i torvbrytning lättare och till lägre kostnad kan nå uppsatta produktionsmål med de förutsättningar som angetts tidigare i detta kapitel. Om resultatet blir positivt bör en rikstäckande service etableras men där de olika torvproducenternas specifika krav tillgodoses.

2. PROJEKTETS GENOMFÖRANDE

2.1 1986

Projektarbetet startade april 1986 med kontakter med produktionsställen för torvbrytning. Man fann att Stockåsmossen var en lämplig arbetsplats att arbeta emot. Dåvarande driftsansvarig (Svenska Torv) och entreprenören på stället var intresserade och positiva till medverkan i projektet. Uppläggning diskuterades med dessa och man kom överens om en preliminär prognosutformning, tider och distributionssätt.

Under maj månad planerades arbetsrutiner på SMHI i Norrköping och man gjorde klart de tekniska arrangemangen. En skrivande nederbördsräknare placerades vid Stockåsmossen. Telefaxutrustning installerades tillgänglig för arbetsledningen. Prognoser har sedan levererats hela sommaren två gånger per dygn enligt bifogade blanketter (Fig 4 och 5).

Arbetsledaren har varje dag gjort anteckningar hur väderprognoserna utnyttjats i dagliga beslut och planering för kommande dagar. I dagböckerna har också gjorts anteckningar vilka resultat prognoserna lett till. Dagböckerna, som också anger vilka väderparametrar som har haft störst inflytande på arbetet, analyserades. Det framgick tydligt att väderprognoserna haft ett stort inflytande på arbetsuppläggningsplaneringen. Störst var inflytandet när torkperioder förekom omväxlande med regnväder och regnskurar. Under långvariga "regnperioder" sker mest servicearbeten som ej är väderberoende. Väderprognoser påverkade när man skulle utföra torvbrytning, inkallande av personal, förlängning av arbetspass osv. Många prognoser ledde till besparingar och vinster medan vissa prognoser lett till felaktiga beslut. Det finns även exempel på felaktiga prognoser som lett till intensivering av arbetet på sätt varit värdefulla, dvs lett till ett positivt ekonomiskt resultat.

Efter avslutad säsong diskuterades erfarenheter med representant för torvproducerande företag, Svenska Torv/Råsjö Torv AB Hudiksvall, och Stockåsmossens entreprenör. Utvärdering och diskussioner användes för planering av 1987 års projektarbete. Former för distribution och prognoser skulle komma att förändras. Man fann att torkningsförhållanden (beroende på vind, fuktighet, solstrålning mm) tillsammans med regnrisk utgör de viktigaste planeringsunderlagen. Därför utarbetades ett torkningsindex och arbetet lades ner för att förbättra nederbördsprognoserna ytterligare.

SMHIPROGNOSER TILL SVENSKA TORV STOCKÅS

Telefax

till Stockås

senast 0600

Utfärdaddagen/..... 1986.

Gällande	06 - 12	12 - 18	18 - 24
Väder	<i>Regn</i>	<i>Regn</i>	<i>Molnigt</i>
Nbd börjar	—		
Nbd slutar	—	<i>16-18</i>	
Sannolikhet > 0,5 mm	<i>100</i>	<i>80</i>	<i>50</i>
> 3,0 mm	<i>70</i>	<i>50</i>	<i>20</i>
> 10 mm	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>0</i>
Total sannolikhet	06 - 18		
> 1,0 mm	<i>90</i>		
> 5 mm	<i>50</i>		
> 15 mm	<i>20</i>		
	06 - 12	12 - 18	18 - 24
Max temp	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>13</i>
Medelmolnighet	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>7</i>
Vindriktning	<i>S</i>	<i>S</i>	<i>SU</i>
Vindhastighet	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>4</i>
Sannolikhet byar 10 m/s	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>05</i>

Kommentar:

Figur 4. Morgonprognosens utformning 1986.

PROGNOSER TILL SVENSKA TORV STOCKÅS

Telefax

till Stockås

senast 1400

Utfärdaddagen/..... 1986

		D + 1		D + 2	D + 3	D + 4	D + 5
Gillande	15-06	06-15	15-00	00-00	00-00	00-00	00-00
Väder	<i>Regn</i>	<i>Vx moln</i>	<i>Vx moln</i>	<i>Soligt</i>	<i>Soligt</i>	<i>Regnskur.</i>	<i>Regnskur</i>
Trolig nbd mängd	<i>3 mm</i>	<i>0.5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>
Sannolikhet > 0,5 mm	<i>90</i>	<i>40</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>40</i>
> 1,0 mm	<i>70</i>	<i>30</i>	<i>10</i>	<i>05</i>	<i>10</i>	<i>30</i>	<i>30</i>
> 5 mm	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>05</i>	<i>0</i>	<i>05</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
> 15 mm	<i>10</i>	<i>05</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>05</i>	<i>05</i>
Maxtemp	<i>14</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>21</i>	<i>22</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
Mintemp	<i>10</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>15</i>	<i>15</i>
Medel molnighet	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>6</i>
Vindriktning	<i>5</i>	<i>SV</i>	<i>NV</i>	<i>NV</i>	<i>NV</i>	<i>Vx</i>	<i>Vx</i>
Vindhastighet	<i>5</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>2</i>

Kommentar: _____

Figur 5. Middagsprognosens utformning 1986.

SMHIPROGNOSER TILL SVENSKA TORV STOCKÅS

Telefax

till STOCKÅS

senast kl 0600

Utfärdad dagen / 1987

Gällande	06-12	12-18	18-24
Väder	<i>Soligt</i>	<i>Mulnande</i>	<i>Regn</i>
Nöb börjar	—	—	<i>20-24</i>
Nöb slutar	—	—	—

Sannolikhet

> 1 mm	<i>0</i>	<i>20</i>	<i>60</i>
--------	----------	-----------	-----------

Total sannolikhet 06-18

> 1 mm	<i>20</i>
> 5 mm	<i>05</i>
> 10 mm	<i>0</i>

Potentiell avdunstning under dagen 06-18

Prognoserad	<i>5.3</i> mm	Normalvärde	<i>4.1</i> mm
-------------	---------------	-------------	---------------

Vind under dagen

Medelvind	<i>4</i>	Sannolikhet byar >10 m/s	<i>10</i>
-----------	----------	-----------------------------	-----------

Kommentar:

Figur 6. Morgonprognos 1987. Prognosen har förenklats.
Avdunstningsprognos har tillkommit.

SMHI

PROGNOSER TILL SVENSKA TORV STOCKÅS

senast 1400

Utfärdaddagen/..... 1987.

		D + 1		D + 2	D + 3	D + 4	D + 5
Gällande	15-06	06-15	15-00	00-00	00-00	00-00	00-00
Väder	<i>Regn</i>	<i>Regn</i>	<i>Molnigt</i>	<i>Uk moln</i>	<i>Soligt</i>	<i>Soligt</i>	<i>Soligt</i>
Trolig nbd mängd	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>0.5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Sannolikhet							
> 1,0 mm	<i>90</i>	<i>80</i>	<i>30</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>20</i>
> 5 mm	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>10</i>	<i>05</i>	<i>05</i>	<i>05</i>	<i>05</i>
> 15 mm	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
Potentiell avdunstning		<i>2.0</i>		<i>4.0</i>	<i>5.3</i>	<i>5.5</i>	<i>5.5</i>
Dayg Ja/Nej	<i>—</i>			<i>ja</i>			

Kommentar:

Figur 7. Middagsprognos 1987. Temperatur-, vind- och molnighetsprognoserna har sammanfattats i potentiell avdunstning.

2.2 1987

Kontakterna återupptogs på våren. Via telefon förmedlades femdygnsprognoser. Vid ett besök på Stockåsmossen i maj utplacerades registrerande nederbördsräddare. Samtidigt diskuterades de förändringar som skulle prövas. Den potentiella avdunstningen infördes jämfört med normalvärde. Detta medförde enklare formulering av vind och väder. Prognosblanketter som utnyttjades 1987 visas i figurerna 6 och 7.

Man diskuterade olika former för distribution av prognos. Telefon skulle prövas. Även videotex (Agrovision) diskuterades.

Efter någon veckas telefonuppringningar till väder-tjänsten i Norrköping för att erhålla aktuella prognoser fann man att telefax var överlägsen. Med tillgång till en enkel bordsfax kopplad till telefon hade man nästan alltid en aktuell prognos när man började på morgonen. Man hade ett tydligt dokument över prognoserat väder som det var lätt att planera efter. Svårigheter att använda prognoser som planeringsunderlag visade sig när spridda skurar väntades dag efter dag och sannolikhetsvärdena låg nära den klimatologiska sannolikheten.

Under säsongen, som var mycket ogynnsam för torvproduktion, hölls kontinuerliga kontakter. Inga dagboksanteckningar fördes. I nederbördsräddaren föll sammanlagt 379 mm regn under 3 månader. Ett sista besök gjordes efter säsongen den 21 september.

2.3 Dagbok

En viktig del i projektet var att få en uppfattning om hur prognoserna kunde påverka beslut och planering. Ett dagboksblad utarbetades där arbetsledningen dagligen skulle anteckna om prognosen innehöll information som hade betydelse för beslut och planering, hur denna information utnyttjades och till sist om åtgärderna var riktiga. Ett exempel på dagboksanteckningar bifogas som visar ett tillfälle där den korta prognosen kommer med en positiv nyhet om torrt väder och den längre prognosen anger annalkande ostadigt väder.

TORV - VÄDER - DAGBOK

Tors dagen 19/6 1986

1. Vilken information i prognosen är väsentligast med hänsyn till aktuella arbeten
(Markera med kryss eller prioritera med siffror)

☐ Väder (molnighet)☒ Sannolikhet för regn☐ Temp☒ Vind☐ Kombination

och

☒ Torknings-
sannolikhet

2. Innehöll dagens TORVVÄDER-prognoser någon väsentlig och ny information utöver det du inhämtat genom egna iakttagelser och genom radio- och TV-rapporter.

☐ Nej☒ Ja☐ Nedbörd _____☐ Temp _____☐ Vind _____

Lovat uppehåll

3. Innehöll dagens TORVVÄDER-prognoser någon information som gjorde dig säkrare där du tidigare var tveksam om väderutvecklingen

☐ Nej☒ Ja☐ Nederbörd _____☐ Temp _____☐ Vind _____...☒... Uppehåll

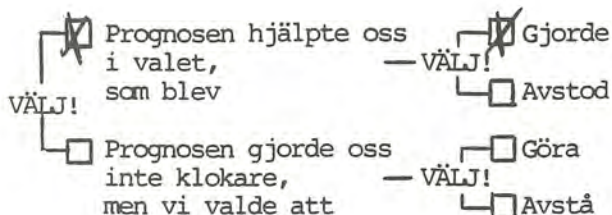
- 4.. Beslut av "engångskaraktär", att göra eller avstå från en viss åtgärd.
Ifylles även om prognosen fick Dig att avstå från något Du tänkt!
(Typ av) Åtgärd _____

Uppehåll = Full produktion

I EFTERHAND

Visade sig åtgärden vara
rätt/fel
nödvändig/onödig (etc)

Rätt



Vad vanns eller förlorades?
Försök att kvalitativt beskriva! (tid, pengar,.....)

Full produktion hela dagen = Produktionsmålet följs

5. Beslut om planering av arbete under dagen, och ev närmaste dagarna

(KORTA NYCKELORD)

I EFTERHAND



Vad gjorde Du?

Vad ändrades?

Vad valde Du?

Vad valde Du?

. Var det Du gjorde det bästa (nu när Du vet hur vädret blev?)

Rätt

. Om "rätt": Vad vann Du jämfört med alternativ? (tid, pengar, material, energi, kvalitet hos gröda.....)

Alternativ finns inga

. Om "fel": Vad förlorade Du jämfört med alternativ? (tid etc)

Producera el. inte

6. Viktiga beslut på lite längre sikt under dagen (t ex kalla in extrafolk/avbeställa extrafolk några dagar framöver,)

Endygnns = Arbetsstyrka tillsagd vara
kvart hela dagen.

7. Övrigt, kommentarer.....

Beskriv!

Flerdygnsprognos = Lovat ostadigt = förbereda
personal på ev. kommande produktions-
paus under midnattshelgen.

Dagboken ifylles dagligen och sändes efter varje månad till

Erik Liljas

SMHI

601 76 NORRKÖPING

3. UTVÄRDERING

I detta kapitel sammanfattas alla dagboksanteckningar, av prognoserna har nederbördsprognoserna speciellt intresse. Dessa har därför verifierats omsorgsfullt. För det tredje diskuteras avdunstningsprognoser eftersom dessa har utvecklats speciellt i samband med detta projekt.

3.1 Dagbok

Dagboken användes endast ett år. Man kan inte begära att utvärderingen av denna skall ge något statistiskt underlag på nyttan av väderprognoser. Anteckningarna som är mycket konsekvent och noggrant gjorda är däremot ett värdefullt kvalitativt mått på väderinformationens inflytande på besluts- och planeringsprocessen.

Det första som framgick av dagböckerna var att sannolikheten för regn och torkningsindex var de helt avgörande parametrarna. Vinden ansågs väsentlig i en av dag 6. Andra parametrar var intressanta men hade inte något inflytande på aktuella arbeten.

TORVVÄDER-prognosen innehöll i 30 % av dagarna väsentlig och ny information. De gällde i samtliga fall nederbördsprognoserna.

I 40 % av anteckningarna blev man säkrare i bedömningen när man erhållit prognosen.

När det gällde beslut att göra eller avstå från en viss åtgärd visar dagböckerna att man i 60 % av dagarna blev hjälpt i valet.

I tre fall av fyra var man klar över hur arbetet skulle disponeras men i ett fall av fem blev man överraskad av prognosen och fick lov att göra en omDispositionering.

I ett fall av fyra tvekade man mellan olika alternativ och ville ha prognoser som underlag. I en fjärdedel av dessa fall blev man inte klokare av väderprognosen men i övrigt blev man vägledad åt rätt håll av prognosen.

I nästan 90 % av fallen har man fattat riktiga beslut i förhållande till vädret och mer än 20 % kan direkt härledas till väderprognoserna.

Av dagboksanteckningarna framgår också att under långvariga våta perioder har man ej tagit hänsyn till de korta prognoserna utan väntat på positiva rapporter i de längre prognoserna eller i TV:s vädersändningar.

Sammanfattningsvis kan man finna att väderprognoserna (nederbördsprognoserna, upptorkningsprognoserna) har stor påverkan på beslut och planering då vädret växlar från perioder med gynnsamma förhållanden till perioder med brist på torka och vice versa.

3.2 Prognoser

Med hjälp av verifikationer kan man utvärdera i vilken omfattning utnyttjaren av prognoser har blivit ledd till riktiga beslut. Det är nästan uteslutande sannolikhetsprognoserna för regn som operationellt utnyttjats av arbetsledningen. Därför ägnas dessa speciell uppmärksamhet.

3.2.1 Sannolikhetsprognoser och cost/loss-situationer

Väderprognoser har en inneboende osäkerhet. Denna osäkerhet har en rad olika orsaker. För det första finns hos observationssystemen och analyssystemen en otillräcklighet eller ofullkomlighet att beskriva atmosfärens tillstånd och vädret i en godtycklig tidpunkt och plats. För det andra är modellerna och metoderna att beskriva utvecklingen behäftade med approximationer och antaganden när det gäller fysikaliska dynamiska processer. För det tredje, när vi tar fram prognoser ur våra beräkningar, tvingar vi oss göra ytterligare förenklingar och approximationer. Alla dessa faktorer bidrar till osäkerhet i prognoser. För att prognoser skall ha ett värde krävs självfallet att avnämaren skall fatta riktiga beslut baserade på dessa. Om prognoserna presenteras som sannolikhetsprognoser kan ofta riktiga beslut fattas med osäkra prognoser. Med olika typer av teoretiska beslutsanalyser har man kunnat bevisa att sannolikhetsprognoser ger en större ekonomisk avkastning/mindre förlust än kategoriska prognoser, persistensprognoser och klimatologiskt baserade prognoser. Med hjälp av sannolikhetsprognoser kan också tilltron till prognoser höjas genom att denna inte kommer att skadas på samma sätt som av mer eller mindre hårt drabbande kategoriska felprognoser. Direkta felprognoser skall inte behöva förekomma när man tillämpar sannolikhetsbegrepp. För att optimera värdet av prognoserna behöver man därför kvantifiera osäkerheten. Sedan gäller det för mottagaren att rätt utnyttja prognosen.

För att sannolikhetsprognoser skall ha ett värde är den första förutsättningen att vädertjänsten kan framställa dessa med ett visst mått av tillförlitlighet och skicklighet. Den andra förutsättningen är att avnämarna förstår hur man skall utnyttja dessa för att optimera värdet.

Det som avgör om man skall utföra en viss åtgärd eller inte, är ofta i slutändan det ekonomiska resultatet.

Om man väljer ett praktiskt och enkelt exempel från jordbruket kan t ex jordgubbar och frostskydd i samband med blomning demonstrera sannolikhetsprognosernas användning. Anta att det finns en bevattningsanläggning som kan sättas in mot frost. Man kan välja mellan att skydda och att inte skydda.

Följande tabell, s k kostnadsmatris kan åskådliggöra problemet.

Åtgärd	Väder		Väntade utgifter
	frost	ej frost	
Skydd	C	C	$E_1 = r_1 C + r_2 C$
Ej skydd	L	0	$E_2 = r_1 L$
Sannolikhet	r_1	r_2	

Sannolikheten för frost är r_1 ($0 < r_1 < 1$), $r_2 = 1 - r_1$, alltså de väntade utgifter om skyddar, $E_1 =$ kostnaden att skydda $= C (r_1 + r_2) = C$. Väntade utgifter för oskyddade jordgubbar är risken för frost gånger den förlust man gör om frosten förstör en del av blomningen (L), $E_2 = r_1 \times L$.

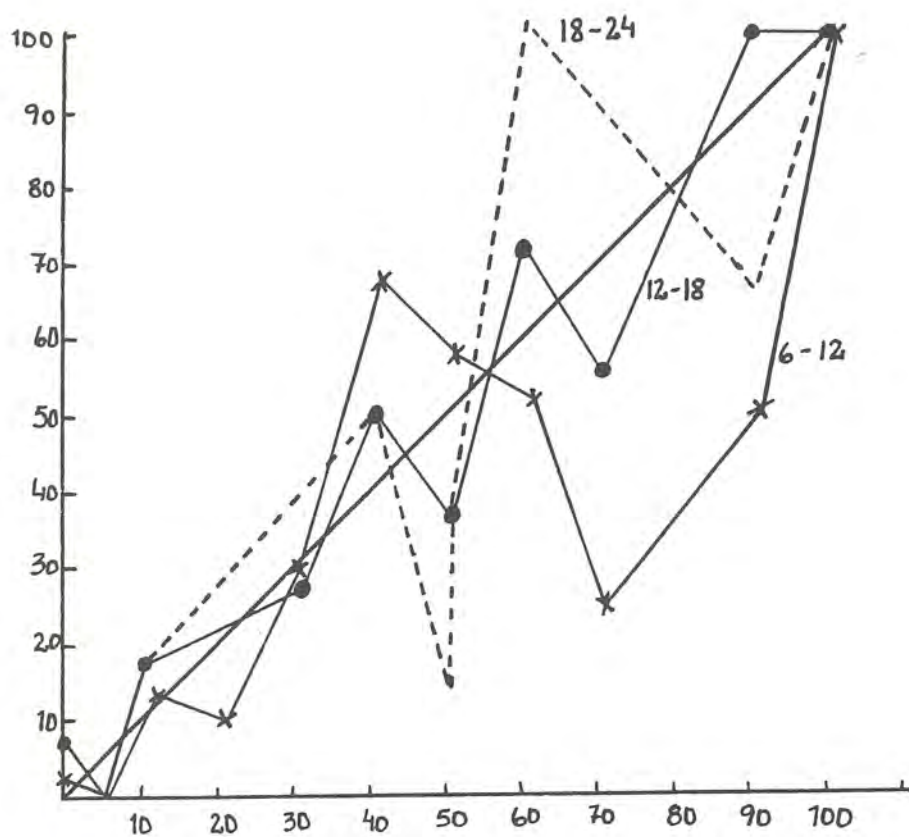
Beslutsfattaren vill minimera sina utgifter, vilket innebär att skydd skall väljas om E_1 är mindre än E_2 , dvs

$$r_1 > C/L$$

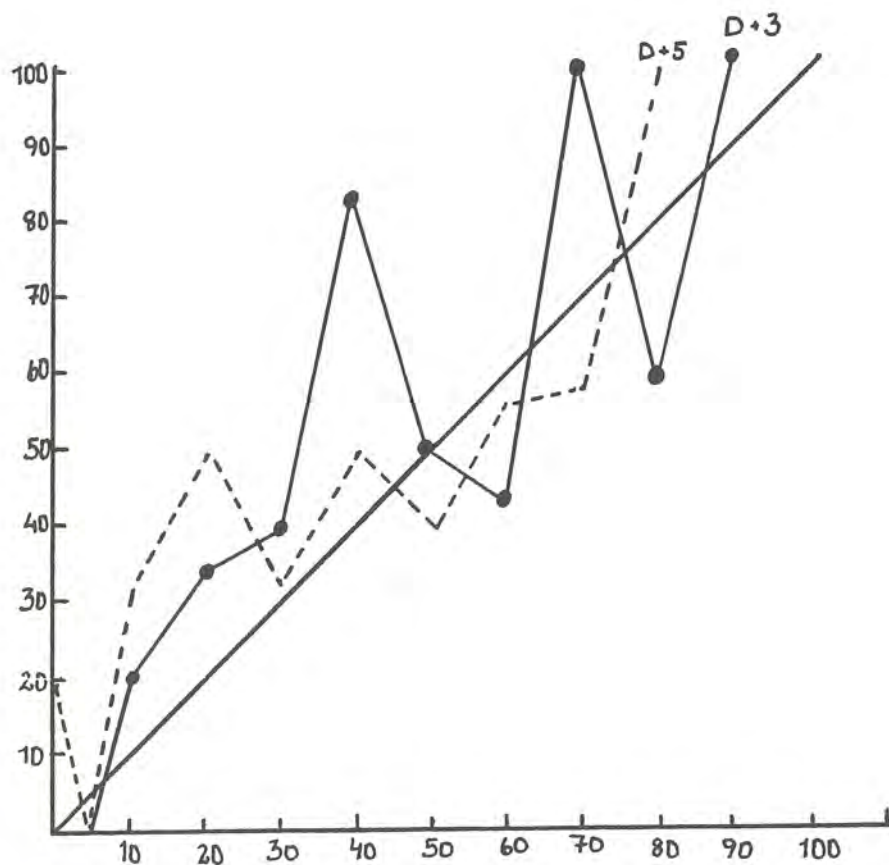
C/L är alltså förhållandet mellan kostnad att vidta åtgärd mot frost och förlust om frost skadar oskyddade plantor. Antag att det kostar 500,- att skydda (viss arbetskostnad plus negativ effekt på plantor och kartläggning). Om det blir rejäl frost uppskattas skadorna till 10 000,-. I detta fall skall man välja skydd då frostsannolikheten överstiger $500/10\,000$, dvs 5 %. Antag vidare att man genom frostskydd flera nätter gjort marken och plantorna våta. En ytterligare besprutning skulle medföra skador för 2 000,- medan värdet som kan räddas har sjunkit till 5 000,-. I detta läge får man ett C/L -förhållande som innebär att skydd bör vidtagas om frostrisken överstiger 40 %. Detta exempel visar, dels hur sannolikhetsprognoser kan vara underlag för optimering av ekonomiska resultat förutsatt att prognoserna är tillförlitliga, dels att C/L -förhållandet kan variera från dag till dag, från plats till plats, från situation till situation. Även en låg sannolikhet kan innebära att avnämaren bör vidta åtgärder. Detta talar för att vissa prognoser bör uttryckas som sannolikheter och att de som utnyttjar prognoser bildar sig en uppfattning av förhållandet mellan skyddskostnad och riskerat värde.

Prognos	Prognos- erad frekvens	Observ. frekvens	Tillförl.	Upplösn.	"Skill"
> 0.5 mm + 0-+6 tim (86)	19.5%	17.3%	0.016	0.051	24.7
> 0.5 mm +6-+12 tim (86)	26.4%	27.6%	0.015	0.042	13.5
> 0.5 mm +12-+18 tim (86)	20.2%	21.4%	0.019	0.055	21.4
> 1 mm +0-+6 tim (87)	26.3%	22.8%	0.048	0.070	12.7
> 1 mm +6-+12 tim (87)	29.3%	29.3%	0.034	0.053	9.4
> 1 mm +12-+18 tim (87)	16.8%	19.6%	0.035	0.035	0
> 5 mm +0-+12 tim (87)	18.9%	14.1%	0.014	0.020	5.2
> 1 mm +4 dygn (86)	30.0	34.9	0.025	0.01	-5.3

Tabell 1 Resultat av utvärdering av olika sannolikhetsprognoser.



Figur 8. Tillförlitlighet i prognoser för 6 timmars nederbörds-sannolikhet > 0.5 mm (morgon 6-12, eftermiddag 12-18 och kväll 18-24).



Figur 9. Tillförlitlighet i tre- och fem-dygnsprognoser sommaren 1987. Sannolikhet > 1 mm/24 tim.

Det är ofta en mycket svår uppgift att finna enkla cost/loss-samband men det visar sig att arbetsledare ofta har ett intuitivt värde som ligger nära det som man matematiskt kan beräkna.

När kraven på ekonomisk optimering blir mycket starka sker ibland utveckling av beslutsmodeller där olika faktorer ingår som parametrar. De ekonomiska är självklara och väderparametrar (sannolikhet för relevanta väderhändelser) skall ingå om de är tillförlitliga och har en viss "skill" dvs förmåga att förutsäga förändringar i vädret som ligger väl över antaganden som kan göras utan prognos.

3.2.2 Verifikation av sannolikhetsprognoser

Sannolikhetsprognoser skall ha två viktiga kvalitets-egenskaper, dels tillförlitlighet, dels "skill" (se ovan).

Tillförlitlighet innebär att av de prognoser där man sagt att det är 30 % sannolikhet skall vädret inträffa i tre fall av tio. I de fall prognoser angav 90 % skall det ha inträffat i nio fall av tio. I tabellen är också angivet ett mått på tillförlitlighet. Detta skall vara nära noll. Måttet visar avståndet från 45° linjen i tillförlitlighetsdiagrammen. Upplösningen är bättre ju högre den är. Upplösningen är ett mått på avvikelserna från klimatologin d v s den risk man antar man har om man inte har tillgång till prognosen. God tillförlitlighet och upplösning ger tillsammans skill som ska ha ett positivt värde. Hundra är helt perfekta prognoser men även värden över tio innebär att utnyttjaren har god hjälp av prognoserna. I de längre prognoserna är alla positiva värden godkända.

Figur 8 och 9 visar, trots ryckigheten som beror på ett litet statistiskt material, att både korta och längre prognoser är relativt tillförlitliga.

Detta ser man även i tabellen. Det framgår att meteorologen har prognoserat regn nästan exakt lika ofta som vädret inträffat.

Prognoserna kan emellertid förbättras. Efter försöket har mycket utvecklingsarbete ägnats åt sannolikhetsprognoser och mycket arbete är planerat framöver. Meteorologerna får tillgång till objektivt beräknade sannolikheter som sedan justeras efterhand när man ser utveckling av vädersystem på radar - och satellit-skärmar.

3.3 Speciella kommentarer till avdunstningsprognoser

Det totala flödet av vattenånga (E) kan skrivas som:

$$E = E_a + E_t + E_i$$

där E_a = avdunstning
 E_t = transpiration (från levande organismer)
 E_i = interception (från vatten på löv, barr m m).

Det är ofta svårt att särskilja E_a , E_t och E_i .

Det totala flödet av vattenånga kalla evapotranspiration. Evapotranspirationen i biosfären beror på:

- 1 Tillgänglighet på vatten
- 2 Ångtrycksdifferens mellan källor och sänkor
- 3 Effektivitet hos transportmekanismen.

Det kan nämnas att interceptionen från en barrskog kan överstiga avdunstningen från en vattenyta eller en yta bestående av fuktig jord.

Ett mycket använt begrepp är potentiell avdunstning. Det utvecklades i slutet på 40-talet av två forskare oberoende av varandra. En av dem var HOWARD L PENNMAN.

Definition:

Med potentiell avdunstning avses den mängd vattenånga som förbrukas för växters transpiration och evaporation från ett växtsamhälle i god växt, när det finns OPTIMAL tillgång till vatten i rotzonen.

Det innebär att potentiella avdunstningen kan betraktas som en maximalt möjlig avdunstning.

En mängd mer eller mindre komplicerade empiriska formler har tagits fram för beräkning av potentiella evapotranspirationen. Den mest använda i västvärden är Penmans formel.

Det har dock framförts kritik mot formeln men det finns användning för dylika värden om de används med urskillning.

Sommartid ger beräkningar utförda med Penmans formel sannolikt en värdefull information för t ex jordbruk och torvproducenter.

3.3.1 Penmans formel

Penmans formel kan skrivas:

$$E_p = \frac{D}{L} (R(1-r) s T^4 (a - b \frac{V E}{g + D}) - H) (1 - 0.0m) + G +$$

$$+ c ((0.5 + d v) (E_s - E))$$

E_p = potentiella evapotranspiration mm/dygn

R = Globalstrålning W_s/m^2 dygn

r = markytans albedo

s = Stefan-Boltzmanns konstant $0.00492 W_s/grad^4 m^2 dygn$

T = luftens temperatur 2m grader kelvin
 E = Ångtryck hPa
 E_s = Mättnadsångtryck vid temperatur T hPa
 m = molnighetsandel ($m=0$ klart, $m=1$ mulet)
 D = derivatan av mättnadsångtrycket map temperaturen
 g = psykometerkonstanten 0.66 hPa/grad
 L = vattnets ångbildningsvärme 2500000 Ws/kg
 v = vindhastighet 2m
 H = skillnad i långvågsstrålning 2 m - markyta (försummad)
 G = förändring i markens värmelagring (försummad)

Empiriska konstanter : $a=0.56$, $b=0.078$, $c=0.26$, $d=0.54$

H försummad innebär: Under dagen då torkförmågan är som störst är skillnaden i temperatur försumbar.

G försummad innebär: Den beräknade torkförmågan blir något för hög under vår och försommar då marken värms upp och för låg under hösten då värme avges från marken.

Penmans till synes mycket komplicerade formel kan delas upp i några deltermer. (Se även fig 10).

Term A $R(1-r)$ är den del av kortvågsstrålningen som absorberas vid markytan.

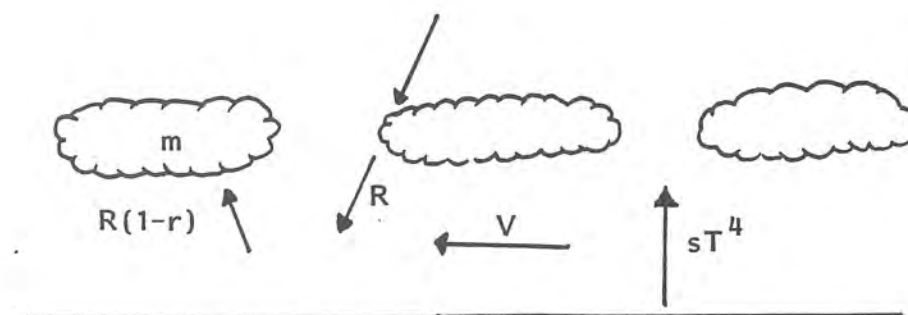
Term B $s T \exp^4 (a-b VE)(1-0.9m)$. Termen beskriver utstrålningen från en svart kropp med temperaturen T , reducerad på grund av luftens fuktighet och molnighet.

Term C $g c (0.5+ dv)(E_s-E)$. Termen innehåller bland annat vindhastigheten och därmed transportmekanismen.

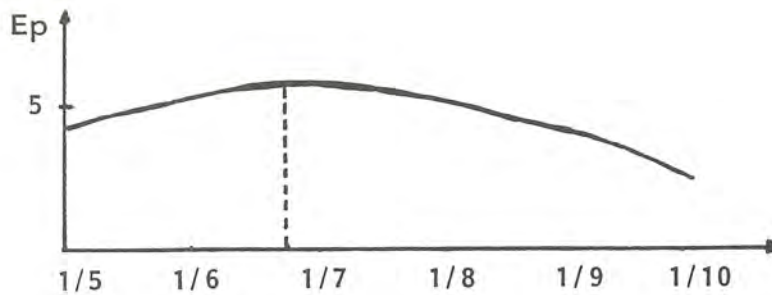
3.3.2 Känslighetsanalys

För att undersöka hur de i formeln ingående variablerna inverkar på avdunstningen har en enkel känslighetsanalys utförts. En parameter har varierats medan de övriga hållits konstanta.

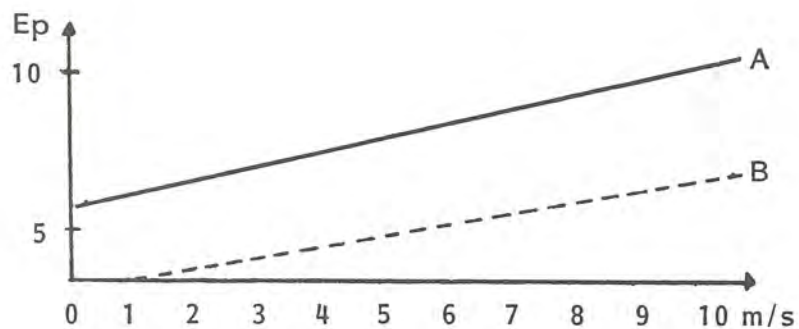
Följande figurer ger resultatet av analysen.



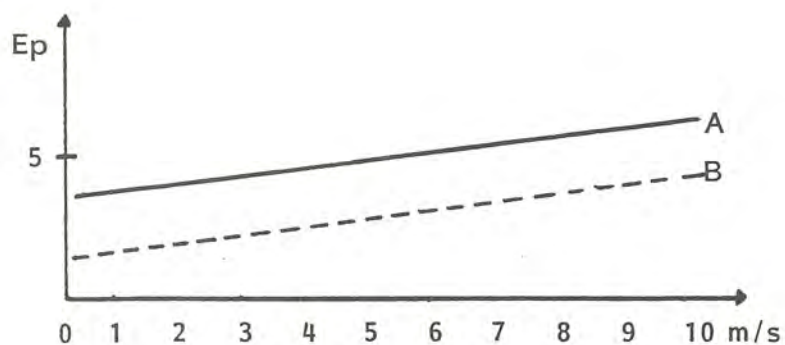
Figur 10. Viktiga parametrar ingående i Penmans formel.



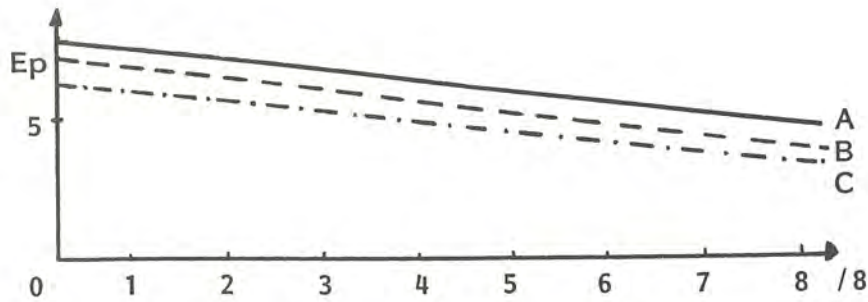
Figur 11. Årstiden varierar. Temperatur: 288K. Vind: 5 m/s
Fuktighet: 50 % Moln: Halvklart Albedo: 10 %



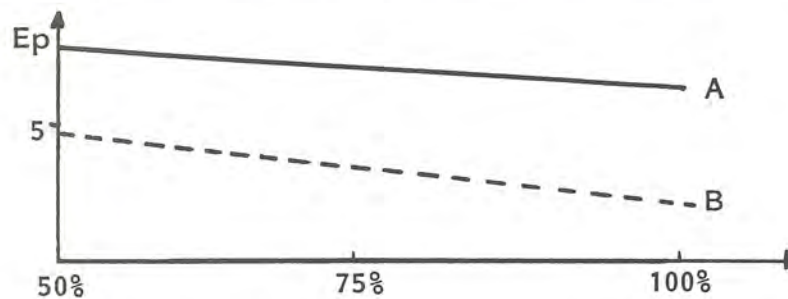
Figur 12. Vindhastighet varierar. Temperatur 288K. Datum 15/6
Albedo: 10 %. Fuktighet 50 %, Molnighet A=klart B=mulet



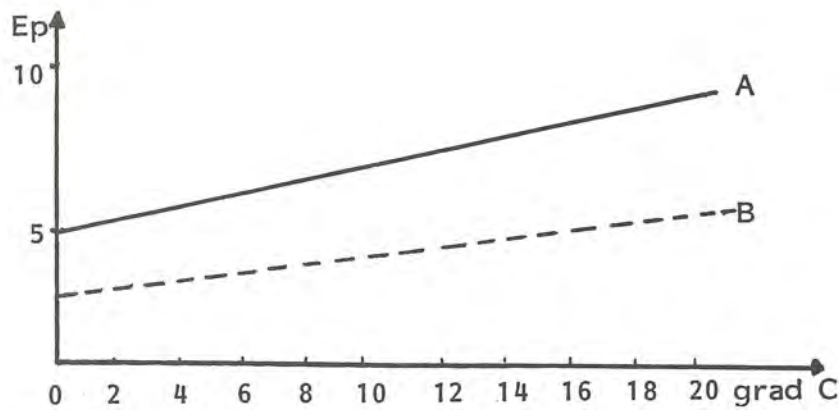
Figur 13. Vindhastighet varierar. Temperatur 275K. Datum 15/6
Fuktighet 50 %. Albedo 10 %. Molnighet A=klart B=mulet



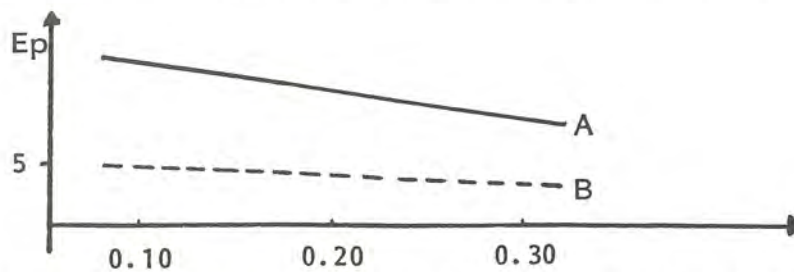
Figur 14. Molnmängden varierar. Temperatur 288K Vind 5 m/s.
Fuktighet 50 % Albedo A=10 % B=20 % C=30 % Datum: 15/6.



Figur 15. Relativa fuktigheten varierar. Temperatur 288 K
Datum 15/6. Vind 5 m/s. Albedo 10 % Molnighet
A=klart B=mulet



Figur 16. Temperaturen varierar. Datum 15/6. Vind 5 m/s.
Albedo 10 % Molnighet A=klart B=mulet Fuktighet 50 %



Figur 17. Albedo varierar. Temperatur 288K. Datum 15/6.
Fuktighet 50 % Vind 5 m/s. Molnighet
A=klart B=mulet

En av svårigheterna vid användning av formeln är att ansätta - rätt albedo. Albedot varierar i olika avsnitt av terrängen. För närvarande används albedot 15 %.

Sammanfattning av känslighetsanalysen:

Penmans formel är främst känslig för

1. Temperatur

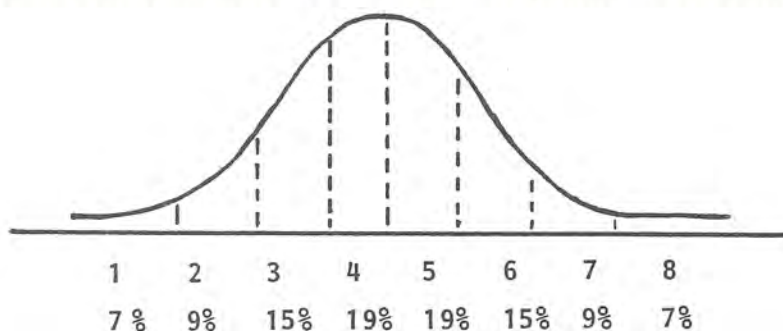
2. Vindhastighet

Fuktig luft	}	Liten avdunstning
Liten vindhastighet		
Låg temperatur		
Mycket moln		
Torr luft	}	Stor avdunstning
Hög vindhastighet		
Hög temperatur		
Ringa molnighet		

3.3.3 Klassning

Med god approximation kan man antaga att de beräknade värdena på avdunstningen är normalfördelade. Med hjälp av normalfördelningen har en klassning utförts. Det har antagits att de extrema klasserna inträffar mindre än 10 % vardera under en månad. För närvarande har valts 7 % (lite på känn) men procentsatserna kan lätt ändras vid behov.

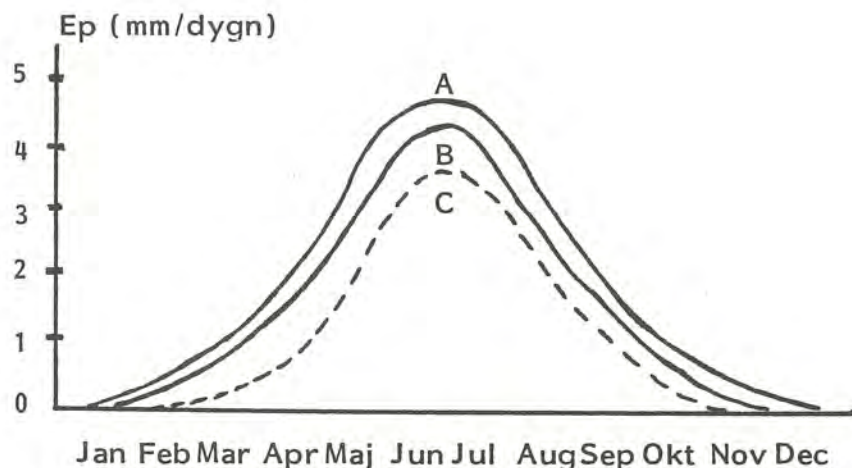
De ÅTTA klasserna får då följande fördelning:



Figur 18. Normalfördelning med åtta klasser.

De åtta klasserna benämns:

Klass 1	Mycket under normal	avdunstning
Klass 2	Under "	"
Klass 3	Något "	"
Klass 4	Normal "	"
Klass 5	Normal "	"
Klass 6	Något över	"
Klass 7	Över	"
Klass 8	Mycket över	"



Figur 19. Normalvärden (dygn) för potentiella evaporationen för A=Linköping, B=Örebro och C=Kiruna

3.3.4 Operationell drift

Penmans formel < klassad med $\underbrace{7, 9, 15}_{1, 2, 3}, \underbrace{19, 19}_{4, 5}, \underbrace{15, 9, 7}_{6, 7, 8} \% \rangle$

Prognos av luftens torkförmåga Juli 1987

Torvmosse Stockås (Data:Örebro-Ekeby)

Albedo: 18%

Datum	Temp	Vind	Moln	Fukt	mm/dygn	Klass
7 1	16.0	6.0	5.0	66.0	4.9 5	Normal
7 2	16.8	6.0	2.0	55.0	6.6 8	Mycket över normal
7 3	17.2	1.0	5.0	61.0	3.5 4	Normal
7 4	16.3	2.0	5.0	72.0	3.5 4	Normal
7 5	18.1	6.0	6.0	64.0	4.9 5	Normal
7 6	19.7	6.0	4.0	62.0	6.0 7	Över normal
7 7	20.2	4.0	5.0	68.0	4.6 5	Normal
7 8	19.8	3.0	7.0	61.0	3.7 4	Normal
7 9	13.4	1.0	8.0	92.0	1.7 1	Mycket under normal
7 10	15.2	4.0	6.0	66.0	3.8 4	Normal
7 11	14.9	4.0	3.0	61.0	4.9 5	Normal
7 12	15.9	1.0	6.0	67.0	2.9 3	Under normal
7 13	13.7	1.0	7.0	90.0	2.1 2	Under normal
7 14	15.8	1.0	7.0	69.0	2.5 3	Under normal
7 15	17.8	3.0	0.0	66.0	5.9 7	Över normal
7 16	16.7	4.0	6.0	62.0	4.1 5	Normal
7 17	17.1	4.0	1.0	62.0	5.7 7	Över normal
7 18	18.3	5.0	2.0	59.0	6.1 7	Över normal
7 19	18.7	6.0	4.0	53.0	6.1 8	Mycket över normal
7 20	18.6	4.0	5.0	65.0	4.4 5	Normal
7 21	19.9	1.0	6.0	62.0	3.1 4	Normal
7 22	21.0	1.0	0.0	60.0	5.4 6	Över normal
7 23	23.3	3.0	1.0	57.0	6.2 8	Mycket över normal
7 24	16.7	4.0	8.0	91.0	2.0 2	Under normal
7 25	15.3	5.0	6.0	75.0	3.5 4	Normal
7 26	12.7	4.0	7.0	87.0	2.2 3	Under normal
7 27	13.5	3.0	6.0	90.0	2.4 3	Under normal
7 28	14.2	1.0	7.0	89.0	1.9 2	Under normal
7 29	12.0	3.0	3.0	86.0	3.2 4	Normal
7 30	14.0	2.0	7.0	82.0	2.2 3	Under normal
7 31	13.3	1.0	7.0	93.0	1.8 2	Under normal

3.3.5 Slutkommentar

Många försök bl a i Finland har visat att det är svårt att skapa generella samband mellan olika mätbara parametrar och torvens upptorkning. Det är ofta många faktorer som varierar från mosse till mosse, andra som inte kan mätas med tillräcklig noggrannhet. När det gäller prognos av upptorkning kan den uttryckas i mm/tidsenhet men detta värde måste betraktas kvalitativt. Ett annat kvalitativt mått är ett index som är lätt att tolka. Båda sätten har accepterats om man samtidigt anger normal avdunstning.

4. BEROENDE AV VÄDERINFORMATION I TORVPRODUKTIONEN

Produktion av bränsletorv är mycket väderberoende. Om detta råder ingen tvekan. Detta avspeglas i de varierande produktionsmängderna varma och torra respektive våta och kyliga somrar. Brytningen kan ske under några sommarmånader, från maj till augusti.

Extremt kort blev perioden 1987 då endast ett par veckor i slutet av juli kunde utnyttjas för effektiv brytning.

Först är det snö på mossen som kan hindra upptorkning. När snön har smält återstår problemet med tjäle som dels förhindrar stycketorvbrytning, dels påverkar torvmossen bärighet. I maj, eller norrut i landet i juni, kommer förhoppningsvis en period med torrt och varmt väder och hög produktion.

På sensomrarna är vädret normalt fuktigare. Regnskurar förekommer ofta och torven påverkas av dagg. Torvens struktur är tyvärr sådan att den suger åt sig fukt som en svamp, både från luften och från fuktig mark.

Frästorvmetoden och stycketorvmetoden är solproduktionsteknik och därmed är vädret en helt avgörande faktor.

Att vädret har stor betydelse innebär inte med självklarhet att väderprognoser har stor betydelse. För att väderinformation skall kunna påverka resultatet krävs bl a att man i torvproduktionen har en sådan flexibilitet att man snabbt kan omfördela arbete från ett arbete till ett annat beroende på vädersituationen. På Stockåsmossen har man ett sådant förhållande, så att extra personal kan kallas in. Detta inkallande av personal (med maskiner) kräver någon dags framförhållning så att man kan förbereda intensiva produktionsperioder på mossen. Flexibiliteten är inte total. Extra personal skall och kan endast inkallas då det är meningsfullt, dvs vädret skall vara så stadigt att den extra personalen verkligen kan producera något. Om regnigt väder väntas en tidsperiod skall personalen få information om att ingen arbetsinsats förväntas de närmaste dagarna.

Personalintensivast är frästorvsproduktionen under torra perioder. Detta ger också den största produktionen.

En situation som visar väderprognosberoende är då solen skiner från en klarblå himmel en sommarmorgon och marken är relativt torr. Det är då inte självklart vad man ska utföra den dagen. Det är inte stundens väder som avgör, utan vädret under hela dagen och de kommande dygnet.

När det gäller frästörv är problemet mycket likartat höproduktion för bonden. Det bästa som kan hända är att minst tre fyra dagars torrväder är att vänta. Då kan man fräsa upp mycket och köra in detta med låg vattenhalt till stacken om några dagar. Få vändningar av torven krävs.

Ligger det torv på mossen som nästan har nått den fuktighet som eftersträvas men kraftiga skurar väntas under eftermiddagen, kan man vinna på att köra ihop torven något fuktigare än önskvärt. Väntas skurar med hög säkerhet kan det innebära att ingen ny torv skall fräsas. Stycketorv kan däremot brytas även om regnskurar väntas sent under dagen. Generellt gäller att för stycketorvarbete är man beroende av uppehåll och gärna sol. Regn kan avbryta arbetet men när solen kommer fram igen kan man fortsätta. För frästörven gäller det att välja längre perioder med torrt väder. Stycketorv återfuktas inte så lätt av enstaka regnskurar och lättare regn.

Arbetsledaren för torvbrytningen har alltid en svår uppgift att optimera produktionen. Produktionsmålet skall hållas och målet skall nås på ett ekonomiskt riktigt sätt, dvs maskiner och personal skall utnyttjas effektivt. För att göra detta måste man göra antaganden om vädret under dagen och de närmaste dagarna för att olika arbetsinsatser skall sättas in på rätt verksamhet och vid rätt tidpunkt.

Det framgår att regn - icke regn hela tiden är avgörande. Regnintensiteten är också viktig. Avgörande för när man kan komma igång efter ett regn eller när man kan köra ihop torven som torkas, är avfuktingen genom sol, vind och varm torr luft.

Känslighet för vind finner man när det gäller brandrisk och risken för att torvdamm blåser in över t ex bostadsområden. Överstiger vinden 10 m/s efter en tids torrt väder kan brandrisken vara så stor att inget produktionsarbete kan utföras.

Risk för stora nederbördsmängder (>15 - 30 mm) kan innebära att man måste sätta in speciella åtgärder för att täcka stackar med torr torv.

Vädret är alltså en viktig faktor för produktionsresultat och kostnad att nå detta. En stor del av väderberoendet är omöjlig att påverka i fräs- och stycketorvproduktion men produktionsresultat och ekonomi kan förbättras avsevärt om vädret kan förutsägas.

5. SLUTSATSER

Produktionen av bränsletorv är mycket väderberoende, speciellt frästörvproduktion och väderprognoser kan användas som besluts- och planeringsunderlag i arbetsprocessen.

Med hjälp av nederbördsprognoser med god kvalitet kan man förbättra möjligheten att nå uppsatta produktionsmål även somrar med ostadigt väder. Prognoser på morgonen som gäller för den kommande dagen kan användas för beslut om dagens strategi. Prognoser för den kommande dagen och de närmaste dagarna kan användas för planering av arbetsinsatser men också för beslut att starta eller avbryta fräsning av torv.

Nederbördsprognoserna är viktigast. Det gäller här dels att bedöma risken för nederbörd, dels att bedöma väntade nederbördsmängder. Det har också viss betydelse om det kommer skurar med sol emellan eller om det faller ett mer ihållande regn. Mellan skurar hinner det oftast att torka upp något.

Avdunstningen är också av stor vikt. Om markytan är våt eller fuktig vill man veta hur snabbt det torkar upp. Detta bedöms vara nästan lika viktigt för arbetsplanering som goda nederbördsprognoser. Fortsatt arbete krävs för att förbättra nederbördsprognoser (eller uppehållsprognoser) och avdunstningsprognoser. Dagprognoser måste utvecklas.

Vindprognoser har, förutom betydelse för avdunstning, ett värde när det är risk för höga vindhastigheter och marken är torr, det vill säga då det är brandfara.

Det ekonomiska värdet av prognosverksamheten har inte kunnat kvantifierats. Det kan dock konstateras att väderprognoserna i många fall har ändrat beslut och planering med positiva resultat. Dessa resultat kan omsättas i procent av produktionen och procent av produktionskostnaden. Storleken av besparingar varierar från arbetsplats till arbetsplats beroende på produktionsteknik och flexibilitet i arbetsstyrka. Storleken på potentiella besparingar beror främst på väderleken under året. Långa torrperioder eller perioder med enbart vått väder är väderprognoser av begränsat värde men för det mesta förekommer under somrar växlingar mellan våta och torra perioder, dagar eller delar av dagar. I dessa situationer kan väderprognosen vara det viktigaste besluts- eller planeringsunderlaget. Vinstpotentialen är stor i en förbättrad väderrådgivning. Förbättrade prognoser skulle leda till fler riktiga beslut, dels som ett resultat av högre kvalitet på prognoser, dels som ett resultat av aktivare planering med väderprognoser.

En förbättrad väderprognosservice kan innebära att frästorvproduktionen utnyttas i stor omfattning även i framtiden. Utan väderservice kommer andra mindre väderkänsliga produktioner att vinna mark.

Distributionen bör ske via telefax. Inom många områden ökar användningen av små persondatorer. I framtiden kan det vara möjligt och lämpligt att få informationen presenterad på dataskärm. I detta fall kan mer information förmedlas och informationen kan utnyttjas i utvecklade modeller i datorer som avgör gynnsam arbetsstrategi. Dessa modeller skall då utnyttja information som tillgång till arbetstimmar och maskiner tillsammans med produktionsmål och ekonomiska faktorer.

SMHI har utvecklat ett nytt system för väderprognos-service till jordbruk, kommunikation energiproduktion mm. Detta system leder till att även torvproducenters krav väl kan tillgodoses. Nederbördsprognosernas kvalitet är på väg att förbättras, inte minst de korta detaljerade prognoserna.





Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping. Tel 011-15 80 00. Telex 64400 smhi s.