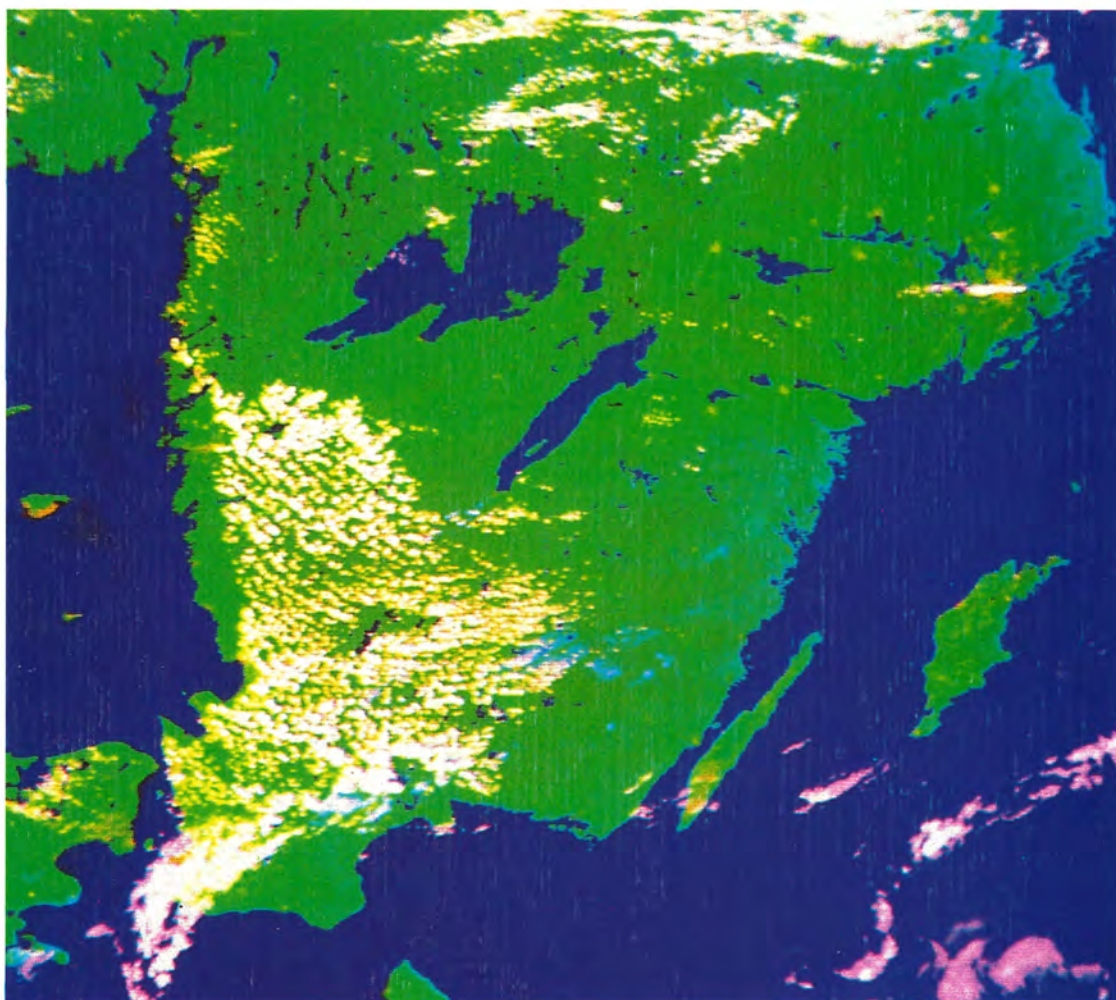




## PROFARM

Förbättrad väderinformation i jordbruket

Behov och möjligheter



## PROFARM

### Förbättrad väderinformation i jordbruket Behov och möjligheter

Erik Liljas



## FÖRORD

## SAMMANFATTNING I TIO HUVUDRESULTAT

|     |                                                                                            |    |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | BAKGRUND                                                                                   | 1  |
| 1.1 | Generella drag i jordbrukets utveckling                                                    | 1  |
| 1.2 | SMHIs utveckling                                                                           | 2  |
| 1.3 | Målsättning med PROFARM-projektet                                                          | 8  |
| 2.  | PROJEKTETS GENOMFÖRANDE                                                                    | 9  |
| 2.1 | Uppläggning                                                                                | 9  |
| 2.2 | Distributionsmetoder                                                                       | 10 |
| 2.3 | Dagbok                                                                                     | 10 |
| 2.4 | Prognosutformning                                                                          | 14 |
| 3.  | ANVÄNDARTESTER I PROFARM-PROJEKTET                                                         | 18 |
| 3.1 | Inledning                                                                                  | 18 |
| 3.2 | Resultat                                                                                   | 18 |
| 3.3 | Några huvudresultat i punktform                                                            | 27 |
| 3.4 | Diskussion                                                                                 | 28 |
| 4.  | UTVÄRDERING AV PROGNOSE                                                                    | 30 |
| 4.1 | Verifikation av prognoser                                                                  | 30 |
| 4.2 | Sannolikhetsprognoser och cost/loss-situationer inom jordbruket                            | 34 |
| 5.  | VÄDERKÄNSLIGA ARBETSMOMENT                                                                 | 41 |
| 5.1 | Vårbruket                                                                                  | 41 |
| 5.2 | Växtskyddsäsong - försommar                                                                | 41 |
| 5.3 | Sommar                                                                                     | 43 |
| 5.4 | Skördetid - sensommar och höst                                                             | 43 |
| 5.5 | Höstarbete                                                                                 | 43 |
| 5.6 | Sammanfattning                                                                             | 44 |
| 6.  | SLUTSATSER AV PROJEKTET OCH REKOMMENDATIONER INFÖR UTVECKLING AV AGROMETEOROLOGISK SERVICE | 45 |
|     | LITTERATUR                                                                                 | 50 |



## FÖRORD

En söndagsmorgon talade några bönder på radion om framtiden. De konstaterade att denna för jordbruket på många sätt var osäker. Politiska avgöranden styrda av bl a samhällsekonomi och miljöfrågor kunde snabbt förändra villkoren. Man konstaterade en markant trend att kvalitet och kvantitet förbättrades. Med tekniska, kemiska och biologiska metoder kunde man styra det mesta mot god avkastning. Det var bara de grå molnen hängande där i luften som man inte kunde göra något åt.

Det är ett riktigt konstaterande i så motto att vi inte kan påverka vädret, men kan inte jordbrukaren bättre anpassa sitt handlande efter vädrets växlingar?

Handböcker i lantbruksdrift beskriver ofta mycket detaljerat hur olika arbetsmoment i till exempel växtodling skall utföras. I undantagsfall påpekas hur väsentligt det är att ta del av väderutsikterna. I forskning och teknisk utveckling inom lantbruket talas det idag ofta om optimering. Vid sådd skall man ta hänsyn till jordstruktur, markfukt och marktemperatur. Jordbruksmaskinernas däck och drivmekanismer skall anpassas efter såbädden. Allt detta finns utforskat för olika situationer för att optimera resultatet. Man frågar sig; har det skett någon verklig optimering om vädertjänsten sitter inne med kunskap om ett kraftigt regn strax efter sådden, ett regn som snabbt förändrar alla förutsättningar för gynnsam utveckling av sådden. Liknande situationer kan man finna under hela säsongen, från vår till höst, där väderinformation bör utgöra en ofta avgörande faktor för när och hur olika arbetsmoment skall utföras. Alla jordbrukare är medvetna om vädrets i många fall negativa verkningar, ibland även positiva, och han eller hon försöker att på något sätt inhämta information om väderutveckling. Syftet med projektet PROFARM har varit att visa på vägar att i framtiden förbättra jordbrukets resultat med avseende på kvalitet, miljö och ekonomi genom bättre utnyttjande av jordbruksanpassad väderinformation.

Projektet har huvudsakligen finansierats av Statens Jordbruksnämnd med medel ur Lantbrukets fond för upplysningsverksamhet och utvecklingsarbete. Dessutom har SMHI, där Jan-Olov Brunsberg och Erik Liljas varit projektansvariga, avsatt resurser för projektets genomförande. Lantbruksdata AB i Eskilstuna har ställt Agrovisionsterminaler till förfogande och har aktivt medverkat till att man inom projektet kunnat utprova nya distributions- och presentationsmetoder.

Professor Clas Wahlbin, Linköpings Tekniska Högskola, expert på marknadsanalys, har analyserat dagböckerna och skrivit kapitel 3. Professor Allan Murphy, Oregon State University, har medverkat i sannolikhetsprognosutvärdering och ekonomiska analyser.

Viktigast för projektets genomförande har dock varit den aktiva medverkan av följande jordbrukare i Östergötland:

Ingrid Linde  
Bo Hyden  
Göran Leander  
Krister Linden  
Torvald Staaf

Kungs Starby  
Öjebro  
Norrby Oxelgård  
Örbäcks gård  
Järnevids gård

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| Hans Wall                   | Klockrike       |
| Lars Fredrik Cederblad      | Sörbyholms gård |
| Göran och Lars Hanell       | Säby            |
| Arne Jonsson                | Örminge         |
| Hans och Jan-Erik Stenström | Bråborgs gård   |

Jordbrukets väderkänslighet förändras liksom vädertjänstens möjligheter förändras. En starkare ömsidig kunskap måste eftersträvas om förutsättningar och möjligheter i den snabba utveckling vi lever i, av samhällsekonomiska, företagsekonomiska och inte minst miljömässiga orsaker.

Erik Liljas

## SAMMANFATTNING I TIO HUVUDRESULTAT

- Kvantitativ väderinformation, mer detaljerad i tid och rum utgör ett effektivare besluts- och planeringsunderlag i jordbruket än den mer generella och kvantitativa information som delges via radio, TV och telefonsvarare.
- Väderinformation leder till positiva ekonomiska resultat om den anpassas till specifika åtgärder i jordbruket. En ökad kvalitet kan leda till en betydande ökning i det ekonomiska värdet.
- SMHI bör göra speciella jordbruksprognoser tillgängliga genom olika kanaler (telefonsvarare, videotex, direkt dator mot dator-koppling). Stor flexibilitet måste eftersträvas för att möta alltmer varierande krav.
- Ur SMHIs databas skall prognoser direkt kunna editeras och distribueras eller indirekt ur flera datakällor skapa annan vägledande information (bevattningsinformation, torkningsprognos, tillväxtprognos, falltalsprognos m m).
- Nederbörden är det absolut viktigaste väderelementet som jordbrukaren måste ta hänsyn till i arbetsplaneringen.
- SMHI bör utveckla främst nederbördsprognoserna så att dessa får högre kvalitet..
  - De korta prognoserna måste ges en högre rumsupplösning så att små geografiska områden kan få tillförlitliga prognoser med hög kvalitet.
  - De längre prognoserna (2-7 dygn) måste blir tillförlitligare.
- Riskbedömningen när det gäller nederbörds- och frostprognoser bör uttryckas som sannolikhet i procent.
- Så kallade cost/loss-förhållanden bör analyseras för att jordbrukaren i ekonomiskt viktiga avgöranden skall kunna utnyttja sannolikhetsinformationen effektivt.
- Ekonomiska kalkyler m a p väderinformationskänslighet bör utarbetas, dels för att styra utvecklingen av agrometeorologisk service, dels som underlag för beslutsmodeller för stora och mindre jordbruksföretag.
- Tillrättalagd väderinformation kan betyda positiva effekter i miljön. Man minskar risken att gifter, som sprids i samband med besprutning och gödsling, påverkar miljön.



## 1. BAKGRUND

Jordbruket är av många betraktat som den väderkänsligaste näringsgrenen och den är samtidigt en av Sveriges största näringsgrenar. De senaste årtiondena har det skett en mycket snabb utveckling inom jordbruket; tekniskt, kemiskt, växtbiologiskt och med avseende på arbetsmetodik.

Vädertjänsten genomgår även den en mycket snabb utveckling. Informationen kommer att bli säkrare i tid och rum. Nya produkter kommer att tas fram, direkt anpassade efter olika avnämare.

Både från jordbrukshåll och från den meteorologiska sidan inser man att det finns ett kunskapsgap mellan jordbruk och vädertjänst. För att höja samhällsekonomisk och företagsekonomisk effektivitet krävs en överbrygging av detta gap och en ömsesidig anpassning. I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av förutsättningar för förändrad jordbruksmeteorologisk service, dels som ett resultat av jordbruksutvecklingen och dels på grund av de nya förutsättningar som står till buds inom vädertjänst.

### 1.1 Generella drag i jordbrukets utveckling

Utvecklingen inom jordbruket har länge haft som målsättning högre avkastning och samtidigt rationellare arbetsmetodik och teknik, en målsättning som ingalunda är unik för jordbruket. På senare år har också kvaliteten hos produkter och miljöfrågor kommit med alltmer i bilder.

Rationaliseringarna har inneburit att jordbruksenheterna blivit gradvis större. Tidigare självständiga jordbruk utarrenderas eller inkorporeras med andra. Denna utveckling har också naturligtvis följts av större jordbruksmaskiner med högre kapacitet. Traktorer, harvar, plogar, gödnings-spridare, skördetröskor o s v och blir mer och mer tekniskt fulländade. I nästa generation av jordbruksmaskiner kommer mikrodatorer dels att presentera information till föraren för effektivisering av arbetet dels att styra olika mekaniska delar i maskinerna.

Nya växtsorter introduceras i jordbruket för att undvika olika skadegörare, öka hårdighet och avkastning. Besprutning mot ogräs, sjukdomar och insekter anses av många vara en nödvändighet. Samtidigt som man gör detta utsätter man miljön för negativa effekter och risker. Gödsling och även bevattning utförs alltmer enligt vetenskapligt utprovade scheman för att tillgodose så god tillväxt som möjligt.

Vid skörd av hö används numer sällan hässjor, utan höet får torka på marken innan det körs in för sluttorkning. Även här finns det olika metoder både för att slå av höet, vända det, lägga det i strängar, köra in det och till sist torka och lagra. Vid ensilering sker ofta en kort förtorkning innan det färska grovfodret konserveras.

Spannmålsskörden har även den blivit mer sofistikerad och den känsliga torkningen av spannmål kan snabbt försämma kvaliteten.

På många gårdar har specialisering ökat. På jordar där detta är gynnsamt koncentreras odlingen på potatis, andra grönsaker, jordgubbar, hallon o s v. Ofta eftersträvar man tidigare skördar därför att detta är ekonomiskt fördelaktigt.

Som helhet blir jordbruket mer intensivt och ny vetenskap kompletterar mer och mer gammal erfarenhet, och ersätter delvis äldre teorier och kunskap.

Utvecklingen innebär också stora ekonomiska investeringar som innebär en ny ekonomisk känslighet. Både intäkter och utgifter har ökat och pendlingarna i dessa summor blir ett svårt och viktigt balansproblem. Marknadspriser och politiskt styrda regleringar är svåra att förutsäga. Dessutom, och inte minst, kan väderfaktorer skapa obalans i ekonomi. Om olika arbetsmoment utförs på fel tidpunkter i förhållande till väder får detta negativa effekter på kvantitet, kvalitet och miljö. Kostnaderna att producera en viss vara blir dessutom hög. Sommarhalvårets nästan dagliga kontakter med jordbrukare och den ständigt ökande efterfrågan av anpassad väderinformation visar att utvecklingen inom jordbruket utgör en viktig grund för förändrad och fördjupad daglig meteorologisk information.

## 1.2 SMHIs utveckling

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 och även på de operativt arbetande meteorologerna ställs allt högre krav.

Vädertjänstens arbete innebär att snabbt samla in mätningar och observationer från områden vars yta är beroende av prognosens omfattning och längd. 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 informationen. Vädertjänstsystemet kan alltså indelas i tre viktiga länkar: observation, bearbetning och distribution. De nya kraven på produkter leder till att även observationerna 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 och distributionen måste delvis automatiseras och kanaliseras till nya media för att informationen skall vara tillräckligt färsk och tillräckligt informativ. SMHIs utvecklingsprojekt, som skall vara vägledande för 90-talets vädertjänst, är benämnt PROMIS (PRogram för ett Operationellt Meteorologiskt 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 blixtnlokaliseringsystem. SMHI har för det mycket omfattande vädersystemutvecklingsprojektet skapat ett tätt nät av automatstationer i ett område

med ca 10 mils radie runt Norrköping, 39 stationer är installerade. Under PROFARM-försöket har fem stationer varit i drift med vissa avbrott. Figur 1 visar placeringen av dessa stationer. 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 jordbruksmeteorologiska krav. Detta observationsnät utbyggt över stora delar av Sverige skall svara mot ett behov från alla väderberoende näringsgrenar, men speciellt jordbruket har här möjligheter att få en mycket värdefull databas för olika studier.

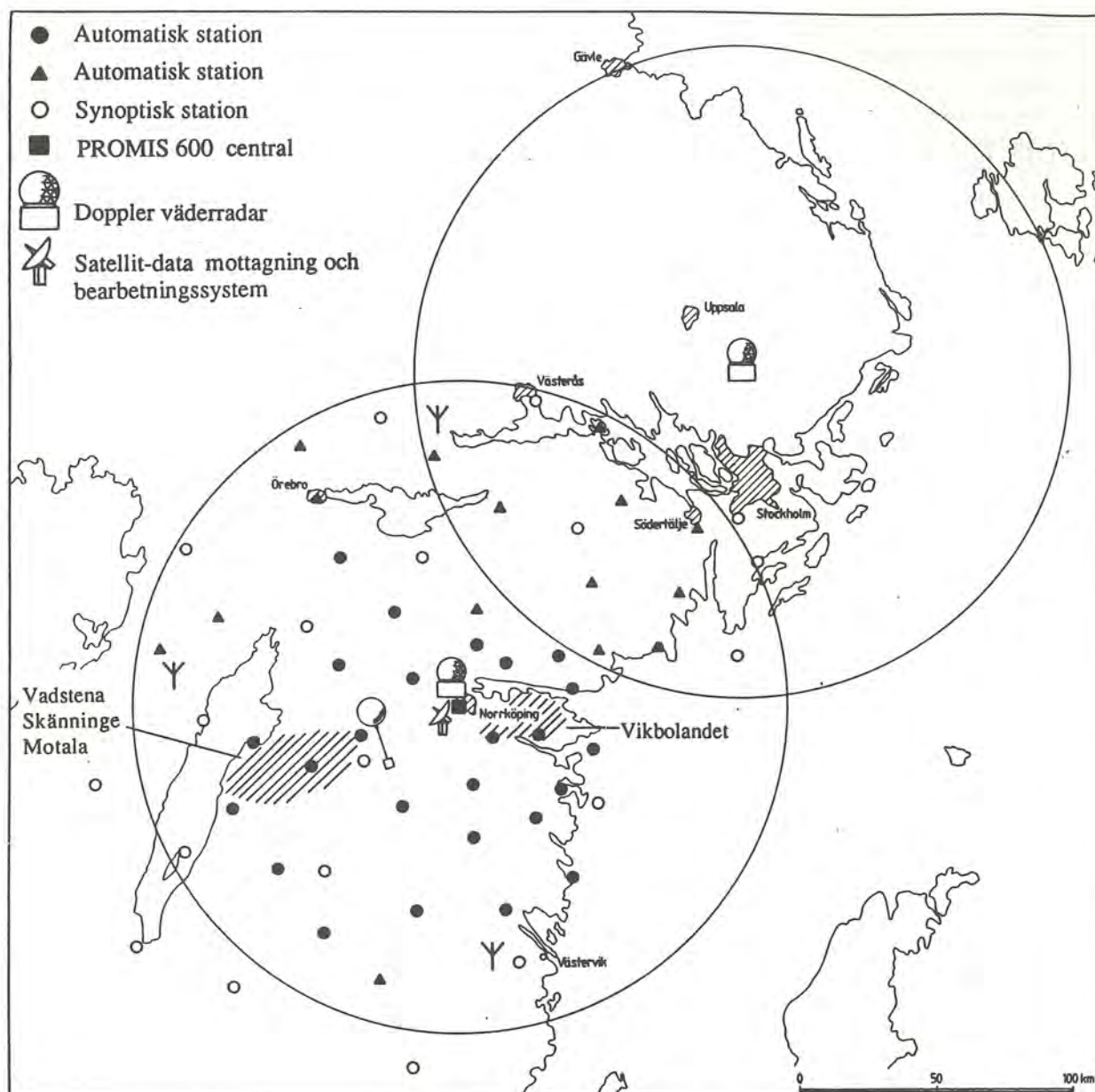
Nya väderradar har installerats i Norrköping och 1986 även vid Arlanda och Köpenhamn. Väderradar ger kontinuerlig information om nederbörd. Man kan följa olika skurars och nederbördsområdets rörelse och utveckling. Denna information kommer att bli mycket väsentligt för detaljerande nederbördsprognoser de närmaste timmarna. Radar kan även utnyttjas för att erhålla en detaljerad kartering av den nederbörd som fallit. Sådan nederbördsinformation är mycket viktig för beräkning av markvattenhalt som är av central betydelse för växtlighet. Radarinformation i samband med automatstationer kan även användas för kartläggning av skördeskador.

Vädersatelliter får en allt större betydelse inom meteorologin. Satelliterna, geostationära över ekvatorn och polära cirkulerade från pol till pol på ca 900 km höjd, ger data om atmosfär och markyta runt hela jorden. Agrometeorologiskt har satelliterna stor betydelse i alla världsdelar. För svenska tillämpningar utnyttjas satellitinformation allt mer för mer detaljerade prognoser. 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. Även studier av vegetation kan göras med hjälp av vädersatelliter, men där är det främst sk jordresurs-satelliter som utnyttjas. 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.

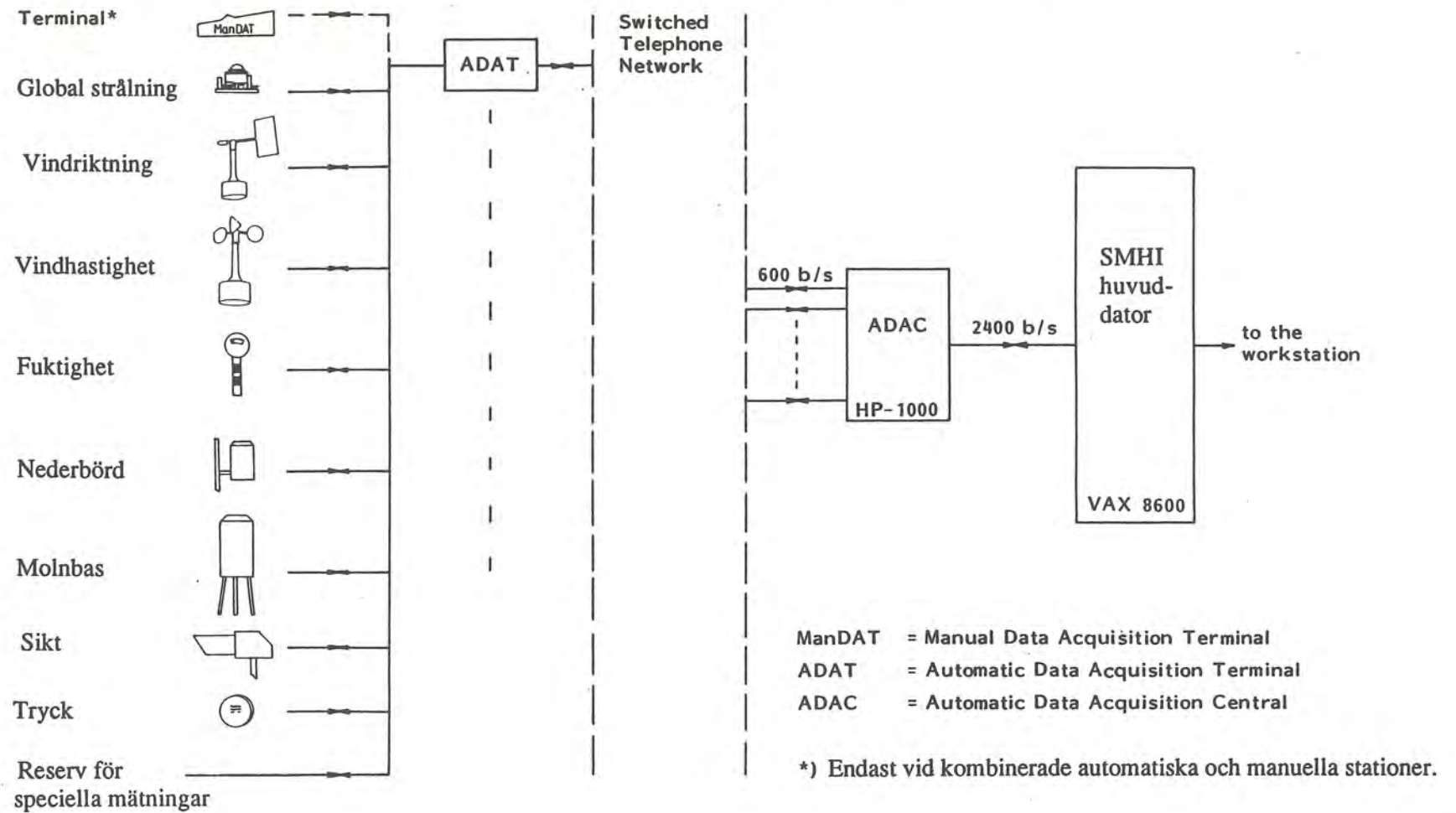
### 1.2.2 Bearbetning

Det sker en intensiv utveckling av analys- och prognosmetoder för att integrera och utnyttja de olika datakällorna. Den prognostiska informationen blir successivt säkrare och mer detaljerad. SMHI har tillgång till ett mycket kraftfullt datorsystem baserat på två VAX 8600 för att kunna göra snabba beräkningar på stora datamängder. I PROMIS 600 och vid SMHIs alla regionala och centrala prognosarbetsplatser sker en utveckling mot mer kundanpassade meteorologiska produkter baserade på de miljontals data som varje timme strömmar in till SMHI som en råvara i väderprognosproduktioner.

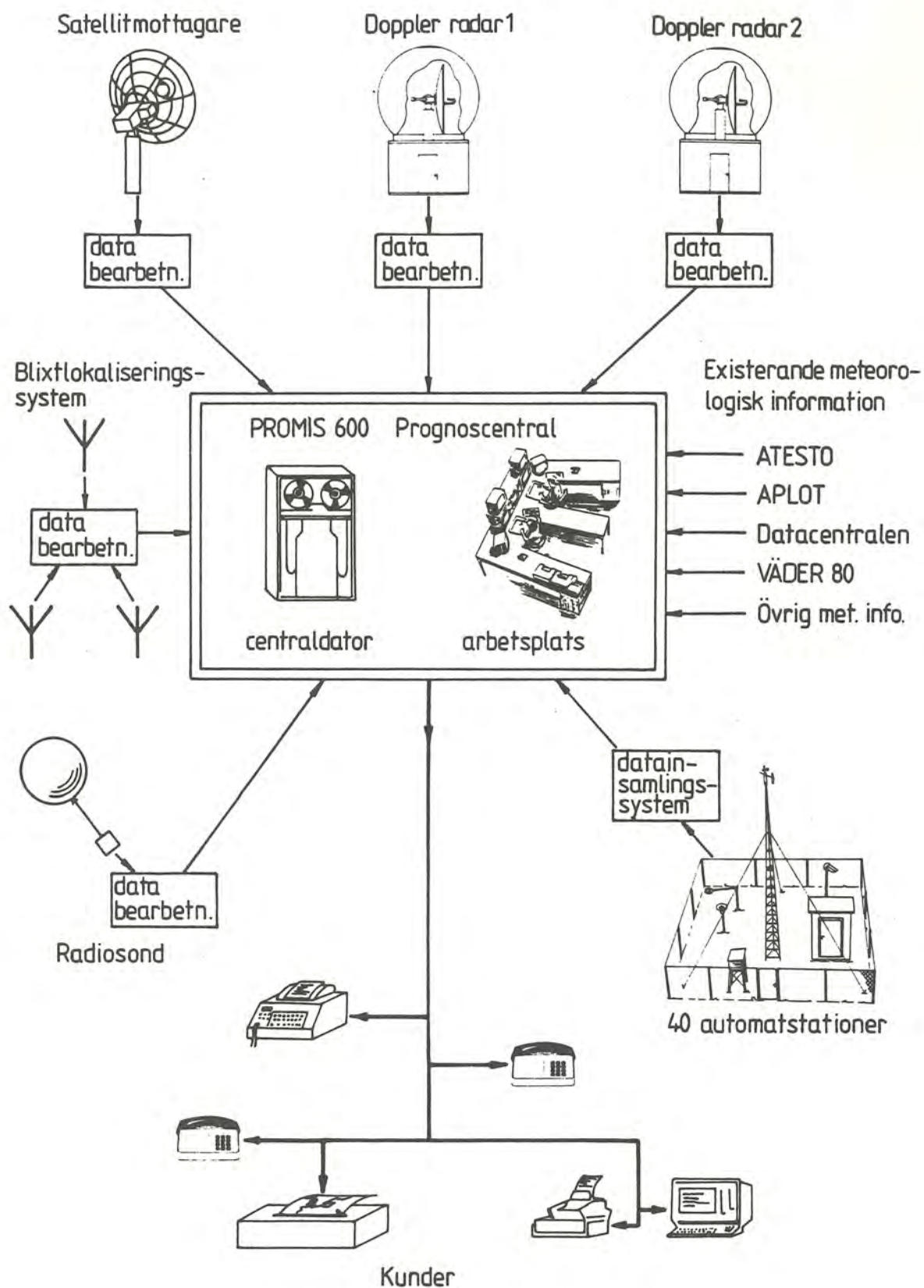


FIGUR 1. Fördelning av olika meteorologiska mätstationer kring SMHI Norrköping. Dessa datakällor kommer att utnyttjas intensivt under PROMIS 600-försöken. De två cirklarna visar dopplerradarnas i Norrköping respektive Arlanda täckningsområde för kvantitativ nederbördsmätning. För att följa kraftiga skurar och nederbördsområden kan man utnyttja radarn inom ett område med dubbel radie. PROFARMS båda försöksområden är markerade i figuren.

# BLOCK-DIAGRAM FÖR AUTOMATSTATION SYSTEMET



FIGUR 2. Principskiss över mätning och insamling av data i SMHIs automatstationsnät. Speciella mätningar kan läggas till för särskilda jordbruksbehov.



FIGUR 3. Uppbyggnad av PROMIS 600 tekniska system.

### 1.2.3 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 rutinemässigt prognosberäkningar var 6:e timme 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.

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 utveckling 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 det 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 nederbördssystemens rörelse och utveckling.

### 1.2.4 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 det också att förbli. Samtidigt som kraven ställs på mer kundanpassad information och på större informationsmängder måste också distributionsätten 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. För jordbrukets del finns bl a Lantbruksdatas Agrovision (se 2.2.2), som är en videotextjänst. Det är även möjligt för enskilda större jordbruksenheter att direkt få koppling från en gårdsdator till SMHIs datorsystem för att överföra relevant klimatologisk, aktuell och prognostisk information för vidare bearbetning i egna beslutsmodeller eller andra beräkningar.

### 1.3 Målsättning med PROFARM-projektet

Under de förutsättningar som belysts i detta kapitel har projektet PROFARM syftat till att

- öka kunskaperna om väderfaktorers inverkan på olika arbetsmoment inom jordbruket,
- studera möjligheterna till bättre anpassad väderinformation - såväl former som distributionsvägar,
- undersöka hur väderkänsliga arbetsmoment kan styras genom tillgång till anpassad väderinformation,
- studera nyttan av anpassad väderinformation,
- utifrån de slutsatser som kan dras av försöken ge rekommendationer inför utveckling av agrometeorologisk service.

## 2. PROJEKTETS GENOMFÖRANDE

### 2.1 Uppläggning

Projektet startade våren 1984. I samarbete med jordbruksorganisationerna i Östergötland, främst LRF och Hushållningssällskapet, kontaktades och utvaldes tio jordbrukare i Östergötland. En grupp har sina gårdar mellan Linköping och Vättern den andra gruppen, fyra bönder, har sina lantbruk på olika håll på Vikbolandet öster om Norrköping. Dessa områden representerar de två största jordbruksbygderna i Östergötland. Meningen med denna fördelning var att försöka ge informationen en geografisk upplösning. Vid val av deltagare eftersträvades att få med jordbrukare, dels med olika produktionsinriktning, dels med viss progressiv inriktning i jordbruksarbete. För projektets utvärdering kontaktades professor Clas Wahlbin, Linköpings Universitets Ekonomiska Institution. Clas Wahlbin är expert på marknadsstudier.

#### 2.1.1 Första året

Deltagarna, inklusive professor Wahlbin, träffades första gången i april 1984. Syftet med projektet diskuterades och samtidigt informerades de närvarande lantbrukarna om väderkänsliga arbetsmoment och gav en skissartad behovsbild. Efter mötet utarbetades en mer detaljerad plan samt förslag till prognosutformning och dagboksblad. Dessa förslag presenterades och distribuerades vid nästa sammankomst i början av maj. Samtidigt informerades de medverkande att målsättningen med projektet under det första året var att ge svar på dimensionen av jordbrukarnas behov med avseende på väderinformation. Deltagarna skulle avgöra

- innehåll i informationen
- distributionstider
- distributionsform
- distributionssätt.

Distribution av väderinformation startades i mitten av maj och fortsatte utan avbrott till sista september. Genom att förändra och prova olika medel och former skulle deltagarna komma fram till ett förslag till fast utformning för påföljande år.

#### 2.1.2 Andra året

Deltagarna samlades i mars 1985 för planering av det andra försöksåret. Utformningen avseende prognosinnehåll, distributionstider, distributionsbilder, dagboksinnehåll m m fastslogs. Under tidsperioden april-september fick lantbrukarna via dagboksanteckningar svara på hur tillgängliga prognoser utnyttjats i det dagliga arbetet. Målsättningen var att dokumentera de väderberoende arbetena och om möjligt föra in ekonomiska aspekter vid utnyttjande av väderinformation i olika arbetsmoment. Liksom under det första året fick de medverkande lantbrukarna prova olika distributionsformer för väderinformation.

## 2.2 Distributionsmetoder

I PROFARM-projektet provades två distributionsformer, dels automatiska telefonsvarare, dels Lantbruksdatas Agrovision. Deltagarna hade även ombetts att göra jämförelser mellan den nya formen och de konventionella distributionsformerna för väderinformation; Göta Lantmäns telefonsvarare, lokalradio, riksradios P1 och ordinarie TV-prognoser (Regional-TV, Rapport och Aktuellt). Alla deltagare hade under någon tid haft tillgång till Agrovision, men även provat att vara utan. Samma information förmedlades via telefonsvarare och Agrovision. För att göra detta möjligt, fick deltagarna blankettformulär där den kodade informationen från telefonsvararna snabbt kunde ifyllas. (På detta sätt kan en relativt stor mängd förmedlas på kort tid. Användaren får också det väntade vädret nedskrivet. Kodad information från SMHI via telefonsvarare utnyttjas bl a i samband med s k Byggväder).

### 2.2.1 Agrovision

Hittills har väderinformation för lantbruket kunnat fås via radio, TV eller telefonsvarare. Under PROFARM-projektet provades en ny distributionsform i Agrovision. Agrovision är Lantbrukskooperationens videotexttjänst med information lagrad i Lantbruksdatas stordator.

Videotext är den teknik där man via sin telefon ringer och beställer bilder i färg till sin TV. Väderinformation för de två försöksområdena överfördes från SMHI till Lantbruksdatas dator. Fem av de i försöket medverkande lantbrukarna kunde ringa och koppla in sig på Lantbruksdatas dator och på speciella bildsidor hämta fram väderinformation. Under försökets gång altemnerades Agrovisionsutrustningen mellan medlemmarna i projektet. Förutom väderinformation kunde även växtskyddsinformation och annan information från de kooperativa föreningarna nås. Under främst det första året stördes vissa lantbrukare av tekniska problem vid överföringen av bilder via telenäten. Det andra året löpte denna distributionsform utan större besvär.

## 2.3 Dagbok

En mycket väsentlig del av hela projektet var de dagliga dagboksanteckningarna. Utformningen av dagboken gjordes tillsammans med Clas Wahlbin, som skulle stå för den systematiska utvärderingen av dessa anteckningar.

Dagboken förändrades från första till andra året så ett av bladen kom att innehålla plats för ifyllande av den prognos som utfärdats. På detta sätt dokumenterades prognosen, vilket underlättade den utvärdering som bonden skulle göra i efterhand. På de följande tre sidorna visas dokumentutformningen med ett verkligt exempel på anteckningar. Kapitel 3 ger en ökad bakgrund till dagbokens utformning.

**SMHI**

PROFARM - DAGBOK .....dagen .... / .... 198....

1. Väderberoende arbeten som är aktuella. Typ av gröda.

|       |       |
|-------|-------|
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |
| _____ | _____ |

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

- |                                            |                                               |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Väder (molnighet) | <input type="checkbox"/> Sannolikhet för regn |
| <input type="checkbox"/> Temp              | <input type="checkbox"/> Vind                 |
| <input type="checkbox"/> Rel.fukt.         | <input type="checkbox"/> Frostrisk            |
| <input type="checkbox"/> Kombination.....  | och.....                                      |

3A. På vilket sätt har du inhämtat väderinformationen

- |                                           |                                                              |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Egen iakttagelse | <input type="checkbox"/> Telefonavareare Göta Lantmän        |
| <input type="checkbox"/> TV               | <input type="checkbox"/> -"- PROFARM                         |
| <input type="checkbox"/> Radio (P1, P3)   | <input type="checkbox"/> Lantbruksdata -"-                   |
| <input type="checkbox"/> Lokalradio       | <input type="checkbox"/> Direktkontakt -"-<br>med meteorolog |
|                                           | .....                                                        |

3B. Mottagna PROFARM-prognoser under dagen:

- |              |                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------|
| PROFARM:     | <input type="checkbox"/> kl 07, mottogs ca kl _____  |
| 36-tim-prog. | <input type="checkbox"/> kl 12, mottogs ca kl _____  |
|              | <input type="checkbox"/> kl 16, mottogs ca kl _____  |
| PROFARM:     |                                                      |
| 5-dygnsprog. | <input type="checkbox"/> kl ___, mottogs ca kl _____ |

4A. Innehöll dagens PROFARM-prognoser någon väsentlig och ny information utöver det du inhämtat genom egna iakttagelser och genom radio- och TV-rapporter.

- |                              |                             |                                          |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nej | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nederbörd _____ |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Temp _____      |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Vind _____      |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Fuktighet _____ |
|                              |                             | .....                                    |

4B. Innehöll dagens PROFARM-prognoser någon information som gjorde dig säkrare där du tidigare var tveksam om väderutvecklingen

- |                              |                             |                                          |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Nej | <input type="checkbox"/> Ja | <input type="checkbox"/> Nederbörd _____ |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Temp _____      |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Vind _____      |
|                              |                             | <input type="checkbox"/> Fuktighet _____ |
|                              |                             | .....                                    |

*Exempel från första sidan i dagbok.*

06.30  
Prognos .....dagen den...../..... kl. 12  
16

Del 1 Vikbolandet bild 50001211, Vadstena-Skönnings-Motala bild 50001221

| TID   | a<br>VÄDER | b<br>SANNOLIKHET FÖR REGN |             | d<br>TYP AV REGN |
|-------|------------|---------------------------|-------------|------------------|
|       |            | c<br>≥ 0.1 mm             | c<br>≥ 2 mm |                  |
| 08-11 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 11-14 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 14-17 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 17-20 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 20-02 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 02-08 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 08-14 | ( )        |                           |             | ( )              |
| 14-20 | ( )        |                           |             | ( )              |

Väderkod (Max. 10 tecken)  
(1) Klart, halvkligt, soligt.  
(2) Vårl. moln. Uppkl.  
(3) Mulet, molnande, molnigt.  
(4) Lok. skur, kortv. regn.  
(5) Lätt regn, duggregn.  
(6) Upph. regn, bes. regn.  
(7) Regn, skurar.  
(8) Åskregn, kraft. regn, hagel.  
(9) Dimma  
Typ av regn.  
(0) —  
(1) Lok. skur  
(2) Lok. regn  
(3) Skurar  
(4) Allm. skur  
(5) Allm. regn

Del 2 Vikbolandet bild 50001212, Vadstena-Skönnings-Motala bild 50001222

| TID                            | e<br>TEMP | f<br>VIND<br>medel/max |
|--------------------------------|-----------|------------------------|
| 08-11                          |           | /                      |
| 11-14                          |           | /                      |
| 14-17                          |           | /                      |
| 17-20                          |           | /                      |
| 20-02                          |           | /                      |
| 02-08                          |           | /                      |
| 08-14                          |           | /                      |
| 14-20                          |           | /                      |
| g Frostrisk under natten.....% |           |                        |

Del 1 och 2 Vikbolandet finns intalade på 011/170142

Del 1 och 2 Vadstena-Skönnings-Motala finns intalade på 011/170143

PROFARM- FLERDYGSPROGNOS - ÖSTERGÖTLAND

DEL 5 (Bild 5000124) Prognos utfärdad .....dag den ...../..... 198.. kl 12

VÄDERÖVERSIKT ÖSTERGÖTLAND (max 3 rader)

| (a)<br>DAG | (b)<br>VÄDER | (c)<br>Sannolikhet<br>regn ≥ 1 mm | (d)<br>TEMP<br>max/min | (e)<br>VIND<br>m/s | (f)<br>FUKT |
|------------|--------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------|-------------|
| .....      | ( )          |                                   |                        |                    |             |
| .....      | ( )          |                                   |                        |                    |             |
| .....      | ( )          |                                   |                        |                    |             |
| .....      | ( )          |                                   |                        |                    |             |

(g) Allmänt: .....dag och .....dag

(h) Chans för uppehåll .....dag t.o.m. .... dag ..... %

Del 5 finns intalad på 011/171642

Exempel från sidan 2 i dagbok.  
Denna sida användes för att nedteckna prognosen från telefonsvaren eller Agrovisionen.

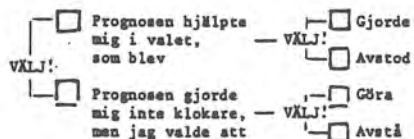
5. Beslut av "engångskaraktär", att göra eller avstå från en viss åtgärd (t ex ogräsbesprutning, vändning av hö  
Ifyllas även om prognosen fick Dig att avstå från något Du tänkt!

(Typ av) Åtgärd \_\_\_\_\_

"Storlek" (hur många ha, gröda etc...)

#### I EFTERHAND

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



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

6. Beslut om planering av arbete under dagen, och av närmaste dagarna (inkl. planerad bekämpning, .....)

|         |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                       | (KORTA NYCKELORD)                                                                                               | I EFTERHAND                                                                                                                                                                                                                                                           |
| — VÄLJ! | <input type="checkbox"/> Jag hade en bestämd<br>uppfattning på<br>förhand hur arbetet<br>skulle disponeras                                                                                                            | <input type="checkbox"/> Inga överrask-<br>ningar, prognosen<br>styrkte min upp-<br>fattning                    | Vad gjorde Du?                                                                                                                                                                                                                                                        |
|         |                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Prognosen över-<br>raskade mig, och<br>fick mig att<br>ändra/disp. om/<br>forcera..... | Vad ändrades?                                                                                                                                                                                                                                                         |
|         | — VÄLJ!                                                                                                                                                                                                               | <input type="checkbox"/> Prognosen avgjorde<br>frågan, jag tyckte<br>att jag gjorde ett<br>säkert val           | Vad valde Du?                                                                                                                                                                                                                                                         |
|         |                                                                                                                                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Prognosen gjorde<br>mig inte mycket<br>klokare                                         | Vad valde Du?                                                                                                                                                                                                                                                         |
|         | <input type="checkbox"/> Jag tvekade mellan<br>olika alternativ,<br>och ville ha prog-<br>nosen som underlag.<br>(Vilka var alterna-<br>tiven? t ex att<br>forcera arbete ge-<br>nom att köra på<br>kvällen eller ej. |                                                                                                                 | . Var det Du gjorde det bästa<br>(nu när Du vet hur vädret blev?<br><br>. Om "rätt": Vad vann Du jäm-<br>fört med alternativ? (tid,<br>pengar, material, energi,<br>kvalitet hos gröda.....)<br><br>. Om "fel": Vad förlorade Du<br>jämfört med alternativ? (tid etc) |

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

8. Övrigt, kommentarer.....

(t.ex beslut att vara hemma p g a osäkerhet om väderutveckling, beslut att  
använda mindre mängd bekämpningsmedel p g a säkra prognoser.....)

Beskriv! \_\_\_\_\_

Exempel från sidan 3 i dagbok.

Här antecknades hur prognosen påverkade beslut och planering.  
I efterhand antecknades även resultatet om man bedömde åtgärden  
som rätt eller fel i förhållande till det väder som inträffade.

## 2.4 Prognosutformning

### 2.4.1 Första året

Efter diskussioner med lantbrukarna gjordes ett förslag till innehåll och utformning av väderprognoser för de båda prognosdistrikten. Eftersom samma information skulle delges samtliga oavsett om den distribuerades via telefonsvarare eller Agrovision fanns vissa begränsningar i informationsinnehåll. Eftersom telefonsvararens bandlängd var maximerad till 90 sekunder måste viss bildtext avkodas. Den stora informationsmängden krävde också färdigtryckta blanketter som fylldes i då väderinformationen hämtades från telefonsvarare. Informationen i Agrovisionen delades för varje distrikt upp i tre bildsidor. Prognoserna gjordes för en kort (1½-dygn) och en lång (fem dygn). För den korta tidsskalan indelades dygnet i tre timmar och sex timmar intervall. För varje tidsintervall gavs prognos för ett antal väderparametrar. Redan från början klargjorde lantbrukarna att prognos av nederbörd var väsentlig. Utöver en för varje tidsperiod allmän beskrivning av vädret (moln, regn, dimma, åska) gavs sannolikheten för regn över två bestämda gränsvärden. Första gränsvärdet avsattes till 0.5 mm eftersom detta ansågs utgöra en gräns då de flesta arbetsmoment inom jordbruket försvårades. Vid gränsvärdet 3 mm skulle inga arbetsmoment i fält kunna utföras. Övriga prognosparametrar som ansågs viktiga var temperatur, vind, relativ fuktighet och frost. Prognosen för parametrarna temperatur, vind och relativ fuktighet avsåg medelvärde för respektive tidsperiod.

En betydligt större detaljeringsgrad både i tid och rum gavs i PROFARM-prognoserna jämfört med de tre traditionella prognoserna. Detta möjliggjordes av att ny observationsteknik (väderradar och automatiska väderstationer) kunde utnyttjas i framtagningen av prognoserna. De korta prognoserna uppdaterades vid tre tillfällen under dygnet. Den första prognosen lämnades på morgonen kl 0700 den andra vid middagstid kl 1130 och den sista på eftermiddagen kl 1530. Dessa tider ansågs lämpligast ur arbetssynpunkt eftersom de sammanföll med mat eller kafferaster. Prognoserna för den längre tidsperioden uppdaterades en gång per dygn, vid middagstid kl 1130. Rums- och tidsupplösningen i de längre prognoserna var grövre än för de korta prognoserna. I prognoserna gjordes ingen skillnad för de två jordbruksområdena. Tidsindelningen var dygnsvis från och med femte dygnet.

Med dygn avsågs tidsperioden 00-24. Förutom en beskrivning i klartext över det kommande vädret under perioden gavs prognos för de väderparametrar som lantbrukarna ansåg viktigast.

En allmän beskrivning av vädret för varje dygn (moln, regn, dimma, åska m m) följdes av sannolikheten för regn över 1 mm. För varje dygn gavs också prognos på maximi- och minimitemperatur och medelvindens riktning och styrka (m/s).

Liksom för de korta prognoserna distribuerades femdygnsprognoserna både via telefonsvarare och via Agrovision. Av utrymmesskäl i telefonsvarare avkodades väderorden till siffror. För att uppfatta prognosen i telefonsvararna krävdes att lantbrukarna hade färdigtryckta formulär. Under säsongen gjordes vissa justeringar i prognosutformningen. Listan över väderord och kodsiffror kompletterades. I femdygnsprognoserna ändrades dygnsindelningen från kalenderdygn (00-24) till meteorologiskt

SMHI 50001221

## PROFARM VADSTENA - SKÄNNINGE - MOTALA

Tisdag 20/8 kl 1600

| TID   | VÄDER      | SANNOLIKHET |      | VÄDERTYP |
|-------|------------|-------------|------|----------|
|       |            | >0,1mm      | >2mm |          |
| 08-11 | x          | xx          | xx   | xx       |
| 11-14 | x          | xx          | xx   | xx       |
| 14-17 | Molnigt    | 10          | 5    | Lok.skur |
| 17-20 | Molnigt    | 10          | 5    | Lok.skur |
| 20-02 | Dimma      | 0           | 0    | --       |
| 02-08 | Dimma      | 0           | 0    | --       |
| 08-14 | Kortv.regn | 60          | 40   | Lok.regn |
| 14-20 | Molnigt    | 20          | 1    |          |

SMHI 50001222

## PROFARM VADSTENA - SKÄNNINGE - MOTALA

Tisdag 20/8 kl 1600

| TID   | TEMP | VIND | MEDEL/MAX |
|-------|------|------|-----------|
| 08-11 | xx   | x    | x / x     |
| 11-14 | xx   | x    | x / x     |
| 14-17 | 18   | SV   | 2 / 4     |
| 17-20 | 17   | Vx   | 2 / 3     |
| 20-02 | 15   | SV   | 2 / 3     |
| 02-08 | 14   | S    | 4 / 6     |
| 08-14 | 17   | S    | 5 / 8     |
| 14-20 | 18   | SV   | 5 / 8     |

FRÖSTRISK UNDER NATTEN. 0 %

Tag 5 för femdygnsprognos, för meny 0

Exempel på presentation av väderinformation i Agrovisionen. Dessa två sidor ger väderutvecklingen för de närmaste 36 timmarna.

dygn (08-08) eftersom detta dels underlättade utvärderingen av prognosernas kvalité och undanröjde eventuella missförstånd vid prognos av minimitemperatur. Vidare ändrades första uppdateringstillfället för de korta prognoserna från kl 0700 till kl 0630 eftersom detta bättre passade in i lantbrukarens arbetsordning.

#### 2.4.2 Andra året

Efter första årets avslutning framkom ytterligare synpunkter på ändringar i prognosutformningen. Gränsvärden i sannolikhetsprognosen för regn i de korta prognoserna sänktes till 0.1 mm och 2 mm. Dessutom ansåg lantbrukarna att en tilläggsinformation till sannolikhetsprognosen borde ges som angav vilken typ av regn som meteorologen avsåg vid sannolikhetsprognoserna. Detta skulle enligt lantbrukarna ge bättre förståelse och användbarhet av sannolikhetsprognoserna. Under den andra säsongen ändrades dessutom informationen för frostrisk till att endast avse den kommande natten och inte som under den första försöksperioden alla tidsintervall. Vindinformationen ansågs mycket viktig för vissa arbetsmoment och ändrades till det andra året till att även innehålla information om den maximala vindstyrkan för varje tidsperiod i de korta prognoserna. Av utrymmesskäl fick därmed prognosen för relativ fuktighet i de korta prognoserna utgå. Den extra vindinformationen prioriterades i detta fall högre av lantbrukarna. Uppdateringstillfällena för de korta prognoserna justerades något under det andra året. Den första prognosen lämnades kl 0630 på morgonen, den andra kl 1200 och den tredje kl 1600. Framflyttningen av middagsprognosen gjordes av produktionstekniska skäl eftersom en senarelagd prognos kunde framställas av färskare information och därmed blir säkrare.

Även de längre prognoserna utformades annorlunda under det andra försöksåret. Efter önskemål från lantbrukarna förlängdes prognosperioden ett dygn och omfattade sex dygn. Den första fyradygnsperioden indelades i dygn för dygn medan prognosen för dygn 5 och 6 gavs med en allmän beskrivning av tendensen i vädret. För de första fyra dyggen gavs under det andra försöksåret dessutom prognos på relativ fuktighet. Denna information ersatte därmed till viss del den uteblivna fuktighetsinformationen i de korta prognoserna.

Med mycket gott resultat provades under den andra säsongen dessutom att ange chansen för uppehållsväder under den första tredygnspanperioden. En sammanhängande tredagarsperiod med uppehållsväder ansågs viktigt för ett flertal arbetsmoment och en information om chansen för en sådan period bedömdes vara mycket viktig vid planeringen av arbetet.



### 3. ANVÄNDARTESTER I PROFARM-PROJEKTET

#### 3.1 Inledning

För att vidareutveckla PROFARM-konceptet har SMHI genomfört användartester, d v s lantbrukare har beretts tillfälle att använda PROFARM-prognoser i sitt arbete. (Till skillnad mot i en s k marknadstest har det dock inte skett på kommersiella villkor). Användartesterna av PROFARM-prognoser har pågått under jordbrukssäsongerna 1984 och 1985. Tio lantbrukare i två prognosområden har för vardera året fört dagbok över arbeten, mottagna väderprognoser etc, enligt fastställt formulär. Man har haft tillgång till SMHIs PROFARM-prognoser via telefonsvarare med intalad väderprognos via terminalanslutning (TV) över telenätet till Lantbruksdata eller genom direktkontakt med meteorolog på SMHI.

SMHI har även ordnat ett flertal träffar med berörda lantbrukare, meteorologer och undersökningsledare för att kunna diskutera frågor i anslutning till undersökningen och mottagandet av väderprognoserna.

Syftet med användartesterna är att utvärdera PROFARM-prognoserna ur användarnas synvinkel: Hur ofta söker man dem? Vilken information i dem anses viktig? Hur används de som underlag för arbetet i lantbruk? etc.

Detta kapitel ger resultat och slutsatser från 1985 års användartest.

Underlag för användartestet av PROFARM:s väderprognoser 1985 är dagböcker, ifyllda av lantbrukare från två skilda områden - Vikbolandet respektive Vadstena-Skänninge-Mjölby-området. I 1984 års undersökning deltog tio lantbrukare. Nio av dessa deltog även 1985, tillsammans med en nytillkommande.

Dagböckerna utgjordes av förtryckta blad med fasta svarsalternativ (se 2.3). I 1985 års version fanns plats för att skriva ned mottagna prognoser under dagen (vilket saknades 1984).

Under 1985 mottogs totalt 517 dagböcker från de nio lantbrukarna. Undersökningsperioden omfattade 16 april - 16 oktober.

Beräkningarna i det följande grundar sig på 1985 års dagböcker. Jämförelser med 1984 års resultat görs då skillnader värda att anmärka finns.

Uppgifterna i de inkomna dagböckerna kodades och datorbearbetades. Svaren har även analyserats uppdelade på deltagande lantbrukare.

#### 3.2 Resultat

##### 3.2.1 Deltagande i undersökningen

Antal deltagare i undersökningen var nio stycken. Den totala undersökningsperioden omfattar 16 april - 16 oktober, d v s 185 dagar.

Som framgår av tabell 1 varierar deltagandet i undersökningen starkt. Fem lantbrukare har lämnat in merparten (89%) av dagböckerna. Fortsättningsvis ges de resultat som delas upp på enskilda lantbrukare endast för dessa mest aktiva deltagare.

TABELL 1. Inlämnade dagböckers fördelning på de olika deltagarna.

| Deltagare | Antal dagböcker | Antal (%) av samtliga dagböcker |
|-----------|-----------------|---------------------------------|
| A         | 53              | 10                              |
| B         | 100             | 19                              |
| C         | 84              | 16                              |
| D         | 90              | 17                              |
| E         | 133             | 26                              |
| F         | 15              | 3                               |
| G         | 10              | 2                               |
| H         | 14              | 3                               |
| I         | 17              | 3                               |
| Totalt    | 517             | 100                             |

För de fem aktiva deltagarna varierar intensiteten i deltagandet. Alla fem har dock lämnat dagbok under minst hälften av dagarna under den period man deltagit, se tabell 2.

TABELL 2. De mest aktiva lantbrukarnas deltagande i undersökningen.

| Deltagare  | Tidsperiod man lämnat dagböcker (antal dagar) | Andel (%) dagar med inlämnad dagbok i tidsperioden |
|------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| A          | 101                                           | 52                                                 |
| B          | 185                                           | 54                                                 |
| C          | 155                                           | 54                                                 |
| D          | 133                                           | 68                                                 |
| E          | 176                                           | 76                                                 |
| Genomsnitt | 150                                           | 61                                                 |

### 3.2.2 Mottagna PROFARM-prognoser

Hur många dagar man har mottagit åtminstone en PROFARM-prognos framgår av tabell 3. I genomsnitt har man mottagit minst en PROFARM-prognos för 73% av inlämnade dagböcker och för 43% av alla dagar under den tidsperiod respektive deltagare fört dagbok. Andelen av dagarna då man erhållit PROFARM-prognos är kring hälften för tre deltagare och kring en tredjedel för två. Andelen av dagböckerna med PROFARM-prognos mottagen varierar mer; troligen en effekt av att några tenderat att inte fylla i dagboken annat än om man tagit emot en PROFARM-prognos.

Som framgår av tabellen har fyra av de aktiva deltagarna mottagit PROFARM-prognoser 50-60 dagar; *antalet* dagar man mottagit prognos tenderar alltså att vara rätt stabilt.

TABELL 3. Hur ofta man mottagit PROFARM-prognos.

| Deltagare  | Antal dagar med minst en PROFARM-prognos | Mottagit PROFARM % av dagböcker | Mottagit PROFARM % av alla dagar |
|------------|------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| A          | 53                                       | 100                             | 52                               |
| B          | 59                                       | 59                              | 32                               |
| C          | 80                                       | 95                              | 52                               |
| D          | 60                                       | 67                              | 45                               |
| E          | 60                                       | 45                              | 34                               |
| Genomsnitt | 62                                       | 73                              | 43                               |

PROFARM-prognoserna fanns kl 07, 12, och 16 som korttidsprognos, samt som femdygnsprognos varje dygn. I tabell 4 visas vilka prognoser som mottagits. Av de korta prognoserna är den kl 16 mest populär, den kl 12 minst. Observera dock att 16-prognosen i allmänhet mottas sent.

TABELL 4. Mottagna PROFARM-prognoser av olika slag.

| Prognos | % av dagar med minst en PROFARM-prognos | Typisk tid för mottagning |
|---------|-----------------------------------------|---------------------------|
| kl 07   | 40                                      | 0745                      |
| kl 12   | 27                                      | 1300                      |
| kl 16   | 49                                      | 2100                      |
| 5-dygn  | 76                                      | 1930                      |

Man har allra oftast nöjt sig med en kort PROFARM-prognos per dag (i medeltal 1.06), om man tagit emot någon alls. 1984 var medeltalet 1.3. Dåvarande 15-prognosen togs emot 62% av alla dagar med minst en prognos.

Femdygnsprognosen söks ofta - omräknat 30% av *alla* dagar under tidsperioden man deltagit.

I tabell 5 visas hur olika deltagare tagit emot olika korttidsprognoser. Som synes varierar mönstren för de mest aktiva deltagarna. I ett fall är 07-prognosen mest använd, i ett fall 12-prognosen och i två fall 16-prognosen; i det femte fallet delas första platsen.

TABELL 5. Fördelning av korttidsprognoser på olika tider för de mest aktiva deltagarna.

| Deltagare | Andel (%) av alla mottagna korttidsprognoser som avser |    |    | Totalt |
|-----------|--------------------------------------------------------|----|----|--------|
|           | 07                                                     | 12 | 16 |        |
| A         | 33                                                     | 23 | 44 | 100    |
| B         | 44                                                     | 20 | 36 | 100    |
| C         | 40                                                     | 20 | 40 | 100    |
| D         | 31                                                     | 42 | 27 | 100    |
| E         | 19                                                     | 14 | 67 | 100    |

### 3.2.3 Sätt att erhålla PROFARM-prognos

De två sätten att erhålla PROFARM-prognos, Lantbruksdata reseptive telefonsvarare, har använts i olika utsträckning. Deltagare B har inte haft tillgång till terminal. Av de fyra övriga aktiva deltagarna, vilka haft tillgång till terminal har A utnyttjat enbart detta sätt att erhålla prognos medan deltagarna C-E använt sig av terminal till knappt 30%, se tabell 6. Om man använt sig av båda metoderna gäller att endast en av dem använts åt gången..

TABELL 6. Sätt att erhålla PROFARM-prognos (aktiva deltagare)

| Deltagare | Andel % telefonsvarare | Andel % Lantbruksdata | Totalt % |
|-----------|------------------------|-----------------------|----------|
| A         | –                      | 100                   | 100      |
| B         | 100                    | –                     | 100      |
| C         | 70                     | 30                    | 100      |
| D         | 71                     | 29                    | 100      |
| E         | 73                     | 27                    | 100      |

Av de fyra deltagare som lämnat in endast få dagböcker hade två använt sig av enbart Lantbruksdata, en enbart telefonsvarare och en hade använt sig av båda sätten.

### 3.2.4 Väderberoende arbeten

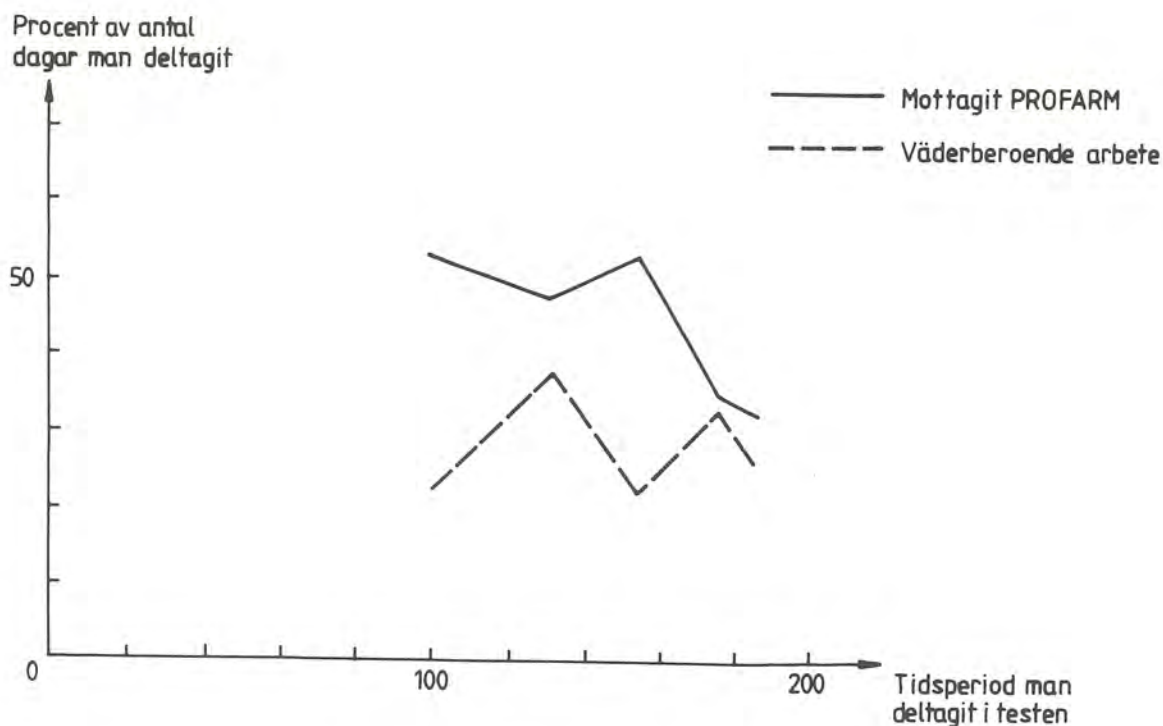
I tabell 7 visas hur ofta man haft väderberoende arbete under perioden. 40–55% av dagböckerna har angivit väderberoende arbete. Med hänsyn till att dagböcker ej lämnats alla dagar (se tabell 2 ovan) fås att andelen dagar med väderberoende arbete är ca en fjärdedel för tre lantbrukare och ca en tredjedel för de övriga två, med ett medelvärde om 28% (se tabell 7 högra kolumnen).

Det är tydligt att man kan vara intresserad av väderprognosen även om inget väderberoende arbete är aktuellt för dagen.

TABELL 7. Hur ofta man haft väderberoende arbete.

| Deltagare | Väderberoende arbete<br>% av dagböcker | Väderberoende arbete<br>% av alla dagar |
|-----------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
| A         | 43                                     | 23                                      |
| B         | 48                                     | 26                                      |
| C         | 40                                     | 22                                      |
| D         | 54                                     | 37                                      |
| E         | 43                                     | 32                                      |

I figur 4 analyseras närmare sambandet mellan väderberoende arbete, mottagande av PROFARM-prognos och den tidsperiod man deltagit i testen. Andelen dagar med väderberoende arbete synes *inte* ha att göra med tidsperioden man deltagit, "väderberoende arbete är alltid aktuellt". Däremot finns en tendens att andelen av dagarna man sökt PROFARM-prognos minskar ju längre period man deltagit.



FIGUR 4. Förhållande mellan väderberoende arbete och dagar man mottagit PROFARM-information.

En möjlig hypotes är att olika lantbruk har olika långa perioder med väderberoende. Inom dessa perioder har man konstant "intensitet" av väderberoende eller i vårt fall en intensitet som inte varierar med tidsperiodens längd. (Utanför perioden har man lågt väderberoende och söker heller inte PROFARM-prognoser). Inom perioden söker man väderinformation mer intensivt ju kortare en väderberoende period är - därav den ovan (sid 20) kommenterade tendensen att antalet dagar med mottagen PROFARM-prognos är relativt stabil (50-60 dagar). De med längst väderberoende tidsperiod söker PROFARM-prognoser i stort sett bara då väderberoende arbete är aktuellt (litet gap mellan de två kurvorna i figur 4).

Vilka väderberoende arbeten som har varit aktuella under undersökningsperioden visas i tabell 8 (som avser alla deltagare). Merparten av det väderberoende arbetet faller inom tre huvudgrupper - ogräsbekämpning, skörd och sådd. Tillsammans svarar dessa tre typer av arbete för ca 70% av de väderberoende arbeten som angivits av deltagarna. Ogräsbekämpning förekommer nästan uteslutande i form av besprutning, en metod som kräver rätta vindförhållanden för att bli effektiv.

Genomsnittligt har angivits 1.5 väderberoende arbeten de dagar man haft sådant.

TABELL 8. Typer av väderberoende arbeten.

| Väderberoende arbete | Andel (%) av alla väderberoende arbeten |
|----------------------|-----------------------------------------|
| Ogräsbekämpning      | 25                                      |
| Skörd (utom hö)      | 24                                      |
| Sådd                 | 20                                      |
| Gödning              | 7                                       |
| Jordbearbetning      | 6                                       |
| Höskörd              | 5                                       |
| Insektsbekämpning    | 4                                       |
| Svampbekämpning      | 4                                       |
| Övrigt               | 5                                       |
|                      | 100%                                    |

### 3.2.5 Viktig PROFARM-information för väderberoende arbeten

Vilken information som bedöms viktig i en PROFARM-prognos med hänsyn till väderberoende arbeten visas i tabell 9. Som framgår är regnsannolikhet den i särklass viktigaste informationen. Vind är viktigt i en tredjedel av fallen då man har väderberoende arbete.

TABELL 9. Viktig information i väderprognosen.

| Typ av information        | Andel (%) av dagar med väderberoende arbete |        |
|---------------------------|---------------------------------------------|--------|
|                           | 1985                                        | (1984) |
| Sannolikhet för nederbörd | 87                                          | (84)   |
| Vind                      | 31                                          | (42)   |
| Väder (molnighet)         | 20                                          | (25)   |
| Temperatur                | 14                                          | (13)   |
| Relativ fuktighet         | 3                                           | ( 9)   |
| Frost                     | 2                                           | ( 9)   |
| Kombination               | 2                                           | ( 3)   |

Genomsnittligt har man angett 1.6 slags information som viktig vid mottagen prognos.

1984 års undersökning anger högre värden för "vind", "relativ fuktighet" och "frost".

### 3.2.6 Ny eller väsentlig information i PROFARM-prognosen

I dagböcker med angivande av väderberoende arbete ansåg man att 35% av PROFARM-prognoserna tillförde någon ny eller väsentlig information utöver vad man visste från andra informationskällor och egen observation.

TABELL 10. Ny eller väsentlig information i PROFARM-prognosen.

| Ny/väsentlig information om  | Andel (%) av dagar med väderberoende arbete |        |
|------------------------------|---------------------------------------------|--------|
|                              | 1985                                        | (1984) |
| Nederbörd                    | 27                                          | (26)   |
| Vind                         | 4                                           | (11)   |
| Temperatur                   | 4                                           | ( 3)   |
| Relativ fuktighet            | 1                                           | ( 3)   |
| <hr/>                        |                                             |        |
| Ja, ny väsentlig information | 35                                          | (34)   |

Då man specificerar vilken typ av information som var ny eller väsentlig i prognosen angavs nederbörd i 27% av dagböcker med väderberoende arbete, dvs oftast var det information om nederbörd som ansågs vara ny eller väsentlig. Man kunde ange flera typer av information som ny eller väsentlig, men de allra flesta angav endast ett slag. Information om övriga väderleksförhållanden fick genomgående låga värden.

### 3.2.7 Information i PROFARM-prognosen som gav ökad säkerhet

I 37% av dagböckerna med väderberoende arbete tyckte man att PROFARM-prognosen innehåll information som gav ökad säkerhet om väderutvecklingen (tabell 11).

TABELL 11. Information i PROFARM-prognosen som gav ökad säkerhet.

| Information som gav ökad säkerhet | Andel (%) dagar med väderberoende arbete |        |
|-----------------------------------|------------------------------------------|--------|
|                                   | 1985                                     | (1984) |
| Nederbörd                         | 30                                       | (30)   |
| Vind                              | 5                                        | (13)   |
| Temperatur                        | 4                                        | (3)    |
| Relativ fuktighet                 | 1                                        | (2)    |
| Ja, ökad säkerhet                 | 37                                       | (38)   |

Man ansåg att information om nederbörd i PROFARM-prognosen gav ökad säkerhet åt väderutvecklingen 30% av dagar med väderberoende arbete. Information om övriga väderleksförhållanden ansågs inte öka säkerheten i större utsträckning.

1984 års siffror är ungefär desamma frånsett information om vind, som 1984 hade 13%.

### 3.2.8 Prognosen som underlag för beslut av "engångskaraktär"

Man kunde ange huruvida prognosen varit till hjälp eller ej vid beslut av "engångskaraktär", att göra eller avstå från en viss åtgärd. Sådana beslut togs mest vid bekämning av olika slag, skörd och sådd. Beslut av detta slag finns noterade 53% av alla dagar med väderberoende arbete. I 92% av de fallen ansåg deltagarna att de fått hjälp av prognosen att bestämma sig. Resultatet av beslutet blev att man i 68% av fallen gjorde arbetena som planerat, och att man alltså avstod från att utföra dem som man först tänkt i 32%.

Man anser sig alltså praktiskt taget alltid (nio fall av tio) ha hjälp av prognosen; och i tre fall av tio gör prognosen skillnad i beslutet.

I de fall man tyckte sig ha fått hjälp av prognosen (dvs i de allra flesta fall - 92%) tyckte man sig ha fattat rätt beslut i 69% av fallen, i 9% ansåg man att resultatet blev "fel" och i resten, dvs 22%, har man inte angivit rätt eller fel.

### 3.2.9 Prognosen som underlag för beslut om planering av väderberoende arbete

Deltagarna fick anteckna om man hade beslutat om planering av arbetet under dagen, 49% av dagböckerna med väderberoende arbete hade noterat om sådan planering. I allmänhet var det samma dagar som de då man hade engångsbeslut (se avsnitt 3.2.8).

I 56% av fallen hade man en förhandsuppfattning hur arbetet skulle disponeras, och den bekräftades av prognosen i 91% av fallen. Här har prognosen gjort skillnad i beslutet i endast ett fall av tio.

Vid 44% av besluten var man tveksam och ville ha prognosen som underlag för vidare avgörande. Prognosen fick avgöra i 89%. Här ansåg man sig alltså oftast hjälpt av prognosen.

I efterhand ansåg 68% av dem som haft planering av detta slag, att de planerat riktigt, 5% ansåg att de gjort fel och drygt en fjärdedel har inte svarat på frågan "rätt/fel".

### 3.2.10 Andra källor för väderinformation

Det finns andra sätt att få väderinformation än via PROFARM. I tabell 12 visas i vilken utsträckning deltagarna använde sig av andra informationskällor.

Hälften av dagarna med mottagen PROFARM-prognos sökte man väderinformation även via annan källa.

TABELL 12. Andra källor än PROFARM för väderinformation. (Tidigare år då man inte haft tillgång till PROFARM-prognoser har man främst tagit del av radions P1-prognoser och i andra hand TV, men vissa tider på året utnyttjat Göta Lantmän).

| Informationskälla | Antal (%) dagar då PROFARM-prognos mottogs |
|-------------------|--------------------------------------------|
| Radio             | 23                                         |
| TV                | 15                                         |
| Lokalradio        | 9                                          |
| Göta Lantmän      | 1                                          |

De fem aktiva deltagarna varierar kraftigt då det gäller utnyttjande av andra informationskällor än PROFARM-prognosen. Deltagare A och C använder sig av i stort sett inga andra prognoser än PROFARM. Deltagare B lyssnar på radio (riksradio och lokalradio) ca hälften av de dagar han tar emot PROFARM-prognos. Deltagare D och E använder TV och radio (ej lokalradio) ca 40% av de dagar som de mottagit PROFARM-prognos. Dessa skillnader är mycket markanta och tyder på att alla har sitt invanda sätt att söka information

Noterbart är att "radio" 1984 hade hela 42% av dagar med PROFARM-prognos, medan "lokalradio" kan uppvisa en liten ökning från blygsamma 3%. Eftersom de flesta deltagare också var med i det föregående testet, 1984, kan det minskade lyssnandet på radioprognoser vara en tillväpnings-effekt som kan vara värd att notera.

### 3.3 Några huvudresultat i punktform

- De aktiva deltagarna har haft väderberoende arbete i 25-30% av dagarna under den period de lämnat dagböcker. "Intensiteten" är oberoende av hur lång denna period är.
- En hypotes är att olika lantbruk har olika långa perioder med väderberoende (100-200 dagar), men att "intensiteten" i väderberoendet inte beror av hur lång denna period är.
- De aktiva deltagarna har mottagit PROFARM-prognoser oftare än de haft väderberoende arbete. "Intensiteten" i PROFARM-mottagandet synes minska ju längre period man lämnat dagböcker för. De som deltagit längst tidsperiod har i stort sett sökt PROFARM-prognoser lika ofta som de haft väderberoende arbete.
- Ett riktvärde för utnyttjandet av PROFARM-tjänster är att fyra av fem aktiva deltagare mottagit prognoser 50-60-dagar (oberoende hur lång tidsperiod de lämnat dagböcker). I allmänhet har man nöjt sig med en av korttidsprognoserna. I tre av fyra dagar har man också mottagit 5-dygnsprognosen.
- 35-40% av prognoserna har ansetts innehålla ny eller säkrare information: Huvudintresset är som väntat bundet till nederbörd. Grovt sett har alltså prognosen innehållit ny eller säkrare information 20 dagar för ett lantbruk.
- Väderberoende engångsbeslut ("att göra eller inte göra något en viss dag" har förekommit hälften av de dagar man haft väderberoende arbete, dvs 15% av alla "dagboksdagar". Allra oftast - i nio fall av tio - anses prognosen ha hjälpt till i beslutet. Relativt ofta - i tre fall av tio - har också prognosen gjort att man inte gjort som man först tänkt sig.
- Hälften av de dagar man haft väderberoende arbete (dvs 15% av alla "dagboksdagar" och i allmänhet samma dagar som man haft engångsbeslut) har man haft att fatta beslut om planering, av arbetet under dagen. (I övriga fall har man troligen inte sett sig ha alternativ).
  - \* I de fall man haft en förhandsuppfattning (sex av tio) har prognosen oftast - i nio fall av tio - bekräftat denna, dvs prognosen har inte gjort stor skillnad i beslutet.
  - \* I de fall man inte haft en förhandsuppfattning (fyra av tio) anses allra oftast - i nio fall av tio - prognosen ha hjälpt till att fatta beslut.
- De dagar man mottagit PROFARM-prognos har man i hälften av fallen avstått från andra prognoser. Detta "avstående" har också ökat: 1984 lyssnade man på radioprognosen fyra av tio dagar man erhöll PROFARM-prognos; 1985 var motsvarande siffra två av tio.

### 3.4 Diskussion

Man kan, med ledning av denna användartest, vänta sig att ett "aktivt" lantbruk tar emot 50-60 PROFARM-prognoser. Härur kan man - med gissningar om värdet av en prognos - spekulera om värdet för en användare.

Som en ledning vid sådana gissningar kan fungera det faktum att 35-40% av prognoserna ansetts innehålla ny eller säkrare information.

En annan "ledtråd" till värdet för en användare är att engångsbeslut förekommit i 15% av alla "dagboksdagar", dvs i 20-25 dagar på ett lantbruk, och att då i nio fall av tio prognosen anses ha haft ett värde samt relativt ofta medfört att man inte gjort som man först tänkt. Lika ofta förekommer planering av arbetet under en dag, och prognosen bidrar då i nio fall av tio genom att antingen bekräfta en förhandsuppfattning eller hjälpa till (i de fall man inte haft någon förhandsuppfattning). Prognoserna skulle alltså ha åtminstone något värde i 40 beslut per lantbruk - 20 av engångskaraktär, 20 avseende planering av arbete under en dag. Här får man gissa om beslutsvärdet av en prognos vid respektive beslutstillfälle.

Räknar man "ännu längre ner" finner man att prognosen i genomsnitt

- ändrat beslut av engångskaraktär ca sju gånger
- bidragit till att avgöra då man varit osäker om planering av en dag ca åtta gånger

dvs bidragit "kraftigt" till ca 15 beslut.

Utöver ovanstående "underlag för räkneövningar" om värdet är det faktum att man ofta har PROFARM som enda källa för väderinformation av intresse att notera - det är ytterligare ett tecken på den positiva attityd användarna tycks ha fått till PROFARM-produkten.

PROFARM-prognosen har för de aktiva deltagarna i 1985 års användartest utgjort en väsentlig och kontinuerligt använd källa - den används praktiskt taget alltid då man har väderberoende arbete. Det är för en sådan "vanebildande" produkt ofta mycket viktigt att leveranssystemet fungerar oklanderligt - problem i detta avseende vid en fullskaleintroduktion upplever användarna troligen mycket negativt.

Om tjänstens utformning i detalj går inte att säga så mycket med denna undersökning som grund. Eventuella ändringar i innehåll och utformning bör grundas på närmare diskussioner med användarna.

Man kan konstatera att 07-prognosen förefaller levereras i rätt tid - den mottas i allmänhet färsk. 12-prognosen, som är minst populär, mottas också då den är relativt ny.

16-prognosen söker man typiskt upp på kvällen, som grund för planering av nästa dags arbete. Skall den eventuellt göras senare?



#### 4. UTVÄRDERING AV PROGNOSE

Eftersom det första året i huvudsak syftade till att finna former för prognos och presentation, gjordes endast smärre verifikationsarbeten av utfärdade prognoser. Det visade sig snart att regnprognoserna var mycket centrala i jordbrukarens arbetsplanering och dessutom var de den svåraste uppgiften för meteorologen. Inför andra årets försök placerades på två gårdar, en på Vikbolandet och en mellan Mjölby och Skänninge, registrerande nederbördsrätare. På detta sätt fick man en rättvisande och avslöjande verifikation av sannolikhetsprognoserna.

I detta kapitel diskuteras även sannolikhetsprognoser ur ekonomisk synpunkt för jordbrukarna.

##### 4.1 Verifikation av prognoser

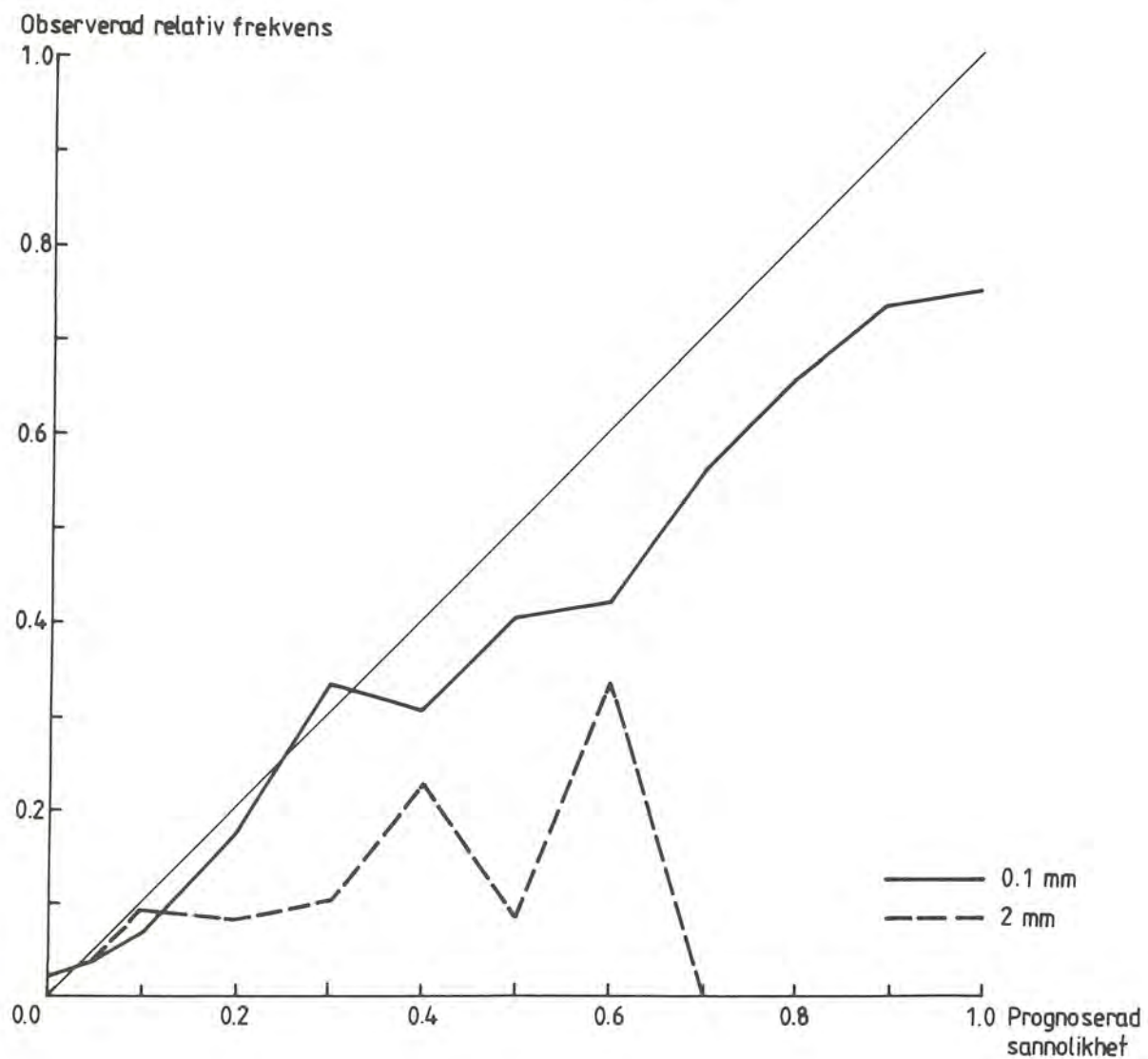
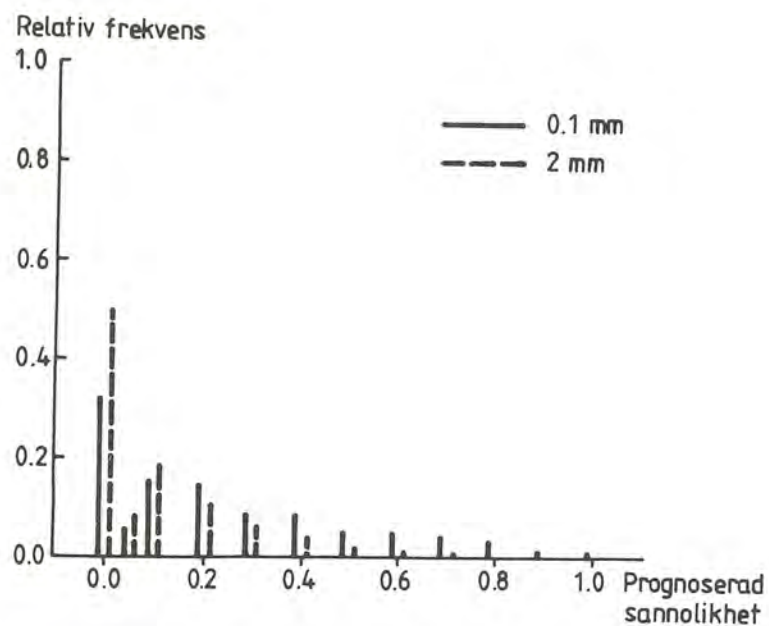
###### 4.1.1 Verifikation av sannolikhetsprognoser för regn

Som framgår av kapitel 2.4.2 sattes två nederbördsgränser för de korta nederbördsprognoserna, 0.1 mm och 2 mm under tre timmar och under sex timmar. I detta kapitel görs en utvärdering av dessa två "regn-händelser" prognoserade före kl 07 varje dag under perioden 16 april - 7 oktober 1985. Prognoserna gäller dels Vikbolandet dels Vadstena-Skänninge-Motala (se figur 1). Observationerna av regnmängder under respektive period erhöles ur registrerande regnmätare, i vart område. Data från dessa regnmätare har extraherats och utgör de observationer som behövs för att verifiera prognoserna.

Ett tillförlitlighetsdiagram för 3-timmarsperiodprognoser presenteras i figur 5. Separata kurvor visar tillförlitlighet för de olika tröskelvärdena. Som framgår av tabell 14 inträffade de två händelserna i 18.8% respektive 5.3% av de tre timmarnas perioder, för vilka dessa prognoser utfärdades.

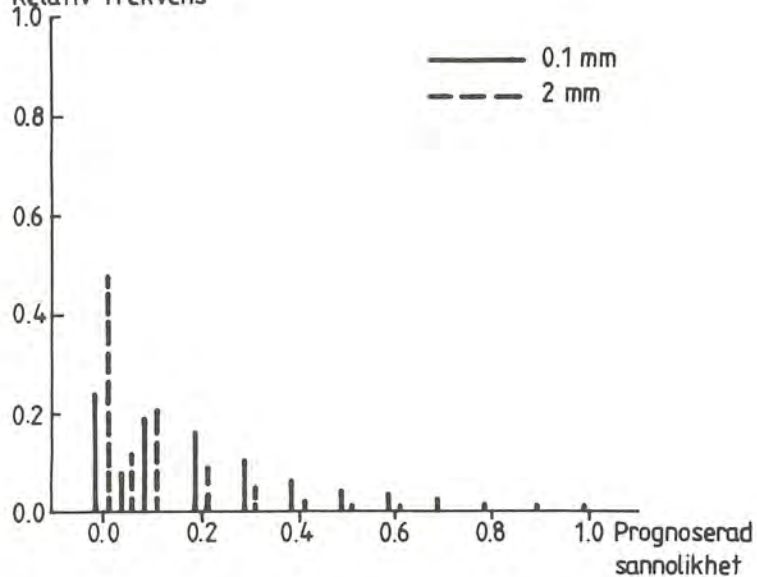
Kurvan, som hör ihop med det lägre tröskelvärdet (0.1 mm), avslöjar att dessa prognoser är tillförlitliga för sannolikhetsvärden lägre än eller lika med 0.3 men överprognosering inträffar för högre sannolikheter. För prognoser på det högre värdet (2 mm) inträffar en påtaglig överprognosering redan för värden över 0.10. Man kan också notera att alla sannolikhetsvärden utnyttjats för 0.1 mm, medan värden över 0.70 aldrig förekommer för 2 mm. Kvantitativa mått på tillförlitlighet, upplösning och skill (skicklighet) kan avläsas i tabellerna 13-14. Prognoser på 0.1 mm uppvisar en positiv skill, för alla prognoser sammantagna 21.3%. I fallet 2 mm ger kombinationen relativt högt värde på tillförlitlighet (bör vara lågt) och lågt upplösningssvärde en negativ skill för denna relativt sällsynta händelse. Mått på tillförlitlighet, upplösning och skill som funktion av tid från prognosens utfärdande finns i tabell 14. Tillförlitligheten är relativt konstant med tiden, men upplösningen avtar och leder till att man får en avtagande skill. För 2 mm har man negativ skill för alla prognoser.

Tillförlitlighetsdiagrammet för prognoser över 6-timmarsperioden visas i figur 6. För dessa perioder inträffade 0.1 och 2 mm - händelserna i 23.7% respektive 7.8% av prognostillfällena. Kurvan för 0.1 mm-prognoserna sammanfaller mycket väl med tillförlitlighetslinjen, men en viss underprognosering förekommer för lägre värden liksom överprognosering för

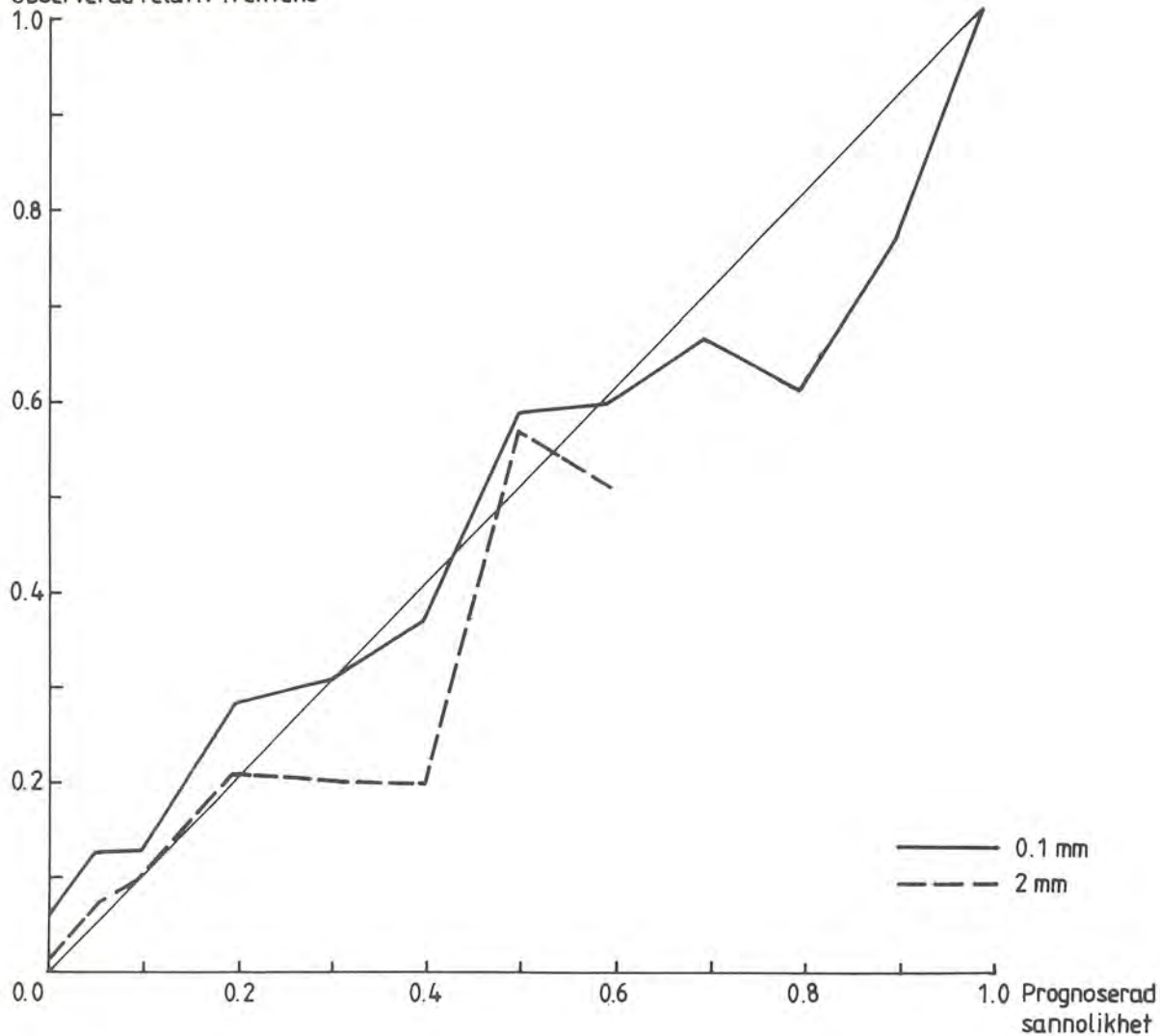


FIGUR 5. Tillförlitligheten i tretimmarsprognoser och fördelningen av prognoserad sannolikhet. Ju mer kurvan avviker från det tunna 45<sup>o</sup>-strecket, desto lägre tillförlitlighet. 2 mm-prognoserna var under PROFARM-försöket ej tillförlitliga.

Relativ frekvens



Observerad relativ frekvens



FIGUR 6. Tillförlitligheten i sextimmarsprognoser. I motsats till tre-timmarsprognoserna finner man att både prognoserna för  $>0.1$  och  $>2$  mm är tillförlitliga. Värden över 60% förekommer ej när det gäller sannolikhet för mer än 2 mm regn.

högre värden. 2 mm-prognoserna uppvisar hög tillförlitlighet för sannolikheter upp till 0.20 sedan följer en viss ryckighet upp till 0.60, där endast fyra prognoser har utfärdats.

Värden på tillförlitlighet, upplösning och skill visas i tabell 13. För båda tröskelvärden finner man positiv skill 16.7% respektive 9.9%. Det senare värdet är betydligt högre för 6-timmars än 3-timmars trots att prognoserna för 6-timmarperioder utfärdats längre från prognostillfället, 13-37 timmar mot 1-13 timmar.

Ett annat sätt att påvisa innevarande svagheter i prognoseringsarbetet är att utföra s k korsvalidering av prognoserna. Prognoserna för Vikbolandet har utvärderats mot inträttat regn i Vadstena-Skänninge-Motala-området. Denna verifikation visar att meteorologen är kapabel att göra en åtskillnad upp till fyra timmar, därefter finner man ingen skillnad i prognoskvalitet. Det är t o m så att det för vissa prognosperioder hade varit en något bättre hjälp för Vikbolandsbönderna att utnyttja prognoserna för det andra området.

TABELL 13. Tillförlitlighet, upplösning och skill i nederbördsprognoser formulerade som sannolikhet över 6-timmarsperioder från 16 april - 7 oktober 1985.

| mm  | Antal progn | Medel sannolikhet för progn | Observativ frekvens | Tillförlitlighet | Upplösning | Skicklighet (Skill) |
|-----|-------------|-----------------------------|---------------------|------------------|------------|---------------------|
| 0.1 | 1116        | 0.20                        | 0.237               | 0.004            | 0.034      | 16.7                |
| 2   | 1116        | 0.08                        | 0.078               | 0.002            | 0.009      | 9.9                 |

TABELL 14. Se ovan. 3-timmarsperioder.

|     |      |      |       |       |       |       |
|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 0.1 | 1112 | 0.22 | 0.188 | 0.005 | 0.005 | 21.3  |
| 2   | 1112 | 0.10 | 0.053 | 0.050 | 0.010 | -13.3 |

TABELL 15. Tillförlitlighet, upplösning och skicklighet i nederbördsprognoser formulerade som sannolikhet över 24-timmarsprognoser från 16 april - 7 oktober 1985. Värden för prognoslängd från 1 till 4 dygn och tröskelvärde på 1 mm.

| Prognoslängd dygn | Antal progn | Medel sannolikhet | Observativ frekvens | Tillförlitlighet | Upplösning | Skicklighet (Skill) |
|-------------------|-------------|-------------------|---------------------|------------------|------------|---------------------|
| 1                 | 184         | 0.26              | 0.326               | 0.024            | 0.040      | 0.070               |
| 2                 | 184         | 0.26              | 0.326               | 0.010            | 0.033      | 0.104               |
| 3                 | 184         | 0.26              | 0.326               | 0.020            | 0.020      | 0.003               |
| 4                 | 184         | 0.23              | 0.326               | 0.023            | 0.011      | -0.053              |

De längre nederbördsprognosernas kvalitet framgår av tabell 15 och figur 7. Det framgår att det skett en underprognosering. Av prognoserna hade man väntat regn i 26% av fallen (av en tillfällighet gäller detta 1-, 2- och 3-dygnsprognoserna). I verkligheten uppmättes mer än 1 mm i 32.6% av dagarna. Upplösningen avtog. För det första dygnet prognosades en sannolikhet över 60% 14 gånger. För dygn 4 däremot förekom aldrig sannolikheter över 60% och 0% sannolikhet förekom endast i nio fall av 184 för dygn 4. Detta är vad man kan och bör vänta sig. De längre prognoserna närmar sig det klimatologiska värdet.

Det är uppenbart av denna verifikation av sannolikhetsprognoserna att nederbördsprognoserna kan och bör förbättras. Meteorologen har uppenbarligen en god förmåga att bedöma sannolikheten för 6-timmarsperioder men när det gäller kortare perioder måste både objektiva och subjektiva hjälpmedel tas fram. Kontinuerliga verifikationer liksom utvecklade metoder att utnyttja radar, satellit och automatstationer måste sättas in för att höja värdet på de lokala detaljerade prognoserna. Även när det gäller de längre prognoserna där underlaget produceras vid ECMWF och där det kontinuerligt sker en positiv utveckling krävs utveckling av objektiva statistiska metoder för beräkning av nederbördssannolikheter.

Detta gäller såväl enskilda dagar som sannolikheten för uppehåll under t ex en tredagarsperiod. De kvantitativa nederbördsprognoserna och även strålningsprognoser och temperaturprognoser bör utvecklas ur ECMWF-data.

#### 4.1.2 Verifikation av temperaturprognoser m m

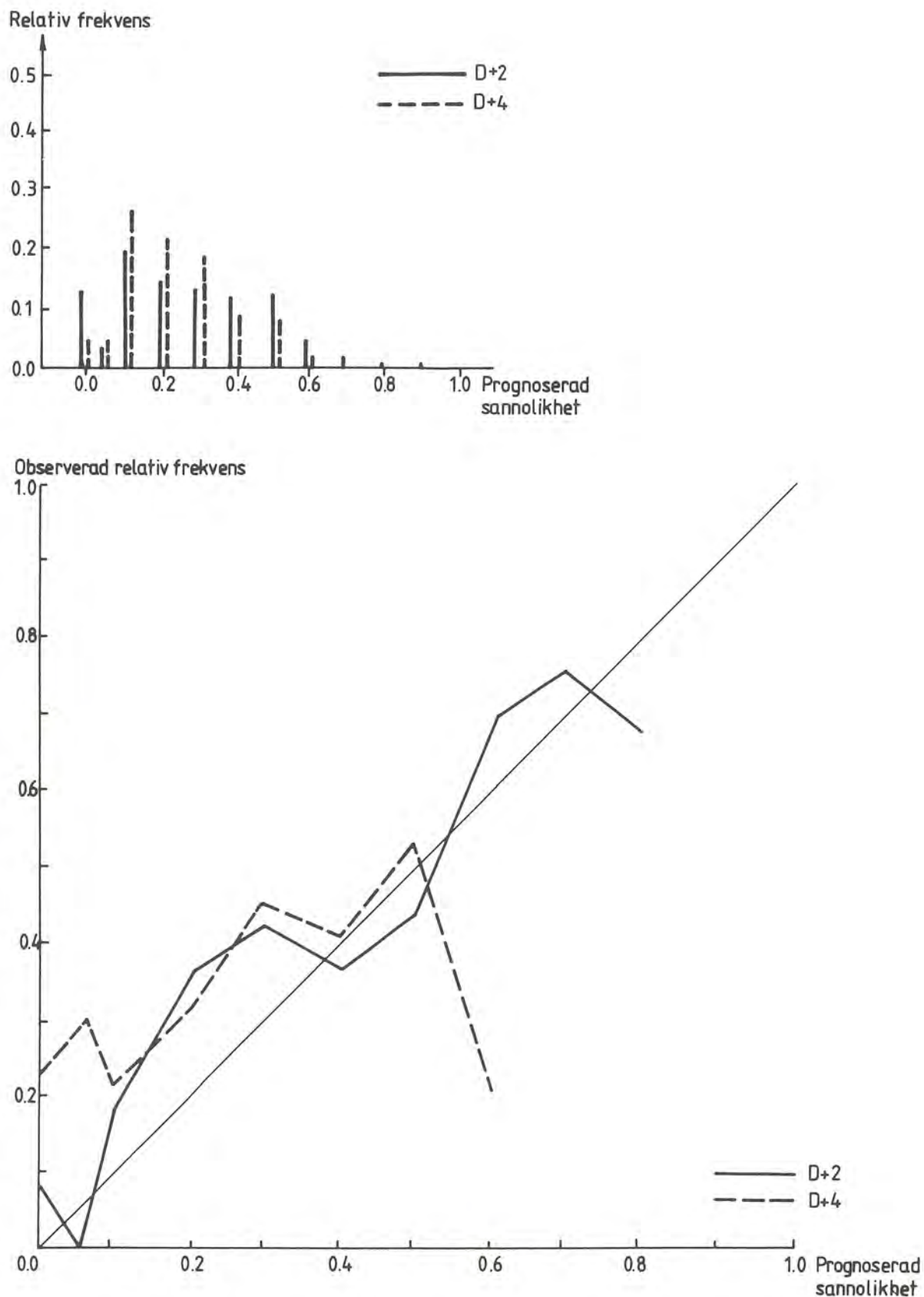
Temperaturprognoserna uppfattades av utnyttjarna som helt tillfredsställande. Sannolikheten för frost var i många fall vägledande för åtgärder. Det skall emellertid påpekas att sannolikheterna till en början var svåra att utnyttja. Riskbedömningen i relation till de ekonomiska värden som stod på spel var nya okända faktorer.

Figurerna 8 och 9 visar utvärdering av temperaturprognoser för natten. Jämförelse mellan prognos och utfall har gjorts mot flygplatserna på Malmslätt och Bråvalla under 1984. I 68 respektive 75% av fallen ligger prognoserna inom  $\pm 2^{\circ}$  från de observerade.

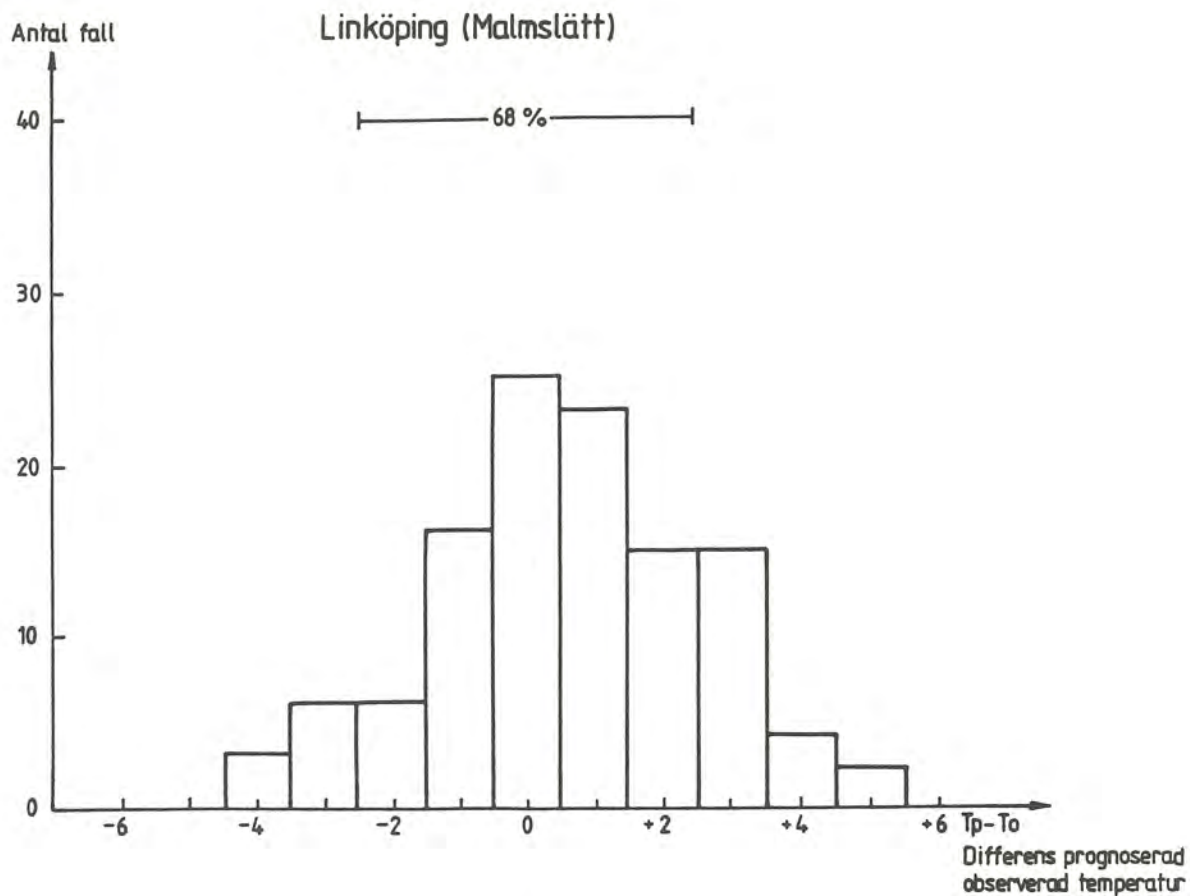
En enkel utvärdering av frostvarningar samma år visar att frostrisk indikerades för Malmslätt-området 18 nätter av 140 och frost inträffade i 13 fall. Endast en gång inträffade frost utan varning. Här måste poängteras att frost är en mycket lokal förteelse. På SMHI pågår verksamhet som medför att såväl kartläggning som prognos av frost kommer att utvecklas.

#### 4.2 Sannolikhetsprognoser och cost/loss-situationer inom jordbruket

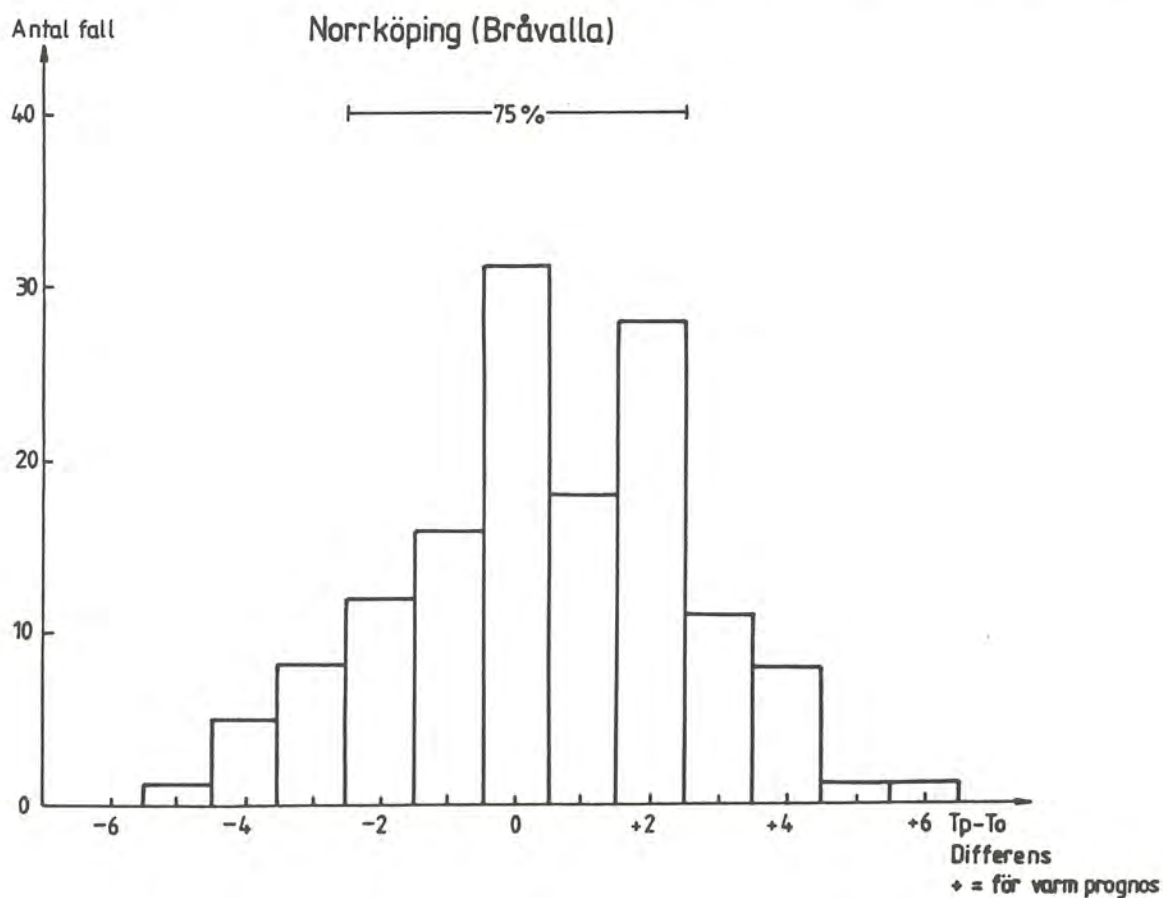
Väderprognoser har en inneboende osäkerhet. Denna osäkerhet har en rad olika orsaker. För det första finns hos observationssystemen och analysystemen en otillräcklighet eller ofullkomlighet att beskriva atmosfärens tillstånd och vädret i godtycklig tidpunkt och plats. För det andra är modellerna och metoderna att beskriva utvecklingen behäftade med approximationer och antaganden när det gäller fysikaliska och



FIGUR 7. Tillförlitlighetsdiagram för sannolikhetsprognoser >1 mm under 24 timmar. Kurvorna visar resultatet för tvådygns- och fyra-dygnsprognoser. Fyradygnsprognosen har ofta angett en sannolikhet nära den klimatologiska sannolikheten.



FIGUR 8. Utvärdering av temperaturprognos för västra området.



FIGUR 9. Utvärdering av temperaturprognos för östra området.

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 dessa inte kommer att skadas på samma sätt som av mer eller mindre hårt drabbande felprognoser. Direkta felprognoser skall inte behöva förekomma när man tillämpar sannolikhetsbegrepp. För att optimera värdet av prognoserna behöver man kvantifiera osäkerheten.

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.

Sannolikhetsprognoser har i Sverige införts till ett stort antal kunder. De flesta kunder är tillfredsställda eller till och med mycket nöjda. Verifikationer har emellertid visat delvis bristfällig tillförlitlighet och utvärderingar har också visat att de kunder som är mest angelägna att optimera prognosvärdet är osäkra på vilket sätt sannolikheterna bäst skall utnyttjas.

För att förbättra sannolikhetsprognosernas kvalitet och användbarhet föreslås därför att SMHI genom utveckling av statistiska metoder utvecklar förbättrade underlag för sannolikhetsprognoser. Fortsatt utbildning av meteorologer behövs också och inte minst viktigt är att utnyttjarna av sannolikhetsprognoser lär sig utnyttja informationen på ett optimalt sätt.

#### 4.2.1 Minimering av väderorsakade utgifter och sannolikhetsprognoser

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     | O        | $E_2 = r_1 L$         |
| Sannolikhet | $r_1$ | $r_2$    |                       |

Sannolikheten för frost är  $r_1$  ( $0 < r_1 < 1$ ),  $r_2 = 1 - r_1$ , alltså de väntade utgifterna om skyddar,  $E_1 = \text{kostnaden att skydda} = C (r_1 + r_2) = C$ . 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. Det kan nämnas i detta sammanhang att sannolikhetsprognoser för jordbruket inte är något nytt. Redan 1919 utsände Statens Meteorologiska och Hydrologiska Anstalt, föregångare till SMHI, ett cirkulär för att få in uppgifter om frostförekomst och frostsador i samband med olika stark frost. Dessa uppgifter skulle sedan bilda en bas för frostprognoser. Även nederbörden uttrycktes i termer vars innebörd var sannolikhet i procent.

#### 4.2.2 Prognoskvalitet och värde av prognos

Det är i de flesta sammanhang omöjligt att beräkna ett exakt cost/loss-värde eftersom det är så många faktorer som i utgångsläget är osäkra. En situation som är intressant är när man avser att bespruta ett fält mot ogräs. Sprutningskostnaden är kemikalier + arbetskostnad. Denna kostnad har uppskattats till mellan 200 och 800:- per hektar. Låt oss kalla detta index  $S$ . Den negativa effekten på skörden av ett regn strax efter besprutning eller av utebliven besprutning är  $N$ . Detta värde bedöms vara mellan 300 och 1 000:- per hektar. Vi får följande kostnadstabell.

|                                 | Regn    | Uppehåll | Väntad kostnad         |
|---------------------------------|---------|----------|------------------------|
| Besprutning                     | $S + N$ | $N$      | $EB = p(S+N) + (1-p)S$ |
| Ej besprutning                  | $N$     | $N$      | $EE = N(p+1-p) = N$    |
| Sannolikhet regn<br>1 mm/12 tim | $P$     | $1-p$    |                        |

Man skall spruta om  $EB < EE$ . Detta villkor är uppfyllt om

$$P < \frac{N-S}{N}$$

Exempelvis, sex timmars arbete under upphåll skall följas av ytterligare sex timmars uppehåll. Under sex timmar hinner man bespruta ca 20 hektar.

Antar vi ett värde på  $S = 300:-$  och ett värde på  $N = 500:-$  får vi ett C/L-förhållande på  $\frac{4\,000}{10\,000} = 0.4$ .

Om bonden inte utnyttjar prognoser kommer arbetet att lyckas i de flesta fall, men i ca 20% av fallen kommer det att uppträda regn mer än 1 mm efter det att man startat besprutningen. Detta värde överensstämmer också ganska väl med den uppfattning bönderna har om hur ofta en besprutning blir mer eller mindre misslyckad på grund av regn (ca var 4:e gång). För att beräkna värdet som följer av utnyttjandet av prognoser har följande formel härletts.

$$VF = \min(C/L, p_1) - \sum_{m=1}^M \pi_m \cdot \min(C/L, p_{1m})$$

VF = värdet av prognoser som skall multipliceras med riskerat värde för att man i det enskilda fallet skall få den beräknade vinsten.

$p_1$  = klimatologiska sannolikheten.  $\pi_m$  = prediktiva sannolikheten ( $\sum_{m=1}^M \pi_m = 1$ ) och  $p_{1m}$  = villkorlig sannolikhet.

$$p_1 = \sum_{m=1}^M \pi_m p_{1m}$$

Den första termen till höger uttrycker de väntade utgifterna om man arbetar oberoende av prognoser. Den andra termen uttrycker hur ofta utnyttjaren leds rätt av prognosen. Om prognoserna inte har någon "skill", blir värdet av de båda termerna identiska. Är prognoserna helt perfekta blir värdet av den andra termen liten i jämförelse med den första.

Värdet av prognoserna har beräknats med utgångspunkt från C/L-värdet 0.4 och med den kvalitet som prognoserna har idag enligt de verifieringar som är gjorda.

Man finner att  $VF = 0.02$ , vilket innebär att den bonde som utnyttjar prognoser sparar ca 200:- per gång som en besprutningsåtgärd utförs. Med helt perfekta prognoser skulle 1 200:- sparas och med en rimlig kvalitetshöjning kan värdet snabbt höjas till ca 500:-. Detta värde kan sedan höjas ytterligare.



## 5. VADERKÄNSLIGA ARBETSMOMENT

Dagboksanteckningar och samtal med bönder ger vid handen att väderberoende arbeten förekommer från början eller mitten av april då vårbruket startar, till jordbearbetningen eller höstsådd i slutet av september eller i oktober. Man ser i uppringningar till SMHIs telefonsvararservice att markanta toppar förekommer under olika perioder av växtsäsongen (figur 10).

### 5.1 Vårbruket

Vårbruket indelas nästan alltid i fyra moment; gödsling, harvning, sådd och vältning. Dessa arbeten utförs i tät följd. Där det är möjligt pågår inom samma jordbruk olika arbetsmoment samtidigt. Så tidig sådd som möjligt eftersträvas. För varje dag sådden försenas från tidigast optimala dag förloras 30–50 kg kärna per hektar. Sannolikheten för regn den närmaste och de närmaste dagarna är mycket viktigt. Om det efter harvning faller regn måste harvningen göras om med sämre resultat. Ett regn efter sådden kan vara gynnsamt, men om det blir kraftigt kan jordstrukturen förstöras, kapillären slammas igen och kväver det groende fröet.

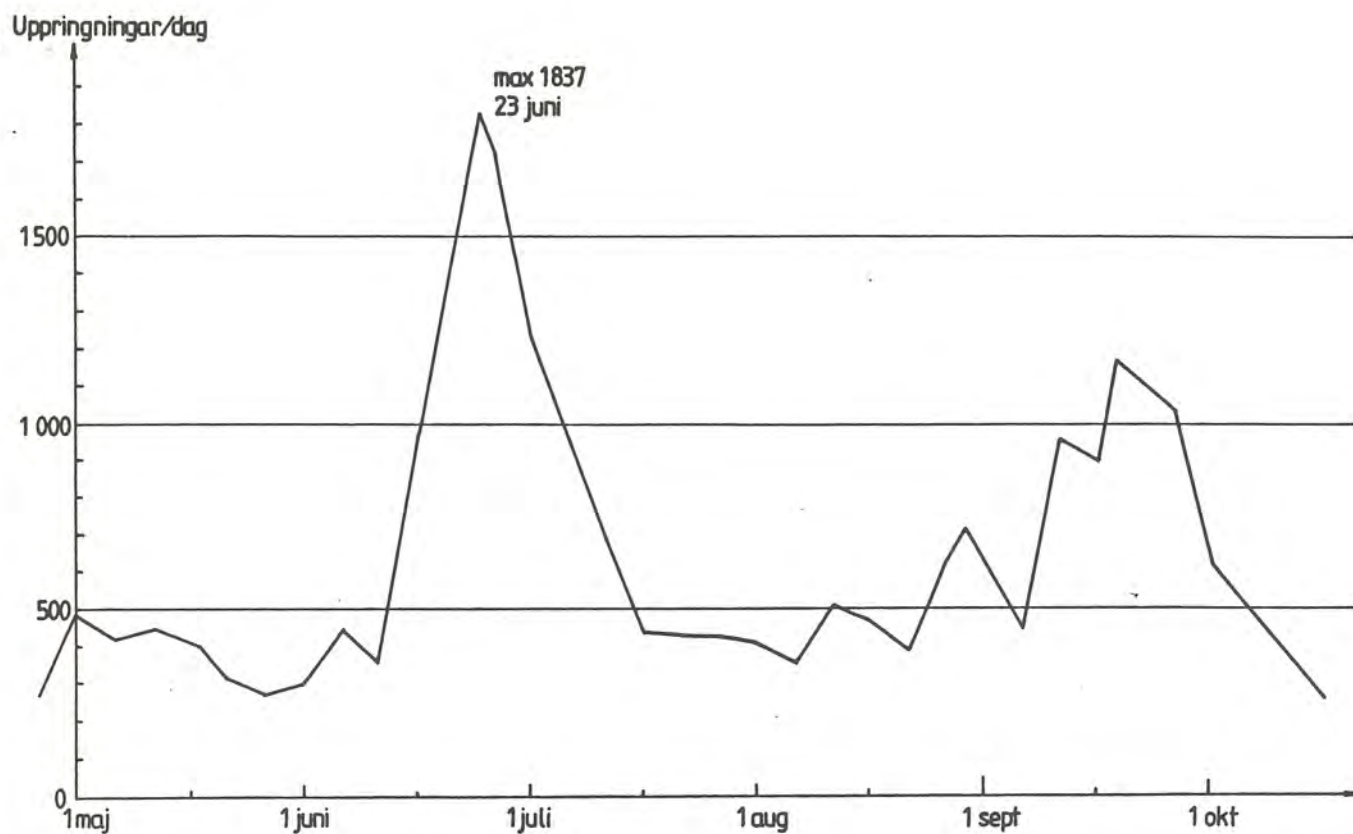
Bonden står ofta inför svåra val under våren om vädret är ostadigt. Om prognosen visar att det blir regn är det ofta lönsammare att skjuta upp sådden en dag och kanske kvävegödsla ett svagt utvecklat höstvet. Om det visar sig att uppkomsten är dålig kan sannolikheten för regn den närmaste perioden påverka beslutet om omsådd. Om det kommer regn inom kort kan omsådd vara obehövlig. Fortsatt torka däremot gör att det är bäst att så medan det fortfarande finns fukt i såbotten.

Frostprognoser på våren är viktiga speciellt för de jordbrukare som efterstavar tidig skörd av bl a potatis och jordgubbar. Dessa växter blir extremt frostkänsliga och skyddsåtgärder måste sättas in om frostrisken bedöms över ett visst värde.

### 5.2 Växtskyddssäsong - försommar

Bekämpning av ogräs sätts in sent på våren eller tidig sommar innan ogräset utvecklat ett alltför starkt rotsystem. Ju svagare ogräset är desto svagare gift behövs för bekämpningen. Besprutning sker med traktor och medföljande besprutningsaggregat vars sprinklersystem fördelar vätskan. Stark vind medför ineffektivt arbete och är oacceptabelt ur miljösynpunkt. Hög luftfuktighet eller dagg skyddar mot brännskador vid besprutning. Besprutning ökar tillfälligt frostkänslighet. Regn under eller strax efter besprutning medför mer eller mindre spolierat resultat av åtgärderna.

Vissa skadegörare gynnas av regn och fuktigt väder medan andra missgynnas. Med goda väderprognoser kan man sätta in förebyggande åtgärder eller göra insatser då det krävs lägre giftkoncentrationer. Man minskar också riskerna att insatserna görs förgäves. Förutom de miljömässiga riskerna är de ekonomiska riskerna ofta i storleksordningen 5 000 – 10 000:- per dag. Under torra försomrar kan i vissa fall bevattning sättas in och rädda kvalitet och kvantitet. En felaktig nederbördsprognos för de fem närmaste dagarna kan därvid orsaka allvarliga negativa konsekvenser.



FIGUR 10. Fördelningen uppringningar per dag 1987 i Östergötland på ODALs automatiska telefonsvarare. Markanta toppar finner man årligen vid skörd av hö och spannmål.

### 5.3 Sommar

Jordbruksmeteorologisk tjänst eftersöks allra mest vid ensilering och höskörd. Detta arbete har sin aktivitetstopp kring midsommar, men startar ofta redan vid månadsskiftet maj-juni. Många studier utomlands och någon även i Sverige visar att goda väderprognoser kan rädda stora delar av grovfodrets kvalitet. Detta gäller givetvis i väderlägen med växlingar från någon eller några dagars sol och torka till regniga dagar. Som meteorolog får man ofta höra tacksamma bönder, men även förbannelser över felaktiga "spådomar".

Väderprognoser kan vägleda bonden vid val av tidpunkt och hur mycket som kan slå en viss dag. Talar prognoser helt entydigt om fyra-fem dagars torkväder kan bonden raskt slå av en stor del av vallen och sedan köra in höet torrt och med hög kvalitet. I osäkra instabila väderlägen får man ta det mer försiktigt. Om höet krossas för att torka snabbare blir det också mer sårbart för ett regnväder. Nästan torrt hö urlakas lättare än nyslaget. Extra vändningskörningar ger förluster i blad som smulas eller faller av förutom de direkta arbetskostnaderna. Om höet är nästan torrt och man hade planerat att torka det ytterligare en dag i fria luften, kan en prognos som förebådar ett annalkande regn leda till en intensiv arbetsinsats för att få in höet. Arbetet kan vissa år vara mycket väderkänsligt men samtidigt är det alltid en mängd andra faktorer som styr arbetet, som t ex tillgång på arbetskraft och utrymme och kapacitet hos torkar.

### 5.4 Skördetid - sensommar och höst

Brödspannmålens kvalitet (falltal) följs noga genom provtagningar flera gånger i veckan. Dessa uppgifter kombinerade med uppgifter om sannolikt väder är avgörande för skördetidpunkt. Man eftersträvar en optimering med avseende på falltal och vattenhalt. Medan efterfrågan av väderprognoser är störst vid höskörd anser många att det tidiga vårarbetet och skördarbetet är de moment där riktiga väderprognoser har störst ekonomisk nytta. I ett par utländska undersökningar (bl a ref 10) anses att höstprognoserna har mycket stort ekonomiskt värde om vädret varit svalt och ostadigt och det gäller att finna tidpunkt att skörda det som skördas kan. PROFARM-bönderna menar däremot att de speciella väderprognoserna inte utnyttjas vid varken kontinuerligt högetrycksväder eller vid ihållande "dåligt väder". I det senare fallet styrs man helt av aktuellt väder - kan man komma ut på fältet så kör man.

### 5.5 Höstarbete

Växtsäsongen avslutas med jordbearbetning och eventuell höstsådd. Rotogräs bekämpas med stubbearbetning eller ibland med dyrbar besprutning. Stubbearbetning försvårar efterföljande plöjning om vädret är regnigt. En bra plöjning utan stubbearbetning kan vara bättre än en dålig plöjning med stubbearbetning. Regnprognos kan också medföra att man inte avslutar harvningen utan att hela arbetskedjan kan avslutas innan regnet.

## 5.6 Sammanfattning

I detta kapitel har gjorts ett litet "axplock" ur växstsäsongens väderberoende arbetsmoment. Det har varit nästan omöjligt att omsätta väderberoendet i ekonomiska termer. Dagboksanteckningar anger i vissa fall besparingar på tusentals kronor vid enskilda beslut (frostskydd och höskörd) och negativa belopp i ett par fall i samma storleksordning (t ex felaktig såtidpunkt på våren). Siffror som tagits fram i andra studier visar på genomsnittliga besparingar i storleksordningen 100:-/ha och år för en välfungerande jordbruksmeteorologisk service (ref 9 och ref 10). Dessa siffror syns mer visa på en potential som finns än på de resultat som uppnås idag.

## 6. SLUTSATSER AV FÖRSÖKET OCH REKOMMENDATION INFÖR UTVECKLING AV AGROMETEOROLOGISK SERVICE

Jordbrukaren har behov av väderinformation från början av vårbruk till och med det avslutande höstarbetet på fältet. (Vintertid har man ofta som bisyssla snöröjning. Även för detta behöver bonden väderprognoser).

SMHI har i 100 år haft som en av de primära uppgifterna att förse jordbruket med prognoser som underlag för arbetsplanering. Idag finns en väl utbyggd telefonsvararservice för nästan hela landet. Denna service, som fungerar väl och utnyttjas mycket, är också mycket billig. I genomsnitt kostar den mindre än en krona per uppringning. Denna automatiska telefonsvararservice motsvarar ett viktigt behov och bör fortsättas och även i viss mån förbättras, så att informationen lättare kan nå även vid hög uppringningsfrekvens.

Det finns allt fler jordbruk i Sverige som arbetar på en mycket hög teknisk och vetenskaplig nivå. Jordbruksföretagarna eftersträvar att med tekniska, kemiska och växtbiologiska metoder ekonomiskt optimera skördeutbytet och kvaliteten hos grödorna. Samtidigt måste miljön i liten och stor skala skyddas. Resultat (ekonomiskt, kvalitetsmässigt och miljömässigt) bestäms i relativt hög grad av lägligheten av insatta åtgärder i förhållande till vädret. För ett modernt bedrivet jordbruksföretag krävs att väderinformationen anpassas till väderkänsliga beslut och planeringar. Det innebär att väderinformationen *direkt* skall kunna relateras till åtgärder vid sådd, frostskydd, bekämpningsinsatser, bevattning, gödning, till skörd av grovfoder, spannmål, oljeväxter o s v. Av detta följer att informationen måste vara innehållsrik och varierad. Detta ställer höga krav på producenten av tjänster, likaså på distributionssättet och på konsumenten (jordbrukaren).

Mer innehållsrik väderinformation kan distribueras via telefonsvarare. Detta sätt är driftsäkert och kräver inga investeringar av bonden. De som skall delta i denna service bör ha tillgång till speciella blanketter för informationen som är kodad enligt speciell princip. När bonden mottagit informationen finns prognosen dokumenterad på ett papper. Detta upplevs som en fördel jämfört med mer konventionellt förmedlad väderinformation som mycket sällan skrivs ner. Nedtecknad kvantitativ information ger sällan upphov till misstolkningar.

Ett sådant telefonsvararsystem skulle snabbt kunna få stor spridning eftersom ingen ny teknisk utrustning behöver införskaffas. SMHI kan åta sig att förmedla information på detta vis för de regioner och intresseföreningar som så önskar.

Prognoser bör uppdateras minst tre gånger per dygn. Den första skall vara tillgänglig senast kl 07 på morgonen, den andra kl 12. Kvällsprognosen tas i allmänhet emot efter arbetets slut för att planera nästa dags arbete och följande dagar. Den bör vara tillgänglig vid 18-tiden. Det finns emellertid tillfällen då man beslutar om extra arbetsinsatser för t ex besprutning och skörd under sena kvälls- eller tidiga morgontimmar. Då är man betjänt av en uppdaterad prognos på eftermiddagen. Överhuvudtaget är en uppföljning av prognoser viktig dagar med ostadigt väder och snabba väderväxlingar.

Jordbrukaren behöver för beslut och planering även underlag som delvis bygger på väderparametrar. Väder som varit, aktuellt väder och de kommande dagarnas väder, påverkar gödningsinsatser, bevattning, bekämpning mot insekter, bekämpning av svampangrepp, energi- och proteininnehåll hos grovfoder, falltal hos hösåd o s v. För att bonden skall vidta effektiva åtgärder krävs här prognoser som är resultat av modeller där väderparametrar integreras med andra. På SMHI finns tillgång till realtidsdata och prognoserade data med allt högre tids- och rumsupplösning. För att minimera datadistributionen skulle mycket av underlaget för åtgärdsrådgivning kunna beräknas på vädertjänsten.

Det sker också en utveckling mot att jordbrukaren tar hjälp av en egen mikrodator, gårdsdator, för driften av sitt jordbruksföretag. Antal faktorer som skall tas med som underlag för beslut blir allt mer svåröverskådliga. Beslutsmodeller utvecklade för jordbruket på mikrodatorer blir alltvanligare. Genom att svara på olika frågor som ställs av datorn kan bonden få svar på olika åtgärder och strategier som ska genomföras. När det gäller väderrelaterade beslut kan underlaget bestå av prognosinformation, aktuella och historiska data. Aktuella data kan utgöras av mätningar gjorda på gården. Det kan också vara data från SMHIs mät- och analyssystem; integrerad strålningsinformation, temperatursummor, ackumulerad nederbörd, markvatten m m.

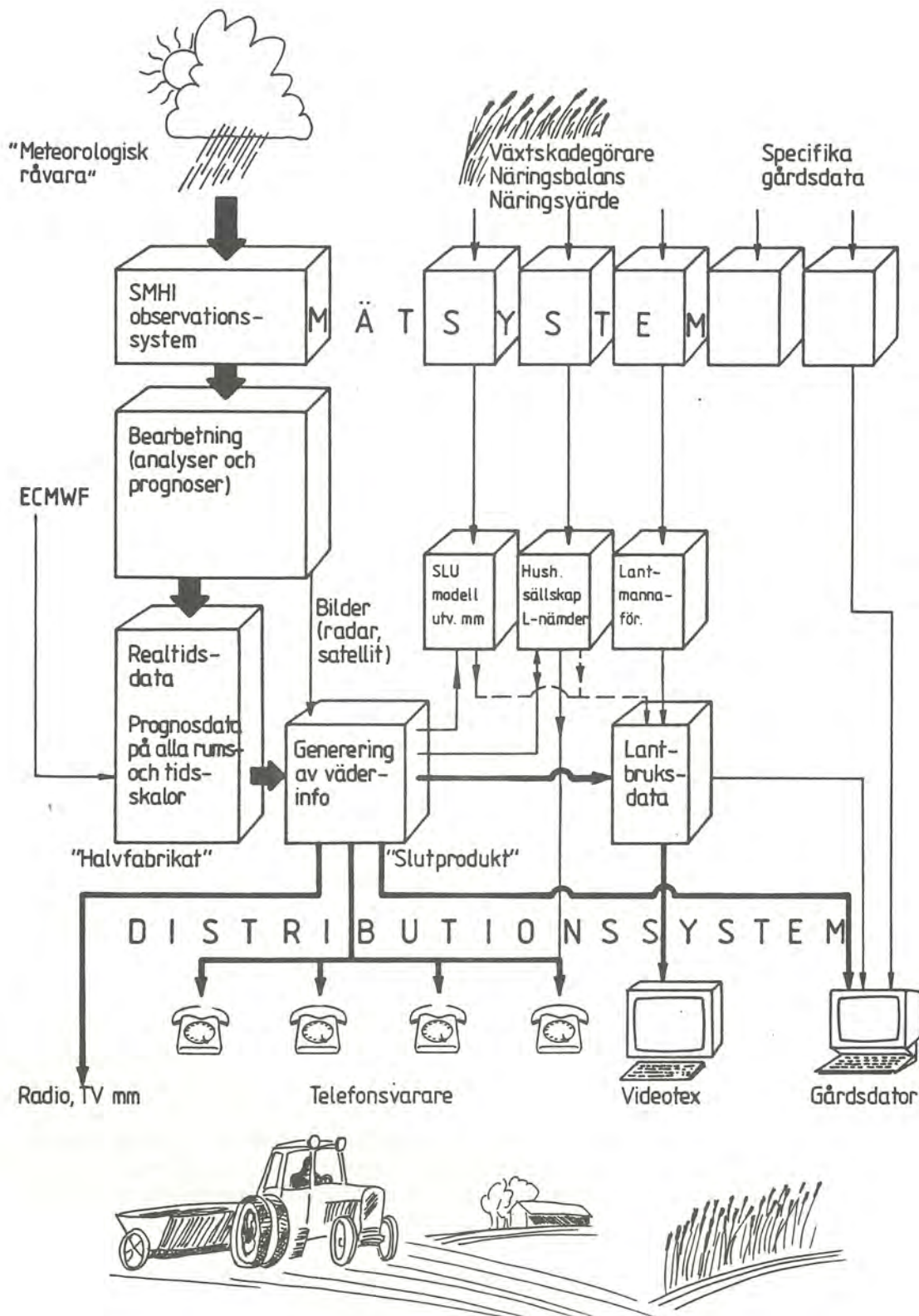
När det gäller nederbördsprognoser är sannolikhetsprognoser direkt avpassade till olika beslutsmodeller där ett s k cost/loss samband implicit kan ingå. För att skapa verklig optimering i driften av jordbruksföretag krävs utveckling av beslutsmodeller som inkluderar väderinformation.

Parametrar som inte presenterats i projektet men som det ställs krav på, är bl a torkningsförmågan hos luften. Utan tvekan är denna faktor viktig vid bl a höskörd och spannmålsskörd. Torkningsförmågan kan uttryckas som ett kvalitativt index. Mer komplicerade studier och beräkningar krävs för att utveckla en metod att beräkna avdunstningen för olika grödor och olika markförhållanden. Ytterligare en parameter som är viktig i många tillämpningar är solstrålningen. Denna har betydelse för tillväxt och avdunstning. SMHI har tillgång till kontinuerliga mätningar på många orter och även på de automatiska mätstationerna som nu upprättas ansluts eller kan anslutas strålningsmätare. Även satelliternas instrument kan med fördel användas för kartering av strålningsförhållanden.

En viktig insats är alltså att SMHIs nya analys- och prognosystem utnyttjas för att utveckla information som är specifik för jordbruket. Här avses i rummet detaljerade underlag för bevattning, luftens torkningsförmåga, besprutning mot skadeinsekter, prognos av skördetid o s v.

SMHIs vädertjänst, som är uppbyggd med en central vädertjänst i Norrköping och regionala vädertjänster i Malmö, Göteborg, Stockholm och Sundsvall, kan med allt effektivare hjälpmedel övervaka väderutvecklingen och se till att prognoser uppdateras när nya vädersystem bildas eller rör sig in över olika jordbruksområden.

Ekonomiska intressen kommer ibland i konflikt med miljöintressen. Om man nogsamt beaktar aktuella väderfaktorer och prognoserade, kan det innebära att besprutningar kan göras med lägre giftkoncentrat och med mindre risk att bekämpningsmedlen helt eller delvis spolats bort av regn



FIGUR 11. Väderinformation "från ax till kaka". Råvara skapas av det meteorologiska mätsystemet. Denna råvara förädlas i olika steg. En databas, "halvfabrikatet", skapas av realtidsdata och prognosdata på olika tids- och rumsskalor samt av bilder, t ex radar- eller satellitbilder. Ur denna databas kan olika användare beställa relevanta slutprodukter som sedan distribueras och presenteras på det sätt som användaren anser lämpligast. Lantbruksuniversitetet använder aktuella data för utveckling av modeller; beslutsmodeller, tillväxtmodeller m m. Hushållningssällskap m fl kan använda väderdata som ingångsdata i beräkning av utveckling av växtskadegörare o s v. SMHI skall även med tillgång till ett effektivt bearbetnings- och distributionssystem kunna generera prognoser och information som är baserade på andra mätsystem. Specifika gårdsdata skall kunna blandas med prognosdata och andra data i beslutsmodeller som beräknas i egen gårdsdator. Radio, TV och telefonsvarare svarar även fortsättningsvis för en mycket viktig del av böndernas väderinformationsbehov.

Framtidens jordbruksprognoser måste spridas på *olika* sätt.

Videotex (Agrovision eller liknande) har många fördelar. Data kan överföras direkt från SMHIs databas till en videotexdatabas. Denna databas kan innehålla både sidor med för jordbrukare allmänt intressant väderinformation och sidor med mer specifik information. Dessa informationsmängder kan vara stora men begränsade. Trots stora informationsmängder visar det sig att det är lätt att hitta det som man behöver. Via videotex kan man också få indata i eventuella beslutsmodeller i gårdsdator (som kan vara kombinerad videotextterminal och gårdsdator).

Från SMHIs vädertjänst öppnas fler kanaler för effektiv editering och distribution av både alfanumerisk och grafisk information. För större jordbruksenheter kan det bli aktuellt med dator-dator kommunikation och samband med SMHIs datorer, för att sedan på jordbruksföretaget göra de specifika beräkningarna i olika typer av modeller och sedan presentera informationen.

Det finns ett behov av både korta och långa prognoser. Snabba och kortsiktiga beslut fattas främst vid bekämpningar mot ogräs, insekter och sjukdomsangrepp men även vid höskörd, frostskydd och i många andra arbetsmoment när det sker snabba förändringar i vädret.

Längre prognoser kan ha stor betydelse för tidpunkt då sådd, höskörd, skörd av brödsäd m m skall utföras. De längre prognoserna används för planering. Oftast tas de emot på kvällen men även på morgonen för att lägga upp strategi med avseende på de närmaste dagarnas arbete.

Nederbördsprognoser är viktiga praktiskt taget alla dagar då man har väderkänsliga arbeten. Vinden är också viktig (ungefär 1/3 av alla väderkänsliga dagar). Vinden är viktig dels vid olika bekämpningar, dels som faktor vid torkprocesser.

Ett av PROMIS 600-projektets mål är att utveckla metodik för detaljerade korta prognoser. På de längre tidsskalorna måste utveckling ske för att tillvarata den förhöjda grundkvalitet, som bl a ECMWF-prognoserna ger. Det innebär utveckling av statistiska tolkningsmetoder som även inkorporerar finskaliga topografiska betingade variationer i nederbörds klimatet.

Sannolikheten för uppehåll under en tredagarsperiod är viktig under höskörd. Metod att göra denna prognos bör förbättras. Bonden bör även få underlag att bedöma dessa prognoser mot normal sannolikhet för uppehåll.

Kvaliteten hos prognoserna är tillfredsställande när det gäller temperatur. Vindprognoserna är också i stort sett bra enligt utnyttjarna men man har noterat att vinden avtar mer markant under kvällen och natten. I prognoserna finns alltid detta avtagande med när det är reellt men avtagandet har uppfattats som större. Vindprognosen är ofta så viktig att ett visst utvecklingsarbete är befogat. Det har använts i många beslutssituationer oftast med gott resultat. Det finns även exempel där de har bidragit till felaktiga beslut.

och förs till grundvatten, bäckar, åar, sjöar och havsområden som miljögifter. Vindsituationen kan också bli sådan att medlen hamnar vid sidan av den tilltänkta bekämpningsytan. Även vid gödsling är det viktigt av miljöskäl att gödningsgivorna inte blir för stora. Här gäller att optimera insatserna genom att bl a ta hänsyn till markvattenhalt och prognoserat väder, så att inte kvävesalter och andra ämnen förs längre bort än grödans rotsystem. Mycket talar för att miljökraven skärps. Det blir därvid viktigt för både SMHI och jordbrukarna att gemensamt verka för minskad miljöförstöring utan alltför stora ekonomiska bortfall.

Jordbrukaren, jordbruksföretagen (konsumenterna) och intresseföreningarna bör vara kravställare. Kraven bör ställas i nivå med kraven på övrig teknik och metodik. Kraven bör också baseras på utvecklade kalkyler, som direkt i ekonomiska termer påvisar väderinformationskänslighet. Sådana kalkyler kan vara en del av basen i gårdsanpassade beslutsmodeller.

I den snabba tekniska och vetenskapliga utveckling som väntas fortgå både på jordbrukssidan och på SMHI, är det viktigt att det fortlöpande sker en effektiv ömsesidig anpassning. Därför krävs kontinuerliga kontakter, bl a *direkt* mellan producent och konsument. Ett sätt att styra denna anpassning vore att välja ett antal försöksgårdar i olika regioner, gårdar som bedrivs och utvecklas enligt "moderna" metoder. Dessa jordbruk skulle kunna utgöra pilot- eller referensjordbruk för förädlad agrometeorologisk information.

Det måste också påpekas att enklare väderservice på traditionellt sätt skall betjäna huvuddelen av alla jordbruksföretag. Även denna service måste bevaras och utvecklas kvalitetsmässigt. Spännvidden i SMHIs jordbruksmeteorologiska service måste bli mer omfattande.

Samhället som helhet blir allt dataintensivare. Detta gäller i hög grad SMHI, där satelliter, väderradar och automatstationer ökar datamängden med flera tiopotenser inom loppet av några år. SMHIs målsättning är ett effektivt samutnyttjande av ett modernt observations-, analys- och prognossystem. Stora delar av det väderberoende samhället väntas kunna betjänas av systemet. Detta innebär att ett tekniskt förhållandevise avancerat vädertjänstsystem med hög kvalitet kan bli ekonomiskt rimligt även för ett hårt pressat jordbruk. Meteorologisk information avpassad efter jordbrukets väderkänsliga åtgärder, lokalt anpassad och med god kvalitet, distribuerad så att den är aktuell, kan utgöra ett viktigt redskap i jordbruksföretagens kostnadsjakt och kan bli ett viktigt instrument i strävan efter en minskning av negativa miljöeffekter.

## LITTERATUR

Rapporter med PROFARM-presentation

- Ref. 1 *Liljas, E., 1984: Benefits resulting from tailored very-short-range forecasts in Sweden. Proc. Nowcasting II Symposium, Norrköping, Sweden, 3-7 Sept 1985.*
- Ref. 2 *-, 1985: SMHIs jordbruksmeteorologiska service idag och imorgon. NJF-seminarium nr 77, Uppsala 24-25 september 1985. Nordiska Jordbruksforskarens förening.*
- Ref. 3 *-, 1986: A weather information system for agriculture-future possibilities. NJF-symposium "Computers, electronics and control engineering in agriculture", Åre, Sweden, 3-5 februari 1986.*
- Ref. 4 *-, 1986: Framtidens agrometeorologiska service i Sverige. Nordiska Meteorologmötet, NMM XV Visby 26-30 maj 1986.*
- Ref. 5 *Ivarsson, K.I., Joelsson, R., Liljas, E., Murphy, A.H., 1986: Probability forecasting in Sweden: Some results of experimental and operational programs at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute. Weather and Forecasting Vol 1, Nr 3 1986. American Meteorological Society.*
- Ref. 6 *Liljas, E., 1987: Utnyttjande av väderradar i Sverige: PROMIS- och PROFARM-projekten. Ugeskrift for Jordbrug 1987, nr 44. Köpenhamn.*
- Ref. 7 *-, 1987: A weather information for agriculture in Sweden. Int. conf. on agrometeorology, Cesena Italy 1987. F. Prodi, F. Rossi, G. Cristoferi eds. Fondazione Cesena Agricoltura Publ.*

Rapporter med koppling till PROFARM-projektet

- Ref. 8 *Bodin, S., Liljas, E., Moen, L., 1979: The future weather service at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute - PROMIS 90.*
- Ref. 9 *Fransson, C., 1982: Nyttan av korta väderprognoser för kommuner, vägverk och jordbruk. Praktikuppsats i företagsekonomi, Linköpings Universitet, 1982.*
- Ref. 10 *Ministry of Agricultural and Forestry, Helsinki, 1985: Project group for the development of agricultural services. The development of agrometeorological service in Finland 1982-1984.*
- Ref. 11 *Nordlund, A., 1985: Väderservice för jordbrukare; En operativ del av potentiell växtproduktion. NJF-seminarium nr 77.*
- Ref. 12 *Mikkelsen, S.A., 1985: Jordbruksmeteorologisk tjeneste i Danmark. NJF-seminarium nr 77.*

- Ref. 13      -, 1985: Jordbruksmeteorologi - operationelle anvendelsemuligheter. Vejrudsikter, informatik og perspektiver. Tolvmandsbladet-3-1985.
- Ref. 14      Skjelvåg, A.O., 1985: Praktisk tillem্পning av prognosverksemd i Noreg. NJF-seminarium nr 77.
- Ref. 15      Dahlström, B., m fl, 1986: Svensk Agrometeorologi - Kunskapsläge, utvecklingsbehov, förslag till nationellt forskningsprogram. Forskningsrådsnämnden rapport 86:9.







Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut  
601 76 Norrköping. Tel 011-15 8000. Telex 64400 smhi s.