

ANVÄNDNING AV BLIXTLOKALISERING FÖR INDIKERING AV SKOGSBRAND

RAPPORT RÄDDNINGSTJÄNSTAVDELNINGEN R53-124/95



**RÄDDNINGSGS
VERKET**

ANVÄNDNING AV BLIXTLOKALISERING FÖR INDIKERING AV SKOGSBRAND

Rapporten har utarbetats av Stig Lundquist och Thomas Götschl vid Institutionen för höspänningsforskning, Uppsala Universitet, Uppsala oktober 1995.

För innehållet svarar författarna.

SRV:s kontaktperson: Leif Sandahl, Rmt

1995 Statens räddningsverk, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen, Metod och teknik
ISBN 91-88890-00-7
Beställningsnummer R53-124/95
1995 års utgåva

Abstract

In the summer of 1994 thunderstorms occurring after a for Sweden unusually long period of hot and dry weather caused a large number of forest fires. Since Sweden has a automatic lightning location system (LLP) it was decided to investigate the possibility of using on-line lightning data in combination with observations - airborne or from ground - for detection of forest fires in an early stage of development. An area for study was selected where both Swedish and Norwegian lightning locations could be used. The position error of the localized lightning was about 10 km which is too much. However, the advantage of using on-line lightning data was clear. Recommendations are made for further work, involving improvement of the LLP-system, comparison with the new much more accurate IMPACT system, a study of the long continuing currents in Swedish lightning, and an accurate mapping of the downed fuel in forests.

Abstract

Innehållsförteckning

Sammanfattning

Summary

- 1. Åskmolnet**
- 2. Blixurladdningar**
- 3. Villkor för antändning av skog genom blixurladdning**
- 4. Blixtlokalisering**
 - LLP-Systemet**
 - LPATS-Systemet**
- 5. Analys av skogsbränder och blixtar 1994**
- 6. Felkällor vid magnetisk pejling av blixurladdningar**
- 7. IMPACT - systemet**
- 8. Förslag till utveckling och användning av blixtlokalisering för indikering av skogsbrand**
- 9. Ordlista**
- 10. Referenser**
- 11. Tack till medverkande**

Sammanfattning

I Sverige uppträdde under sommaren 1994 en ovanligt lång period med varmt och torrt väder. De åskväder som inträffade vid slutet av perioden medförde därför ett stort antal skogsbränder i olika delar av landet. Då man i Sverige har lång erfarenhet av automatiska pejlsystem för att i realtid automatiskt lokalisera och registrera blixtnedslag i hela landet, startade Statens Räddningsverk en undersökning med syftet att utreda vilken nytta man skulle kunna ha av att under tider med hög brandrisk få detaljerad kännedom om var åskväder dragit fram samt hur många blixtar mot mark som uppstått på olika platser.

En kartläggning av skogsbränder i hela landet genomfördes och stickprov togs på markens beskaffenhet på några av brandplatserna. Till IFH (Institutionen för högspänningsforskning vid Uppsala universitet) uppdrogs att utreda blixternas roll och att bedöma den nytta man skulle kunna ha av att få information om blixtnedslagen i realtid. De resultat som härvid framkommit har sammanställts i denna rapport.

För undersökning utvaldes av följande orsaker fem kommuner i Värmland:

Ett stort antal skogsbränder hade förekommit där.

Lokalisering av blixtar hade skett både från Norge och från Sverige vilket gjorde det möjligt att kontrollera och korrigera läget för blixterna.

Genom direkt kontakt med och besök hos kommunernas brandförsvare kunde det i detalj utredas var och när de olika bränderna skett och få klarlagt att man sett direkta spår av blixurladdningarna på brandplatserna. En av kommunerna hade under sommaren haft tillgång till kartor över blixtnedslagen från den lokala elproducenten vilket ansetts värdefullt.

Genom att jämföra blixtolokaliseringarna från Sverige och Norge var det möjligt att korrigera för ett systematiskt fel. Därefter kunde medelfelet vid en blixtolokalisering beräknas till ca 10 km. I enstaka fall kunde dock felet uppgå till 50 km. Detta fel är så stort att det ej var möjligt att bestämma en viss blixtnedslag som orsak till en viss brand. En komplikation är att en brand kan uppstå upp till 7-8 dagar efter blixtnedslaget.

För analysen uppdelades området till att börja med i rutor på 5 x 5 km, vilka med hänsyn till medelfelet visade sig vara för små. Därför användes också rutor på 10 x 10 km. Statistiskt visades att det behövs ca 14 blixtar för att åstadkomma en brand. Två förklaringar till detta är att marken har olika användningsegenskaper samt att en blixtnedslag måste ha en mycket långvarig strömpuls - long continuing current - för att åstadkomma en brand.

Det är ej känt vilka egenskaper de svenska blixterna har, ej heller är markförhållanden noggrant undersökta inom brandområdena. Om större noggrannhet skall kunna uppnås vid riskbedömningen måste man alltså dels noggrant kartlägga marken, dels undersöka egenskaperna hos svenska blixtar. I rapporten ges ett förslag till hur en sådan utveckling av skogsbrandsförsvaret skulle kunna utvecklas på ett optimalt sätt.

Summary

During the summer of 1994 Sweden had an unusually long spell of warm and dry weather. Thunderstorms which occurred at the end of this period caused a large number of forest fires in different parts of the country. Since Sweden have a long experience of automatic direction finding systems for location and recording of lightning discharges in real time, the State Board of Rescue Services started an investigation with the purpose to evaluate the use of lightning location and motion of thunderstorms in times of high fire risk.

A mapping of forest fires in the whole country was undertaken and also investigations of ground fuel properties at some random fire sites were made. The Institute of High Voltage Research (IFH) at Uppsala university was given the task to investigate the role of lightning discharges and the possible use of lightning location information. The results of the IFH investigation are presented in this report.

Five rural districts in the province of Värmland were selected because they had a high number of forest fires caused by two thunderstorms well separated in time, and the lightning in this region had been observed both by the Norwegian and the Swedish LLP-systems.

Direct contact with the districts was established as well as visits at the sites, in order to find out the exact positions of the fires and to verify that the evidence of lightning causing the fire was clear. One of the districts had during the summer every day by fax received a lightning map from the electrical power company, although it was not very exact it had been considered useful.

Comparison of the location of lightning by Norway and by Sweden made it possible to correct to some extent for the systematic errors. The remaining errors were about 10 km in average with some values up to 50 km. It was therefore impossible to correlate a fire with a particular lightning, especially since a fire can be delayed many days.

The selected region was divided into squares 10 by 10 km and a statistical analysis showed that in average there was one forest fire for each 14 lightning discharges.

Possible explanations for this figure are:

Different ignition energy is required for different sites.

An unknown fraction of the lightning have the long continuing current needed for ignition.

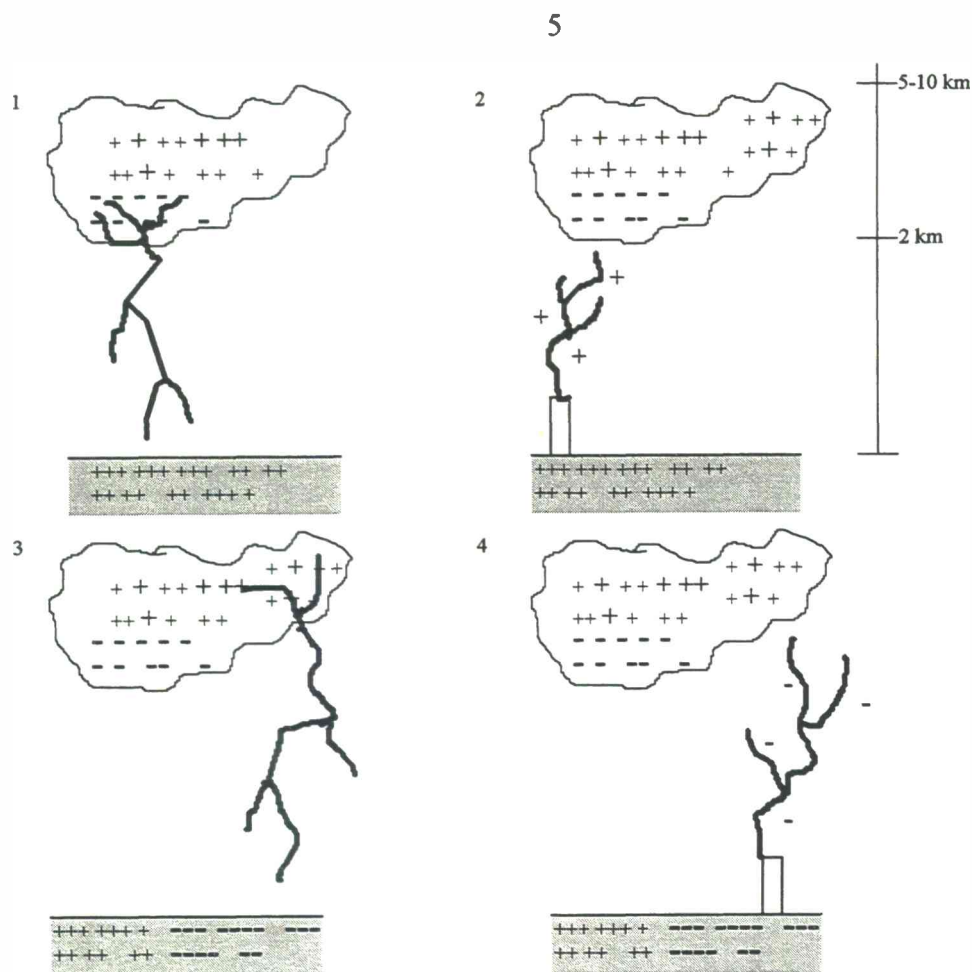
The report gives a recommendation for future development of the accuracy of lightning location combined with a detailed mapping of the downed fuel as parts of a method for improved early indication of forest fires.

1. Åskmolnet

Åskmoln uppstår då varm fuktig luft tvingas stiga, t.ex. genom lokal uppvärmning en varm sommardag eller då en kallfront kommer in och lyfter den varma luften. I uppströmmen sjunker temperaturen, vattenånga kondenseras. Vattendropparna följer med uppåt, avkyls, växer och fryser till ispartiklar. Dessa växer också, blir tyngre och börjar falla. Växelverkan mellan nedåtgående is och uppåtgående vattendroppar ger upphov till elektrisk uppladdning, negativa fallande stora partiklar och positiva små uppåtgående. Molnet blir elektriskt laddat med negativ laddning i nedre delen, laddningen ökar tills luftens elektriska hållfasthet uppnås. Då uppstår blixtar, antingen inne i molnet eller från moln till moln eller från moln mot mark. Molnet bildas på 30-60 minuter och är aktivt under ungefär samma tid om det rör sig om en enstaka åskcell. Cellen tar in kall luft från omgivningen, vilket bromsar uppladdningen. Det är ej ovanligt att flera celler sluter sig samman och bildar ett "cluster" vilket kan få en livslängd på flera timmar. Längs en åskfront kan celler bildas och försvinna när fronten rör sig framåt. De enskilda åskvädren kan följas på en blixtkarta från ett system för blixregistrering, t.ex. Svenska Kraftnäts LLP-system.

2. Blixturladdningar

Blixturladdningar kan förekomma mellan och i moln eller från moln mot mark. Markblixterna kan ha positiv eller negativ polaritet och huvudurladdningen, return stroke (RS) kan utvecklas uppåt (mark mot moln) eller nedåt. De flesta blixterna är negativa nedåtriktade - d.v.s. de för ned negativ laddning från moln mot mark. Positiva blixter utgör sommartid 5 %, vintertid över 50%. De är i regel starkare än de negativa och kan vara upp till flera ms. De negativa blixterna är oftast multipla, d.v.s. att de flamlar upp gång på gång i samma kanal. Den enskilda strömpulsen från en negativ blixt är kort ca. 0.1 ms med ett toppvärde som kan uppgå till några hundra kA. Det är dock vanligt att den starka strömpulsen följs av en svagare (någon kA) men långvarig (några tiotals ms) följdström, "continuing current", (CC). Ibland är denna mycket långvarig (LCC) och har en strömstyrka omkring 100 A. Denna typ av blixtström är av största betydelse då det gäller uppkomst av skogsbrand. Vid flera multipla urladdningar ökar sannolikheten för att LCC skall uppkomma. Enligt iakttagelser i USA följer LCC oftare efter ett starkt följt av ett svagt RS.



Figur 1 Huvudtyper av förurladdningar vid blixhtar mot mark enl. [1].

Eftersom molnbasen är negativ attraheras positiva laddningar till markytan under molnet. Blixttypen benämnes efter förurladdningens riktning samt polariteten för den laddning som av huvudurladdningen transporteras till marken. En blixurladdning mot mark eller moln kan som synes i figur 1 ha fyra förlopp, av vilka fall 1, nedåtgående negativ blyxt är vanligast. De uppåtriktade blixterna startar från berg, master eller höga byggnader.

3. Villkor för antändning av skog genom blixurladdning

Blixstens egenskaper

Temperaturen i blyxtkanalen uppgår då strömmen har sitt toppvärde till ca 25 000 K. För antändning av fast bränsle måste så mycket värme överföras till bränslet att brännbar gas börjar bildas. Bränslet måste då upphettas till en visst djup, vilket tar en viss tid som bestäms av bränslets värmeledningsförmåga. Dessutom måste den befintliga fukten avdunstras. Det är experimentellt visat av Latham (1989) att blyxtströmmens varaktighet spelar större roll än strömstyrkan, som ju ändå alltid måste ha sådant värde att ljusbågen fortsätter att brinna. Egna mätningar och Lathams resultat tyder på att varaktigheten

måste upp emot 100 ms. Vi kan då utgå från att en blixtnedslagsström måste vara antingen en positiv blixtnedslagsström eller en negativ blixtnedslagsström med lång följdström (LCC).

Enligt Uman [7] har ca 85 % av blixterna flera delurladdningar (RS). Av dessa har ca 50 % LCC. Uman har också iakttagit att RS som initierar LCC har en styrka som är endast 60% av styrkan hos övriga RS. Kanske detta kan användas för att indikera förekomsten av lång CC? Kunskaper om sådana blixtnedslagsströmar är bristfällig för svenska förhållanden, men med ledning av amerikanska resultat kan vi gissa att 20 - 50% av alla markblixtnedslagsströmar kan tända vid lämpliga förhållanden. Molnhöjden kan spela en roll - kanske mindre antal LCC vid låga moln? Mätningar i vårt land är önskvärda.

Bränslets egenskaper

Antändningen antas normalt ske i markregionen, som kan bestå av mossor, lav, ris och kvistar, samt barr eller löv. Av stor betydelse är dels bränslelagrets djup, dels storleken på grenar och mossor m.m. samt fuktighet och porositet. För att bedöma risken i ett aktuellt område behöver man veta hur stor del av markytan som är lättantändlig. Vi kan här referera till undersökningar av Latham, m.fl. se USA referenser.

Omgivningens egenskaper

Av betydelse är dels lufttemperatur, solsken och vind som kan värma och torka markskiktet och accelerera en påbörjad brand, dels regn som kan bromsa eller släcka en glödbrand. Förekomst av buskvegetation och låga träd kan medverka till att en markbrand utvecklas till en toppbrand som ger en snabb spridning av branden.

Brandriskvärdet

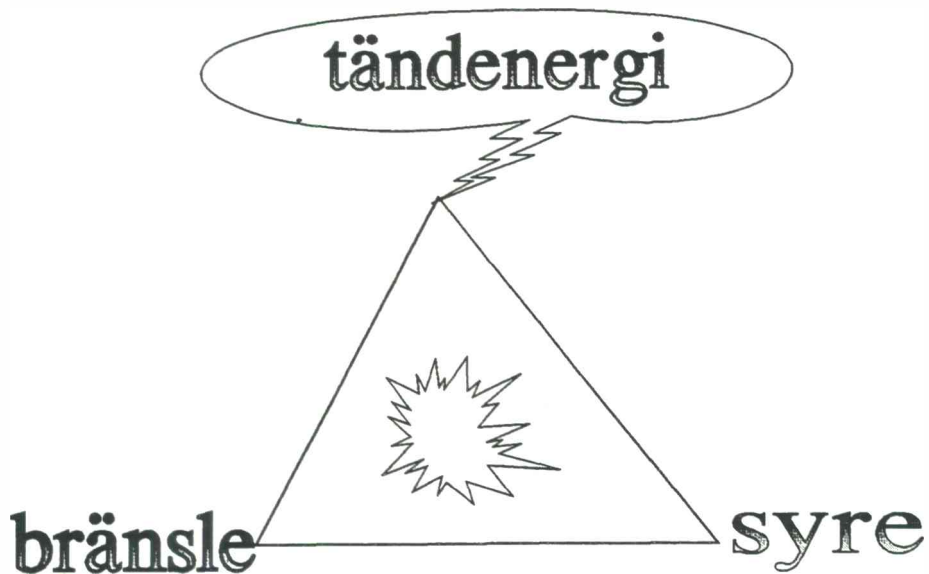
På grundval av luftens temperatur och relativa fuktighet utfärdas dagligen brandriskvärden för olika delar av Sverige. Värdet varierar mellan 1 = mycket liten upp till 5 = mycket stor brandrisk. Om dessutom stor åskrisk föreligger används beteckningarna 3A - 5A, medan liten åskrisk betecknas med 3B - 5B. Prognoserna görs för 34 olika områden i landet och bygger på prognosen föregående dag och det väder som väntas under eftermiddagen den dag prognosen avser.

Brandutveckling

En enda blixtnedslagsström kan i vissa fall starta glödbrand på flera ställen. En blixtnedslagsströmskanal kan utbreda sig mer än 100 meter på dåligt ledande mark - t.ex. ett tunt markskikt på berg. Vidare kan en blixtnedslagsström grenas så att olika delurladdningar har olika nedslagspunkter med inbördes avstånd upp till flera km. Dagens svenska blixtnedslagsströmlokaliseringssystem (LLP) registrerar endast den första punkten. Beroende på markfuktigheten och bränslets natur kan glödbränder fortleva under kanske 8-10 dagar. Om sol och vind hjälper till att torka ut marken kan ett uppblossande komma under denna tid och ge upphov till rök som kanske upptäcks. Stora variationer kan föreligga i den hastighet varmed skogsbrand utvecklas från en glödbrand. Teoretiska modeller för uppskattning av brandens förlopp har utvecklats i USA och är beskrivna i USA referenser. Datorprogram för PC har erhållits på diskett.

Brandtriangeln

Allmänt gäller för att en förbränning skall komma igång att på en och samma plats och vid samma tid existerar bränsle, syre och tillräcklig tändenergi.



Figur 6 Nödvändiga förutsättningar för antändning genom blixtnedslag

Bränslets egenskaper bestäms av markbeskaffenheten (mossa, lav, ris, barr, löv, åkermark, sjö, berg i dagen etc) samt porositet och markfuktighet på olika djup. Markbeskaffenheten kan ha mycket stora lokala variationer.

För utveckling av glödbbrand spelar lufttemperatur, solsken och vindhastighet roll. En viss uppfattning om detta ger brandriskvärdet.

Tillgången på syrgas är god på ytan men kan vara låg för en glödbbrand som startat på större djup.

Antändningsenergin för en blixtnedslag är tillräcklig för en positiv blixtnedslag och för negativa som har tillräckligt långvarig följdström (LCC). Det är visat att varaktigheten har störst betydelse. Så snart strömstyrkan överstiger 100 A, är temperaturen vid ljusbågens yta flera 1000 K medan antändningstemperaturen är ca 300 K.

Sannolikheten för att en blixtnedslag skall kunna tända kan då ligga mellan 20 och 50 %, tills vidare antages värdet 30% för en godtycklig blixtnedslag.

Av betydelse är naturligtvis om blixtnedslagspunkt ligger inom området för åskregnet. Sannolikheten härför är ej särskilt väl känd. I USA har man antagit värdet 50%. Om vi antar att 50% av marken i skog är antändbar vid hög brandrisk skulle vi kunna uppskatta sannolikheten för antändning genom en blixtnedslag till $0.3 \times 0.5 \times 0.5 = 0.075$ dvs ungefär en blixtnedslag av 14 skulle förväntas medföra brand vid nedslag i skog under en tid med högt brandriskvärde. Som vi skall se senare stämmer detta relativt väl med observationer från ett antal kommuner i Värmland för juli 1994.

4. Blixtlokalisering

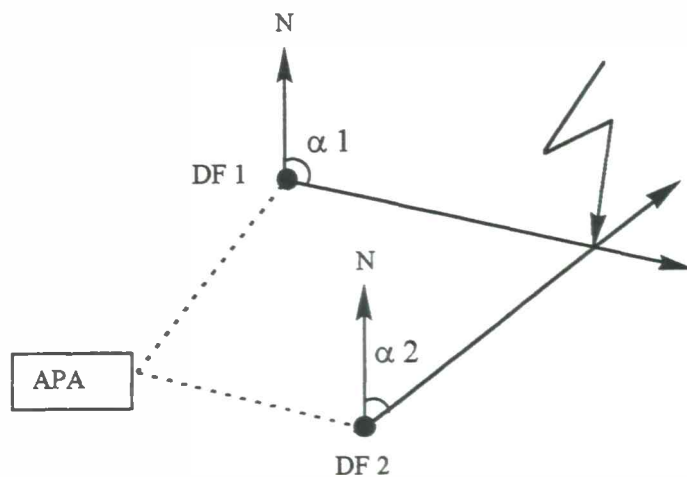
I Sverige finns det två typer av blixtlokaliseringssystem (LLP och LPATS) för vilka en kort beskrivning följer här. Bägge systemen bygger på detektering av den elektromagnetiska pulsen (LEMP) som utstrålas från blixtens huvudurladdning. En utmärkt och lättläst jämförelse av de bägge systemen har gjorts av Johannsdottir [2].

LLP-systemet

LLP-systemet (Lightning Location and Protection system) är utvecklat av Martin Uman, University of Florida och Phillip Krider, University of Arizona. Produktionen av systemet sattes igång 1976 av the Lightning Location and Protection Inc. Den första versionen av systemet kunde bara detektera negativa markurladdningar eftersom positiva markurladdningar ansågs sällsynta. Forskning i Japan och Sverige ledde 1980 till modifikation av systemet så att det kunde detektera båda typerna.

Ett LLP-system består i princip av:

- 1) Direction Finders (DF / ALDF) (två / tre eller flera)
- 2) Advanced Position Analyzer (APA en eller flera)
- 3) Datakommunikation (modem , X 25, datanät e.d.)
- 4) System för presentation av data.

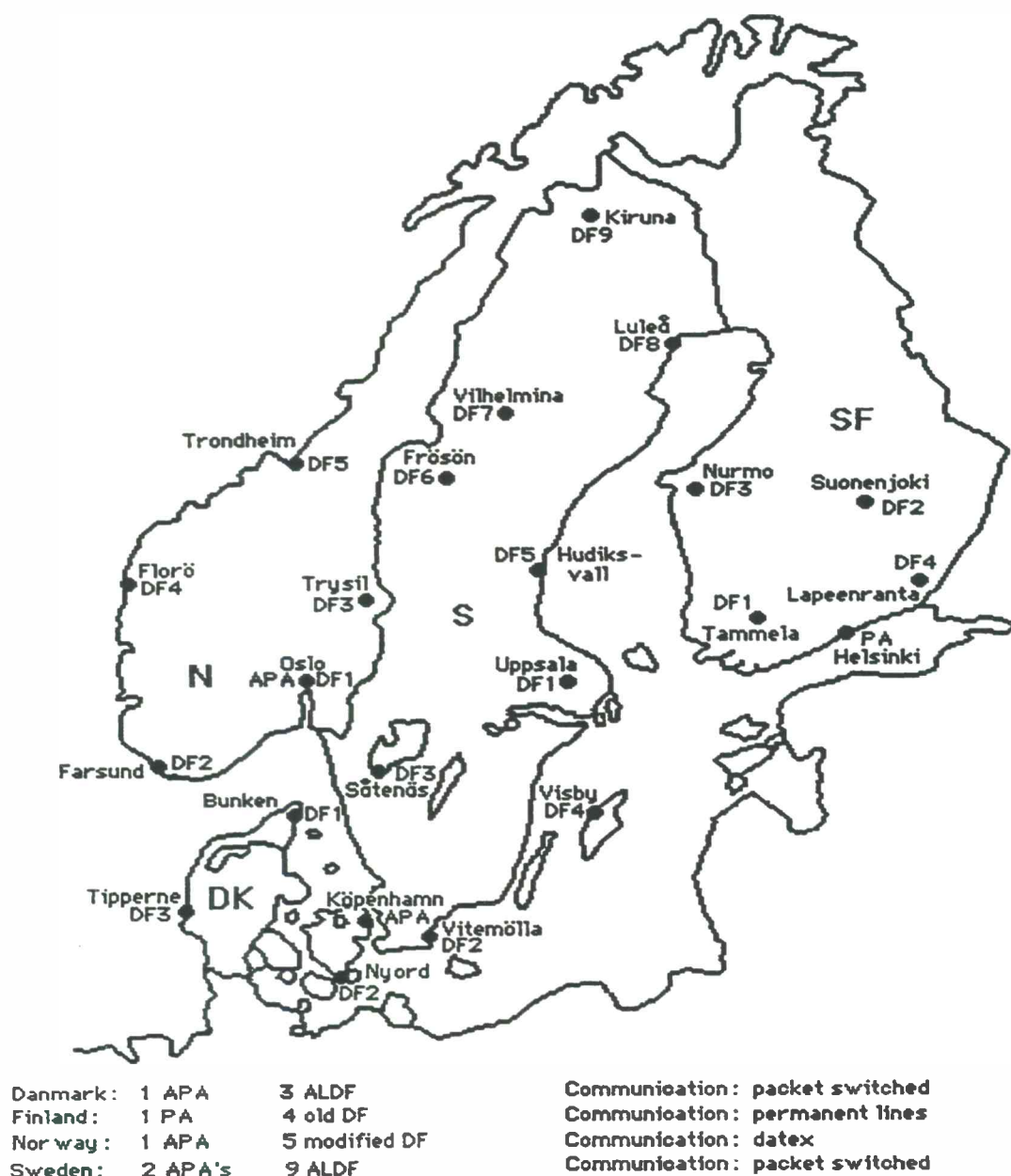


Figur 2 Princip för LLP blixtlokalisering

Var och en av de två, men vanligtvis fyra eller flera av stationerna (DF / ALDF) mäter vinkeln till moln-till-mark blixtarna, samt max amplitud för varje urladdning. Dessa data behandlas i en mikroprocessor vid antennen och överförs sedan med någon typ av datakommunikationssystem (modem, X-25 e.d.) till huvuddatorn (APA) som beräknar blixtens läge och strömamplitud. Lokaliseringspunkt, tid, polaritet samt antalet retururladdningar kan sedan i realtid presenteras grafiskt vid varje ansluten terminal. Enligt tillverkaren anges en sensor detektera ca. 75 % av alla moln-till-mark blixtar

inom en radie av 370 km. Tillförlitligheten skall då vara 1 - 2 km förutsatt att man använder 4 st ALDF - 141 placerade med ett avstånd av 150 km från varandra. Tillverkaren hävdar också att 95% av alla molnurladdningar och andra urladdningar förkastas därför att dessa signaler har en pulsform som sällan liknar en retururladdning. LLP-systemet började byggas upp i Sverige 1979 av Institutionen för Högspänningsforskning (IFH) som fram till 1987 skötte driften. Numera ägs och sköts systemet av Svenska Kraftnät AB och IFH står för långtidslagring och analys av data. Systemet består av 9 st. stationer (ALDF-141). Placeringen av de nordiska LLP-stationerna, totalt 21 stycken framgår av följande karta.

Scandinavian Lightning Location System 1991



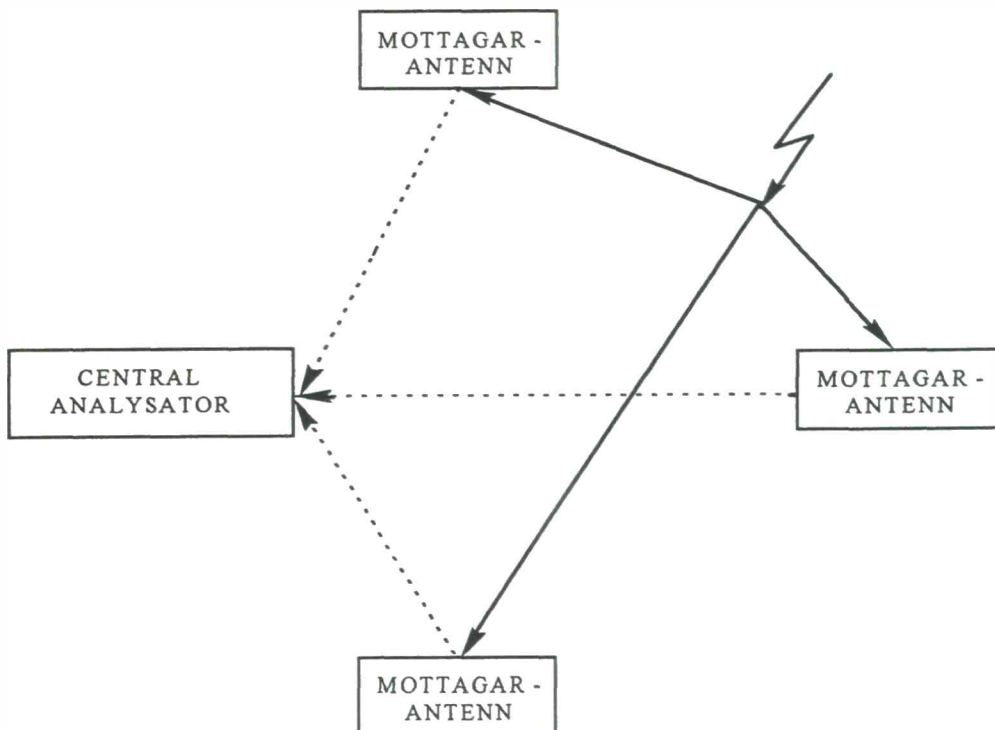
Figur 4 LLP-system i Norden

LPATS-systemet

LPATS-systemet (Lightning Position and Tracking System) började tillverkas 1981 av Atmospheric Research Systems Inc.(ARSI) med Rodney Bent som ägare och utvecklare.

Ett LPATS-system består i princip av:

- 1) Mottagare med antenn (minst tre)
- 2) Central analysator (en)
- 3) Datakommunikation (modem , X 25 e.d.)
- 4) System för presentation av data.



Figur 5 Princip för LPATS blixtlökalisering

LPATS-systemet i Sverige består av 6 geografiskt separerade mottagare, placerade ca. 200 km från varandra. Varje enhet innehåller en antenn för mätning av elektriskt fält samt en antenn för tidssynkronisering (LORAN, GPS eller TV sändare). Vid en blixurladdning mäts den elektromagnetiska pulsen samt tiden när signalen kom fram till mottagaren. Data sänds sedan via modem eller annan kommunikationsmetod över till centralanalysatorn där data från andra mottagare jämförs och analyseras enligt Time-of-Arrival-metoden (TOA). Positionen kan i realtid presenteras grafiskt på terminaler. LPATS-systemet kan till viss del även registrera molnurladdningar. Man bör notera att LPATS-systemet registrerar tid och position för varje delurladdning i en blix till skillnad från LLP-systemet som enbart lokaliserar den första delurladdningen. Användaren av LPATS-systemet har då viss möjlighet att själv avgöra vilka urladdningar som hör till samma blix.

Tillverkaren hävdar att ca. 80% av alla moln-till-mark blixtrar kan registreras inom vissa icke angivna gränser, att de flesta andra urladdningar förkastas och att tillförlitligheten är ± 1 km över ca. 95% av området som kan täckas samt ± 200 m inom en mottagares direkta närhet. Verifikation härav är ej känd.

Det svenska LPATS-systemet består av 6 stationer som ägs av SMHI. Det har varit i drift sedan 1986.

5. Analys av skogsbränder och blixtrar 1994

Metodik

Sommaren 1994 var mycket regnfattig och brandrisken var hög i stora delar av landet då åskväder så småningom uppstod. Följden blev ett rekordartat högt antal skogsbränder, de flesta orsakade av blixtnedslag - över 2000 i hela landet. Räddningsverket initierade då denna undersökning med syftet att studera sambandet mellan de av LLP systemet registrerade blixterna och skogsbränderna och att bedöma den nytta som blixtkalibrering i realtid skulle kunna medföra för en tidig upptäckt av skogsbränder.

Grundtanken vid denna undersökning var att finna ett område av Sverige där ett tillräckligt antal skogsbränder och åskväder rapporterats och vidare ett område där data från det norska blixtpelssystemet kunde erhållas så att en jämförelse kunde ske mellan positionen av svenska blixtrar, norska blixtrar och skogsbränder som bevisligen varit orsakade av blixtnedslag. Valet föll på Värmland som gränсар till Norge.

Från fem utvalda kommuner i Värmland har erhållits exakta lägen för skogsbränder under tiden från 1994-07-11 till 1994-08-05. Bränderna har enligt brandförsvarets personal alla orsakats av blixtnedslag. Området uppdelades i ett nät av rutor med storleken 5×5 km². Rutornas storlek är valda med tanke på att brandflyg, som i en framtid kanske skulle dirigeras med ledning av LLP data, skall kunna upptäcka rök från små begynnande skogsbränder.

Antalet blixtnedslag har beräknats från LLP blixtdatabaser i Sverige och Norge. Efter granskning av tider och positioner misstänktes ett systematiskt fel på 10 km i N - S riktning, varefter korrektion infördes.

Onoggrannheten x i LLP-lokaliseringen får ej vara större än att flertalet observerade blixtrar i en ruta med sidan S verkligen kommer från rutan.

Härav följer kravet:

$$(S - 2x)^2 > S^2 - (S - 2x)^2$$

eller

$$S > 7x$$

För $S = 5$ km skall maximala felet x vara 700 m. Om x är 3 km krävs en ruta med 21 km sida. Dagens system uppfyller ej det antagna kriteriet för 5 km rutnät. Enligt tillverkarens

uppgift skall det nya, i fortsättningen beskrivna IMPACT- systemet ha $x = 500$ m för 50% av täckningsytan, vilket verkar lovande.

Följande krav ställdes på det område som slutligen utvaldes för noggrann undersökning av förhållandet mellan blixtnedslag och skogsbränder:

1. Tillräckligt antal blixtar och skogsbränder skall finnas för att slutsatser av allmän giltighet skall kunna dras.
2. Området måste ha en viss storlek men denna bör ej vara för stor för att underlätta bedömningar av t.ex. LLP - lokaliseringens noggrannhet ("site error corrections" bör såvitt möjligt vara konstanta inom området).
3. Området skall ha övervakats av såväl svensk som norsk LLP
4. Antalet åskperioder under den valda tiden skall vara litet för att kunna studera de observerade brändernas fördröjning.

På grund av dessa kriterier valdes följande kommuner i mitten av Värmland :

Arvika, Eda, Grums, Säffle, Torsby, Årjäng

Ett område mellan latituderna 59.167 och 60.167 samt longituderna 11.833 och 13.500 grader täcker i det närmaste dessa kommuner och utvaldes för studium. Området indelades i 104 rutor av storleken 5×5 km². Vattendrag och några större orter har antytts i nätet för att underlätta orientering. För varje ruta söktes på institutionens databas alla registrerade blixtar i Sverige för tiden 14/7-3/8 1994. Motsvarande data erhöles också från Norge genom förmedling av Jostein Huse vid EFI i Trondheim. Under denna tid fanns två åskperioder : 14-16 juli samt 29-31 juli.

Antalet skogsbränder orsakade av blixtnedslag söktes först i den databas som sammanställts av SCB, sedan också i en förteckning som erhöles från länsstyrelsen i Karlstad genom Inga Carlsson-Dunn. Vissa svårigheter uppstod vid försök att lokalisera bränderna på kartan och i det uppgjorda rutnätet. Av denna orsak ansågs det nödvändigt att vända sig direkt till räddningstjänsten i de olika kommunerna. På så sätt erhöles i de flesta fall upplysning om brandens exakta plats, angiven i koordinater enligt Rikets Nät, från en kommun erhöles blixterna tydligt inritade på en karta i stor skala. Dessutom erhöles klarhet ifråga om att de utvalda bränderna alla orsakats av blixtnedslag - synliga spår av blixten i form av splittrade träd, spår i marken m.m.

I varje ruta har sedan dragits en diagonallinje och antalet blixtar har angetts ovanför, antalet skogsbränder under diagonalen. Som framgår finns rutor med blixtnedslag men utan skogsbränder, vilket kan bero på markens beskaffenhet. Vidare finns rutor med skogsbränder men utan registrerade blixtnedslag, detta kan bero på missvisning eller otillräcklighet hos pejlsystemet.

Jämförelse mellan svenska och norska blixtdata - korrigering

Blixtdata från Norge har erhållits för 14 -31 juli i området 59.167 - 60.167 N, 11.833-13.333 E. Under denna tid var Trysilstationen (se fig. 4) ej i drift och de norska registreringarna bygger på rådata (tyvärr ej tillgängliga) från Oslo och Såtenäs i Sverige. De svenska registreringarna för samma tid bygger mestadels på registreringar från Uppsala och Såtenäs. Avstånden till pejlstationerna är från området i Värmland till Uppsala ca 250 km, till Oslo och Såtenäs knappt 150 km.

Vinkelfel i Uppsalastationen får på detta sätt en inverkan att förskjuta blixternas läge i huvudsak åt norr eller söder. Samma vinkelfel i Oslostationen ger endast halva förskjutningen, medan fel i Såtenäs skulle ge en förskjutning i öst - västlig riktning. I denna undersökning har målsättningen varit att studera storleksordningen av de fel som kan förväntas. Vi har utgått från att den norska lägesbestämningen är noggrannare än den svenska, främst därför att avstånden är mindre. Det har därför ansetts motiverat att i första hand korrigera Uppsalastationen. Efter att ha konstaterat att klockorna i de bägge systemen hade en icke känd tidsskillnad om 13.8 sekunder utvaldes 40 blixtar från de 14-15 juli. Skillnaden i latitud och longitud bestämdes och felen i lokalisering beräknades dels i N-S, dels i Ö-V riktning. De flesta avvikelserna i Ö-V var små - någon till några km med varierande riktning. Däremot var avvikelserna i N-S större - 5-15 km med enstaka värden på 30-50 km och alla i sådan riktning att de observerade svenska värdena skulle korrigeras genom att förflyttas åt söder.

En optimal korrektion beräknades med minsta kvadratmetoden, (korrektionen alltså lika med aritmetiska medelvärdet av alla differenserna). Då denna metod är känslig för de största felen uteslöts dessa värden , varvid medelvärdet blev 10 km. En korrektion infördes på rutnätet enkelt så att de svenska värdena flyttades två rutor söderut. Vissa värden kom på så sätt att falla bort i utkanten av nätet då värden utanför ej beräknats. En tillfredsställande effekt efter korrektionen var att det nu alltid fanns blixtar inom de rutor där skogsbränder orsakade av blixurladdningar observerats.

Statistik för blixtar och bränder

Okorrigerade data:

Antal blixtar 878, antal bränder 61 (53 st inom rutnät), dvs en brand per 14 blixtar (17 inom rutnät).

Antal rutor 104, rutor med brand 34, rutor utan brand 70 , rutor utan blix 6, rutor med blix 98, rutor utan blix och utan brand 4.

Rutor utan blix och utan brand är ointressanta och tas ej med.

Då återstår 100 varav med blix 98, med brand 34.

Approximativt erhålles då en brand i var tredje ruta med blix, i en ruta med brand finns i snitt 10 blixtar och i snitt 7 blixtar / brand. Antal rutor med brand men utan blix är 2.

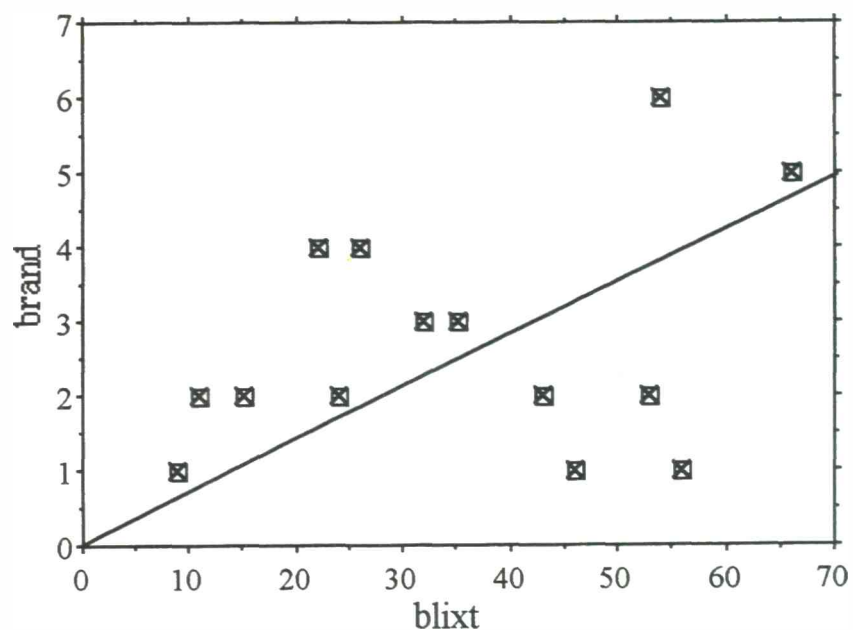
Korrigerade data:

Antal rutor 84 (randrutor har bortfallit vid korrektionen)

Antal blixhtar 837, antal bränder 38, dvs i snitt en brand på 22 blixhtar.

Brand förekommer i 26 rutor dvs i det närmaste i var tredje ruta . För samtliga dessa rutor har beräknats medelvärdet av antalet blixhtar = 10, medelvärdet av antalet bränder = 1,5 och medelvärdet av antal blixhtar per brand i var ruta = 8,5. Antal rutor med brand utan blixhtar = 0.

Stickprov på blixthamplitud, -polaritet och -multiplicitet i några rutor har ej antytt någon skillnad mellan blixhtar som orsakat många bränder, resp få bränder i respektive rutor. Skillnaden torde därför få tillskrivas markegenskaperna i själva nedslagspunkterna och förekomst av vattendrag och åkermark inom rutan.



Figur 7 Spridningsdiagram och regressionslinje för storrutor 10 x 10 km²

Inledningsvis utreddes att den valda rutstorleken är mycket liten på grund av LLP-systemets missvisning. En studie av sambandet mellan bränder och blixtnedslag har därför genomförts för "storrutor" = 2 x 2 rutor med storleken 10 x 10 km. För 15 sådana rutor där skogsbränder förekommit har en regressionslinje beräknats, se fig.7.

Regressionskoefficienten anger att en brand förekommit för 14 blixhtar.

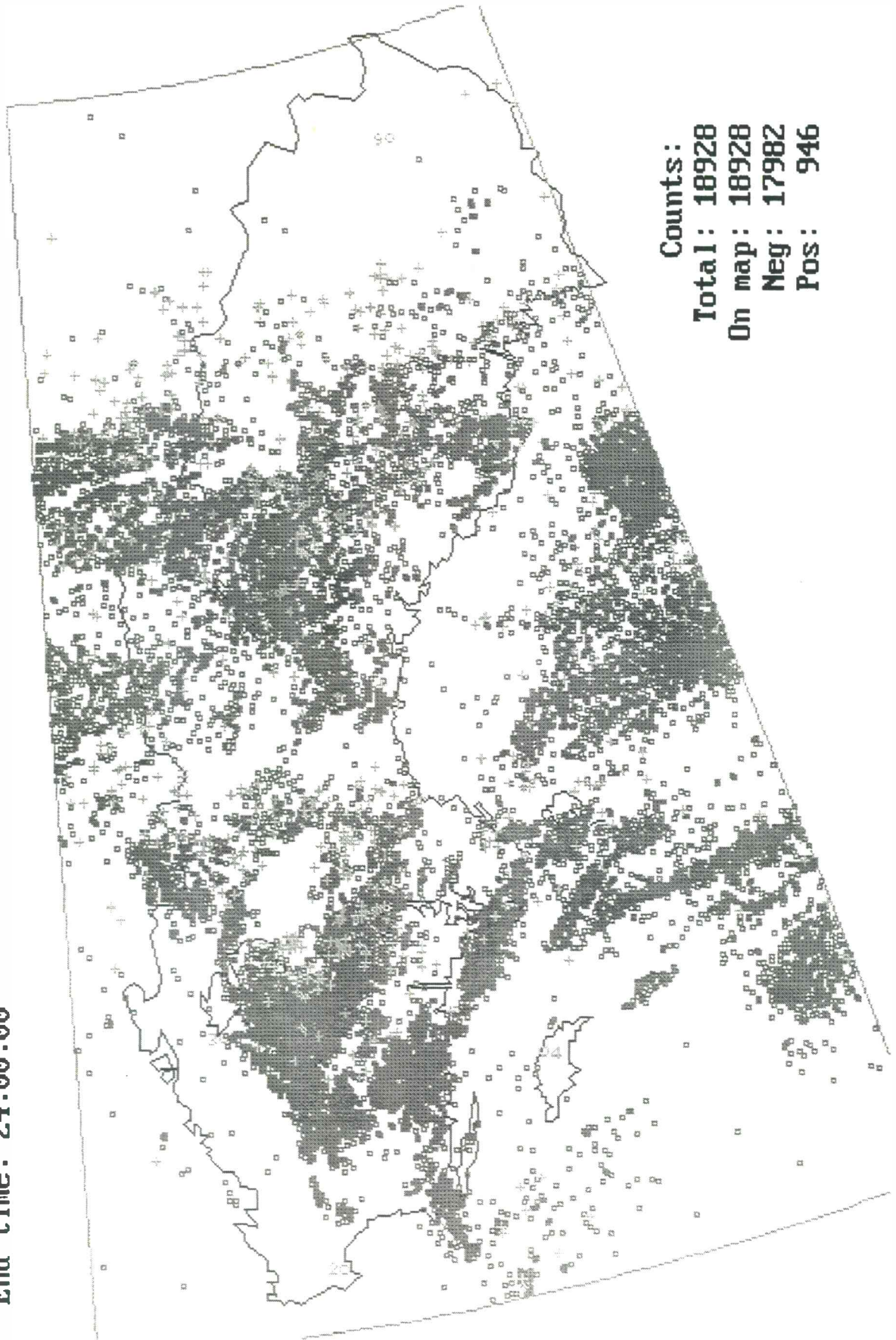
Korrelationskoefficienten $r = 0.4$ antyder ett svagt positivt samband mellan brand och blixhtar. Fem "brandsäkra" storrutor påträffades inom det utvalda området med 40 - 64 blixtnedslag utan någon brand.

Följande frågor uppkommer:

1. Varför ingen brand i vissa rutor trots stort antal blixhtar? Låg lokal brandrisk ?
2. Den andel av en viss storruta som har en brandrisk på 100 % - d.v.s. att en blixhtar som med sin träffyta berör detta område leder med säkerhet till brand kan med regressionskoefficienten beräknas uppgå till $1/14 = 7\%$, en förvånansvärt låg siffra, som kan belysas genom detaljstudier då noggrannare blixthdata föreligger.

Start date: 940711 **Last location: Date:940717**
Start time: 00:00:00 **Time:23:51:01**
End date: 940717 **Lon: 13.646**
End time: 24:00:00

v28.dat

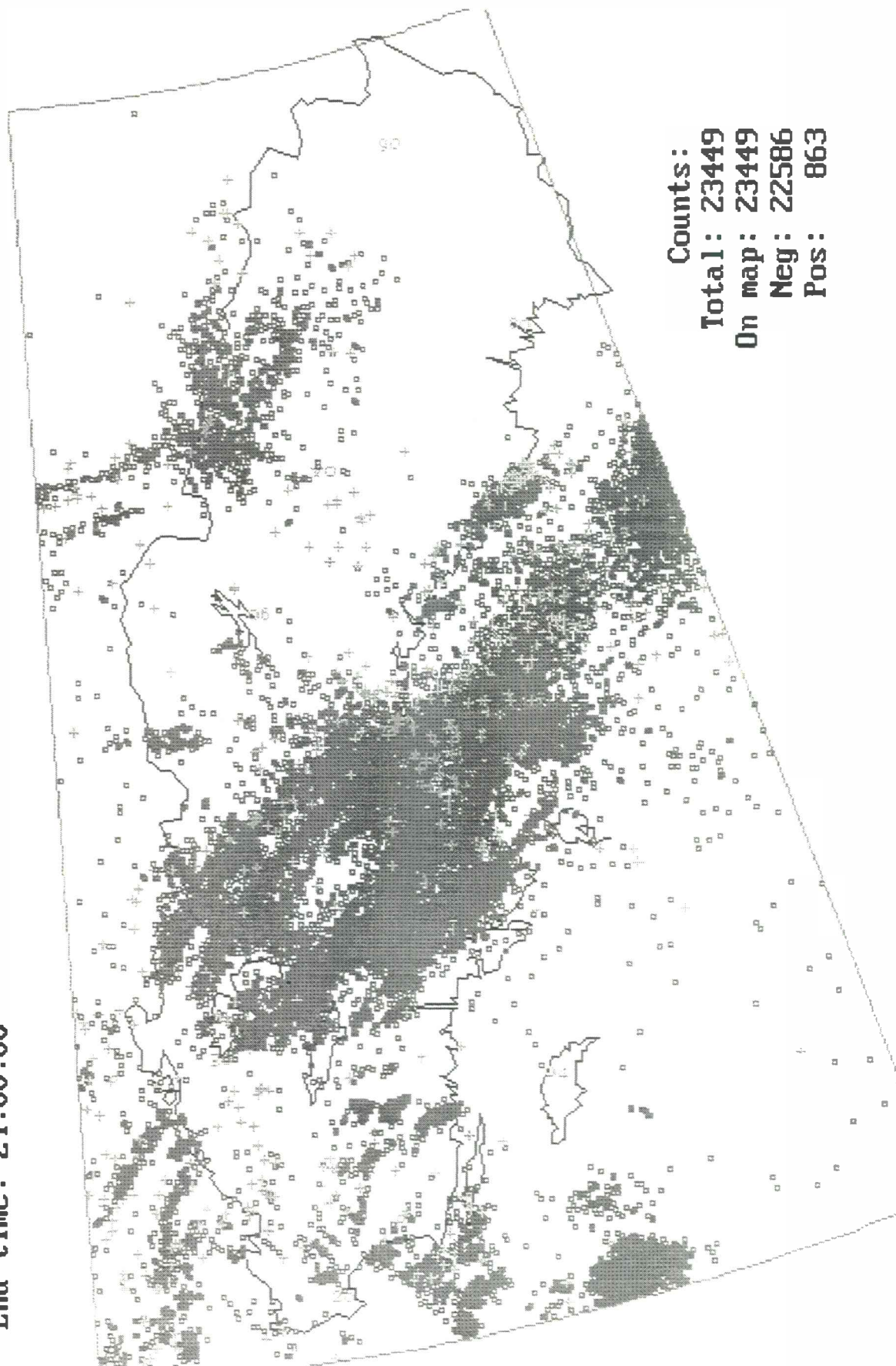


Counts:
Total: 18928
On map: 18928
Neg: 17982
Pos: 946

Figur 8.a Blixtlokalisering LLP v.28 940711 - 940717

Start date: 940725 Last location: Date: 940731
Start time: 00:00:00 Lat: 57.116 Time: 23:59:58
End date: 940731 Lon: 14.609
End time: 24:00:00

v30.dat

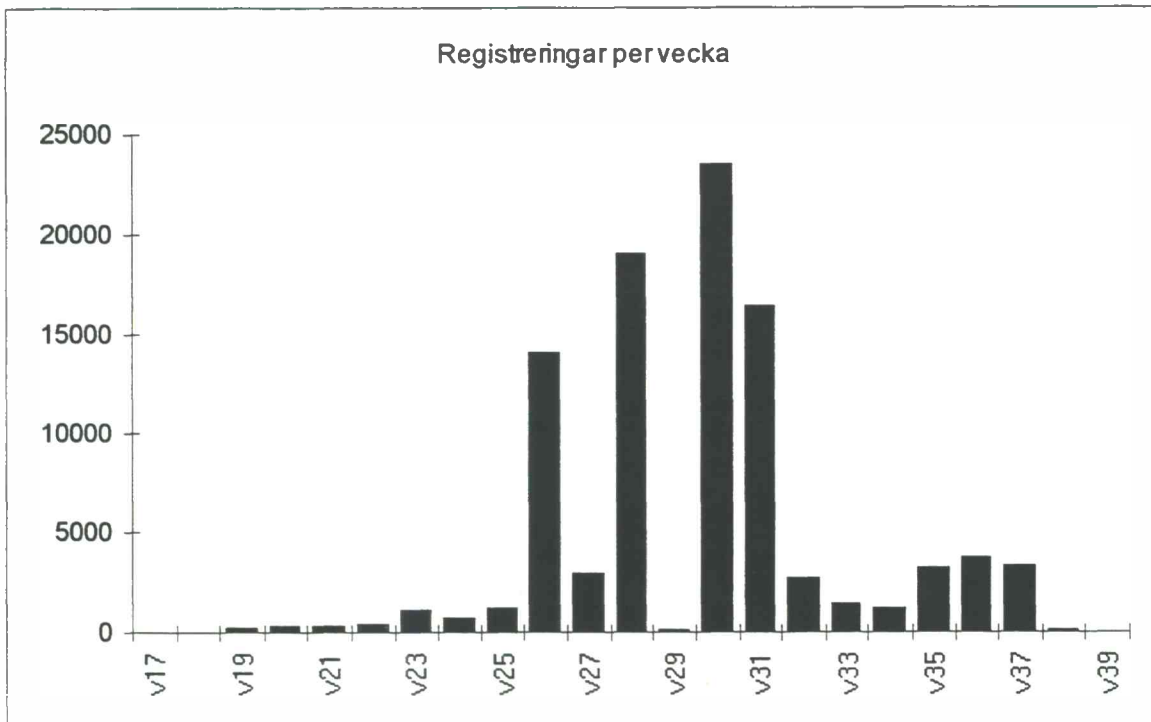


Counts:
Total: 23449
On map: 23449
Neg: 22586
Pos: 863

Figur 8.b Blixtlokalisering LLP v.30 940725 - 940731

Antalet lokaliseringar / vecka. Geografisk begränsning 55 - 69 Lat. 10 - 24 Lon.

Vecka	antal	pos	neg	med(amp)+	med(amp)-	med(mult)	med(mult)-
v17	49	26	23	4477,04	1591,22	1,04	1,17
v18	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
v19	249	110	139	3744,55	1439,10	1,05	1,29
v20	276	65	211	3550,32	1646,07	1,02	1,48
v21	337	152	185	3471,84	1427,30	1,05	1,26
v22	448	157	291	3428,38	1357,49	1,18	1,41
v23	1081	458	623	3141,95	1515,96	1,09	1,40
v24	714	307	407	3129,02	1533,74	1,07	1,31
v25	1242	231	1011	3219,07	1271,93	1,06	1,73
v26	14047	518	13529	2415,13	1259,23	1,13	2,45
v27	2873	351	2522	2386,42	1144,65	1,09	1,98
v28	18928	946	17982	2377,43	1295,58	1,08	2,29
v29	139	64	75	3846,53	1715,20	1,02	1,41
v30	23449	863	22586	2402,30	1168,30	1,10	2,41
v31	16338	901	15437	2698,23	1295,80	1,07	2,06
v32	2694	298	2396	2827,27	1532,93	1,06	1,73
v33	1419	425	994	2828,42	1368,75	1,10	1,80
v34	1173	378	795	3369,81	1715,49	1,13	1,53
v35	3165	351	2814	3470,03	1831,42	1,10	1,51
v36	3731	547	3184	2895,42	1483,55	1,07	1,78
v37	3295	447	2848	3220,77	1390,85	1,11	1,88
v38	94	23	71	2945,83	1793,49	1,00	1,37
v39	2	1	1	1902,00	1722,00	1,00	1,00
Tot.	95743	7619	88124	2945,55	1413,05	1,03	1,58
Medelv. utan v18				3079,44	1477,28	1,07	1,65



Figur 9. Blixregistreringar veckovis 1994 för Sverige

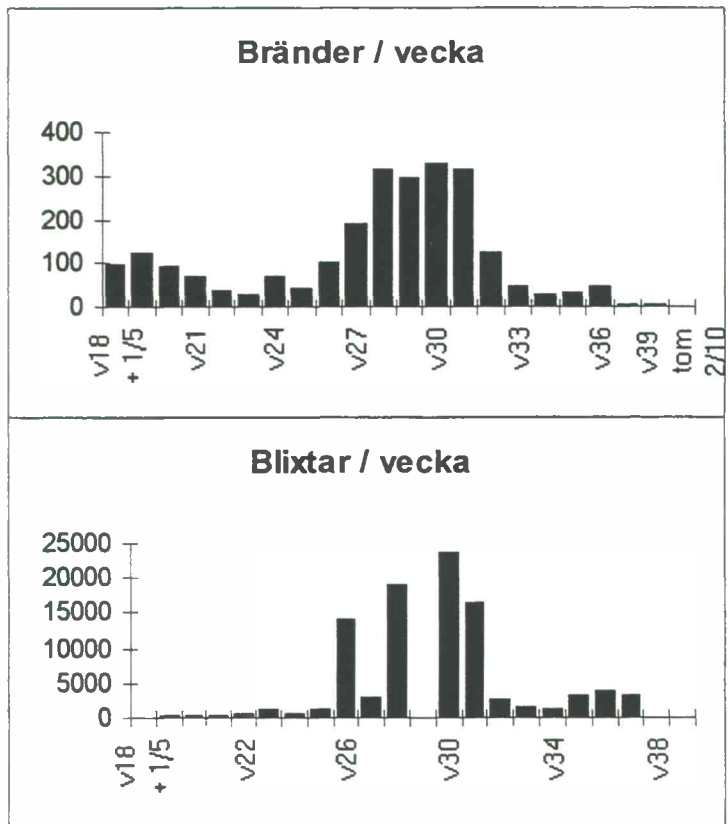
Antalet skogsbränder enl. SCB 14/7 - 5/8 1994

Dag	Säffle	Kil	Sunne	Eda	Årjäng	Arvika	Torsby	Grums	S:a
14		1				1			2
15	1	1		2	2	2	2		10
16	2	2		2	4	1	1		12
17	1		1						2
18		1		1		1			3
19	4			2					6
20				1	1	1	1		4
21	1			1		1	1		4
22	2			1		2	1		6
23	2					1			3
24	1					2			3
25						1			1
26									
27									
28									
29	2	1	1	1			3		8
30		2	3	6	5	5	2		23
31		1	3	1	1	3	2		11
1	2		1	1	1	6	1		12
2			2	1	1		2		6
3	3		2			4	2		11
4					1		1		2
5				1					1
S:a	21	9	15	19	16	31	19		130

Figur 10 Skogsbränder i Värmland enl. SCB

Antalet skogsbränder / vecka samt blixtrar / vecka Maj - September
För blixtolokaliseringar gäller 55 - 69 Lat. 10 - 24 Lon.

Vecka	bränder	blixtar
v18 + 1/5	96	0
v19	122	249
v20	90	276
v21	69	337
v22	35	448
v23	29	1081
v24	67	714
v25	41	1242
v26	103	14047
v27	189	2873
v28	314	18928
v29	295	139
v30	327	23449
v31	311	16338
v32	125	2694
v33	47	1419
v34	29	1173
v35	31	3165
v36	46	3731
v37	3	3295
v38	6	94
v39 tom 2/10	0	2
Tot.	2375	95694



Figur 11 Skogsbränder och blixtrar (LLP) veckovis för Sverige

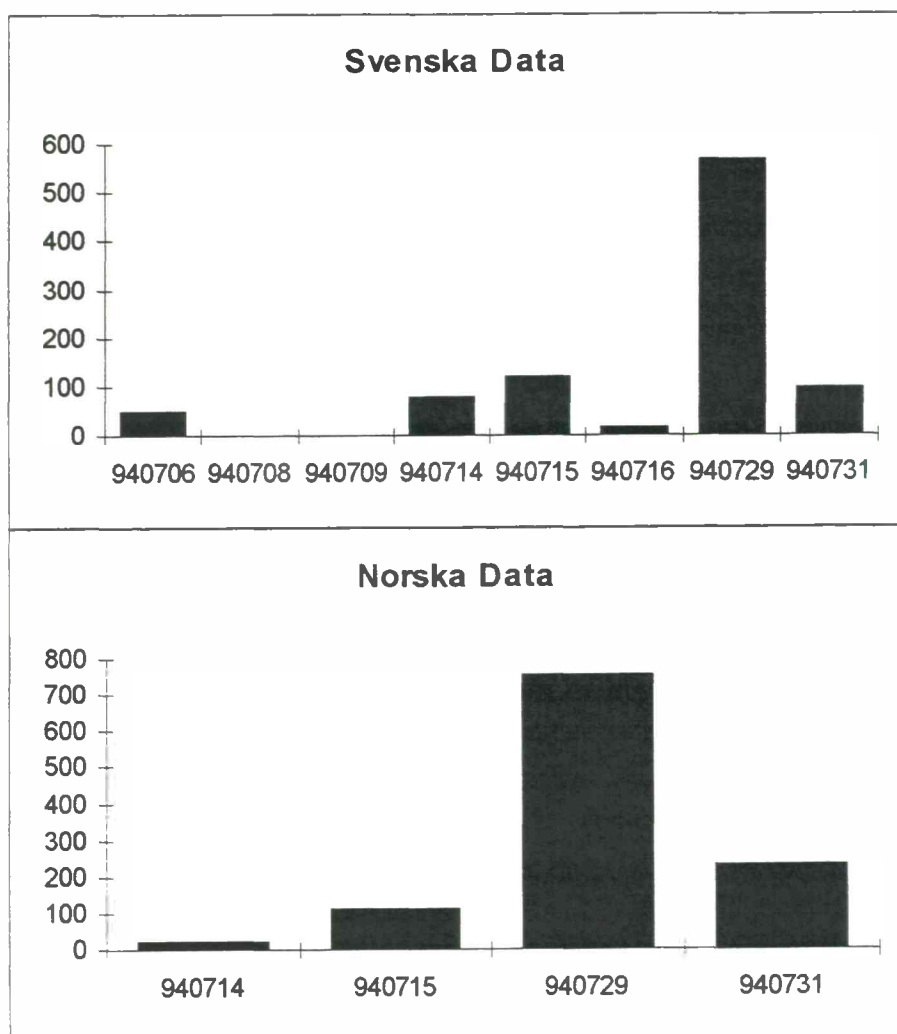
Svenska lokaliseringar. Värmland 940701 - 940804

Datum	antal	pos	neg	med(amp)+	med(amp)-	med(mult)+	med(mult)-
940706	51	8	43	1430,38	1093,07	1	1,7
940708	1	0	1	0	3808	0	4
940709	1	0	1	0	868	0	2
940714	77	6	71	1635,67	1317,52	1	1,7
940715	122	5	117	2489,2	1052,32	1,2	1,8
940716	18	0	18	0	1027,33	0	1,5
940729	566	9	557	2218	1095,83	1	2,36
940731	95	3	92	1915,67	1226,77	1	1,94
Tot.	931	31	900	1916,52	1122,31	1,03	2,14

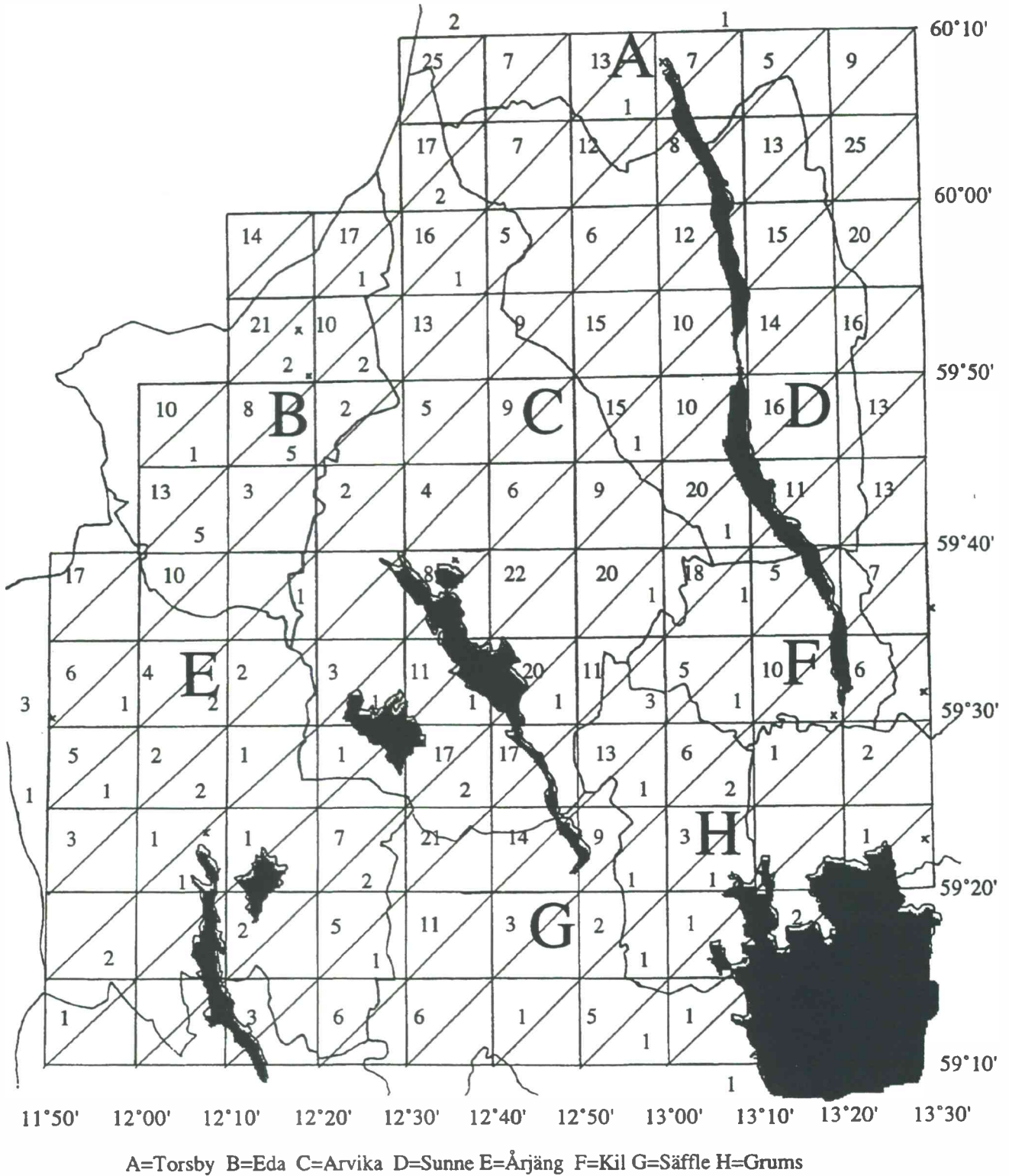
Norska lokaliseringar. Värmland 940701 - 940804

Datum	antal	pos	neg	med(amp)+	med(amp)-	med(mult)+	med(mult)-
940714	22	1	21	1208	1503	1	1,71
940715	113	3	110	1733,33	963,14	1,3	1,97
940729	748	?	?	?	?	?	?
940731	227	?	?	?	?	?	?
Tot.	1110	4	131	1602,00	1049,69	1,25	1,93

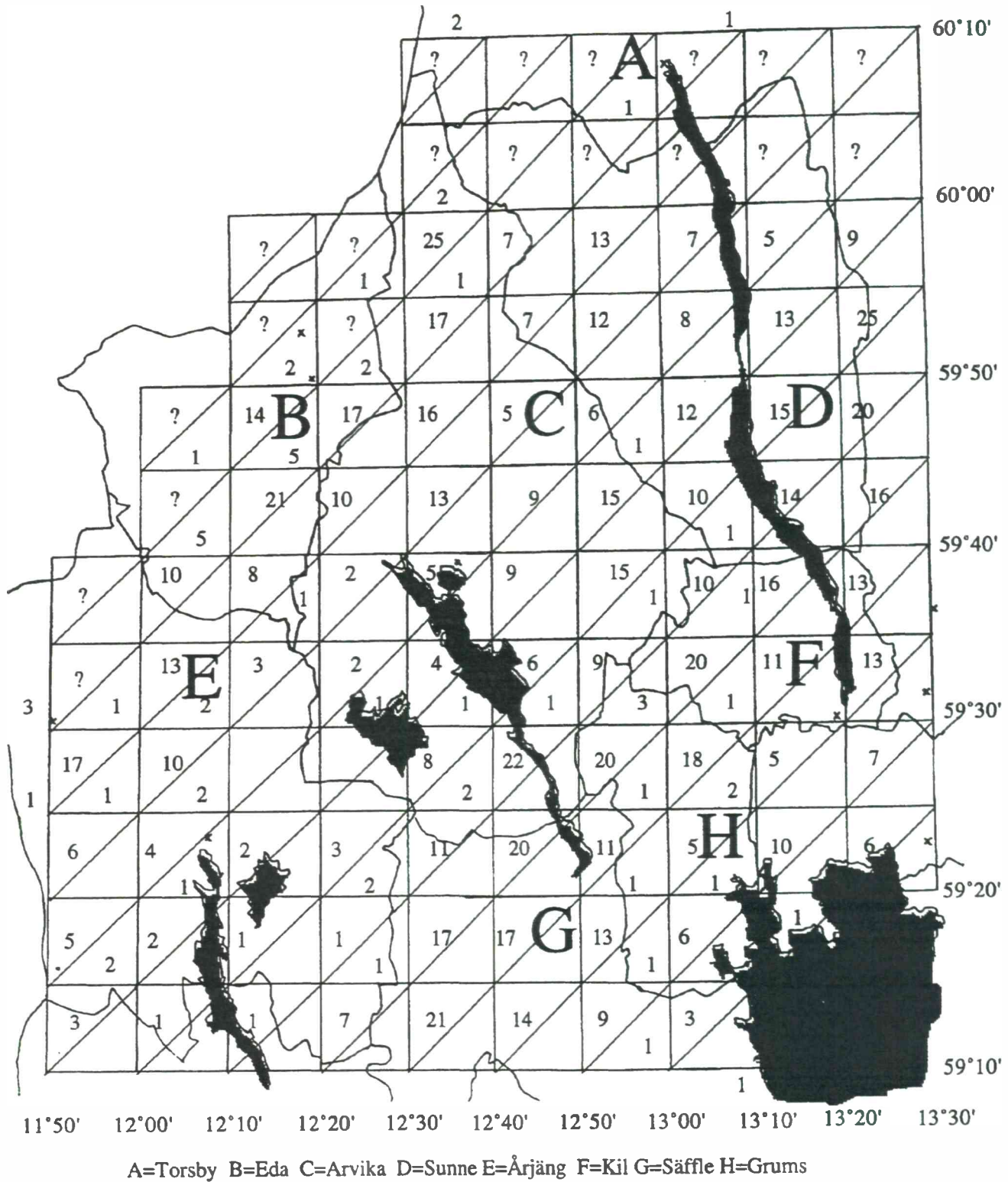
För 29/7 och 31/7 saknas värden för polaritet, amplitud och multiplicitet



Figur 12. Svenska och norska blixregistreringar (LLP) för området I Värmland



Figur 13. Blixtar / skogsbränder för området i Värmland 940714 - 940804



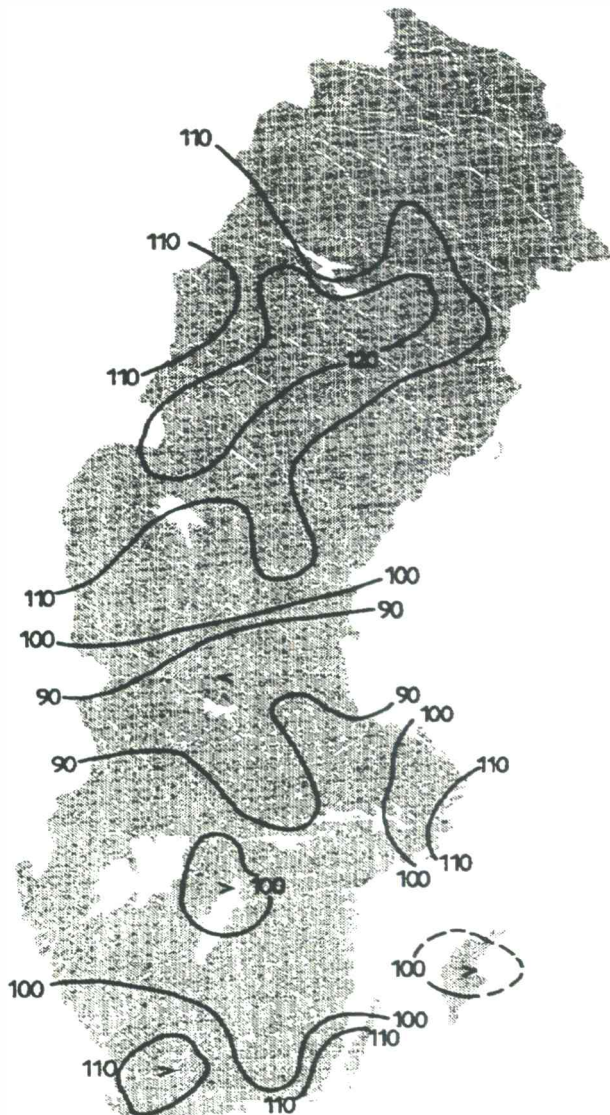
Figur 14. Som figur 13 med korrigerig av blixternas läge 10 km åt söder.

Juni 1994

Juli 1994

**Beräknad markvattenhalt
i procent av den normala**

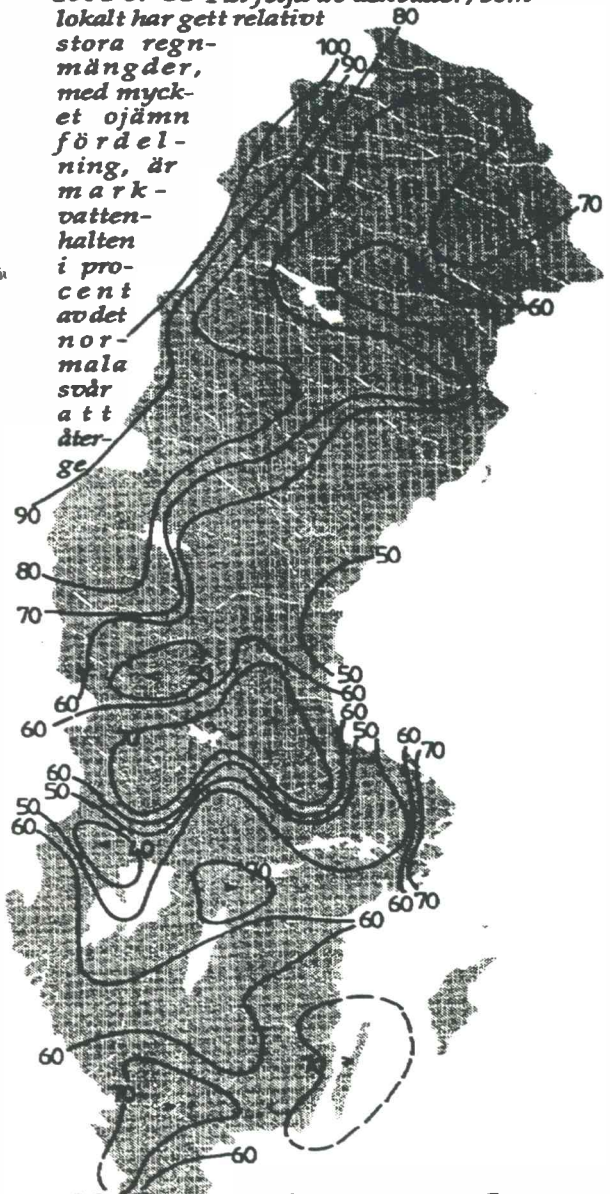
1994 06 30



Markvattnet är det vatten som finns
mellan markytan och grundvattnet

**Beräknad markvattenhalt
i procent av den normala**1994 07 31 Till följd av åskväder, som
lokalt har gett relativt

stora regn-
mängder,
med myck-
et ojäm-
n förde-
ling, är
mark-
vatten-
halten
i pro-
cent
av det
nor-
mala
svår
att
åter-
ge



Markvattnet är det vatten som finns
mellan markytan och grundvattnet

Figur 15. Markvattenhalt

Uppmätt regnmängd och temperatur i Arvika och Karlstad

Månad	Mätstation	Nederbörd (mm)	Normalt	Månadsmedeltemperatur (°C)	Normalt
Juni	Arvika	41	60	12.9	15.1
	Karlstad	40	53	13.7	14.7
Juli	Arvika	5	69	20.3	16.2
	Karlstad	4	62	20.5	16.1

Källa: SMHI Väder och vatten

6. Felkällor vid magnetisk pejling av blixurladdningar

Behovet av ökad noggrannhet vid lokalisering av blixtar för skogsbrandsförsvaret är uppenbart. I detta avsnitt skall redogöras för de felkällor som begränsar noggrannheten i dagens LLP-system. En bra läsning i sammanhanget är Sörensen [6].

Molnhöjd

Molnhöjden och därmed höjden av laddningscentra kan variera i hög grad mellan olika åskmoln. I tropikerna är molnhöjden stor, upp till 20 km. I Sverige ligger de flesta åskmoln mellan 5-10 km men i vissa fall kan molnhöjden bli jämförbar med tropikernas. Högre molnhöjd innebär längre blyxtbana och därmed längre varaktighet på pulsformen för huvudurladdningen (return stroke). Beroende på pejlstationens inställning kan detta betyda att blixtar från låga moln ej detekteras. Att detta är fallet har konstaterats vid flera vinterårskväder i Sverige, där molnhöjden varit låg, blixtar har ej detekterats men blyxtnedslag och blyxtskador har observerats. Det kan tänkas att dessa låga moln är mindre vanliga efter en tid av varmt och torrt väder då skogsbrandrisken är hög men detta är ej närmare undersökt. Det är också helt obekant i vilken utsträckning dessa blixtar från låga moln har den extremt långa ”strömsvans” LCC som krävs för att starta en skogsbrand.

Inverkan av utbredning på pulsformen

Markresistiviteten påverkar den elektromagnetiska pulsen från blixurladdningen på så sätt att amplituden dämpas, avsevärt mer än $1/r$ (r =avståndet till blixten) som gäller vid utbredning över väl ledande mark eller saltvatten. Dessutom kommer pulsbredden och stigtiden att öka och härigenom uppkommer svårigheter att beräkna blyxtströmmens toppvärde, även om vissa teoretiska korrekationer har föreslagits. En ytterligare effekt av utbredningen är att vågen kan ändra riktning t.ex. vid passage över en strandlinje eller en ås eller bergshöjd så att lokaliseringsfel kan uppkomma. Båda dessa felkällor är vanliga i Sverige.

På grund av dämpningen har en DF station en begränsad räckvidd som ligger mellan 50 och 250 km dock beroende på markegenskaper. Den undre gränsen sätts av att antennförstärkaren blir överstyrd vid för kort avstånd.

Antennplacering (site errors)

Ledande föremål i närheten av antennen ger upphov till reflekterade vågor som adderas till den ursprungliga. Härigenom kan antennen komma att registrera en felaktig infallsvinkel som leder till fel i läge av den aktuella blixten, ett fel som kan vara olika för olika infallsriktningar. Dessutom kan också pulsformen ändras. Det är alltså nödvändigt att platsen för antennplaceringen väljs med största omsorg om man skall kunna utnyttja systemets prestanda.

Störkällor

Olika elektriska storkällor kan ge högst avsevärda lokaliseringfel. De kan visa sig så att blixterna ser ut att ligga på en linje riktad mot stationen. Några exempel på sådana storkällor är radiosändare och elstängsel för kreatur.

Apparatfel

Genom digitalisering, brus i analoga kretsar, och polarisationsfel i fältpulsen samt genom transienter av olika slag i elnät som ej tillräckligt avskärmats, kan mer eller mindre statistiska fel uppkomma. Undersökningar tyder på att dessa fel i normala fall ej är stora, enligt en äldre svensk undersökning mindre än 0.5 grad.

Nätgeometri

Det har visats att felen vid lokaliseringen i regel blir minst för platser som ligger innanför det nät som bildas av linjer mellan pejlstationerna. Av detta framgår att stora fördelar kan vinnas genom att olika länder samarbetar.

Multipelblixar

Oftast är den första delurladdningen starkast och blir då den som används för lokaliseringen av alla stationer. Emellertid är det ej ovanligt att en senare urladdning är starkare och då kan det hända att olika delblixar registreras på olika stationer och då kan tidsskillnaden bli sådan att de ej accepteras som tillhörande samma blix. Vid glesa nät kan man alltså behöva öka tidsfönstret för acceptans, vilket då kan komma i konflikt med kravet att utesluta molnblixar.

Tidssynkronisering

Vid äldre LLP system är synkroniseringen av klockorna ett problem såvida man ej har dyrbara fast uppkopplade linjer för kommunikation. Med den nyare APAn sker en automatisk uppdatering av tidsangivelsen genom att jämföra tidsskillnader mellan registrering av blixar på olika stationer och genom användning av ett tidsfönster för att garantera att det är samma blix som observeras i de olika stationerna.

Korrektionsmetoder

Ett flertal olika metoder har föreslagits och prövats i syfte att korrigera missvisningar på de olika pejlstationerna i ett nät. I regel har man därvid försökt få fram en korrektionskurva för varje varje station antingen i form av en matematisk formel, t.ex. sinusformad med övertoner, eller också numerisk med ett bestämt korrektionsvärde för varje vinkelintervall. Denna korrektion kan antingen utföras separat med särskilda datorprogram som appliceras på ett större urval av blixar från alla stationerna. Mer eller mindre sofistikerade metoder har utvecklats i USA, Norge, Danmark m fl. I Sverige prövades tidigt en experimentell metod enligt reciprocitetsprincipen, dvs man sände ut en signal från mottagarantennen och analyserade signalstyrkan i omgivningen. I den nyare

centralenheten APAn sker kontinuerligt en viss optimal användning av befintliga data för varje blix, dels sker en löpande kontroll av klockorna i de olika stationerna.

Trots detta kan man inte säga att resultatet är tillfredsställande, vilket framgår av den analys som gjordes av svenska och norska lokaliseringar och de konstaterade skogsbränder som orsakats av blixarna.

För det finska systemet har angetts att onoggrannheten i snitt är 11 km och att den i enstaka fall kan uppgå till 30 km. Enligt EPRI i USA som har ett betydligt tätare stationsnät är detekteringsgraden 70% och medelfelet 3.5 km i enstaka fall 40 km.

7. IMPACT-systemet

IMPACT-systemet (IMProved Accuracy from Combined Technology) är en vidareutveckling av LLP-systemet där man har kombinerat metoderna och fördelarna med de båda äldre systemen (LLP & LPATS). Båda företagen är nu sammanslagna och ägs av Sankosha Corporation, Tokyo, Japan. Tillverkningen sker fortfarande i U.S.A.

Egenskaper

Det nya IMPACT-systemet (1993 - 94) kombinerar fördelarna hos LLP och LPATS, genom att använda såväl magnetisk pejling som tidsbestämning (TOA). Stationerna är utrustade med GPS mottagare, vilket gör att man kan få en tidsnoggrannhet bättre än 1 μ s. Även stationens läge bestäms genom satellit. Systemet är självkalibrerande och -testande. Noggrant läge kan erhållas även vid långa baslinjer vilket medger en flexibel geometri på nätet. IMPACT kan till skillnad från dagens LLP-system registrera varje RS i en blix. Parametrar för stationerna kan ställas in från centralenheten som också utför regelbunden automatisk kontroll av samtliga stationer.

I stället för den analytiska lösningen till korsande hyperbler som används i LPATS-systemet, kan en lösning till tiden för blixtnedslaget och positionen fås, genom en iterativ minimering av kvadratsumman av differensen mellan uppskattad och uppmätt tid för alla registrerande stationer. Vidare genom att använda sig av den uppmätta bäringen av nedslaget, krävs det endast två stationer för att registrera ett blixtnedslag. Denna kombination av tekniker gör att lägesfelet kan ligga i närheten av 500 m. Vissa experter är väl ej helt övertygade om dessa prestanda. Det är därför av stort intresse att få klarhet i hur bra det nya IMPACT-systemet egentligen är.

Enligt uppgifter från Dr. Diendorfer vid ÖVE-Aldis i Österrike erhöles då man bytte upp sig från ALDF141 en signifikant ökning av noggrannheten. Jämförelse med kända nedslagsplatser har antytt ett fel från 0.3 - 2 km. Man skall då veta att det österrikiska nätet har 8 IMPACT sensorer med korta baslinjer - mellan 120-140 km.

Specifikationer enligt EPRI rapport 3669-01:

70% \pm 5% av alla moln-till-mark blixtar kan registreras.

50% av alla lokaliseringar ligger inom 0,5 km från nedslagspunkten

Störningar från molnurladdningar mindre än 2%.

Statnet i Norge håller på att uppgradera sitt system till IMPACT, en första installation om 7 st sensorer skulle ha slutförts under sommaren 1995 och ytterligare 5 skall installeras senare. Tillsvidare finns det 3 stationer i drift. Svenska Kraftnät AB har för att kunna ta emot signaler från Norge, beställt en uppgradering på en APA som kommer att vara i drift inom kort.

I Norge räknade man med att räckvidden per station skulle vara ca 250 km och att man med 12 sensorer skall kunna registrera 90% av blixtnedslagen med en noggrannhet på 0.3- 0.5 km. Genom att försening har skett vid installationen har det ännu ej varit möjligt att få användbara data från Norge för jämförelse.

Uppskattade kostnader för IMPACT med E-fältmätning

Kostnaden för en ny IMPACT station är enligt senaste prisuppgift ca. 53 000 USD.

Uppgradering av en station (ALDF-141) torde ligga runt 40 000 USD. Exakt prisuppgift på uppgradering har vid skrivande stund ej erhållits. Installationskostnaden kan enligt norska uppgifter bli avsevärd. Uppgradering av en centralenhet (APA) är redan utförd av Svenska Kraftnät för att kunna ta emot lokaliseringar från Norges IMPACT-stationer. Det rekommenderas att skaffa kunskaper om förekomst av LCC i svenska åskväder genom stationer för mätning av fältstyrka så som föreslagits Danmark.

Kostnaden för 1 sådan enhet kan beräknas till 150 000 kr.

8. Förslag till utveckling och användning av blixtolokalisering för indikering av skogsbrand

Studiebesök i USA - allmän strategi

I september 1995 besöktes det statliga Intermountain Fire Research Laboratory, Missoula, Montana, USA . Besöket, som organiserats av Don Latham var mycket givande. Ett stort antal specialrapporter och även datorprogram erhöles och har listats var för sig med kommentarer i referensförteckningen. Institutionen har stora resurser och arbetar såväl praktiskt som teoretiskt, de kan även medverka som konsulter i Sverige.

Följande förslag har framkommit vid diskussioner med expertis i Missoula. Utgångspunkt har varit de förhållanden som föreligger i Sverige angående tillgång till blixtpeljning, vädertjänst och brandriskprognoser. Den grundtanke jag framförde - att starta småskaligt i några få kommuner - understöddes. Då det svenska blixtpeljssystemet ej har högsta noggrannhet föreslogs av

Latham m.fl. att i stället noggrant inventera markförhållandena så att de områden som var mest brandfarliga vid hög allmän brandrisk kartlagts. Blixtrar i närheten av ett sådant högriskområde skulle då föranleda förstärkt uppmärksamhet, brandflyg etc.

Kartläggning av markegenskaper

En kommun indelas i rutor på ca 1 km x 1 km. Markens egenskaper kartläggs t.ex. enligt de praktiska anvisningar som används i USA - se Brown (1974) m.fl. i referenslistan- lämpligt anpassade till svenska förhållanden. I USA har Latham (1989) gjort laboratorieprov för att bestämma tändenergin för olika markegenskaper. Detta bör studeras och diskuteras, tillämpning på svenska förhållanden kan troligen ske, ev. måste försök göras med svenska markegenskaper. Sådana försök kan ganska enkelt genomföras, t.ex. vid IFH.

Man kan sedan markera högriskområden inom kommunen som vid viss typ av väder med hög brandrisk kommer att vara särskilt utsatta för antändning vid blixtnedslag.

Väderuppgifter

Uppgifter om väderlek i stort kan erhållas som tidigare. De bör på möjligt sätt kompletteras med detaljuppgifter för olika delar av kommunen, speciellt inom de områden där markegenskaperna kan medföra hög brandrisk. Hur detta kan ske praktiskt får lösas i varje kommun, ev. under medverkan av vägverkets stationer eller rapportering från personer bosatt i strategiskt viktiga områden. Man bör undersöka om några iakttagelser finns om blixtrar utanför områden med nederbörd, möjligen kanske med flygradar.

Blixtlokalisering och -rapportering

Etapp 1-korrigerad LLP

I en av kommunerna som ingick i undersökningens etapp 1 erhöll brandförsvaret via telefax blixtkartor från elkraftföretaget Gullspång.

De ansågs ha varit till nytta under den varma torra sommaren 1994. Detta är en enkelt genomförbar åtgärd i del flesta kommuner.

Förslagsvis med följande utveckling:

Blixtdata bearbetas till en för varje kommun praktisk format, vilket kan ske under medverkan av IFH i Uppsala. Vattenfall kommer kanske att önska viss ersättning, men detta skulle knappast komma att krävas för en försöksperiod. Med hjälp av expertis vid IFH bör korrektioner utvecklas för varje kommun så att felet i lokaliseringen uppgår till högst 10 km, vilket borde var möjligt med befintlig utrustning. Distribution av data kan antingen ske direkt eller centralt genom RV t.ex. i kombination med allmänna brandriskbedömningar. Detaljer för detta delprojekt kan diskuteras i samråd mellan RV, IFH och

Svenska Kraftnät. Genom medverkan från kommunerna kan rapportering ske av observerade blixtskador och -bränder vilket möjliggör en successiv förbättring av noggrannheten.

Risikanalys och åtgärder

Vid högt värde på regional brandrisk och rapportering av t.ex. 5 blixtrar på mindre än 5 km avstånd från ett lokalt högriskområde skall förstärkt kontroll ske genom bevakning från brandflyg under de närmast 3 dagarna och genom information om riskläget till några personer bosatta inom området.

Etapp 2 - IMPACT ?

Genom att etablera samarbete med Norge torde det vara möjligt att redan nästa sommar få tillgång till blixtdata från norska IMPACT. Jämförelse med svenska data kan då visa vilka vinster som skulle göras genom att införa IMPACT också i Sverige. Samtidigt bör E - fältsmätning utföras.

En utvärdering av vinster och kostnader bör ske varvid skall undersökas hur många intressenter som finns med intresse av den högre noggrannheten, t.ex. Svenska Kraftnät, ABB, NUTEK, m.fl. IFH har nyligen påvisat hur en noggrann blixtolokalisering och registrering inom ett visst område kan vara av stor betydelse för utveckling och provning av avancerad kraftteknik på 2000-talet.

5. Utvärdering

Efter varje gång som en eller flera skogsbränder inträffat skall metodiken utvärderas och om så är möjligt förbättras och rapportering ske till RV. Så snart information om IMPACT systemet erhålles bör det utredas vilken förbättring detta skulle medföra. Om försöksverksamheten förläggs till Värmland kan det vara möjligt att redan 1996 erhålla data från detta system för komplettering och jämförelse med data från det svenska LLP.

9. Ordlista:

APA	Advanced Position Analyser
ALDF	Advanced Lightning Direction Finder
CC	Continuing Current, följdström
DF	Direction Finder
EFI	Energiforsyningens Forskningsinstitut A/S
EPRI	Electric Power Research Institute
GPS	Global Positioning System
IMPACT	IMProved Accuracy from Combined Technology
LCC	Long Continuing Current
LLP	Lightning Location and Protection Inc.
LORAN	Long-Range Navigation
LPATS	Lightning Position and Tracking System
RS	Return Stroke
SCB	Statistiska Centralbyrån
TOA	Time of Arrival

10. Referenser:

Allmänna

- [1] **R.H. Golde (editor);** Lightning Volume 1: Physics of Lightning.Ch 5. The Earth Flash, K. Berger, Academic Press, London, 1977
- [2] **H, Johannsdottir;** Comparison of Lightning Location Systems, Technical University of Denmark, 1993
- [3] **Kourtz P. and Todd B;** Predicting the Daily Occurrence of Lightning-Caused Forest Fires, Petawawa National Forestry Institute, Information Report PI-X-112
- [4] **R.H. Golde (editor);** Lightning Volume 2: Lightning Protection. Ch 26. Lightning and Trees, A. R. Taylor, Academic Press, London, 1977
- [5] **M.Darveniza et al. :** Lightning initiated fires: Energy absorbed by fibrous materials from impulse current arcs, Journ, Geophys. Res.99, 10.663-10.670, 1994
- [6] **T. Sörensen;** Lightning Registration Systems, Analysis, Optimization and Utilization, Technical University of Denmark, 1995
- [7] **M.Uman et al;** Long Continuing Current in Negative Lightning Ground Flashes, Journ. of Geofys.Res. Vol 95, 5455-5470, 1990.

Från USA-resan

H.E. Anderson: Aids to Determining Fuel Models for Estimating Fire Behavior, USDA For.Serv.Gen.Tech.Rep.INT - 122, 1982

Beskrivning av markförhållanden = bränsle med 38 färgfoton

P.L.Andrews et al.: BEHAVE: Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System, Part 1 Intermountain Research Station Gen Report INT-194, 1986 and Part 2, Nat.Wildfire Coordinating Group PMS 439-, INT -260, 1989.

Program i BEHAVE för brandutveckling beskrivs och medföljer på diskett för PC.

P.L.Andrews et al. : RXWindows: Defining Windows of Acceptable Burning Conditions Based on Desireds Fire Behavior,INT-273, 1990

Beskrivning av ett program i BEHAVE som kan användas även för riskbedömning vid brand

L.S.Bradshaw: The 1978 National Fire-Danger Rating System: Technical Documentation, INT-169,1983

Model för bränsle och fukt i skogsmark för utvärdering av brandrisk, Program för PC medföljer på diskett,

L.Bradshaw et al.: PCDanger Draft Users Guide, Review Draft, Intermountain Fire Science Laboratory, Missoula Montana, 1995

Beskriver nytt program som är lättare att använda och lämpar sig för daglig bedömning av brandrisk för upp till 32 väderstationer

”Our danger measuring system may have its weak spots but the best watch in the world will not show time accurately if you do not wind it”

J.K Brown: Handbook for inventorying downed woody material, INT-16, 1974

Praktiskt förfarande vid kartläggning av markens brandrisk

R.E.Burgan: BEHAVE:Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System--FUEL Subsystem, INT-167, 1984

Datorprogram för klassificering av markvegetation, med foton

R.E.Burgan: Concepts and Interpreted Examples in Advanced Fuel Modeling, INT-238, 1987

Matematisk modell för att beskriva markegenskaper

J.E.Deeming et al.: The National Fire-Danger Rating System, INT-39, 1977

Redogörelse för de faktorer som ingår i riskbedömning: bränsle, fukt, väder, åskrisk m.m.

FIRES = Fire Information Retrieval and Evaluation System, Maj 1995

Beskrivning av system, installation och körning av branddataprogram

D.M.Fuquay: A Model for Predicting Lightning-Fire ignition in Wildland Fuels, INT-217,1979

Beräkning av antalet åskbränder utgående från blixaktivitet, vindhastighet, bränslets täthet och fuktinnehåll samt modell för av blixten avgiven energi .

D.M.Fuquay: Forecasting Lightning Activity Level and Associated Weather, INT-244, 1980

Brandrisk bedöms av antal observerade blixtar per ytenhet, åskvädrets rörelse och varaktighet av nederbörd

D.Latham: LLAFFS -A Lightning Locating and Fire-Forecasting System, INT-315, 1983

Sannolikheten för antändning genom blix uppskattas ur bränsle, regn och blixaktivitet. Program för PC ges i texten men ej på diskett.

D.J.Latham et al.: Ignition Probabilities of Wildland Fuels Based on Simulated Lightning Discharges, INT-411, 1989

Sannolikheten för att en blix skall antända erhålles genom experiment med

olika skogsmarksmaterial och med antagande om en viss statistisk fördelning av följdströmmar -LCC

D.J. Latham: PLUMP- a Plume Predictor and Cloud Model for Fire Managers, INT-GTR-314, 1994

Endimensionell tidsberoende modell för rökutveckling från brand vid givna förutsättningar, Program för PC på diskett

D.J.Latham et al.: Probability of Fire-Stopping Precipitation Events, INT-410,199

Empirisk metod: minst 12 mm regn under 5 dagar

D.J. Latham: Analog Method of Forecasting, Proc. 9. Conf. on Fire and Forest Meteor., 268.273, 1987

Algoritm för matchning av historiska data

R.W.Mutch et al.: Forest Health in the Blue Mountains, a Management Strategy for Fire-Adapted Ecosystems, PNW-GTR 310, 1993

Kontrollerad brand för att rädda ett hotat ekosystem

R.C.Rothermel: How to Predict the Spread and Intensity of Forest and Range Fires, INT-143, 1983

Föreslår metoder för att uppskatta storlek, intensitet och utbredning av skogsbrand

11. Tack till medverkande

Margareta Bratt, SCB, Örebro

Inga Carlsson -Dunn, Länsstyrelsen, Karlstad

Kjell Gustafsson, Räddningstjänsten Eda

Jostein Huse, EFI, Norge

Bengt Högberg, Graninge Kraft AB, Österforse

Sven Israelsson, Meteorologiska Institutionen, Uppsala Universitet

Roger Jansson, Räddningstjänsten Årjäng

Don J Latham, International Fire Sciences Lab., Missoula, USA

Lars Johansson, Räddningstjänsten Grums

Stig Ohlsson, Räddningstjänsten Torsby

Göran Pettersson, Räddningstjänsten Säffle

Hilding Ståhl, Svenska Kraftnät

Per Olof Öholm , Räddningstjänsten Arvika

Medarbetare på Institutionen för Högspänningsforskning



**RÄDDNINGSS
VERKET**

Biblioteket M101
Idnr 7090.1.1

Karlstad



301.1

Användning av
blixtlokalisering för
indikering av skogsbrand

Räddningsverkets bibliotek
Karlstad



26152003890

Beställningsnummer R53-124/95
Tfn 054-10 42 86, fax 054-10 42 10



Ps *ce

Användning ~