

# **SYSTEM OCH METODER FÖR INDIKERING AV SKOGSBRAND**

---

**RAPPORT RÄDDNINGSTJÄNSTAVDELNINGEN R53-130/96**

---



**RÄDDNINGSGS  
VERKET**

**SYSTEM OCH METODER  
FÖR INDIKERING AV SKOGSBRAND**

Författare:  
Stig Lundquist och Thomas Götschl, Institutionen för högspänningsforskning,  
Uppsala Universitet

Räddningsverkets kontaktperson: Leif Sandahl

1996 Statens räddningsverk, Karlstad  
Räddningstjänstavdelningen  
ISBN 91-88890-05-8

Beställningsnummer R53-130/96  
1996 års utgåva

**Forest Fire Detection - Systems and Methods.**

**Abstract**

In this report alternative methods for determining the location of lightning discharges, forest fuel properties and rain intensity are compared and methods for evaluating the risk of forest fire occurrence are discussed. Furthermore the possibilities of early detection of forest fires are described and suggestions given for improvement and development.

# Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>5</b>
<b>MARKBASERADE OBSERVATIONER</b>	<b>6</b>
Väderstationer	6
Väderradar	6
Blixtlokalisering	7
Branddetektering	7
<b>FLYGPLAN</b>	<b>8</b>
Blixturladdningar	8
Brandflyg	8
<b>RYMDOBSERVATIONER</b>	<b>8</b>
Satellitbilder - allmänt	8
Satellitsensorer (exempel)	9
Satellitprojekt i Finland	10
<b>STRATEGI - MODELLER</b>	<b>11</b>
<b>FÖRSLAG TILL NYA METODER</b>	<b>12</b>
Utveckling baserad på dagens teknik	12
Framtida teknik	14
<b>REFERENSER</b>	<b>15</b>
Från SMHI	15
Från Tidskrifter och Institutioner etc.	15
Från Internet 1995	15

# SYSTEM OCH METODER FÖR INDIKERING AV SKOGSBRAND

## Sammanfattning

I etapperna 1-2 har studerats hur man kan utnyttja lokalisering av blixtnedslag för att få en indikation på var skogsbränder kan förväntas uppstå efter ett åskväder och genom brandflyg eller markobservatörer kunna upptäcka en begynnande skogsbrand för att sätta in släckning på ett tidigt stadium.

Det visade sig att det svenska systemet för lokalisering av blixtar ej hade önskvärd noggrannhet, men att det troligen kan förbättras. Det finns också en modernare version av systemet, vilket är under utprovning i Norge, men några resultat har ännu ej erhållits som bekräftar de förväntade egenskaperna.

Av särskild betydelse är om det bland de aktuella blixterna finns några med en så lång följdström, 100 ms eller mer, som behövs för en antändning. Grundläggande undersökningar behövs för att undersöka förekomsten av sådana strömmar under svenska åskväder. Av betydelse är också hur stor del av blixterna som slår ned utanför området med nederbörd.

Förutom noggrann lokalisering av blixtar behövs en noggrann kartläggning av marken med hänsyn till brandegenskaper. Det är önskvärt att en sådan undersökning sker inom varje ruta på ca. 1x1 km.

Brandrisken bestäms emellertid inte bara av markegenskaperna utan också av fuktigheten i det bränsle som finns på marken. För denna bedömning behövs väderdata för en viss längre tid samt detaljerad kunskap om regnmängder under de sista dagarna. Även temperatur och vind spelar roll. Det finns alltså behov av löpande väderobservationer för ett ganska finmaskigt nät samt en matematisk modell för kvantitativ utvärdering av brandrisken. Om en brand har uppkommit är det mycket viktigt att den upptäcks så snart som möjligt innan den hunnit växa och spridas. En använd metod är att flyga på låg höjd över de områden som med kännedom om markförhållanden och med ledning av inrapporterade blixtar kan anses ha hög brandrisk. En komplikation är att branden kan vara osynlig och blossa upp kanske först en vecka efter blixtnedslaget.

I denna utredning diskuteras alternativa metoder för bestämning av blixtnedslag, markegenskaper och regnmängd samt metoder att härav bedöma risken för skogsbrand. Dessutom granskas och jämförs olika metoder att upptäcka en brand i så tidigt skede som möjligt. Slutligen ges förslag till fortsatt utveckling.

## Markbaserade observationer

### Väderstationer

Reguljära väderobservationer sammanställs av SMHI med prognos för åska och regn så att en brandriskbedömning erhålls för olika delar av landet. Stationsnätet är gles men idag finns dels väderradar som täcker större delen av landet dels sker kontinuerlig rapportering till SMHI från vägverkets 600 mätstationer. Dessa rapporterar automatiskt till SMHI en eller två gånger i timmen. De är placerade med hänsyn till vägtrafikens behov vilket något begränsar deras värde för bedömning av risken för skogsbrand.

### Väderradar

Principen är den samma som för vanlig radar. Mikrovågspulser sänds ut och reflekteras av olika föremål, för väderradarn huvudsakligen regndroppar och iskristaller i moln, nederbörd etc. Fördröjningstid och styrka mäts för den reflekterade pulsen. Med datorteknik kan man då med en modell få fram var nederbörd förekommer och hur intensiv den är. Radarbilden visas på en bildskärm i färg. Bilder lagras och radarekonas rörelse kan följas. En fullständig avsökning tar endast 5 minuter. Det moderna radarsystem som finns vid SMHI har en våglängd av 5 cm (frekvens 6 GHz) och kan drivas i två moder: Doppler och Nodoppler med räckvidderna 120 respektive 240 km. Reflektiviteten bestäms av dropparnas täthet och diameter. Med en matematisk modell kan man beräkna nederbördens intensitet. Från en modern väderradar kan man alltså ta fram en horisontalbild för den lägsta nivån, som visar var det finns nederbörd och hur kraftig den är. Om man kan uppskatta droppstorleksfördelningen kan man även ange nederbördsintensiteten i mm/tim. Ett problem sammanhänger med jordytans krökning, som gör att radarstrålen höjer sig över mark - ca. 3 km på 200 km avstånd. Detta spelar dock mindre roll på sommaren då molnen är höga. Radarns stora fördel är den totala yttäckningen (hela Sverige täcks av 12 stationer) och upplösningen i tid och rum. Skurar med en utbredning på 5-20 km och en varaktighet på 30 min. kan upptäckas, vilket inte är möjligt i ett konventionellt observationsnät med mätpunkter på 50 km avstånd och där uppdatering sker var tredje timma. Prognoser kan ges för en tid upp till tre timmar. Doppler som finns på de flesta svenska anläggningarna gör det även möjligt att på platser där det finns ekon bestämma vindhastigheten. Nordradnätet är ett samarbetsprojekt som består av en norsk station nära Oslo samt 9 svenska och 5 finska stationer.

Kostnaden för anslutning av en PC till SMHI presentationssystem är 5000 kr som engångskostnad (programvara ingår) och sedan 7-30 kr per bild.

## Blixtlokalisering

### LLP-IMPACT

Den snabbt varierande blixtströmmen utsänder elektromagnetisk strålning som på stort avstånd är en plan våg som fortplantas i alla riktningar ut från blixten. Med en magnetisk pejlantenn kan man bestämma riktningen till blixten från antennen. Med två antenner kan skärningspunkten och därmed blixstens läge bestämmas. På baslinjen mellan stationerna blir noggrannheten dålig men kan förbättras med en tidsbestämning så som det sker i det sk IMPACT systemet, där onoggrannheten bedöms vara mindre än 1 km. Norge har under hösten 1995 fått 7 IMPACT- stationer installerade och man arbetar nu med injustering av dessa. Om det går bra borde man under 1996 kunna använda norska resultat för att korrigera felvisningar i det svenska LLP nätet. För detektering av skogsbränder behöver man inte veta blixternas läge i realtid, det räcker att 1-2 gånger om dagen få en faxad karta över blixtnedslag inom det aktuella området. Ett alternativ är uppkoppling till en centraldator. Detta kan redan i dag ske via SMHI, men noggrannheten är i dag ej tillräcklig. Kostnad - se avsnittet om väderradar.

### Lokal åskregistrering

Med en ensam pejlstation kan man få *riktningen* till blixtnedslag från stationen. Blixterna har olika styrka men genom en på erfarenhet baserad databehandling av inkomna blixternas amplitud kan man göra en bedömning och efter ett visst antal blixter ange läget för åskvädret med en viss noggrannhet. Blixterna kan då registreras och deras läge anges på en bildskärm. Detta system finns kommersiellt tillgängligt under namnet Thunderstorm Sensor och saluförs av samma bolag som gör IMPACT och LLP. Kostnaden för en station med programvara rör sig om ca. 300 kkr. Användbarheten för skogsbrandsbevakning är ej dokumenterad, det är kanske en "fattigmanslösning" eller för en ensam användare.

### SAFIR

Franskt system för noggrann blixtlokalisering i mindre område som bygger på tvådimensionell VHF-interferometri.

## Branddetektering

### LIDAR

LIDAR fungerar som radar men med laserpulser av synligt ljus eller IR (Infrared Radiation). Ljuset reflekteras av partiklar i luften, ev. även av vissa molekyler. Genom mätning av reflexen kan riktning och avstånd samt viss information om egenskaper hos det reflekterande materialet erhållas. Räckvidder upp till 80 km har uppgivits för några satellitprojekt. Uppgifter om markbaserad användning har erhållits efter kontakt med Owe Steinvall vid FOAs institution för Lasersystem i

Linköping. Svaga rökelare kan upptäckas vid tjänlig väderlek på ett avstånd av ca. 10 km.

### Övriga metoder

Ett Franskt system för automatisk detektering av bränder i ett tidigt skede, Artis Fire, tillverkas av T2M Automation. Räckvidden för varje sensor uppges till max. 10 km. Systemet bygger på upptäckt av rök genom bildbehandling.

## Flygplan

### Blixturladdningar

Med flygplan på 20 km höjd (U-2, ER-2) och från den Amerikanska rymdfärjan har man studerat elektriska och optiska signaler från åskväder med laser, IR, synligt ljus, mikrovåg scanner, spektrala instrument och E-antennar. Bl.a. har man upptäckt blixturladdningar från åskmoln upp mot atmosfären. Ger grundkunskaper men är ej användbart för kontinuerlig övervakning.

### Brandflyg

Små flygplan används i Sverige sedan länge för att spana efter skogsbränder. Detta sker visuellt, röken kan upptäckas på ganska stora avstånd. Med kännedom om åskväder kan planen dirigeras vilket minskar kostnaden och ökar sannolikheten för att tidigt upptäcka en brand.

Den mest lovande metoden för branddetektering är utan tvivel det IR-linescannersystem som används av flygvapnets spaningsflottiljer. Eventuellt kan en komplettering med LIDAR ha fördelar. För vidare upplysningar hänvisas till Lars Boman, FOA Linköping.

## Rymdobservationer

### Satellitbilder - allmänt

Geostationära satelliter befinner sig över ekvatorn och har samma omloppstid som jorden, vilket betyder att de står stilla i förhållande till jordytan. Ett exempel på en europeisk satellit av detta slag är METEOSAT (METEOrologisk SATellit) som befinner sig över 0-graders meridianen på 35 800 km höjd. Den roterar 100 varv i minuten och avsökningen av observationsområdet tar ca. 25 minuter. Meteosat registrerar strålning i tre områden: synligt ljus, värmestrålning (IR), och strålning som absorberas av vattenånga (moln). Upplösningen rakt under satelliten är för synligt ljus 2.5 km och för de två andra kanalerna 5 km.

För södra Sverige gäller 3x6 km och för mellersta Norrland 4x10 km. En fördel är att satelliten hela tiden täcker in samma område, en nackdel att upplösningen avtar mot nordliga breddgrader, vilket i viss mån kan kompenseras genom bildbehandling. Det är lätt att hitta på bilden då Sverige alltid återfinns på samma plats. SMHI tar emot bilder varje timma. Vid kollision med NOAA-mottagning prioriteras den senare och Meteosat tas då emot en halvtimme före eller efter NOAA.

Andra geostationära satelliter är GOES E och W (USA) GMS(Japan), GOMS (Ryssland), INSAT (Indien) och FY-2 (Kina).

Exempel på *polära* satelliter är METEOR samt de två amerikanska NOAA satelliterna (National Oceanic & Atmospheric Administration), vilka på en höjd av 850 km med en omloppstid kring 100 minuter täcker ett område 2800 km brett. De roterar ca. 14 gånger runt jorden på ett dygn, och det är möjligt att utnyttja ca. 10 passager per dygn, varav en del dock är sneda och inte täcker in hela Sverige. Bäst täcks norra Sverige. Dessa satelliter registrerar strålning i fem kanaler: synligt, nära IR, IR med någon solstrålning, samt två IR med ren värmestrålning. Maximal upplösning, 1 x 1 km, fås rakt under satelliten. Polära satelliter har alltså god upplösning men bilderna fås ej kontinuerligt och Sverige finns inte på samma plats från bild till bild och ibland blir det hörn utan bild. De båda NOAA satelliterna ger just nu bästa upplösning omkring kl 3:30 och 13:30 respektive 7:30 och 17:30. Rådata har en upplösning på 1024 nivåer vilket motsvarar 0.12 °C i IR-kanalen. För praktiskt bruk används bara 256 nivåer vilket motsvarar 0.5 °C i IR-kanalen. Överföring till PC begränsas till 16 färger med minskad upplösning som följd. Rumsupplösning vid användande av PC-presentation är ca. 2 km för bägge satellityperna. Dagsfärska bilder med låg upplösning kan erhållas gratis från Dundee University i Skottland. Enligt SMHI kan bilderna vara av olika slag: synligt ljus, IR, klassade bilder (moln, nederbörd) och RGB (sammansatta "falska") färger. Satellitbilder kan erhållas genom SMHI på samma sätt som väderradarbilder.

### Satellitsensorer (exempel)

- 1) Optisk och nära IR.
- 2) SAR (Syntetisk Apertur Radar) som med mikrovåg ger hög upplösning av jordytan i alla väder (även genom moln) av t ex vind, vegetation och fukt.
- 3) AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) på NOAA 1000x1000 pixel (bildelement) kan ge upplösning på 20 m över 20x20 km eller 1 km över 1000x1000 km.
- 4) OTD (Optical Transient Detector)
- 5) LIS (Lightning Imaging Sensor) och som utveckling härav LMS (Lightning Mapping Sensor)
- 6) PR (Precipitation Radar)

För att detektera blixtar under dagsljusförhållanden behövs speciella sensorer av en typ som just nu börjat att realiseras:

OTD (Optical Transient Detector) har konstruerats och byggts av Marshall Space Flight Center och sändes upp på Microlab i en nästan polär bana på 740 km höjd i april 1995. Den bygger på två principer som gör det möjligt att även mot bakgrund av solbelysta moln upptäcka ljusskenet från blixtrar. Dels använder man interferensfilter som väljer ut en våglängd som är karaktäristisk för blixurladdningar, en spektrallinje från syre i nära IR, 777 nm. Dels har man en snabb detektor som tar 500 bilder per sekund så att transient ljus med varaktighet längre än 2 ms kan bestämmas mot en långsamt varierande bakgrund. Datorn i satelliten behandlar 10 milj. pix/sek. Detekteringsgraden anges vara hög och noggrannheten i lägesbestämningen ca. 10 km. Detektorn som täcker 1300 x 1300 km är en del av NASAs Earth Observation System (EOS). Tyvärr får man inte en kontinuerlig bevakning med en polär bana och metoden har begränsat värde för detektering av blixtrar då det gäller skogsbrandsbevakning. Intensiva åskväder kan dock upptäckas och data kan erhållas.

TRMM (Tropical Rain Measurement Mission) som planeras för uppsändning 1997 (Japan) i en bana 35 grad mot ekvatorn, på 350 km höjd skall ha Precipitation Radar och LIS, Lightning Imaging Sensor. Den kommer att ge en upplösning av 5-10 km över 600x600 km under passagetiden 80 sekunder. Utrustad med optiskt filter 777 nm, och med en tidsupplösning på 2 ms - Charged Coupled Device och en Real Event Processor som silar bort bakgrundsljuset. Med en noggrannhet på 5-10 km detekteras de blixtrar som uppträtt inom passagetiden. Vilken noggrannhet som kan uppnås för Sverige är obekant.

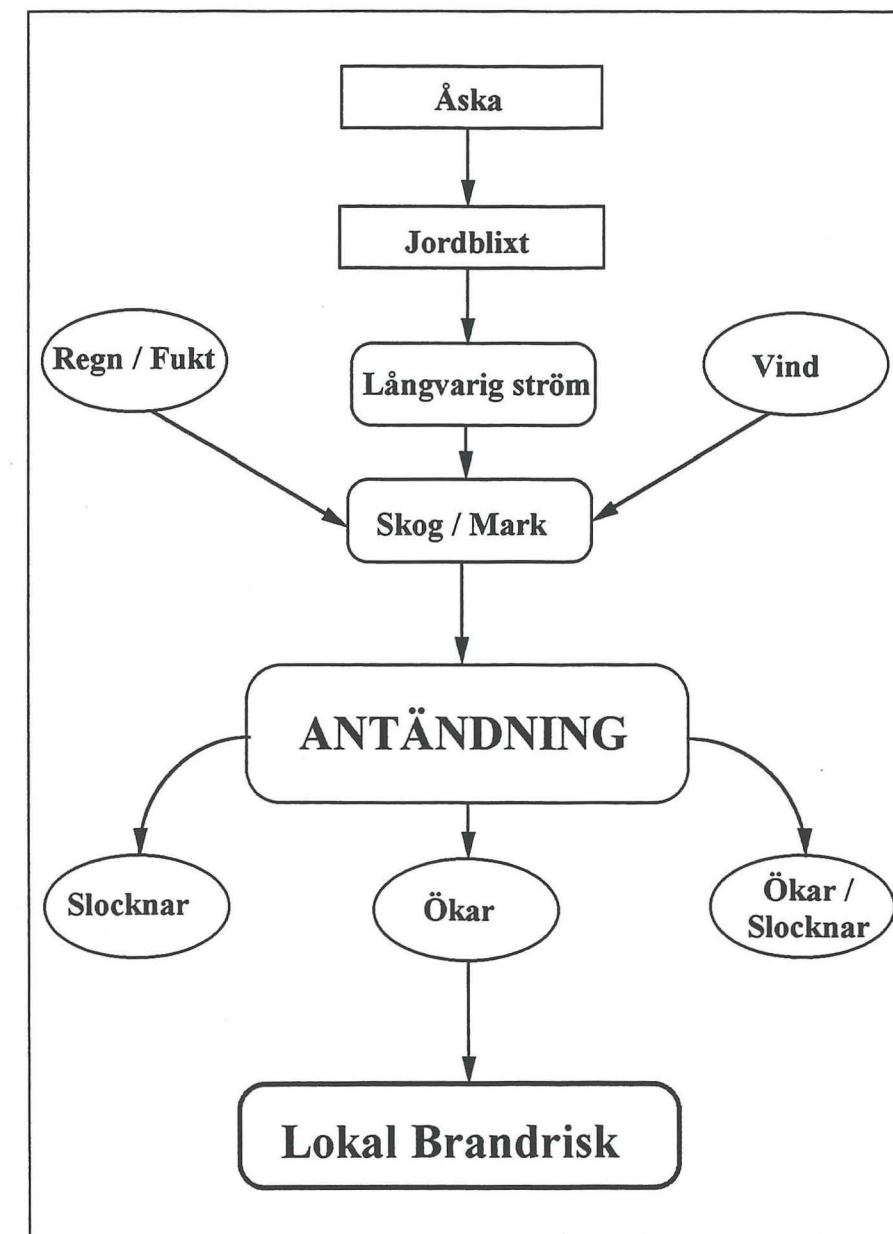
LMS (Lightning Mapping Sensor) planeras att från en geostationär bana, förmodligen för bruk inom USA, kontinuerligt registrera blixurladdningar såväl natt som dag med en upplösning av 10 km. Informationen om blixtfrekvens och åskvädrens rörelse anges kunna bli tillgänglig praktiskt taget i realtid, vilket blir värdefullt såväl för skogsbrandsbevakning som elkraftindustrin.

### Satellitprojekt i Finland

Finska meteorologer använder ett bildbehandlingsprogram som gör det möjligt att med användning av data från NOAA- AVHRR detektera skogsbränder med en noggrannhet i lokaliseringen av 1km x 1km. Metoden har prövats under sommaren 1995 och är planerad att prövas vidare 1996. Satellitdata medger observationer för Finland, Baltikum och delar av Ryssland. Tre skogsbränder i östra Sverige har dock kommit med på listan. Principen verkar lovande, emellertid önskar man ju kunna detektera även mycket små bränder och det är oklart hur långt man kan pressa känsligheten. Enligt Yrjö Rauste som är ansvarig för detta projekt har man inom JRC/Ispra sagt att man kunnat detektera bränder i savann med 50 m flamfront. Rauste anser att man i boreal skog kan detektera bränder som är större än 1 ha.

## Strategi - modeller

I USA och i Kanada finns modeller för att bedöma risken för uppkomst av skogsbränder. Man utgår då från kännedom om markens beskaffenhet med avseende på antändning och med avseende på brandspridning. Vidare krävs kunskap om temperatur, fuktighet och regnmängder under en viss tid tillbaka samt om blixtnedslag under de föregående 8-10 dagarna med hänsyn till fördröjda bränder. Vidare krävs en prognos över åskväder och regn under den närmaste tiden. Ett exempel på uppbyggnaden av en sådan modell är följande diagram.



Med användning av data från blixtolokaliseringssystem, väderradar etc. och med modellens hjälp kan alltså ett lokalt skogsbrandsindex beräknas med vars ledning bevaknings- och släckningsinsatser kan planeras. Vilka

av befintliga modeller och datorprogram som är lämpligast för svenska förhållanden kräver en granskning utförd av experter på skog och brand.

## Förslag till nya metoder

### Utveckling baserad på dagens teknik

#### Kartläggning av skogsmark

Det är nödvändigt att ha en noggrann kartläggning av markens egenskaper sett ur bränslesynpunkt. Detta behövs av två skäl - dels för att bedöma risken för antändning dels för att bedöma risken för spridning av uppkommen brand och t.ex. för prioritering av insatser vid flera samtidiga bränder som kan uppkomma t.ex. vid åskväder.

Genom att använda befintliga kartor och genom analys av satellitbilder kan man få en bild av marken som kan användas för att bedöma spridningsförloppet vid en inträffad brand. Svårare är att få underlag för att bedöma antändningsrisken. Härvid handlar det ju i hög grad om hur marken ser ut under träden och att detta kan vara svårt att se från en satellitbild. Det är därför nödvändigt att genomföra en klassificering av mark i skogsområden rent manuellt, t.ex. för varje km<sup>2</sup>, efter de riktlinjer som används i USA och Kanada, vilket kräver ett noggrant fältarbete med uppmätning av dimensioner på ris o grenar, djupet på mossa och lav samt egenskaper hos undervegetation. En sådan kartläggning är naturligtvis av stor betydelse för varje enskild kommun och kartläggningen kan bäst organiseras lokalt av kommunen. Man får ha klart för sig att genom avverkning av skog kan markens egenskaper ändras från år till år och en återkommande eller löpande uppdatering kan behövas. Av speciell betydelse är hur olika slags mark uppför sig vid torka och vid nederbörd med tanke på brandrisken. Det kan vara fråga om långtidseffekter (fukt intränger långsamt i trä) och inverkan av korta regnskurar i kombination med temperatur och vindförhållanden. Analys av dessa förlopp finns beskrivna i de modeller som har tagits fram och kan återfinnas i referenserna från USA i föregående delrapport. Vinden har betydelse för torkning av mark efter ett regn men också för spridning av en uppkommen brand.

**Med ledning av detta arbete upprättas kartor för varje kommun där den lokala fördelningen av markegenskaperna framgår.**

#### Väder

Reguljära väderobservationer och brandriskbedömningar för större områden har sedan länge utförts av SMHI. I dag finns väderradar som täcker större delen av landet och dessutom sker kontinuerlig rapportering till SMHI från vägverkets 600 mätstationer. Radarnederbördsprognoser kan fås som detaljerade 3 timmars prognoser för regn. De kan presenteras på en PC för snabb information t.ex. om förväntad regnmängd under de kommande tre timmarna. Lokala väderdata av betydelse för att bedöma risken för skogsbränder

kan numera erhållas t.ex. i form av SMHI vädergrafik. Av betydelse för brandriskbedömningen är vilket slag av åskväder som väntas, molnhöjd och väntad regnmängd. Väderradar är ett utmärkt hjälpmedel för sådana korttidsprognoser.

**Erhållna detaljerade väderdata kombineras enligt någon av modellerna med markegenskaper för att erhålla en lokal brandriskkarta.**

#### Detektering av blixurladdningar

Mest praktiskt och ekonomiskt är en användning av det svenska LLP-systemet som dock måste korrigeras för att få felet vid lokaliseringen under 10 km, helst under 5 km. För att uppnå detta bör man utnyttja den förväntade höga noggrannheten i det norska IMPACT systemet t.ex. vid samkörning av systemen under en sommar. Denna förbättring av noggrannheten bör vara av stort intresse både för Svenska Kraftnät som för SMHI i den mån de använder sig av dessa åskdata. Den erforderliga analysen kan genomföras av IFH under medverkan av experter i Danmark-Norge. På sikt bör man diskutera en uppgradering av det svenska systemet till IMPACT. Ett sådant beslut bör dock tas först då man injusterat och utvärderat prestanda av det norska IMPACT.

Förutom noggrannheten vid lokaliseringen bör man studera hur stor del av blixterna som undgår upptäckt och lokalisering av LLP. Speciellt vid låga molnhöjder kan man misstänka att åtskilliga blixter missas.

Vidare bör undersökas vilken frekvens blixter med långvarigt strömförlopp -LCC- har i Sverige. Det är inte nödvändigt att veta vilka individuella blixter som kan tända, men av stor betydelse är hur stor andel av blixterna som i medeltal kan medföra antändning. Man kan då bedöma risken för antändning i ett område med högt brandriskindex med ledning av hur många blixter som totalt drabbat området.

Slutligen är det viktigt att känna till hur många blixter som faller utanför nederbördsområdet där sannolikheten är noll att en brand omedelbart släcks av fallande regn.

Kostnaden för att, förslagsvis i samarbete med Norge, genomföra dessa specialundersökningar uppskattas till 300 000 kr om det kan utföras som examensarbete eller liknande. En uppgradering av det svenska systemet till nivå med det norska - dvs med 9 st IMPACT-stationer är på sikt önskvärd.

#### Lokal skogsbrandsprognos

Ur erhållna tidigare och förväntade data för väder och nederbörd och med kännedom om markförhållandena och antalet blixurladdningar kan man göra **en prognos för antalet lokala skogsbränder** inom olika delar av en kommun enligt någon av de modeller som används t.ex. i USA eller i Kanada.



## Förslag till tidsplan

### Pilotprojekt

För ett pilotprojekt utväljes några kommuner i Värmland där under sommaren 1996 blixtdata kan erhållas från såväl Norge som Sverige. Väderdata, inklusive väderradardata erhålls från SMHI, ev- medverkar Norge. Data kan sändas per telefax eller med dator till respektive kommun som sedan med en utvald modell utvärderar och bedömer risken för de områden där de mest riskfyllda markförhållandena föreligger som ledning för brandflyget. Möjligheten att utveckla IR och LIDAR för upptäckt av begynnande skogsbrand bör utredas vidare. Förslagsvis tillsammans med expertis inom FOA Linköping.

### Fortsättning

Med ledning av resultat från pilotprojektet övergår man sedan successivt till att data bearbetas centralt på SMHI och lokal brandriskprognos beräknas och införs på kartor. Blixterna från ett korrigerat pålitligt blixtolokaliseringssystem införs på lämpligt sätt på dessa kartor såväl för den senaste dagen som för den närmast föregående veckan. Allt materialet görs tillgängligt på en dator och allt fler kommuner kan så småningom själva koppla upp sig med PC och få resultaten på sin bildskärm eller göra en utskrift. Då blixtdata är av intresse för flera användare kan samarbete med lokala kraftföretag och länsalarmcentraler etc. vara ekonomiskt och praktiskt genomförbart.

### Framtida teknik

Genom rymdteknikens utveckling kommer det förhoppningsvis att i en framtid - kanske redan om 5 år - vara möjligt att erhålla data för blixtnedslag, regn och begynnande skogsbränder från satellitdata.

För blixtnedslag behövs en geostationär satellit med en LMS (Lightning Mapping Sensor) vilken är under utveckling i USA.

Skogsbränder kan redan i dag detekteras som sker i Finland från NOAA satelliten. Förmodligen kommer även här bättre sensorer att utvecklas och eventuellt kommer det att vara möjligt att få såväl blixtdata som nederbörd och begynnande skogsbränder genom bearbetning av data från en och samma satellit. Svenska kunskaper och erfarenheter då det gäller användning av satellitdata och avancerad bildbehandling är goda.

## Referenser

### Från SMHI

Forest Fire Fuel Maps From Landsat Data, Energy, Mines and Resources Canada

Nordrad radar network, SMHI

Radarnederbördsprognoser, SMHI

Satellit-Information, Radar-Information, SMHI, 1995

Vädergrafik från SMHI - direkt till Din egen PC

### Från Tidskrifter och Institutioner etc.

Adding Value to Lightning Location Data, Don Latham, Intermountain Fire Sciences Laboratory, Missoula, USA, 1995

Artis Fire, ett Franskt system för detektering av brand medelst ett nätverk av sensorer, vardera med max 10 km räckvidd.

Lightning discharges that caused Forest Fires, D.M. Fuquay et al., Journ. Geophys Res. 77, p.2156, 1972

Predicting the Daily Occurrence of Lightning-Caused Forest Fires, P.Koutz and B.Todd, Petawawa National Forestry Institute, Information Report PI-X-112, 1992

The Thunderstorm Sensor, LLP Inc., Tucson USA

### Från Internet 1995

Alberta Forest Protection, Government of Alberta, 1995

Canadian Forest Fire Occurrence Prediction and Weather Index System, National Resources, Canada

Fire Net, Australian National University

LIDAR, Introduction to, York University

Lightning Detection from Space, NASA, Earth System Science Division

Optical Transient Detector, NASA, Marshall Space Flight Center

Remote Sensing Workstation for Forest Fire Detection, Yrjö Rauste, VTT/Space Technology, Finland

Satellite Imagery FAQ.

Space Shuttle Observations of Lightning, NASA, as above

Wildland Fire Assessment System, USDA Forest Service