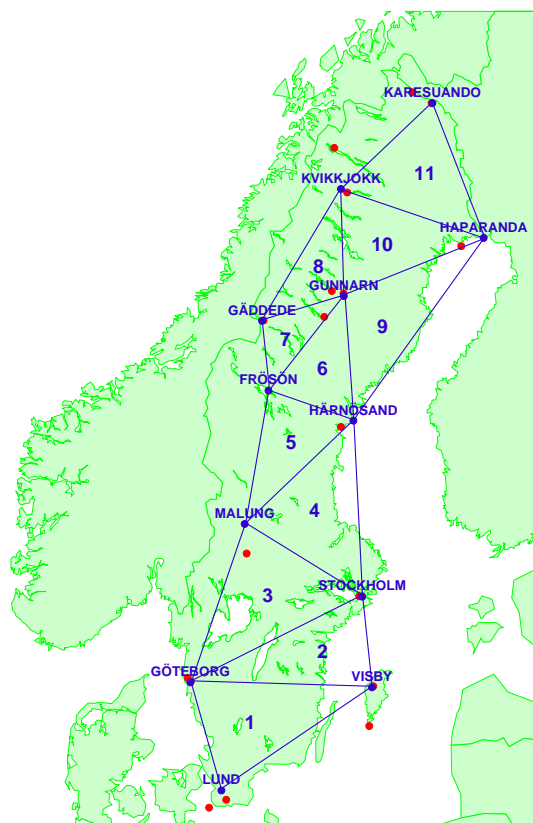
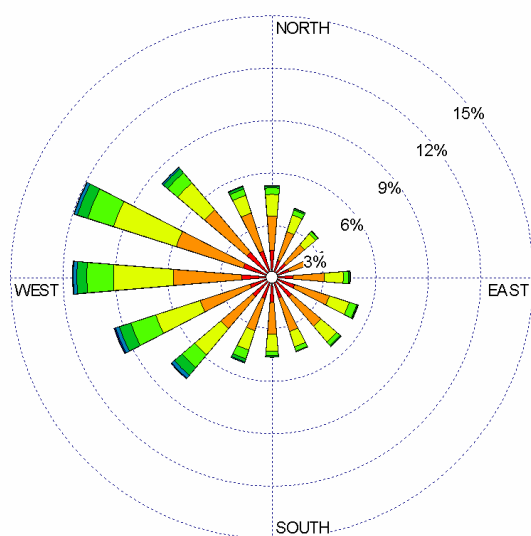
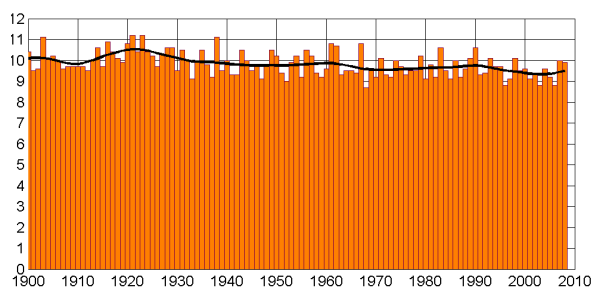


Lennart Wern
Lars Bärring

METEOROLOGI Nr 138/2009

Sveriges vindklimat 1901-2008 Analys av förändring i geostrofisk vind



Pämbilden föreställer förändringen av geostrofisk medelvindhastighet i triangeln Göteborg – Visby – Lund, en vindros för denna triangel och de elva trianglar vinden är beräknad för.

METEOROLOGI Nr 138/2009

**Sveriges vindklimat 1901-2008
Analys av trend i geostrofisk vind**

Lennart Wern
Lars Barring

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING.....	1
2	BAKGRUND	2
3	SYFTE	2
4	DATA OCH METODIK	3
4.1	Komplettering av data	5
4.2	Granskning av data	9
4.3	Osäkerheter	10
5	RESULTAT.....	11
5.1	Årligen högsta geostrofiska vindhastighet.....	12
5.2	När på året har det stormat?.....	12
5.3	Antal stormtillfällen på minst 25 m/s	12
5.4	Medelvindhastighet	13
5.5	Vindenergi	14
5.6	Förhärskande vindriktning	14
5.7	Frekvens av olika vindriktningar.....	14
5.8	Vindrosor	14
5.9	Vindrosor vid storm.....	15
5.10	Skogsskador	15
5.11	Höga vattenstånd på västkusten.....	15
6	SLUTSATSER.....	16
7	REFERENSER	17
8	FIGURER.....	18
8.1	Värsta stormen 1951 – 2008 i varje triangel	18
8.2	Variationer i geostrofisk vind över södra Sverige 1901 – 2008.....	31
8.3	Största geostrofiska vindhastigheten 1951 – 2008	39
8.4	Antal observationer > 25 m/s, 1951 – 2008.....	42
8.5	Geostrofisk medelvindhastighet. 1951 – 2008	45
8.6	Geostrofiska potentiell vindenergi 1951 – 2008.....	48
8.7	Förhärskande vindriktning, 1951 – 2008	51
8.8	Skogsskador	54
8.9	Högsta havsvattenstånd, 1901 – 2008	54
8.10	Geostrofisk vind och vattenstånd 1901 – 2008.....	56

1 Sammanfattning

En studie har gjorts hur vinden har varierat i Sverige under perioden 1901 – 2008. Eftersom det saknas långa homogena mätserier av vindhastighet i Sverige har vi utgått från tryckmätningar och beräknat den s.k. geostrofiska vinden i elva trianglar som täcker Sverige. Eftersom bara tre observationer per dag (morgon, middag och kväll) har funnits att tillgå så kan det ha blåst mer mellan observationerna.

Ett stort arbete har lagts ner på att kontrollera och rätta felaktiga observationer. Mellan åren 1951 och 2008 har varje observerat värde jämförts med ett interpolerat värde. Om skillnaden varit mer än 4 – 5 hPa har en karta analyserats för att kunna avgöra om det i databasen lagrade värdet varit korrekt. Kanske tusen tryckkartor har analyserats. Även två närliggande stationers observationer har jämförts till exempel Bromma och Observatoriekullen. Före 1951 har granskningsarbetet varit begränsat eftersom digitaliserade data saknas för fler stationer än de som ingår i denna undersökning.

Förändringen av vindklimatet i elva trianglar som täcker huvuddelen av Sverige har studerats med hjälp av flera olika mått, bland annat:

- Årets högsta vindhastighet
- Årets medelvindhastighet
- Antal fall på minst 25 m/s under året
- Potentiell vindenergi under året

Årets högsta geostrofiska vindhastighet har även jämförts med högsta havsvattenstånd och skogsskador.

I det studerade materialet inträffade den absolut högsta geostrofiska vindhastigheten den 13 januari 1984 i den sydligaste triangeln Göteborg – Visby – Lund. Då beräknades den geostrofiska vindhastigheten till 66 m/s och vindriktningen var 235°.

Denna undersökning visar bland annat att:

- Årets högsta vindhastighet har ökat i fem trianglar och minskat i sex trianglar sedan 1951. Den sammanvägde trenden i Sverige visar på en svag ökning som inte är statistiskt signifikant.
- Antal tillfällen per år då vindhastigheten varit minst 25 m/s har minskat i sju av de elva trianglarna sedan 1951.
- Medelvindhastigheten har minskat i tio av de elva trianglarna sedan 1951. För fyra trianglar i norra Sverige är denna minskning statistiskt signifikant. Sammantaget för Sverige har medelvindhastigheten minskat med 4 %.
- På samma sätt har den potentiella vindenergin minskat i dessa tio trianglar sedan 1951-talet. Minskningen är statistiskt signifikant i de fyra nordliga trianglarna. Sammantaget för Sverige har energin minskat med 7 %.

2 Bakgrund

Det finns intresse i det svenska samhället för hur vindklimatet har varierat bakåt i tiden och hur vinden kommer att variera i framtiden. ”Blåser det mer nu än förr?” är en ofta återkommande fråga. Åsikterna går isär. Vindenergiindustrin har noterat att årsproduktionen av vindenergi var större för 10 – 20 år sedan (Johansson & Bergström, 2004) medan skogsägare har märkt ökande stormskador och har inte minst januaristormarna 2005 (”Gudrun”) och 2007 (”Per”) i färskt minne (Alexandersson et al., 2005; Alexandersson & Edquist, 2007; Nilsson, 2008). Inom byggsektorn funderar man på om behöver dimensionera för högre vindhastigheter i framtiden.

Forskningsresultaten hittills har inte gett någon entydig bild av vindklimatets utveckling den senaste tiden i norra Europa, Nordsjön och nordvästra Atlanten. FNs klimatpanel – IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Trenberth, et al., 2007) – berör frågan och drar slutsatsen att, även om vissa datakällor pekar mot att det från 1950/1960-talet kan finnas en trend mot ökande vindhastighet och stormfrekvens så är osäkerheten och möjliga systematiska fel så stora att någon säker slutsats inte kan dras. Även i en regional genomgång av Östersjöregionens klimat – BACC, Baltex Assessment of Climate Change (Heino et al., 2007) – är slutsatsen snarlik.

Det finns egentligen inga långa homogena tidsserier av observerad eller uppmätt vindhastighet. Orsaken till detta är att observationsteknik och mätinstrumenten, anemometrarna, har genomgått stora tekniska förändringar över tiden och att den lokala omgivningen har mycket stor inverkan på vindhastigheten. När omgivningen kring en väderstation förändras över tiden påverkas även vindhastigheten som mäts. Under senare delen av 1950-talet infördes anemometrar vid främst kuststationer och flygplatser i Sverige. Dessförinnan rapporterade observatörerna subjektiva uppskattningar av vindstyrka enligt Beaufortskalan, vilken baseras på vindens direkta påverkan på omgivningen. Först 1996 hade SMHI installerat ca 120 rikstäckande automatstationer utrustade med likadana anemometrar placerade på standardhöjden 10 m över marken.

Vindklimatet på en plats påverkas kraftigt av den lokala omgivningen. I mätplatsens direkta närhet (10-tals meter) har både lägivande objekt och vindexponerade öppningar en direkt avgörande betydelse för mätresultatet. Likaså har omgivningens utseende stor betydelse i en radie av flera kilometer upp till flera mil. Landskapets topografi liksom mosaiken av skogar, öppen mark, bebyggelse, samt förekomst av sjöar och hav påverkar markytans ”skrovlighet” och skapar därmed variation i friktionen mot luftlagren på ett sätt som har direkt påverkan på det lokala vindklimatet vid mätstationen. I och med att vegetation och omgivning i övrigt ändras genom naturlig utveckling eller mänskliga ingrepp uppkommer inhomogeniteter i observationsserien. Träd eller buskar kan ha vuxit upp eller huggits ned, likaså kan hus och andra byggnader ha uppförts, ändrats eller rivits. Om mätinstrumentet flyttas ett tiotal meter eller om vindmätaren bytts ut eller placeras på en annan höjd över marken (det räcker med någon meters ändring i höjddled) kan vindmätningarna ha påverkats.

Allt detta gör att någon annan metod än observationer av vindhastighet lämpligen används för att studera vindklimatets utveckling över en längre tid (Carretero et al., 1998). En väl etablerad metod är att istället beräkna den s.k. geostrofiska vinden utifrån lufttrycksobservationer från tre platser som bildar en triangel över det studerade området.

3 Syfte

I denna rapport beskrivs Sveriges vindklimat med fokus på trender och variationer över tiden hos den geostrofiska vindens medelvärde och energiinnehåll, liksom förekomsten av extrema vindar. För hela Sverige analyseras perioden 1951 – 2008. För södra Sverige finns dessutom längre dataserier tillgängliga i digital form vilket tillåtit analyser för hela perioden 1901 – 2008.

För en klimatologisk analys av vindhastighet och vindriktning för perioden 1961 – 2004, inklusive normalperioden 1961 – 1990, hänvisas till ”Vindstatistik för Sverige 1961 – 2004” (Alexandersson, 2006).

4 Data och metodik

Med hjälp av observationer av lufttryck i tre punkter, som bildar en ungefärligt liksidig triangel av lämplig storlek, kan man tillsammans med luftens densitet och latituden beräkna den geostrofiska vinden, se figur 1 (Kristensen & Jensen, 1999; Höglund, 2002). Till skillnad från vindmätningar så är lufttrycksmätningar i stort sett oberoende av omgivningarna och homogena över tiden. Dessutom finns det långa tidsserier av lufttryck varför variationer över tiden kan studeras med denna metod.

Geostrofisk vind är den teoretiska vind som produceras av den så kallade geostrofiska balansen mellan Corioliskraften och tryckkraftsgradienten som verkar på en luftmassa och tvingar vinden att blåsa längs med tryckisobarerna i atmosfären.

I ett "rent" geostrofiskt flöde måste isobarerna vara icke-krökta och en sådan balans är sällsynt i verkligheten eftersom många andra krafter verkar på vinden, till exempel markfriktion och centrifugalkraften från krökta flöden. På våra breddgrader liknar dock atmosfärens dynamik vanligen geostrofiska flöden och de utgör därför en första, god approximation vid vindberäkningar.

Den geostrofiska vinden i väst-östlig riktning (u_g) och i syd-nordlig riktning (v_g) beräknas enligt:

$$u_g = -\frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$v_g = \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial x}$$

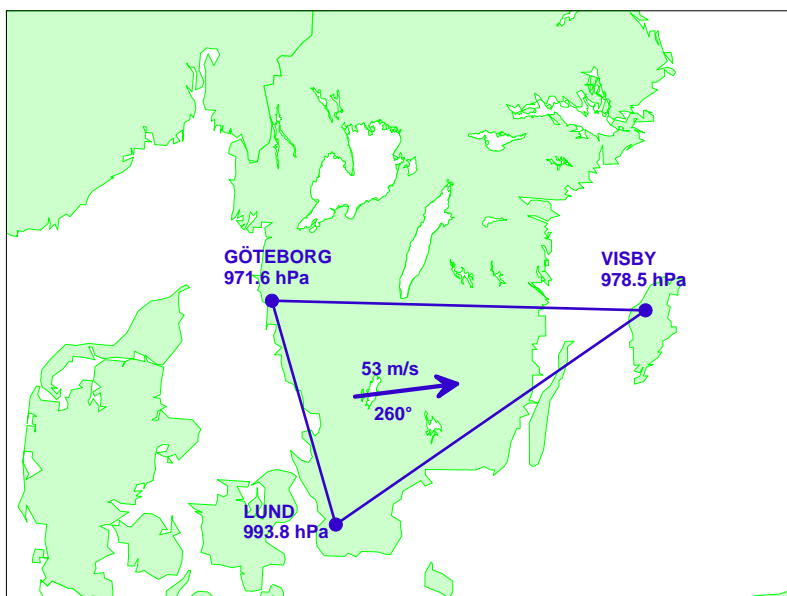
Där

ρ = luftens densitet

p = lufttrycket

$f = 2\Omega \cdot \sin\phi$ (coriolisparametern), Ω är jordens rotationshastighet och ϕ är latituden

Figur 1 visar lufttrycket den 8 januari 2005 kl. 18 UTC för tre stationer. Stationerna bildar en triangel. I figuren finns även den beräknade geostrofiska vinden vid tillfället



Figur 1. Lufttrycket 8 jan 2005 kl 18UTC och den beräknade geostrofiska vinden enligt triangelmetoden

Den beräknade geostrofiska vindhastigheten ska ses som ett regionalt medelvärde för den centrala delen av triangeln. Denna metod tar inte hänsyn till den generellt uppbromsande effekten av landskapets friktion och lokala hinder, vilket gör att den verkliga regionala marknära vindhastigheten överskattas. Detta kompenseras i viss mån av att den regionala geostrofiska vinden jämnar ut de småskaliga väderfenomen som hänger samman med de högsta vindhastigheterna på en specifik plats. Således kan det mycket väl vara högre vindhastigheter inom delar av triangeln än vad den beräknade geostrofiska vinden visar.

Inom ett europeiskt forskningsprojekt WASA (Carretero et al., 1998) sammanställdes tryckobservationer för nordvästra Europa för åren 1868 – 1995; det s.k. ”WASA datasetet” (Schmith et al., 1997). I datasetet finns lufttrycksobservationer för åren 1879 – 1995 för tre tillfällen per dygn.

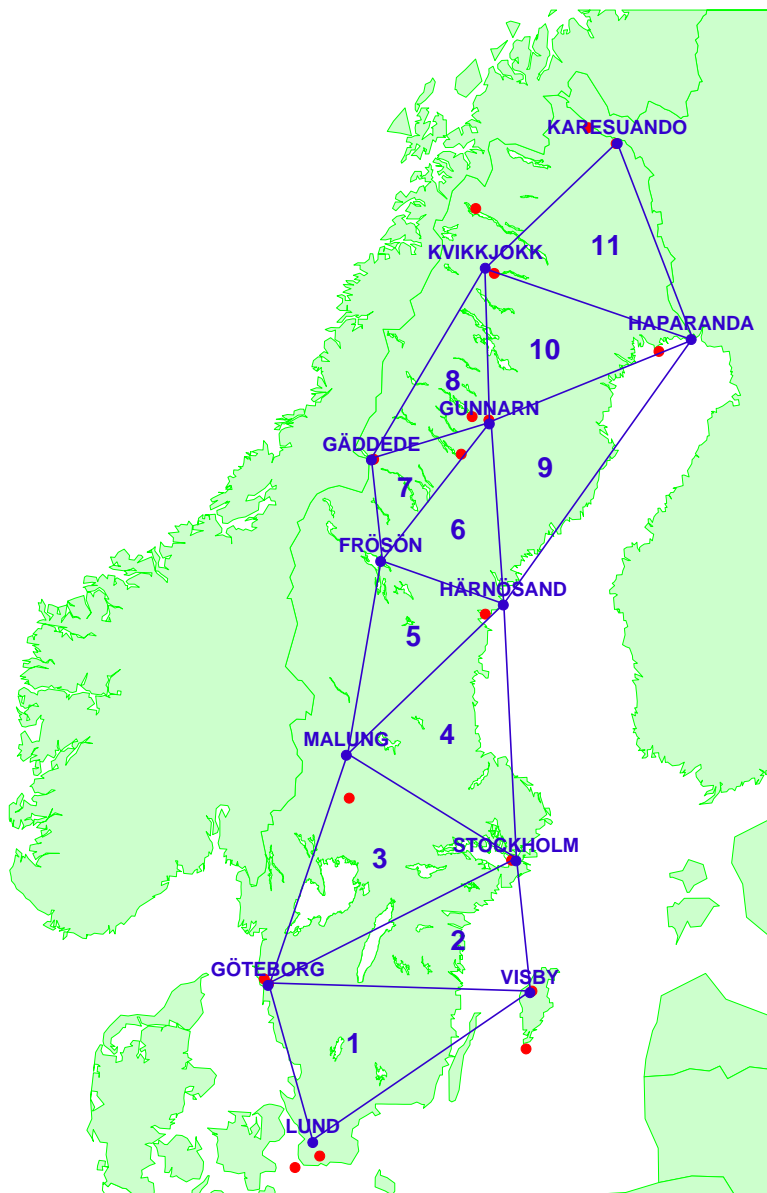
I denna studie har WASA-data för Sverige kompletterats till och med december 2008. För de svenska stationerna har datamaterialet sedan 1901 granskats och rättats (det visade sig att en hel del fel förekommer i det ursprungliga datamaterialet för åtminstone svenska observationer). Två trianglar har studerats för hela denna period, Göteborg – Visby – Lund och Göteborg – Stockholm – Visby, se figur 2. Kvaliteten på data från 1800-talet har bedömts som tveksam varför de utelämnats i denna undersökning.

Från och med 1951 finns lufttrycksobservationer tillgängligt från ett tätare stationsnät. Därmed har analyserna kunnat utökas till elva trianglar som ger en bra täckning av Sverige, se figur 2. För dessa trianglar har lufttrycksvärden tagits fram för tre observationer per dygn (06, 12, 18 UTC).

Det avlästa trycket korrigeras direkt och rutinmässigt för systematisk inverkan från temperatur och gravitation, samt reduceras till havsytans nivå. Därmed kan mätningar från olika stationer direkt jämföras. Observationerna har skett morgon, middag och kväll. De exakta klockslagen har varierat något över tiden men sker sedan 1950-talet kl 07, 13 och 19 svensk normaltid (06, 12, 18 UTC). Observerade temperaturdata för att beräkna luftdensiteten har inte funnits tillgängliga varför normalvärden månadsvis för perioden 1961 – 1990 för respektive station har utnyttjats tillsammans med tryckvärdet. Med hjälp av detta datamaterial har variationer i vindhastighet tidigare studerats (Alexandersson et al., 2000; Trenberth et al., 2007).

Ur den geostrofiska vindhastigheten har följande variabler härletts för att belysa olika aspekter av vindklimatets variationer.

- Årsmedelvärde av geostrofisk vindhastighet
- Årsvis högsta geostrofisk vindhastighet
- Antal tillfällen under året då den geostrofiska vindhastigheten överstiger 25 m/s
- Vindenergin E har för varje observationstillfälle beräknats genom formeln:
$$E = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3$$
där ρ är luftens densitet i kg/m^3 och v är vindhastigheten i m/s. Medelvärdet av E för varje år har beräknats och därefter multiplicerats med 8760 timmar för att få enheten kWh per kvadratmeter svept rotorarea. På detta sätt normaliseras även årsvärdet för saknade observationer.
- Förhärskande vindriktning beräknas ur den geostrofiska vindvektorns komponenter.
- Frekvens av vindhastighet uppdelat på olika riktningsskisser (vindrosor).



Figur 2. Stationer och trianglar som använts i analyserna. De blå stationerna är huvudstationer medan de röda är kompletterande stationer som använts då data saknats. Triangel 1 och 2 har analyserats för perioden 1901 – 2008 medan övriga trianglar enbart för perioden 1951 – 2008.

4.1 Komplettering av data

Inom WASA-projektet sammanställdes långa dataserier, vilket ibland krävde att observationer från närliggande stationer sammanfördes till en serie. Orsaken kan vara att observationer från en viss station tillfälligt saknades av någon anledning eller att en station flyttats. Tabell 1 visar de ursprungliga svenska observationsserier som slagits samman i WASA-datasetet, samt de uppdateringar som gjorts för denna studie. I tabell 2 ser vi stationernas koordinater.

Tabell 1. De stationsserier som slagits samman till den svenska delen av WASA-datasetet visas i fet stil. Med icke-fet stil visas de data som fyllts på i denna undersökning. Siffran före stationsnamnet anger ett internt klimatnummer på stationen.

Station i WASA dataset	Verkligt använda data för olika perioder	
	Tidsperiod	Station
5343 Lund	1879 – 1950 1951 – 1960 1961 – 1977 1978 – 1994 Maj 1980 1995 – 2008	5343 Lund 5223 Falsterbo 5343 Lund 5223 Falsterbo 5330 Sturup 5223 Falsterbo
7243 Göteborg	1879 – 1950 1951 – 1995 1996 – nov 2006 Dec 2006 – 2008	7243 Göteborg 7147 Säve 7147 Säve 7142 Göteborg A
7839 Visby	1879 – 1950 1951 – 1995 Apr 1958 1996 – 2008	7839 Visby 7840 Visby Flygplats 6855 Hoburg 7840 Visby Flygplats
9821 Stockholm	1879 – 1950 1951 – 1960 1961 – 1995 1996 – 2008	9821 Stockholm 9720 Stockholm-Bromma 9821 Stockholm 9821 Stockholm
12738 Härnösand	1879 – 1980 1981 – 1995 1996 – 2008	12738 Härnösand 12731 Sundsvalls Flygplats 12731 Sundsvalls Flygplats
16395 Haparanda	1879 – 1995 Dec 1982 1996 – 2008	16395 Haparanda 16392 Storöhamn 16395 Haparanda

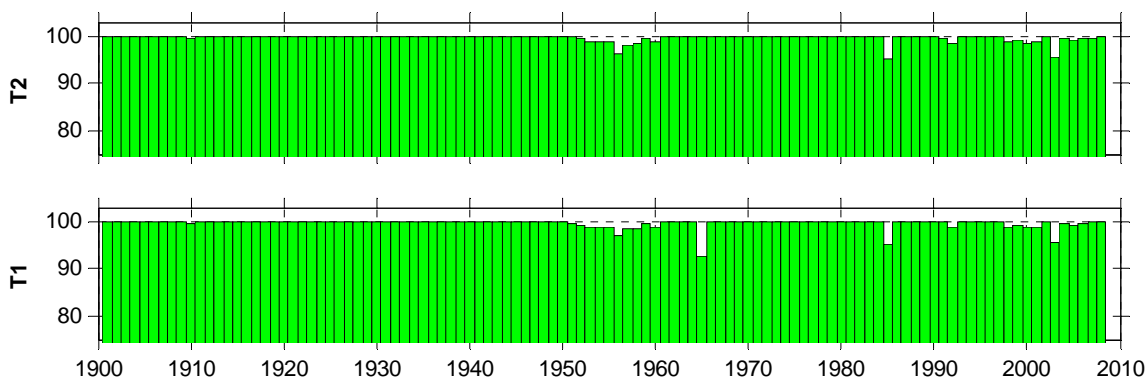
I WASA-datasetet anges huvudstationens klimatnummer, även för de perioder då data hämtats från en näraliggande station. I de nu kompletterade filerna anges för hela perioden det klimatnummer som avser den väderstation som verkligen använts.

WASA-projektet var inriktat på vind- och vågklimat i norra Europas farvatten. För att ge en bättre bild av vindklimatet över Sveriges inland har materialet kompletterats med ytterligare stationer. För perioden 1951 – 2008 har observationer från Malung, Frösön, Gäddede, Gunnarn, Kvikkjokk och Karesuando sammanställts och kvalitetskontrollerats. Dessa betraktas som huvudstationer, vilka vid behov har kompletterats med data från närliggande stationer på samma sätt som för WASA-stationerna.

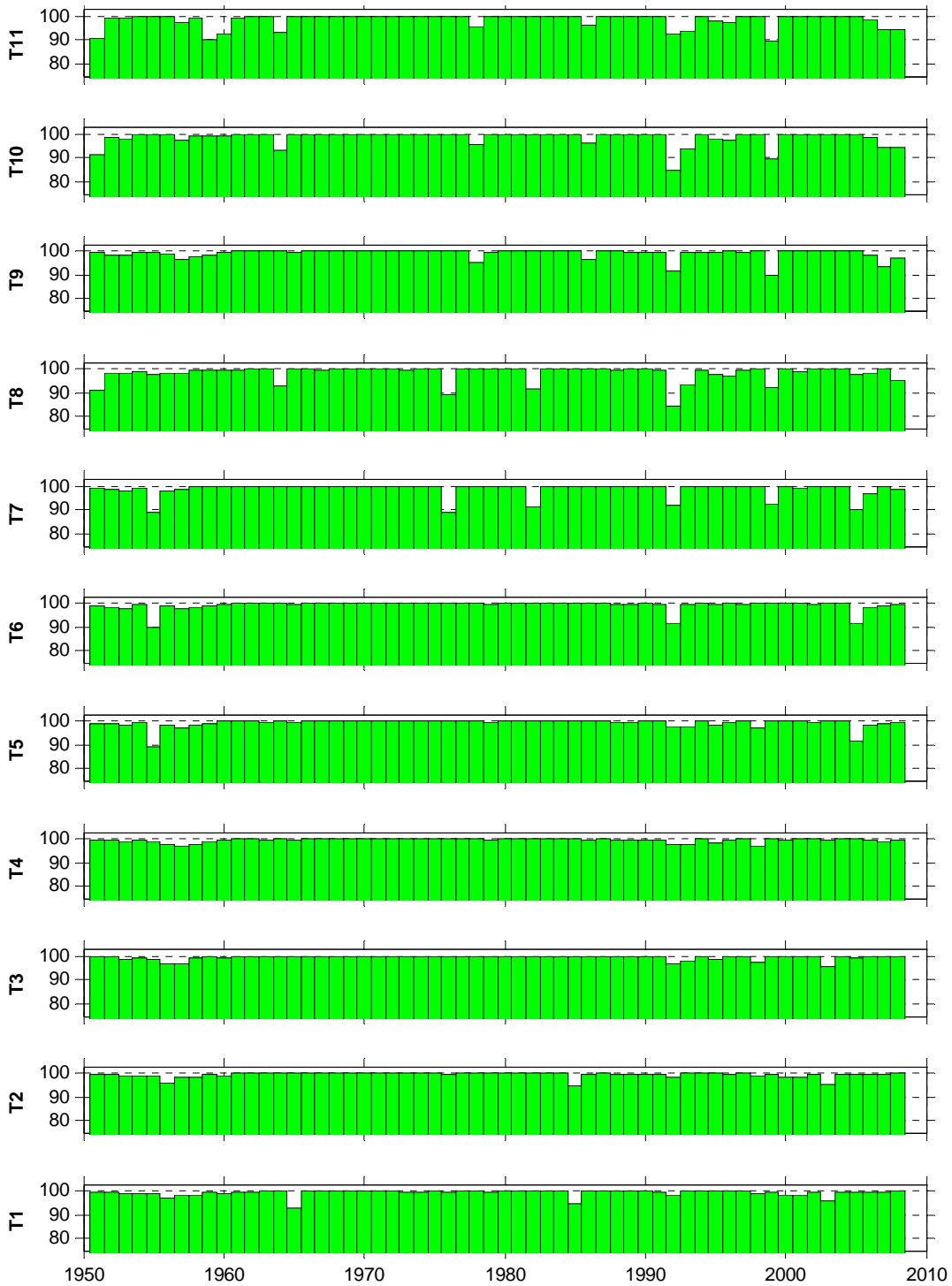
Tabell 2. Stationernas klimatnummer och geografiska koordinater (grader och decimaler).

Klimatnr	Longitud	Latitud	Station
5223	12.82	55.38	Falsterbo
5330	13.37	55.54	Sturup
5343	13.20	55.71	Lund
7142	11.99	57.72	Göteborg A
7147	11.88	57.78	Säve
7243	11.98	57.70	Göteborg
7839	18.28	57.63	Visby
7840	18.34	57.66	Visby flygplats
6855	18.15	56.92	Hoburg
9720	17.95	59.35	Stockholm-Bromma
9821	18.06	59.34	Stockholm
12731	17.44	62.52	Sundsvalls flygplats
12738	17.95	62.63	Härnösand
16392	23.09	65.73	Storöhamn
16395	24.14	65.83	Haparanda

I figur 3 och 4 visas antalet observationer per år denna studie bygger på, uttryckt som procent av fullständigt observationsmaterial. Figurerna visar att observationsfrekvensen regelmässigt ligger nära 100 %. Efter komplettering så är observationsmaterialet alltså ganska fullständigt.



Figur 3. Tillgängliga observationer under perioden 1901 – 2008 för triangel 1 (T1) Göteborg – Visby – Lund, och triangel 2 (T2) Göteborg – Stockholm – Visby. Enheten är procent av maximalt antal observationer, vilket är $3 \times 365 = 1095$ (eller för skottår $3 \times 366 = 1098$). För båda trianglarna gäller att mindre än 0.5 % av datamaterialet saknas för hela perioden.



Figur 4. Tillgängliga observationer för alla trianglar under perioden 1951 – 2008. Trianglarnas numrering framgår av Figur 2. Enheten är procent av maximalt antal observationer, vilket är $3 \times 365 = 1095$ (eller för skottår $3 \times 366 = 1098$). För alla trianglar gäller att mindre än 2 % av datamaterialet saknas.

4.2 Granskning av data

Tyvärr förekommer fel i lufttrycksdata lagrade i SMHI:s databaser. Orsakerna kan vara många; som dåliga mätinstrument, avläsningsfel och fel då tryckobservationer reducerats till att gälla havsytans nivå. Därför har data granskats på olika sätt och många hundra fel har hittats och rättats. De största felen är förmodligen rättade, men det kan fortfarande finnas fel lufttryck på några hPa. Tabell 3 visar vilka fyra olika sätt lufttrycksdata har granskats på.

Tabell 3. Fyra olika metoder som använts för att granska lufttrycksdata.

Tidskonsistens	Då observationer var tredje timme finns att tillgå har det tryckvärde som ska granskas jämförts med värdet tre timmar före och tre timmar efter. Om lufttrycket avviker minst åtta hPa jämfört med värdet före och efter har observationen flaggats som misstänkt felaktigt. Värdet har också jämförts med trycktendensen de tre senaste timmarna som finns lagrad. Denna kontroll har kunnat göras efter 1951 för de stationer då observationer var tredje timme funnits att tillgå.
Rumskonsistens	Exempelvis har lufttrycket på Bromma jämförts med trycket vid Observatoriekullen i Stockholm vid samma tidpunkt. Om skillnaden varit minst 5 hPa har tidsserier ritats upp för de bägge stationerna och jämförts. Det har ofta varit uppenbart vilka lufttryck som varit fel vid jämförelsen. På samma sätt har Visby jämförts med Visby Flygplats och Lund med Falsterbo. Denna kontroll har kunnat göras efter 1951, dock i varierande grad för de olika stationerna eftersom det inte alltid funnits en närliggande station att jämföra med.
Extremanalys	<p>En lista med årets största geostrofiska vindhastighet med datum och tidpunkt har tagits fram för alla elva trianglar. För dessa tillfällen har tryckvärden jämförts med en analyserad tryckkarta.</p> <p>För perioden 1901 – 1950 har analyserade kartor i SMHI:s arkiv utnyttjats. Några få tillfällen har inte hittats främst kl 13 eftersom denna tidpunkt inte verkar ha analyserats de första decennierna.</p> <p>Mellan åren 1951 – 1998 har data från databasen hämtats och analyserats objektivt med PC-programvara. Isolinjer har ritats upp och jämförts med observerade värden.</p> <p>Från och med 1999 har lufttrycksdata hämtats från SMHI:s mesoskaliga analysystem, Mesan (Häggmark et al., 2000), och jämförts med observerade värden.</p>
Rumskonsistens	Ett interpolerat tryckvärde har tagits fram för alla tidpunkter och alla stationer med hjälp av observerade tryckobservationer från omgivande stationer för perioden 1951 – 2008. Om differensen mellan det interpolerade och observerade värdet varit större än ca 4 hPa har en karta med lufttryck analyserats. Med hjälp av denna karta har det varit möjligt att avgöra om det observerade värdet varit rätt eller fel. Ca 1000 kartor har analyserats och studerats. Denna kontroll har varit svår att genomföra för stationer i utkanten av området exempelvis Karesuando eftersom ett interpolerat värde har varit svårt att beräkna då det har funnits få närliggande stationer.

4.3 Osäkerheter

Det finns säkerligen ett antal kvarvarande fel som inte hittats. Troligen är de sannolikt mindre och antas därför inte påverka slutresultatet på ett avgörande sätt mellan åren 1951 – 2008. Före 1951 har enbart årets största geostrofiska vind kontrollerats och här kan därför fler fel förekomma. Den rutinmässiga granskningen av observerade värden på SMHI har stadigt blivit bättre, speciellt efter ca 1990 då bättre datoriserade granskningsrutiner infördes som stöd för den manuella granskningen.

Väderutvecklingen är ofta snabb i samband med de djupa lågtryck som orsakar höga vindhastigheter. Eftersom statistiken i denna rapport enbart bygger på tre observationer per dygn kan mycket ha hänt mellan tidpunkterna för avläsningen, vilka är morgon, middag och kväll. På natten saknas således tryckobservation i WASA-datasetets samtliga elva trianglar. Således kan högre vindhastigheter ha förekommit i triangeln än vad denna studie visar.

Trots att observationsserier har slagits samman för att bilda nästan kompletta dataserier (figur 3 och 4) så kan enstaka saknade värden ha betydelse för analysen av extremvindar i det fall saknade observationer råkar sammanfalla med ett stormtillfälle. Däremot torde effekten på medelvind och årsenergiinnehåll vara liten.

Det är den geostrofiska vindhastigheten som presenteras i denna rapport och inte den verkliga vindhastigheten. Geostrofisk balans förutsätter icke krökta isobarer och att vektorsumman av tryckgradienten och corioliskraften är noll. Det är således inte någon friktion mot marken med i beräkningen eller effekten av att isobarerna oftast inte är rätlinjiga.

Luftrycket avtar snabbt med höjden. För att kunna jämföra och analysera observationer från stationer belägna på olika höjd räknas därför trycket rutinmässigt om (reduceras) till havsytans nivå. Desto högre upp stationen är belägen desto osäkrare blir denna omräkning. För de stationer som använts i denna analys kan detta vara av viss betydelse för trianglarna 7 och 8, samt i viss mån trianglarna 10 och 11.

5 Resultat

I avsnittet ”8. Figurer” finns ett stort antal figurer. I figurerna med staplar finns en svart utjämnad kurva som ungefär motsvarar ett 10-årsmedelvärde.

I figurerna 6 – 16 finns för varje triangel en analyserad karta med det stormtillfället då den största beräknade geostrofiska vinden förekom under perioden 1951 – 2008. Figur 17 och 18 visar som jämförelse dessutom två kända stormar, septemberstormen 1969 och Gudrunstormen i januari 2005. Notera att för några av stormarna har enbart svenska tryckobservationer funnits att tillgå i analysen varför isobarerna är mer osäkra. I analysen av dessa tryckkartor används tryckobservationer reducerade till havsytans nivå utan vidare utjämning av isobarerna. Det förekommer underliga krokar i den objektiva isobaranalysen som beror på smärre avläsningsfel eller att observationen inte gjorts på exakt rätt tid.

Den värsta stormen som hittats i denna studie inträffade i den allra sydligaste triangeln, triangel 1, den 13 januari 1984 (figur 6). Kl. 18 denna dag noterade observatören på Vinga 31 m/s, Nidingen 30 m/s och Landsort 32 m/s. Den största vindhastighet som mätts vid kusten överhuvudtaget i Sverige är 40 m/s vid Ölands Södra Grund den 17 oktober 1967.

Det är intressant att notera att stormen 1999-12-03 som kallats århundradets värsta i Danmark (figur 8) också är den värsta stormen i triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Vi ser att isobarerna regionalt över södra Danmark och sydvästra Skåne är betydligt tätare än inom triangel 3.

I tabell 4 sammanfattas utvecklingen från 1901 respektive 1951 baserad på linjär trend för några olika vindmått. Tabellen är en sammanställning och vidarebearbetning av figurerna 19 – 36, samt 57 – 100. Den statistiska signifikansen (5 % nivå) av trenderna beräknades med Student's t-test av lutningen hos den linjära trenden. Medelvärdet i figuren nedan är ett aritmetiskt medelvärde för de elva trianglarna för 1951 – 2008.

Tabell 4. Linjär förändring i geostrofisk vindstatistik. Blåmarkering visar ökning och ofärgad minskning. Triangelarnas placering visas i figur 2. Statistiskt signifikanta linjära trender hos de enskilda trianglarna är understruken och i fet stil.

Period	Triangel	Max vindhastighet	Antal > 25 m/s	Medelvindhastighet	Vindenergi-potential
1901 – 2008	1	-3 %	<u>-37 %</u>	<u>-9 %</u>	<u>-21 %</u>
	2	<u>-19 %</u>	<u>-49 %</u>	<u>-7 %</u>	<u>-23 %</u>
1951 – 2008	1	7 %	-11 %	-3 %	-6 %
	2	12 %	28 %	4 %	13 %
	3	-7 %	-5 %	-1 %	-5 %
	4	-2 %	4 %	-2 %	-2 %
	5	<u>14 %</u>	14 %	-2 %	-2 %
	6	9 %	1 %	-3 %	-3 %
	7	-1 %	-18 %	<u>-10 %</u>	<u>-18 %</u>
	8	-2 %	<u>-47 %</u>	<u>-10 %</u>	<u>-25 %</u>
	9	5 %	-12 %	<u>-6 %</u>	<u>-14 %</u>
	10	-1 %	-32 %	<u>-8 %</u>	<u>-15 %</u>
	11	-1 %	-9 %	-2 %	-2 %
	Medelvärde	3 %	-8 %	-4 %	-7 %

Tabellen ger en statistisk beskrivning av beräknade förändringar i den geostrofiska vinden. Dessa förändringar kan inte utnyttjas för att förutsäga framtida förhållanden. Då förändringarna är statistiskt säkerställda – signifikanta – har en linjär förändring kunnat påvisas. Men inte ens enstaka signifikanta trender, som inte ingår i ett mer övergripande mönster, ger fog för slutsatsen att vindförhållandena har ändrats.

Sålunda kan vi från tabell 4 förenklat säga att södra Sverige (triangel 1 och 2) har upplevt en generell trend mot svagare medelvindhastigheter och lägre energiinnehåll sedan början av 1900-talet. Orsaken till detta är i första hand en period med blåsigare förhållanden under 1920-talet. Detta beskrivs mer i detalj nedan. Dock gäller generellt att linjära trender i tidsserier påverkas mycket av vilken tidsperiod som analyseras. Exempel på detta är att för perioden 1951 – 2008 så är samtliga trender positiva men inte signifikanta i triangel 2, alltså motsatt den negativa och statistiskt signifikanta förändringen för perioden 1901 – 2008.

För perioden 1951 – 2008 framträder en bild av övervägande negativa trender, men de är signifikanta endast för medelvind och energiinnehåll i norra Sverige. Observera dock att skillnaderna är stora mellan olika trianglar och att variationen mellan olika år är stora varför den anpassade räta linjens lutning är svag och osäker i flera fall.

I denna studie har ett uppdaterat datamaterial, samt främst i norra Sverige fler och andra trianglar används jämfört med dem som utnyttjades av Johansson & Bergström (2004). Även om huvudslutsatsen är densamma, nämligen att variationerna från år till år och dekad till dekad dominerar, finns indikationer på en trend mot lugnare vindklimat i norra Sverige sedan 1950-talet.

5.1 Årligen högsta geostrofiska vindhastighet

Årets högsta geostrofiska vindhastighet för trianglarna 1 och 2, Göteborg – Visby – Lund respektive Göteborg – Stockholm – Visby visas i figur 19 och 20. I den södra triangeln (triangel 1) är det en topp i slutet av 1920-talet och därefter en minskning till 1950-talet. Därefter har de största geostrofiska vindarna ökat svagt fram till idag. I den norra triangeln ser vi att det var en topp under 1910-talet och därefter en nergång fram till 1950-talet. Därefter kan vi skönja en uppgång fram till idag.

I figurerna 57 – 67 presenteras årets högsta geostrofiska vind för alla elva trianglar för perioden 1951 – 2008. Det förekommer en ökande trend i fem trianglar och en minskande trend i sex trianglar, varav endast ökningen i triangel 5 är statistiskt signifikant (tabell 4). Någon tydlig geografisk fördelning mellan ökande och minskade trender finns inte. Medeltrenden för alla trianglar är en svag ökning på 3 %.

5.2 När på året har det stormat?

I figur 21 och 22 ser vi när årets största geostrofiska vindhastighet inträffat i de båda sydligaste trianglarna, triangel 1 och 2. För y-axeln har brutet år använts, alltså dagnummer efter första juli. Dagnr 1 – 31 nederst på y-axeln motsvarar således juli och överst motsvarar dagnr 335 – 365 således juni. Vi ser att spridningen är stor mellan olika år i de båda figurerna. Det är därför inte möjligt att särskilja någon förskjutning i säsong när årets värsta storm inträffar.

5.3 Antal stormtillfällen på minst 25 m/s

Figur 23 och 24 visar antal tillfällen per år då den geostrofiska vindhastigheten varit minst 25 m/s. Vi ser att det är mycket stora variationer mellan olika år, från bara några få tillfällen till ca 45 fall per år. För den södra triangeln uppvisar perioden 1910 – 1925 en förhöjd frekvens av sådana stormtillfällen, med flera rekordår kort efter varandra. Under de senaste 10 – 15 åren har det varit en neråtgående trend i de båda trianglarna, även om den trenden i den södra triangeln verkar ha vänt under de senaste åren. I den södra triangeln har det aldrig tidigare varit så få tillfällen med geostrofiska vindar på minst 25 m/s som i början av 2000-talet.

I figurerna 68 – 78 visas antal stormtillfällen under perioden 1951 – 2008 för alla elva trianglar. Vi ser att i många trianglar var det ett maximum under 1990-talet och därefter har det skett en tydlig minskning.

5.4 Medelvindhastighet

Figur 25 och 26 visar årsmedelvärde av den geostrofiska vindhastigheten i södra Sverige (triangel 1 och 2). För båda trianglarna är variationerna från år till år små, typiskt i intervallet 9 – 11 m/s, något större avvikelser förekommer under enstaka år. I båda trianglarna ser vi en tydlig period med blåsigare förhållanden under 1920-talet. En likadan blåsig period återkommer i den norra triangeln kring 1980 – 1990, men någon motsvarighet återfinns inte i den södra triangeln. Istället har den geostrofiska medelvindhastigheten i den södra triangeln minskat från ca 10.5 m/s 1920 då det var ett maximum till 9.5 m/s år 2008 dvs. en nedgång med ca 10 %.

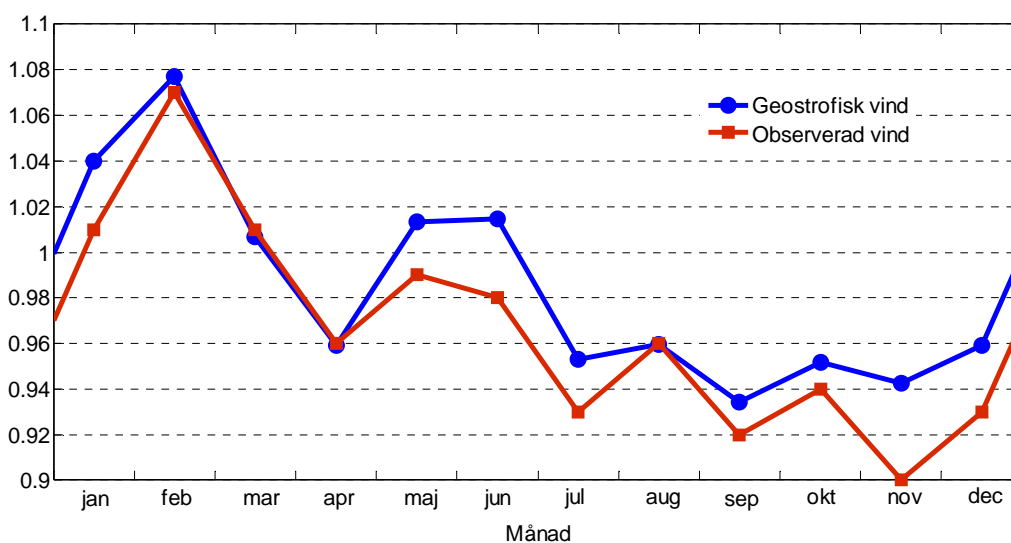
I figurerna 79 till 89 ser vi hur medelvindhastigheten har varierat i alla elva trianglar mellan åren 1951 – 2008. Om man anpassar årsvärdena till en rät linje (tabell 4) finner vi att medelvindhastigheten har minskat i alla trianglar utom i triangel 2, där hastigheten istället ökat med 4 %. Den största nedgången har det varit i trianglarna 7 och 8, där medelvindhastigheten minskat med 10 %. För Sverige som helhet har medelvindhastigheten minskat med 4 % under perioden.

I figurerna 79 till 89 ser vi också att det var ett maximum kring 1960 och kring 1990. Vi konstaterar att kring år 1975 och idag är det ett minimum i årsmedelvindhastighet för många trianglar.

Alexandersson (2006) visar utifrån direkta observationer (mätningar) av vindhastigheten, från SMHIs väderstationer, hur medelvinden har förändrats månadsvis under perioden 1991 – 2004 jämfört med perioden 1961 – 1990, se figur 5 (blå kurva). Denna information är helt oberoende från den beräknade geostrofiska vinden framtagen i denna rapport. Förändringen i geostrofisk medelvind har beräknats för samma perioder och ett medelvärde för alla elva trianglar har tagits fram (röd kurva).

De två oberoende beräkningarna visar på god samstämmighet vilket vi kan se från de båda kurvorna i figur 5. Ett värde större (mindre) än 1 i figuren innebär att vindhastigheten har ökat (minskat) från åren 1961 – 1990 till 1991 – 2004. Som medelvärde för alla månader är minskningen 3.3 % enligt vindmätningar och 1.6 % enligt beräknad geostrofisk vind.

En tolkning av resultatet kan vara att de senaste årens överlag milda vintrar har medfört att vindhastigheten har ökat under denna årstid (Alexandersson, 2006). Den vindsvagaste årstiden, sommaren, har brett ut sig och den tidiga hösten har blivit allt mer sommarlik med ovanligt varmt väder med få stormar och minskade temperaturgradienter i vårt område.



Figur 5. Medelvindhastighetens månadsvisa förändring mellan perioderna 1991 – 2004 och 1961 – 1990 uttryckt som kvoten V_{91-04} / V_{61-90} , där V är medelvindhastigheten för hela Sverige. Som synes är överensstämmelsen mellan de två oberoende datamaterialen mycket god.

5.5 Vindenergi

I figur 27 och 28 ser vi hur den potentiella geostrofiska vindenergin har varierat sedan 1901 i triangel 1 och 2. Vi ser att stora variationer förekommer mellan enskilda år. Inom samma triangel kan den potentiella vindenergin vara dubbelt så stor under ett år jämfört med ett annat. Detta stämmer väl med slutsatserna i Johansson & Bergström (2004).

I triangel 1 var det en topp kring 1920 varefter den potentiella vindenergin stadigt minskat fram till idag. Det rör sig om 40 % lägre energi idag jämför med toppen på 1920-talet. I triangel 2 ser vi motsvarande topp kring 1920. Här finns även en tydligare topp omkring 1990.

I figur 29 – 36 ser vi hur den potentiella geostrofiska vindenergin har varierat under olika årstider. Vidare visas i figur 90 – 100 den potentiella vindenergin beräknat från geostrofisk vindhastighet i alla elva trianglar för perioden 1951 – 2008. Dessa figurer följer väl figurerna för medelvindhastighet. Om man anpassar årsvärdena till en rät linje (tabell 4) finner vi att vindenergin har minskat i alla trianglar utom i triangel 2, där hastigheten istället ökat med 13 %. Den största nedgången i vindenergitillgång har det varit i triangel 8, där vindenergin minskat med 25 %. För Sverige som helhet har energitillgången minskat med 7 %.

Från figurerna 90 – 100 ser vi också att det i flera trianglar förekom ett maximum kring 1960 och kring 1990. Under 1970-talet och i början av 2000-talet är det ett minimum i energitillgång för många av trianglarna.

5.6 Förhärskande vindriktning

Figur 37 och 38 visar den förhärskande vindriktningen i triangel 1 och 2. I båda dessa trianglar var den förhärskande geostrofiska vindriktningen rak västlig (ca 270°) kring 1910. Därefter vred vindriktningen någon söderut fram 1960 – 1970, i den norra triangeln mer än i den södra. Efter 1970 har vindriktningen vridit sakta tillbaka mot rak västlig i båda trianglarna.

I figurerna 101 – 111 ser vi hur den förhärskande vindriktningen varierat under olika år mellan 1951 – 2008 för de elva trianglarna. Vi ser att i vissa trianglar är det stora variationer mellan olika år, som i triangel 3 och 8, medan i andra trianglar är det i nästan samma förhärskande vindriktning varje år, som i triangel 1 och 2.

5.7 Frekvens av olika vindriktningar

I figur 39 och 40 ser vi trender av olika vindriktningar. Figurerna visar utjämnade 10-årsvärden. I triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby, ser vi att vindar från väst har blivit vanligare. I triangel 1, Göteborg – Visby – Lund, kan vi däremot inte se detta. I båda trianglarna har vindar från nordväst blivit vanligare de senaste 30 – 40 åren.

5.8 Vindrosor

Figurerna 41 – 48 visar frekvens av vindhastighet uppdelat i olika vindriktningar (vindrosor) för 30-årsperioder (standardnormalperioder) för de båda sydligaste trianglarna. Notera dock att den sista perioden 1991 – 2008 enbart är 18 år lång. I den norra av dessa trianglar (högra kolumnen) ser vi att vindar från väst och västnordväst har blivit vanligare de två senaste normalperioderna på bekostnad av vindar med ostkomponent.

I den södra triangeln noterar vi att västvindar varit vanligast under de tre första perioderna medan under perioden 1991 – 2008 är det västnordvästliga vindar som har blivit vanligare.

5.9 Vindrosor vid storm

Figurerna 49 – 56 visar vindrosor för 30-årsperioder (standardnormalperioder) för de båda trianglarna vid de tillfällen då den geostrofiska vindhastigheten varit minst 25 m/s. Vi ser att vid storm är det vindar från väst, västnordväst och från nordost som är vanligast i triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. I figur 7 ser vi ett exempel på storm från nordost i området. För samma triangel ser vi att stormar från väst och västnordväst under den senaste perioden blivit vanligare på bekostnad av nordostliga stormar jämfört med tidigare perioder. Vi noterar att för den senaste perioden 1991 – 2008 är stormar från väst och västnordväst mer dominerande. Denna sista period är dock inte komplett utan enbart 18 år lång.

I triangel 1, Göteborg – Visby – Lund, är det perioden 1961 – 90 som utmärker sig med stormar från väst som vanligast istället för västsydväst som är vanligast vid storm under övriga perioder. I övrigt är det svårt att dra någon speciell slutsats. Figurerna 6, 17 och 18 visar exempel på västliga stormar i området och figur 7 visar en nordostlig storm i triangel 2.

5.10 Skogsskador

Figur 112 visar skogsskador valda år under perioden 1902 – 2005, för fullständigare kartmaterial över den geografiska fördelningen av stormskador på skog hänvisas till Nilsson (2008). Som synes är det inte säkert att det förekommer svåra skogsskador även om den geostrofiska vinden är hög. Skogsskadorna är alltså inte enbart beroende av stormfrekvens utan många andra faktorer har stor betydelse. Bland de väderrelaterade faktorerna kan nämnas förekomsten av tjäle i marken, vilket innebär att träden står fastare, liksom markens vatteninnehåll som också påverkar stormfastheten.

Vi ser emellertid vissa samstämmigheter, som 1969 då det var stora stormskador i södra Sverige och även mycket hög geostrofisk vind i triangel 2. Fler tillfällen är 1984 i triangel 1, 1992 i triangel 9 och 2005 i triangel 1.

5.11 Höga vattenstånd på västkusten

I triangel 1 och 2 är det oftast västlig vind vid storm, se figur 49 – 56. Vattenståndet på västkusten ökar vid västlig storm eftersom vinden då för med sig vatten från Atlanten. Även det låga lufttrycket i samband med lågtryckspassagen innebär att vattenståndet stiger. Kombinationen höga vindhastigheter från väster och lågt lufttryck gör tillsammans med höga vågor, att de högsta vattenstånden observeras i samband med intensiva stormar. Dock är det inte så att det högsta vattenståndet inträffar vid samma tidpunkt som den högsta geostrofiska vinden. Istället är de normalt ur fas med flera timmar. Dock borde finnas ett visst samband mellan årets högsta geostrofiska vind i triangel 1 och 2 och årets högsta havsvattenstånd på västkusten.

Havsvattenståndet relateras till respektive års beräknade medelvattenstånd. Stationernas placering finns i figur 113. Observationerna är korrigerade för den apparenta (upplevda) landhöjningen, som alltså även inkluderar havsytans höjning.

Figurerna 114 – 117 visar förändringen av årets högsta havsvattenstånd. Vi anar ett minimum under 1950- och 1960-talet, varefter de högsta vattenstånden ser ut att ha ökat. För de flesta stationer syns också ett maximum i havsvattenståndet på 1910- och 1920-talen. Utseende på dessa kurvor påminner om figurerna 19 och 20 som visar årets största geostrofiska vindhastighet i de två sydligaste trianglarna, vilket ger ett stöd för dessa äldre data. Årets högsta vattenstånd har ökat sedan 1950-talet på de fyra stationerna på västkusten.

I figurerna 118 – 127 ser vi spridningsdiagram som visar sambandet mellan årets högsta vattenstånd på en station och årets största geostrofisk vind i triangel 1 och 2. Figurerna visar att samvariationen inte är stor. Vattenståndet beror på förutom vindhastigheten även av exempelvis vindriktning och tidvatten. Dessutom sammanfaller inte västkusten med områden som den geostrofiska vinden representerar. Dock visar de inlagda trendlinjerna att det finns ett visst, om än svagt för flera stationer, positivt samband som pekar på att vattenståndet i genomsnitt ökar då den geostrofiska vinden ökar.

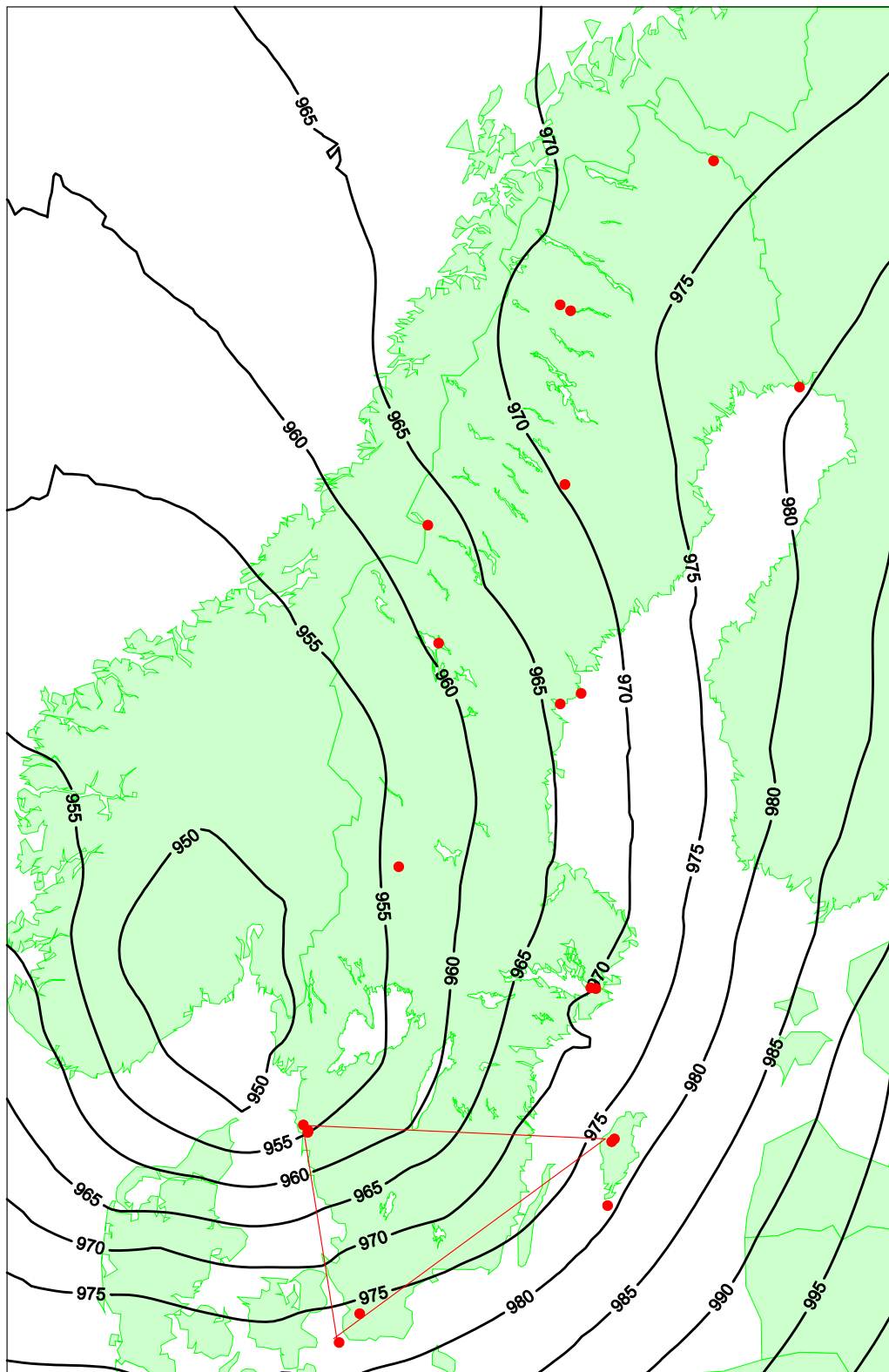
6 Slutsatser

- Årets högsta vindhastighet har ökat i fem trianglar och minskat i sex trianglar sedan 1950-talet. Även om den enskilda trenden i en triangel kan vara statistiskt signifikant så är den samlade slutsatsen att någon trend inte kan påvisas för landet som helhet. Detta understryks av att den sammanvägda trenden i årets högsta vindhastighet för hela Sverige är liten. Ökningen är inte statistiskt signifikant.
- Antal tillfällen per år då vindhastigheten varit minst 25 m/s har minskat i sju av de elva trianglarna sedan 1950-talet. Även här är trenden statistiskt signifikant i några trianglar, dock inte samma som för årets högsta vindhastighet. Sammantaget för Sverige har antal tillfällen minskat med 8 %. Även här är den samlade bilden att någon signifikant trend inte finns.
- Medelvindhastigheten har minskat i tio av de elva trianglarna sedan 1950-talet. För fyra trianglar i norra Sverige är denna minskning statistiskt signifikant. Sammantaget för Sverige har medelvindhastigheten minskat med 4 %, dock inte signifikant.
- På samma sätt har den potentiella vindenergin minskat i dessa tio trianglar sedan 1950-talet. Även här är minskningen statistiskt signifikant i de fyra nordliga trianglarna. Sammantaget för Sverige har den potentiella vindenergin minskat med 7 %.
- Medelvindhastigheten och den potentiella vindenergin hade ett maximum kring 1990. Under 1970-talet och i början av 2000-talet var det ett minimum i flera trianglar. Det finns betydande variationer mellan olika trianglar.
- För de båda sydligaste trianglarna pekar resultaten mot en långsiktig linjär trend mot lugnare vindklimat sedan början av 1900-talet. Dock är denna linjära trend till stor del en effekt av blåsigare förhållanden under de första årtiondena av 1900-talet.

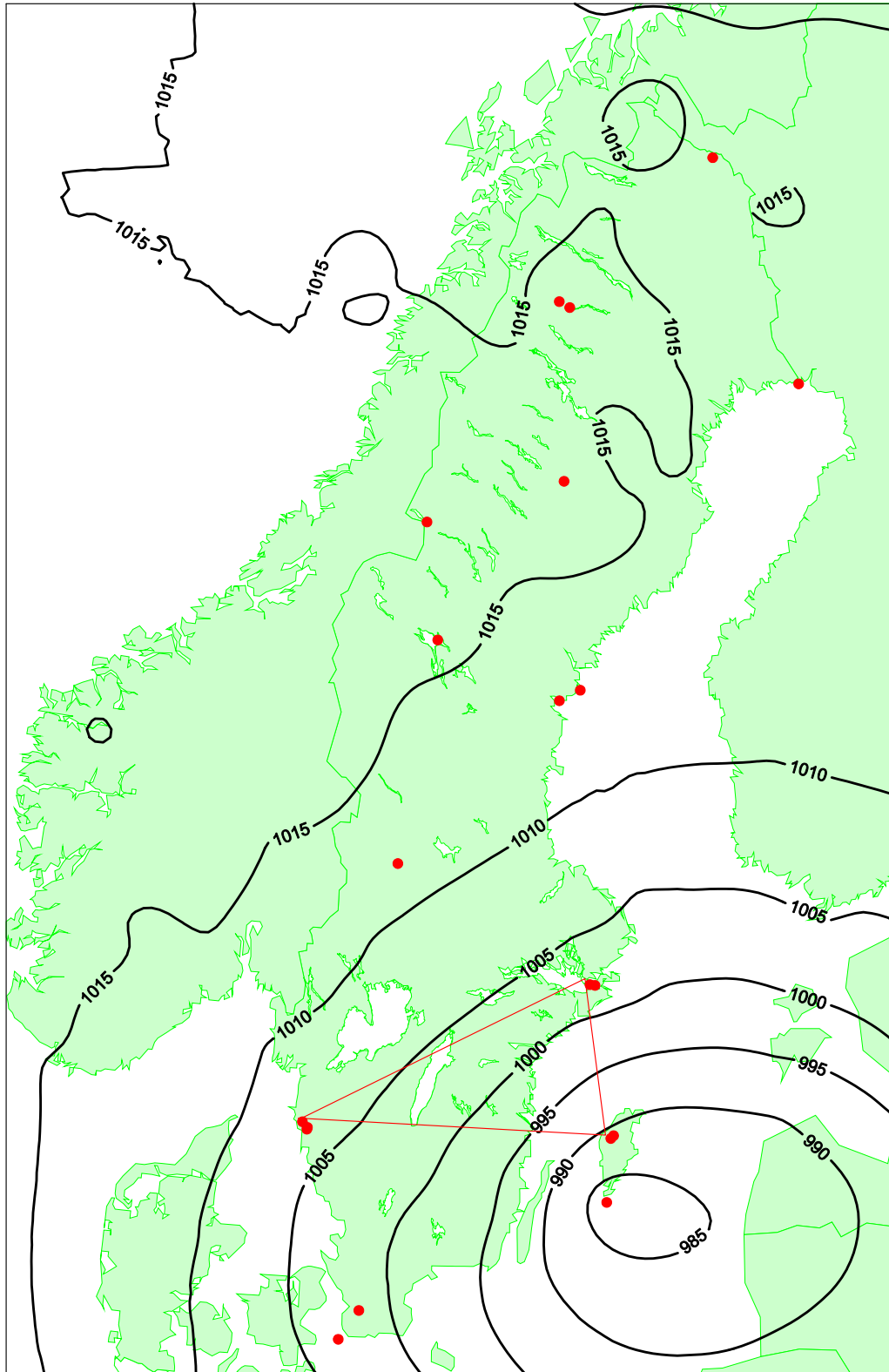
7 Referenser

- Alexandersson H., Tuomenvirta H., Schmith T. & Iden K., 2000. Trends of storms in NW Europe derived from an updated pressure data set. *Climate Research*, **14**, 71-73.
- Alexandersson H., Ivarsson K.-I. & Edquist E., 2007. Januaristormen 2005. *SMHI Faktablad Nr. 25*. 12 pp.
- Alexandersson H. & Edquist E., 2007. Januaristormen 2007. *SMHI Faktablad Nr. 33*. 4 pp.
- Alexandersson, H., 2006. Vindstatistik för Sverige 1961 – 2004. *SMHI Meteorologi Nr. 121*. 42 pp.
- Carretero J.C., Gomez M., Lozano I., de Elvira A.R., Serrano O., Iden K., Reistad M., Reichardt H., Kharin V., Stolley M., von Storch H., Gunther H., Pfizenmayer A., Rosenthal W., Stawarz M., Schmith T., Kaas E., Li T., Alexandersson H., Beersma J., Bouws E., Komen G., Rider K., Flather R., Smith J., Bijl W., de Ronde J., Mientus M., Bauer E., Schmidt H. & Langenberg H., 1998. Changing waves and storms in the northeast Atlantic? *Bulletin of the American Meteorological Society*, **79**, 741-760.
- Heino R., Tuomenvirta H., Gustafsson B. & Vuglinksy, V. (huvudförfattare), 2007. Detection of past and current climate change. In: *BALTEX Assessment of Climate Change in the Baltic Sea Basin*. Springer Verlag. 473 pp.
- Hägemark L., Ivarsson K.I., Gollvik S. & Olofsson P-O., 2000. MESAN – an operational mesoscale analysis system. *Tellus A*, **52**(1), 2-20.
- Höglund J., 2002: Statistisk studie av sambandet mellan geostrofisk vind och temperatur i södra Sverige. *Examensarbete vid Institutionen för geovetenskaper Nr. 25*, Uppsala universitet. 31 pp.
- Johansson C. & Bergström H., 2004: Variabilitet i vindens energiinnehåll över Skandinavien mellan 1900 – 2000, *Elforsk Rapport 04:36*, 28 pp.
- Kristensen L. & Jensen G., 1999. Geostrophic Winds in Denmark: a preliminary study. *Risø-R-1145*. Risø National Laboratory, Danmark. 43 pp.
- Nilsson C., 2008: Windstorms in Sweden – Variations and impacts. *Meddelanden från Lunds universitets geografiska institution. Avhandlingar Nr.179*. 169 pp.
- Schmith T., Alexandersson H., Iden K. & Tuomenvirta H., 1997: North Atlantic-European pressure observations 1868-1995 (WASA dataset version 1.0), *DMI Technical Report No. 3-97*. Danmark Meteorologisk Institute, 13 pp +datadisk.
- Trenberth K.E., Jones P.D., Ambenje P., Bojariu R., Easterling D., Klein Tank A., Parker D., Rahimzadeh F., Renwick J.A., Rusticucci M., Soden B. & Zhai P., 2007. Observations: surface and atmospheric climate change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M. and Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 236-336.

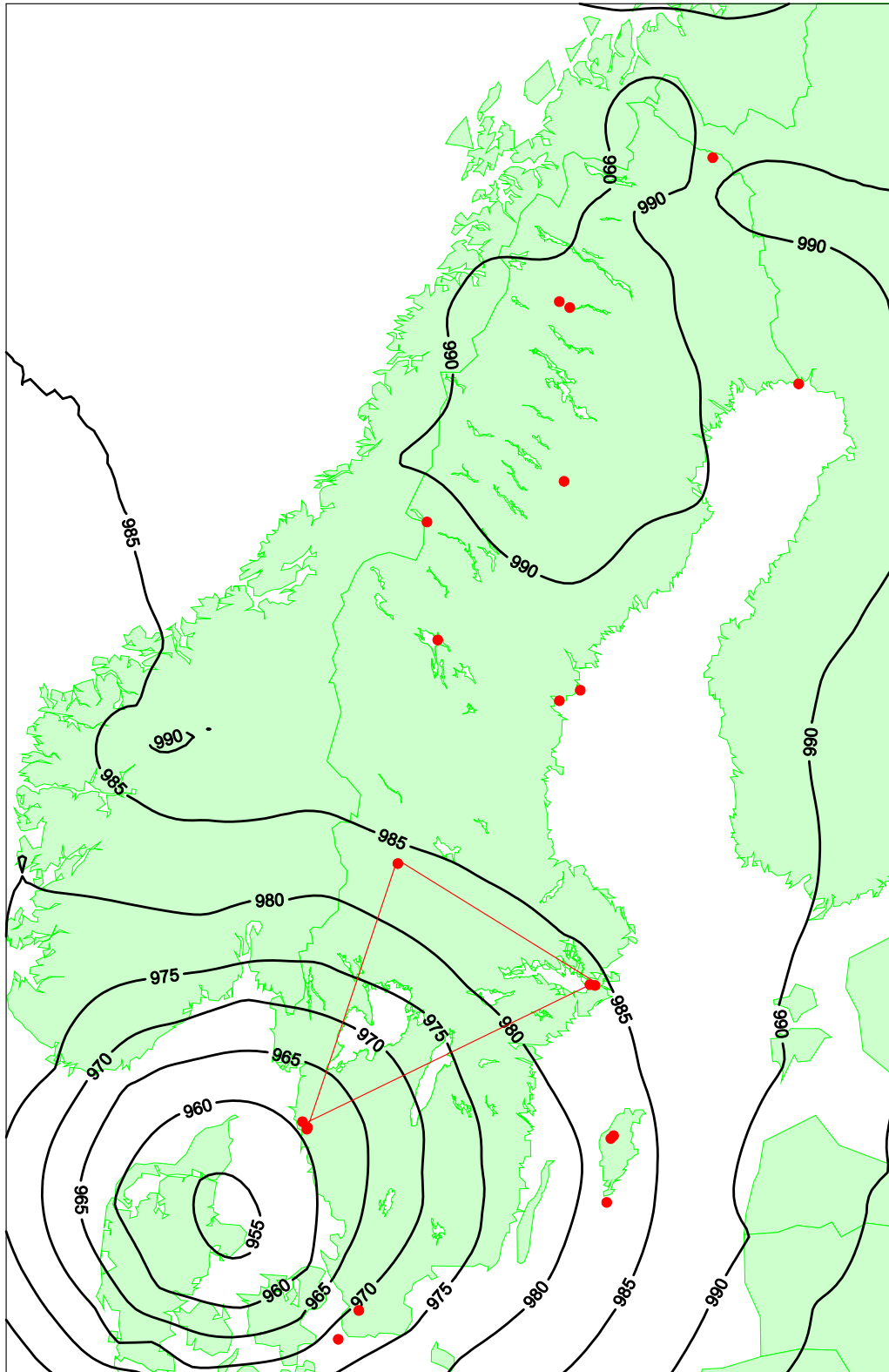
8.1 Värsta stormen 1951 – 2008 i varje triangel



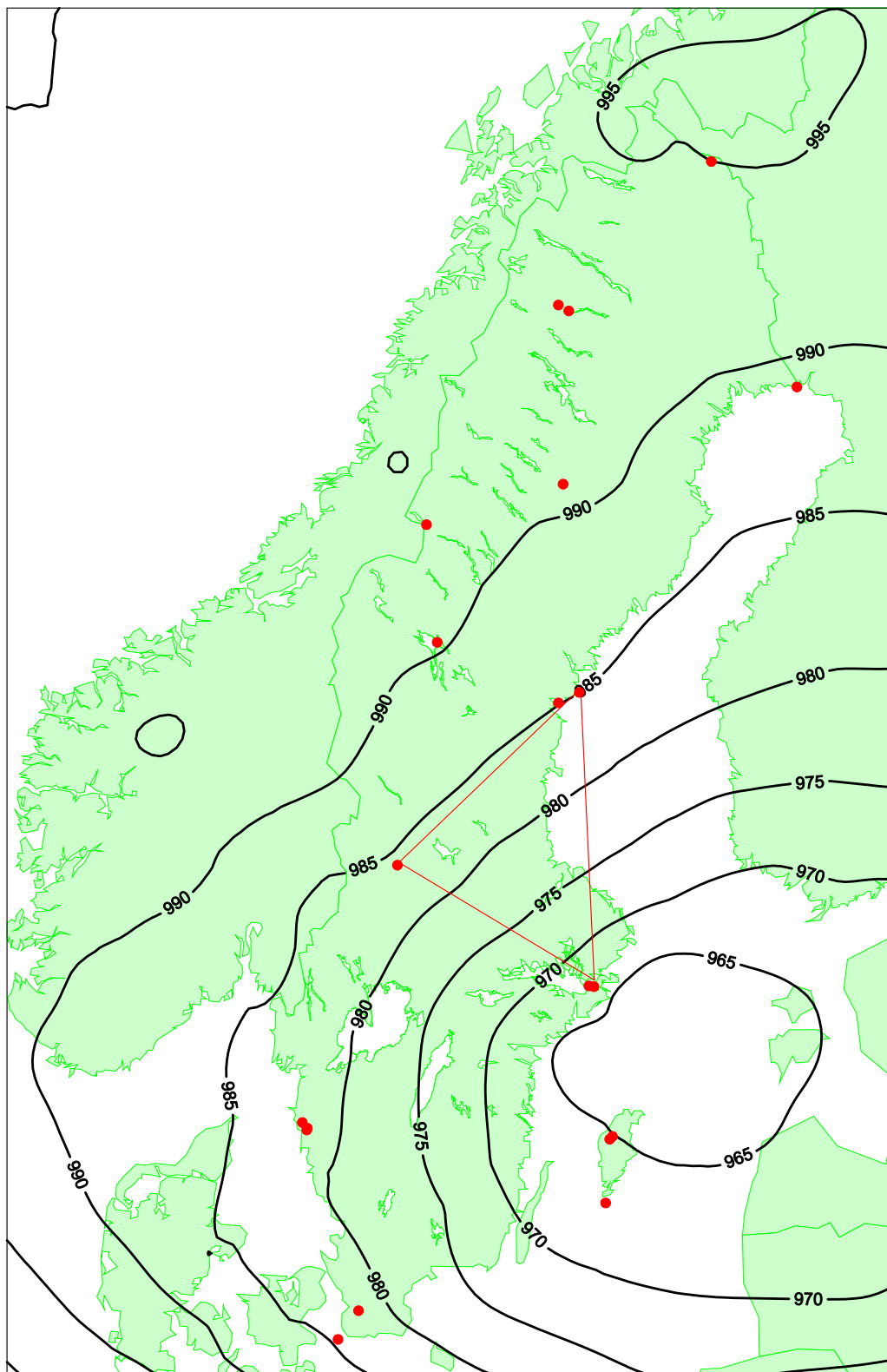
Figur 6. Lufttrycksanalys 1984-01-13 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 1: Göteborg – Visby – Lund. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 66 m/s och 235°. Detta är även det värsta stormtillfälle som hittats i alla elva trianglar under perioden 1901 – 2008,



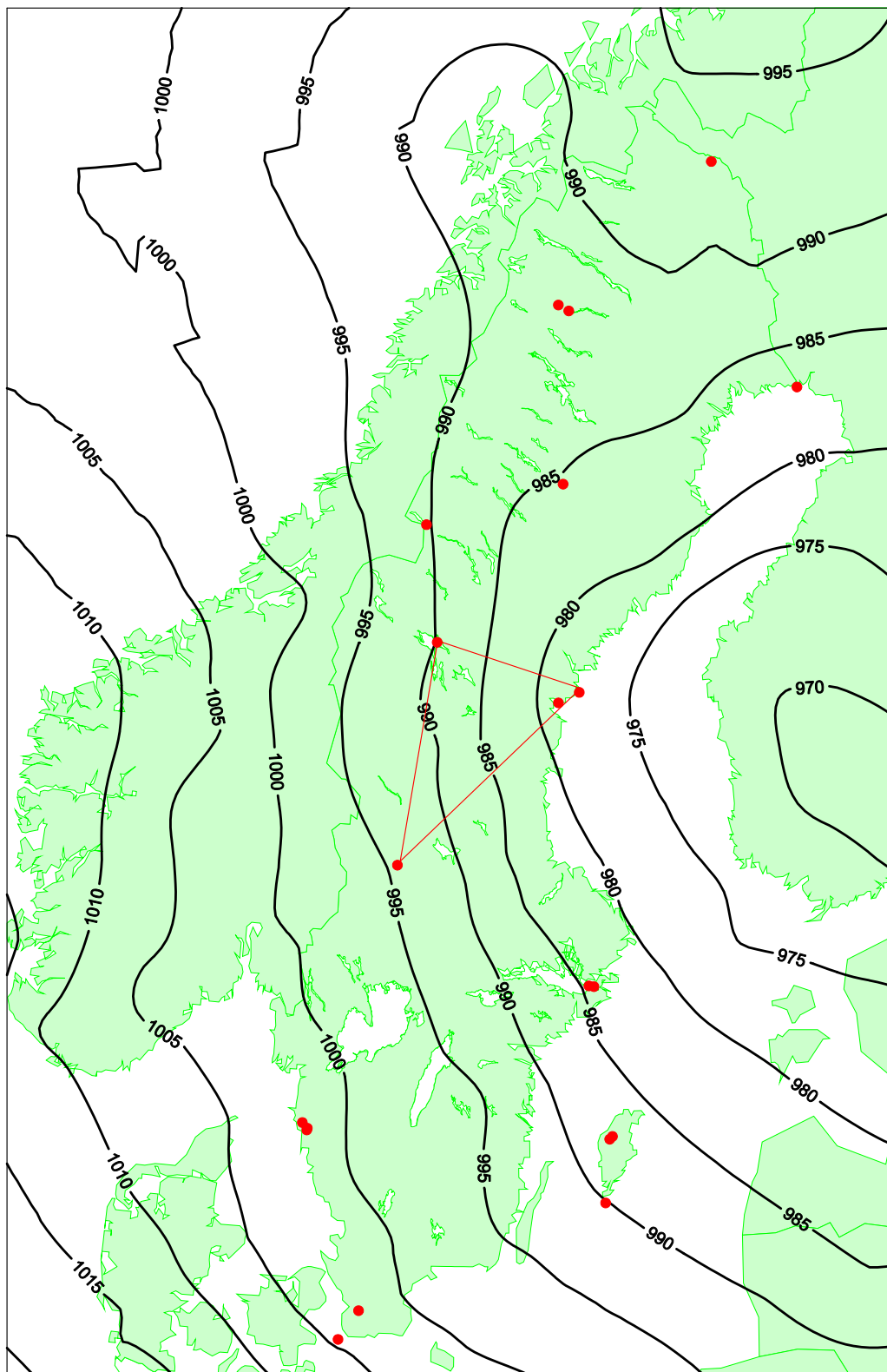
Figur 7. Lufttrycksanalys 2004-11-23 kl 6 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 2: Göteborg – Stockholm – Visby. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 50 m/s och 55°.



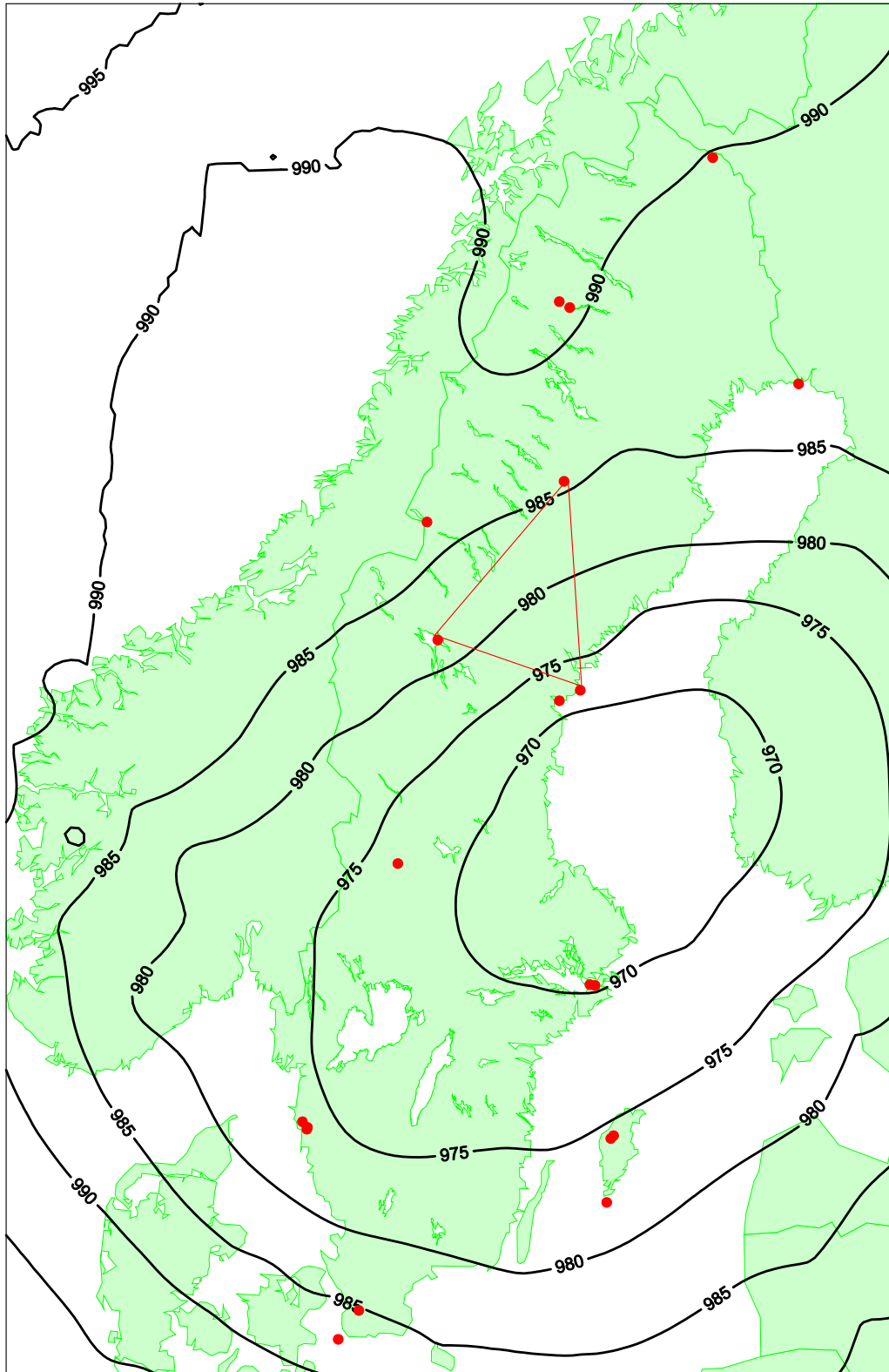
Figur 8. Lufttrycksanalys 1999-12-03 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 3: Göteborg – Malung – Stockholm. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 45 m/s och 122°.



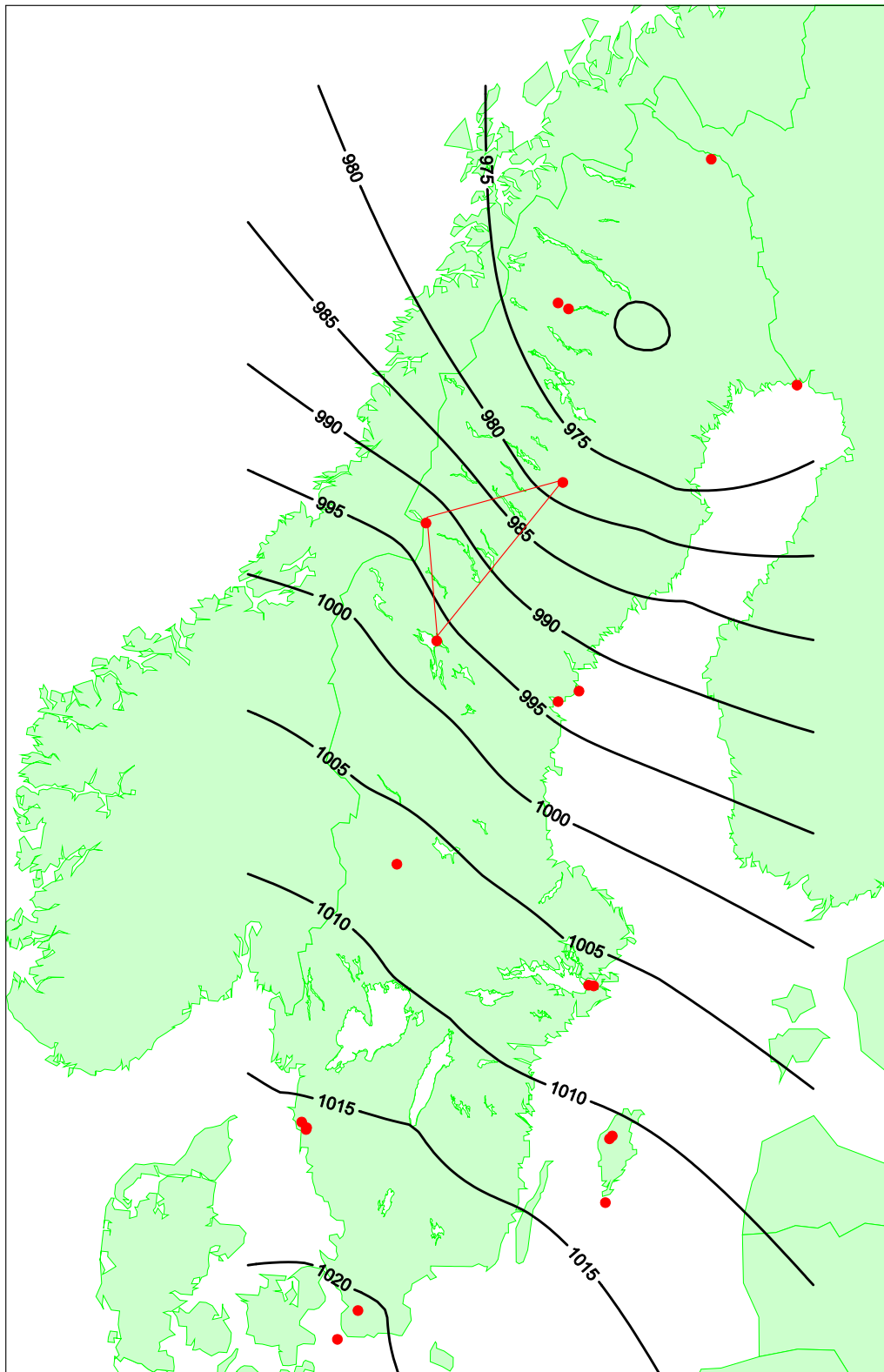
Figur 9. Lufttrycksanalys 1983-01-18 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 4: Malung – Härnösand – Stockholm. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 42 m/s och 47°.



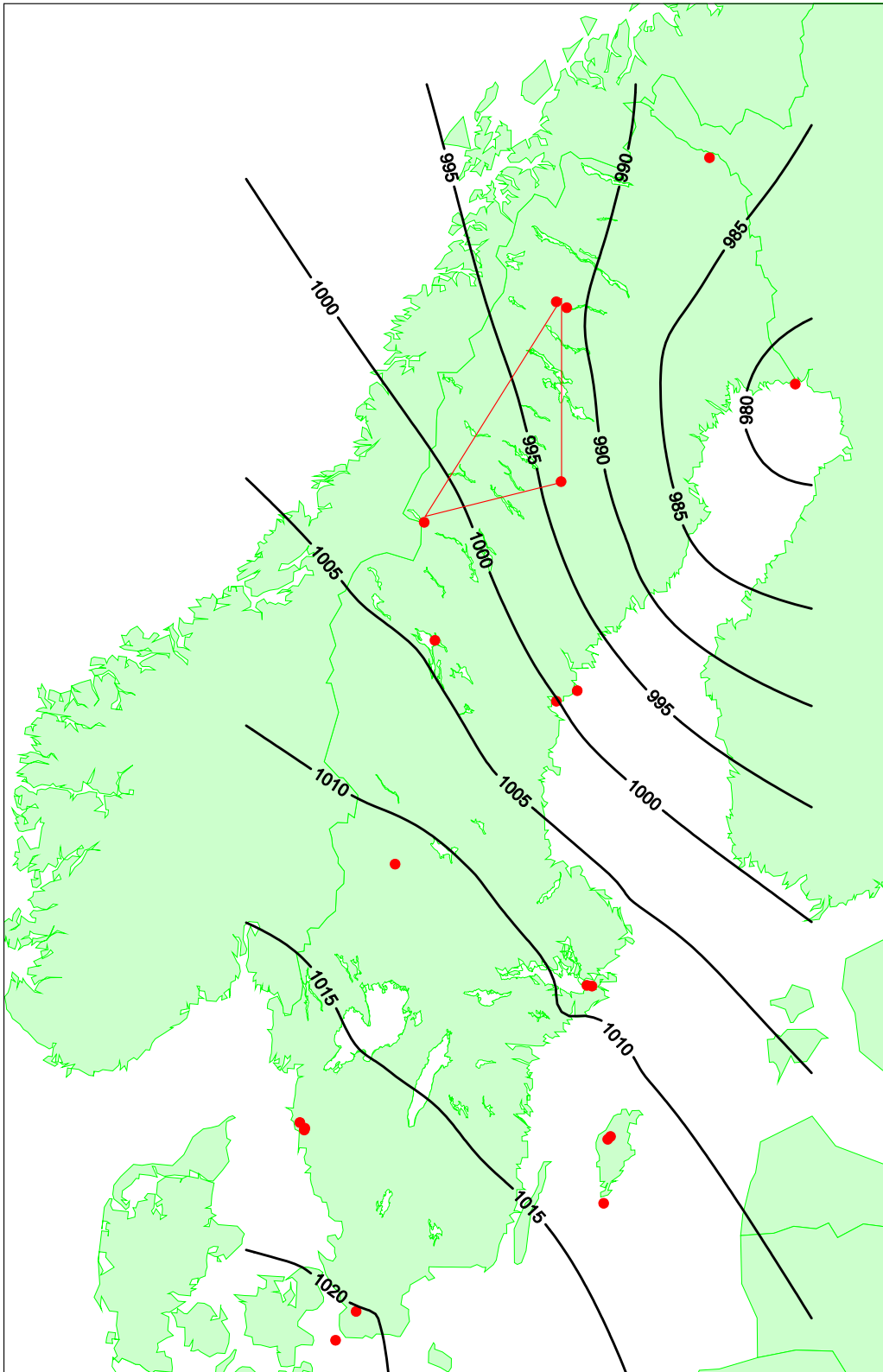
Figur 10. Lufttrycksanalys 1987-01-25 kl 12 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 5: Malung – Frösön – Härnösand. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 48 m/s och 358°.



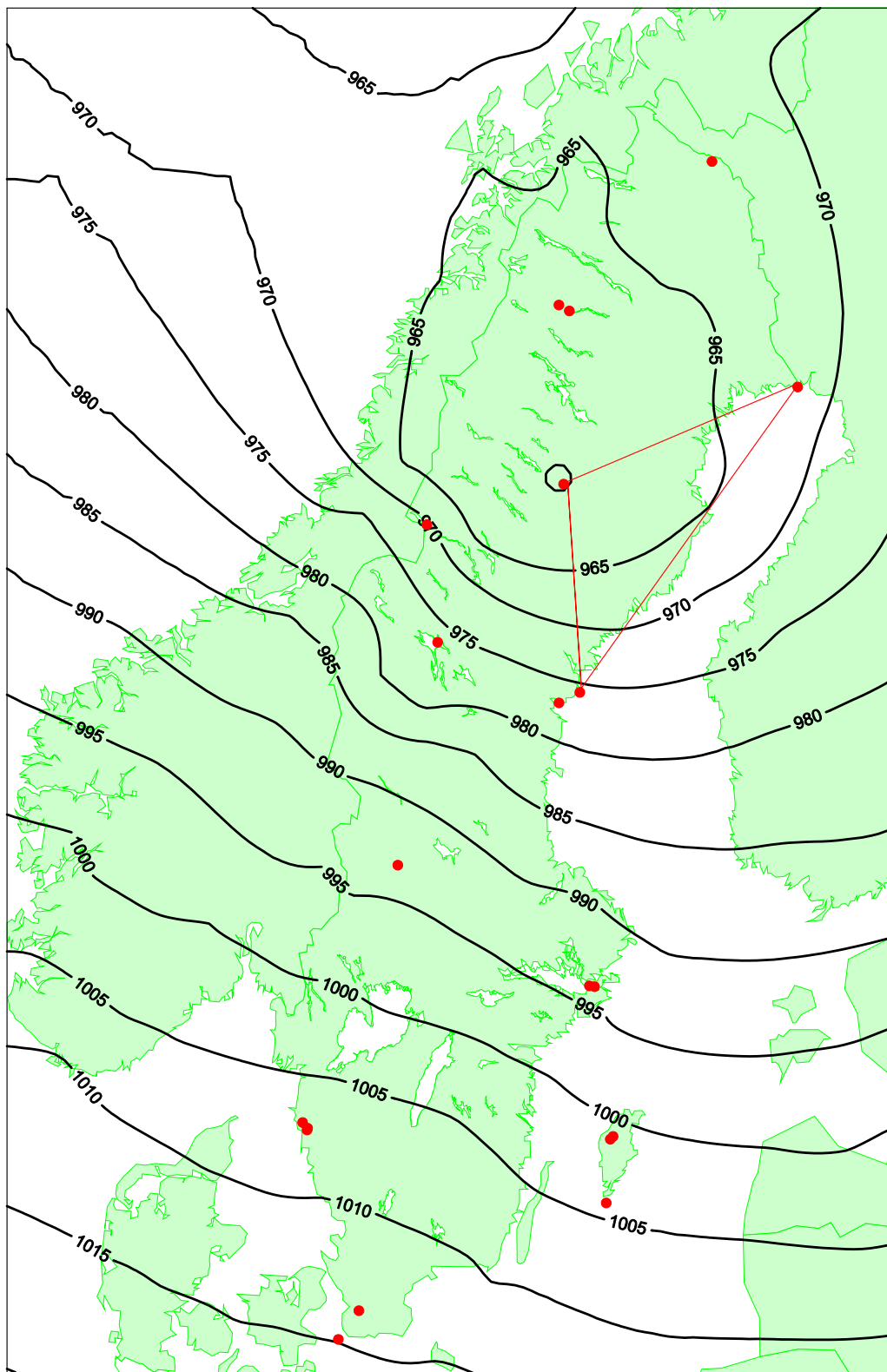
Figur 11. Lufttrycksanalys 2000-03-03 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 6: Frösön – Gunnarn – Härnösand. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 44 m/s och 48°.



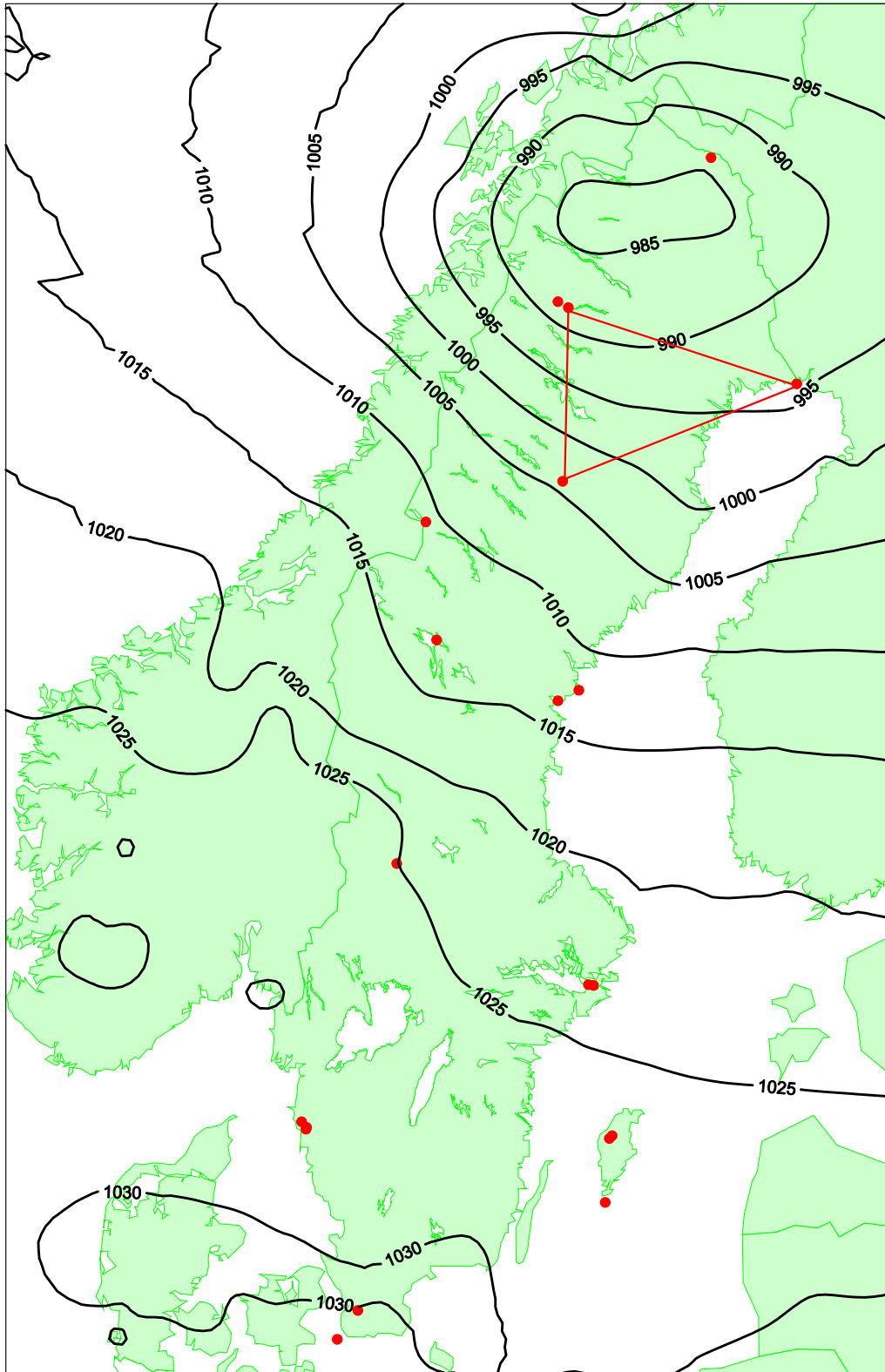
Figur 12. Lufttrycksanalys 1953-01-18 kl 12 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 7: Frösön – Gäddede – Gunnarn. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 55 m/s och 342°. Enbart Svenska observationer har använts i analysen.



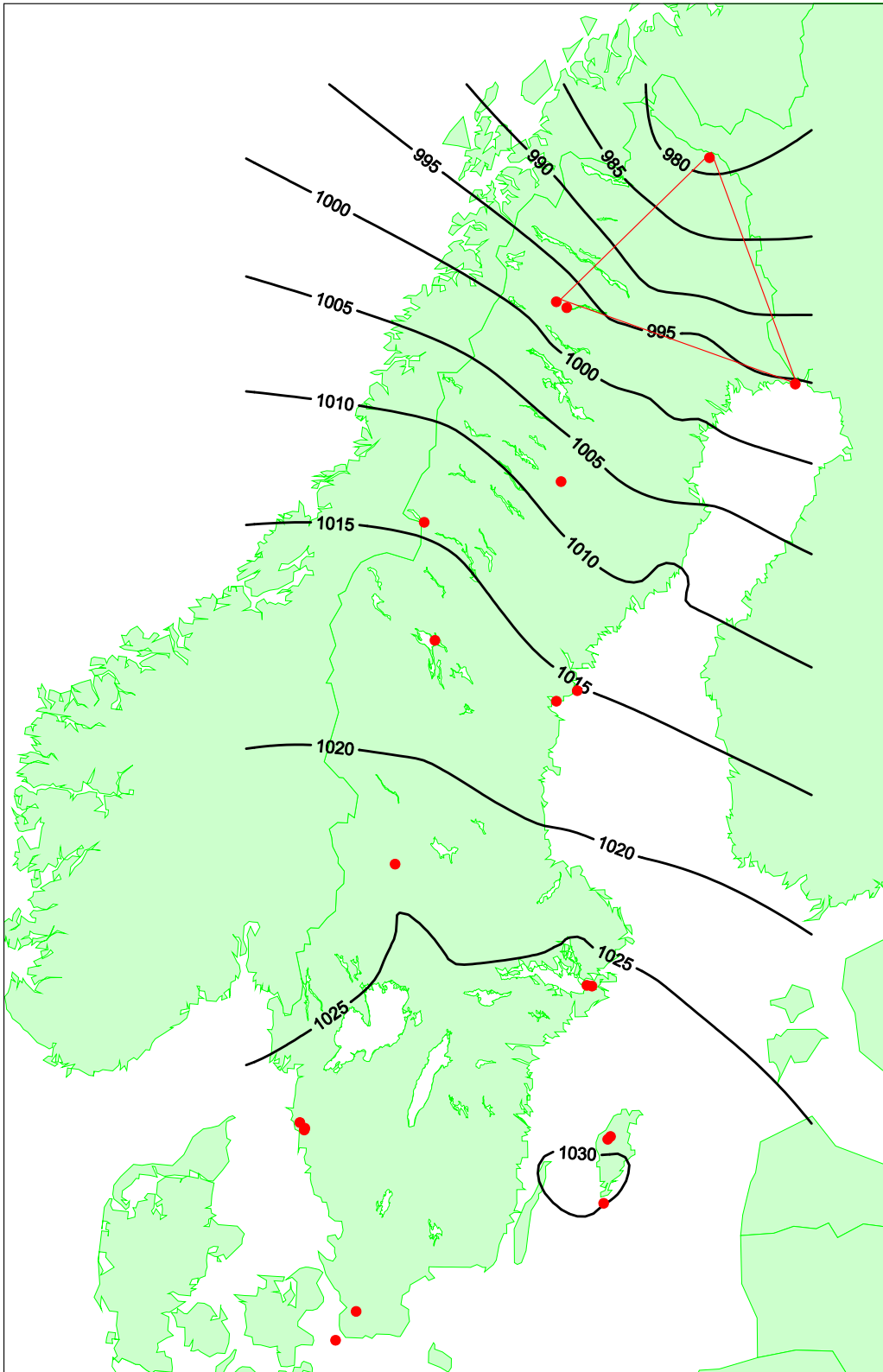
Figur 13. Lufttrycksanalys 1953-01-18 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 8: Gäddede – Kvikkjock – Gunnarn. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 55 m/s och 346°. Enbart Svenska observationer har använts i analysen.



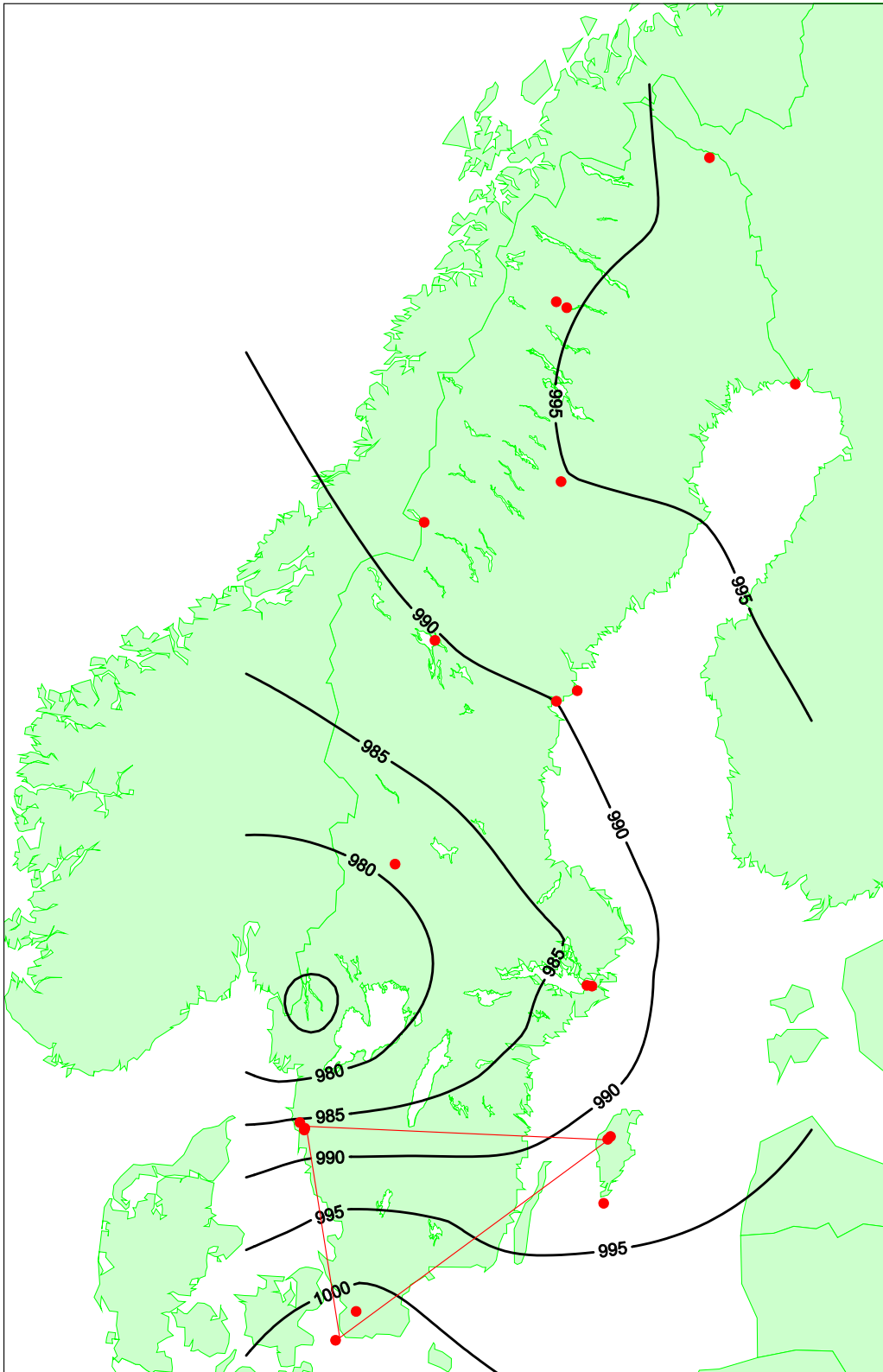
Figur 14. Lufttrycksanalys 1992-01-01 kl 18 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 9: Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 50 m/s och 230°.



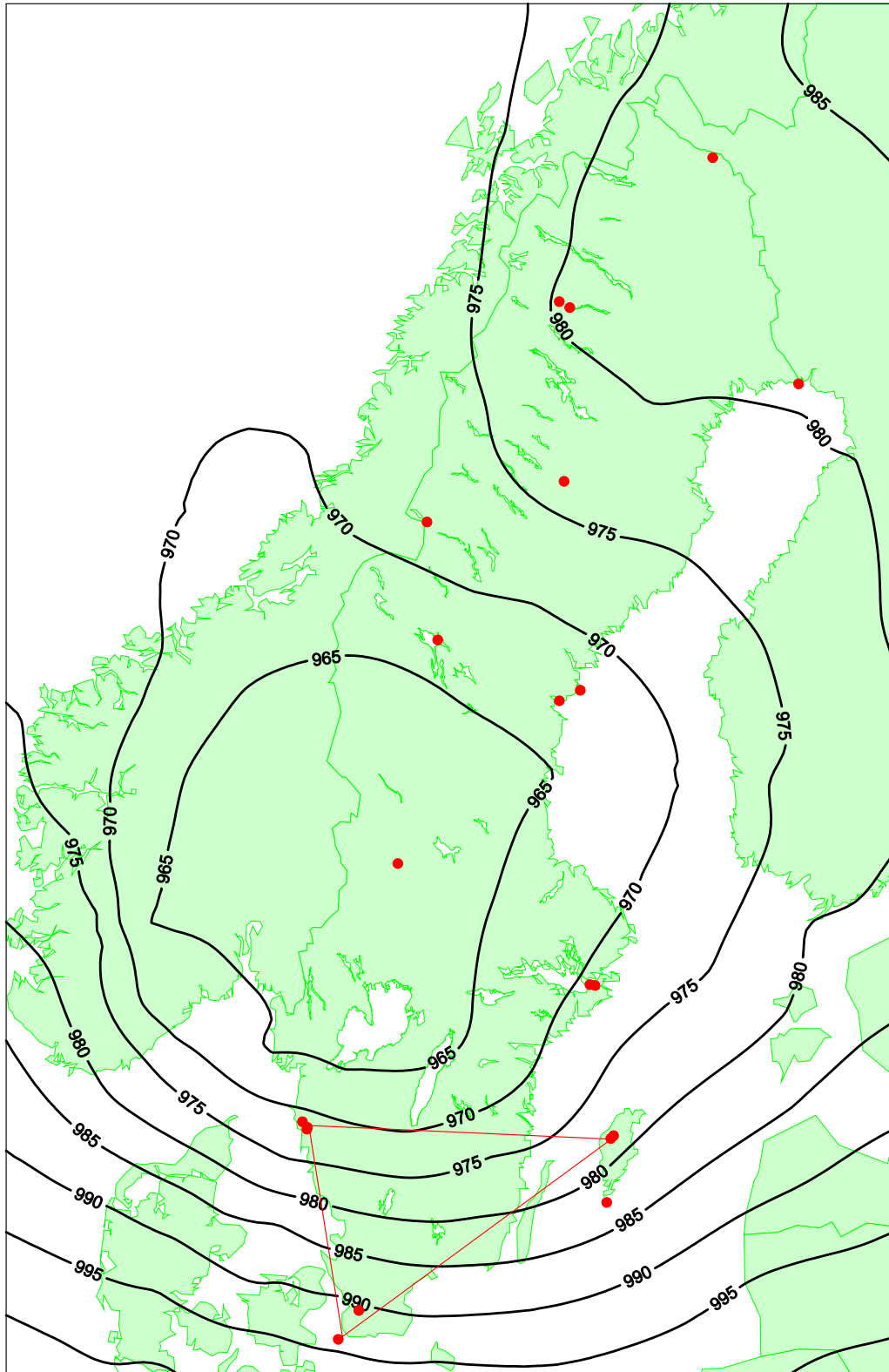
Figur 15. Lufttrycksanalys 2008-12-31 kl 6 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 10: Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 42.3 m/s och 272°.



Figur 16. Lufttrycksanalys 1973-01-01 kl 6 UTC. Högsta geostrofiska vind som hittats i triangel 11: Kvikkjöck – Karesuando – Haparanda. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 45 m/s och 295°. Enbart Svenska observationer har använts i analysen.

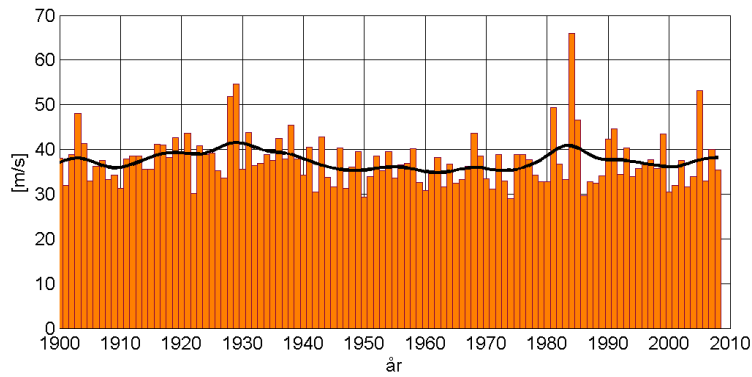


Figur 17. Lufttrycksanalys 1969-09-22 kl 9 UTC. Den kända stormen under sep 1969. Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 44 m/s och 258°. Enbart Svenska observationer har använts i analysen.

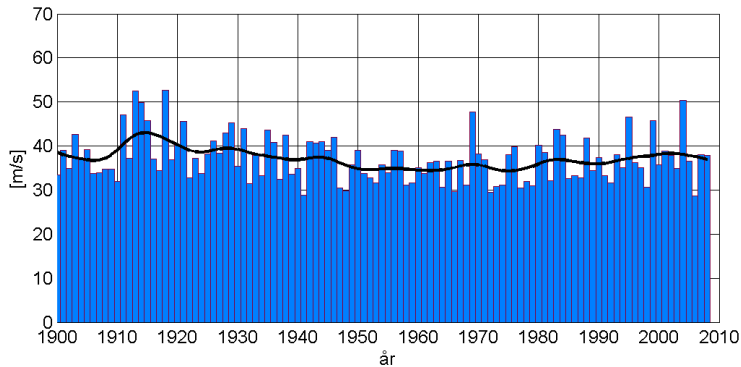


Figur 18. Lufttrycksanalys 2005-01-08 kl 18 UTC. ("Gudrun"). Lufttryck i hPa. Geostrofisk vind 53 m/s och 260°.

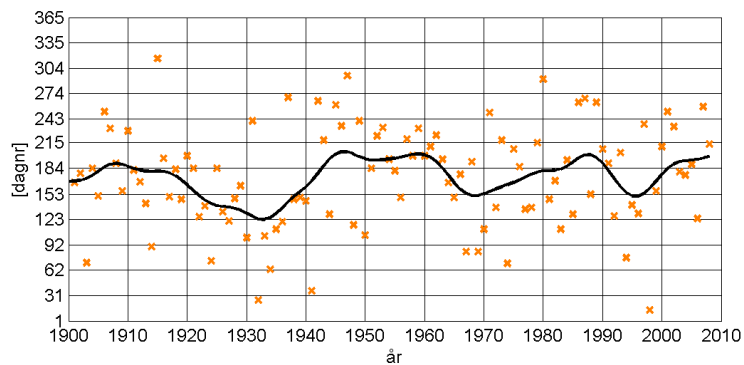
8.2 Variationer i geostrofisk vind över södra Sverige 1901 – 2008



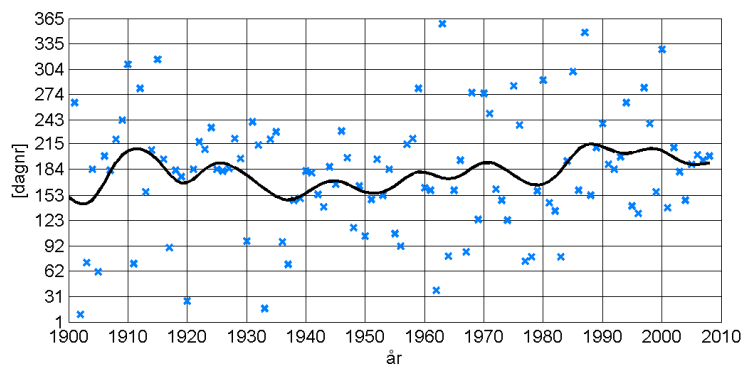
Figur 19. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Största geostrofiska vindhastighet.



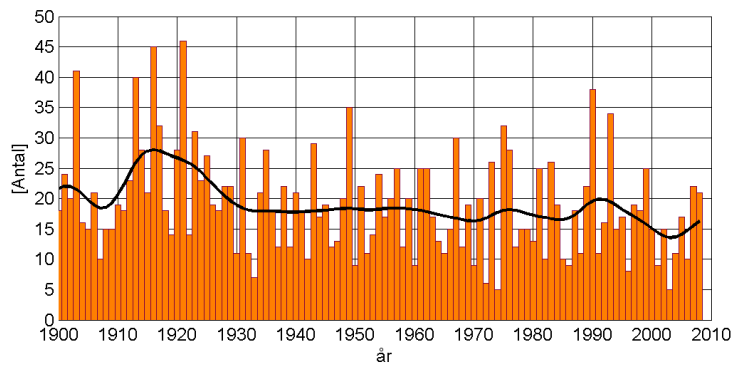
Figur 20. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Största geostrofiska vindhastighet.



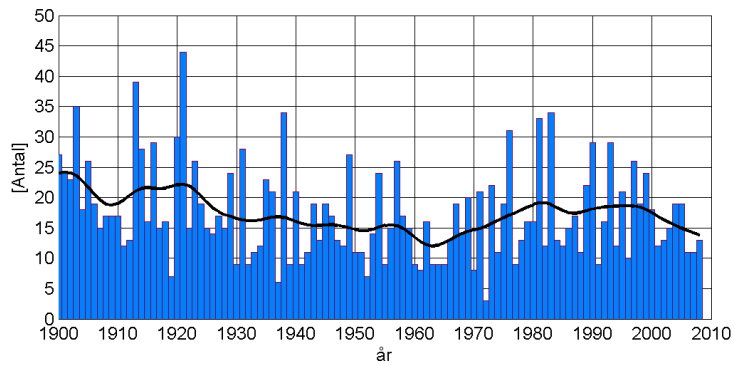
Figur 21. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Dagnr efter 1 juli då årets värsta storm inträffade.



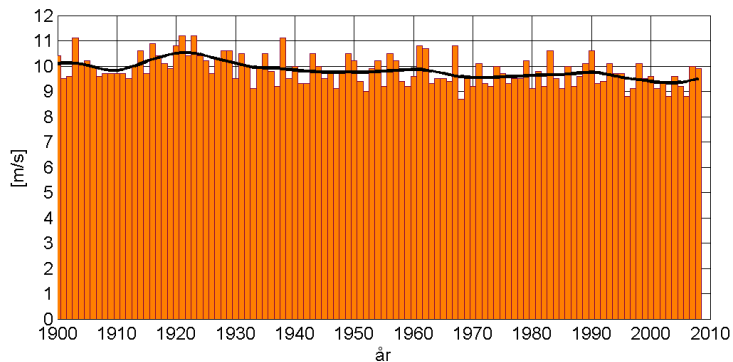
Figur 22. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Dagnr efter 1 juli då årets värsta storm inträffade



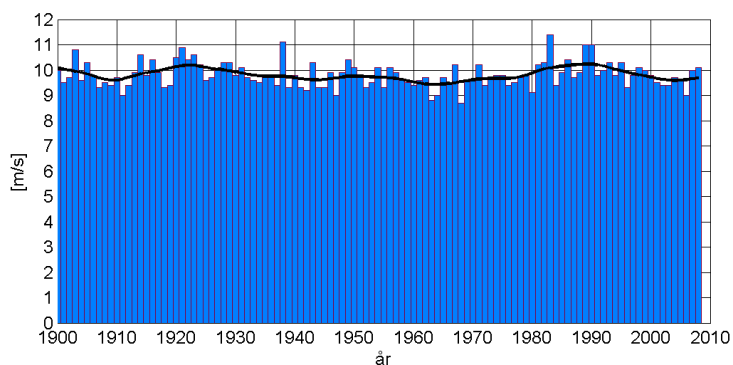
Figur 23. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Observationer > 25 m/s.



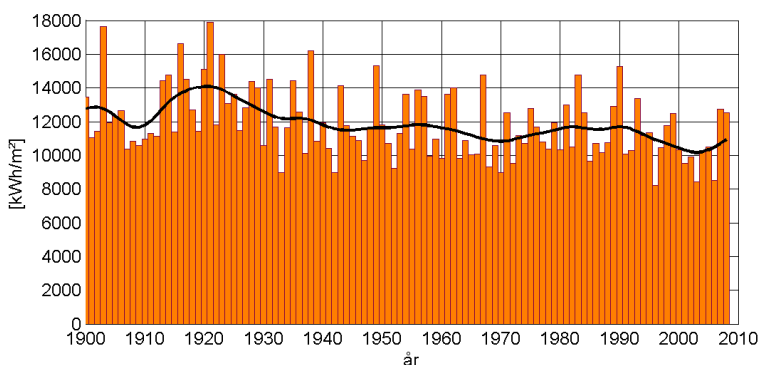
Figur 24. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Observationer > 25 m/s.



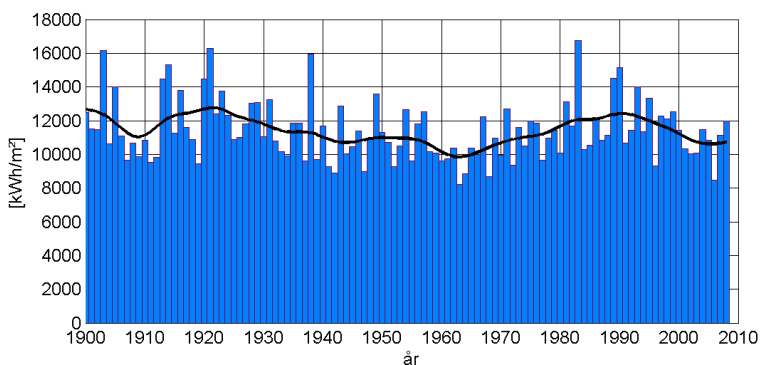
Figur 25. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Geostrofisk medelvindhastighet.



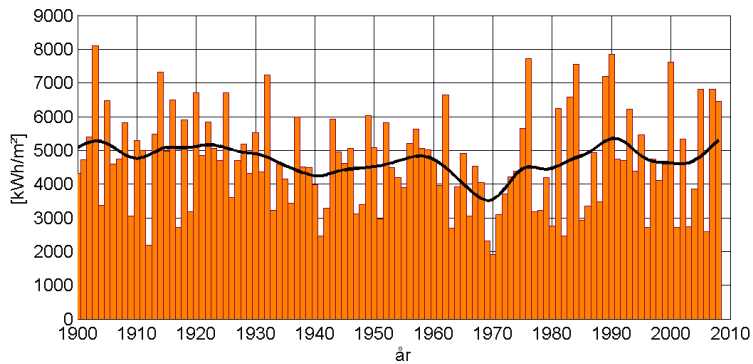
Figur 26. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Geostrofisk medelvindhastighet.



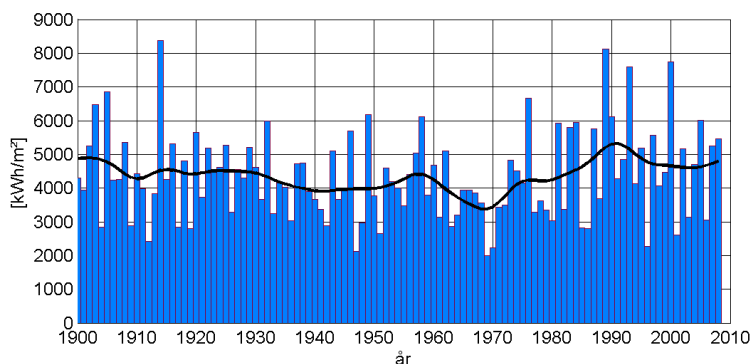
Figur 27. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Vindenergi.



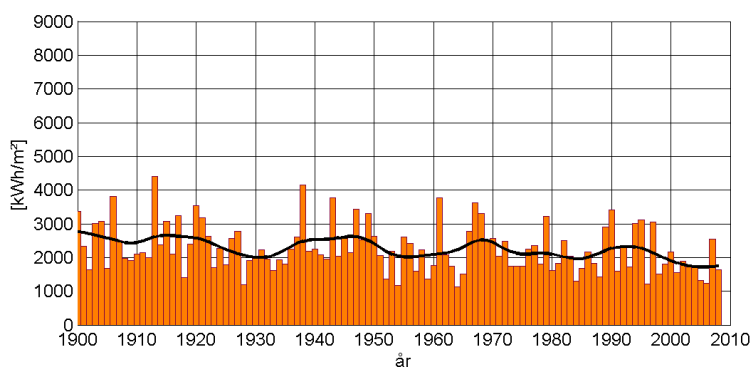
Figur 28. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Vindenergi.



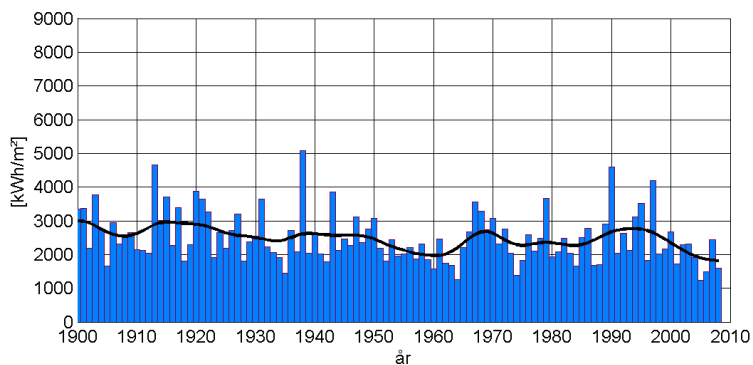
Figur 29. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Vindenergi vinter



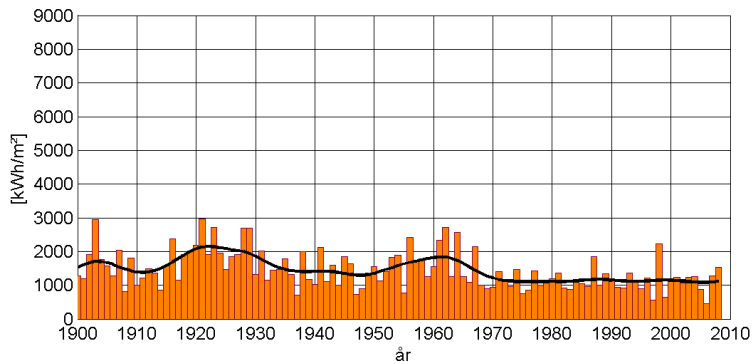
Figur 30. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Vindenergi vinter.



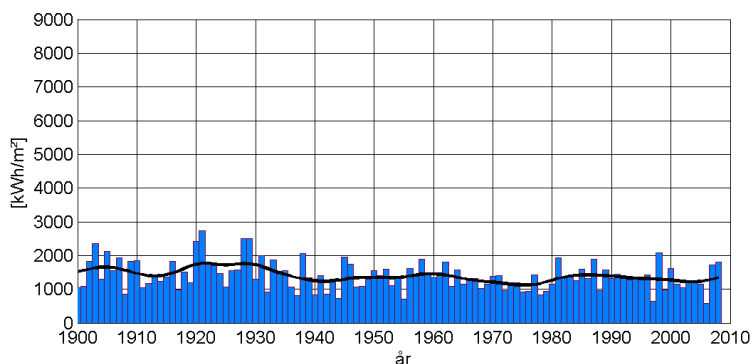
Figur 31. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Vindenergi vår



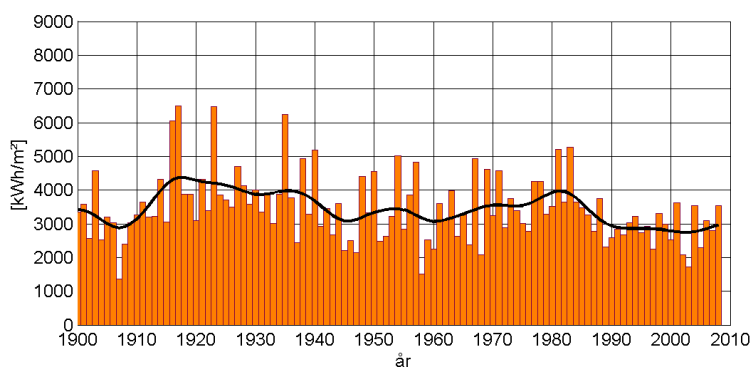
Figur 32. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Vindenergi vår.



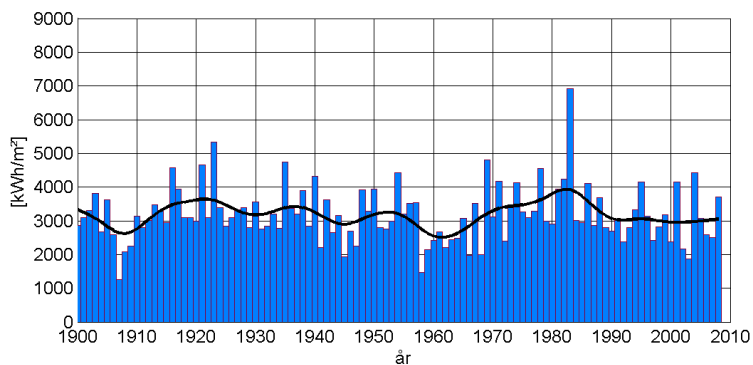
Figur 33. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Vindenergi sommar



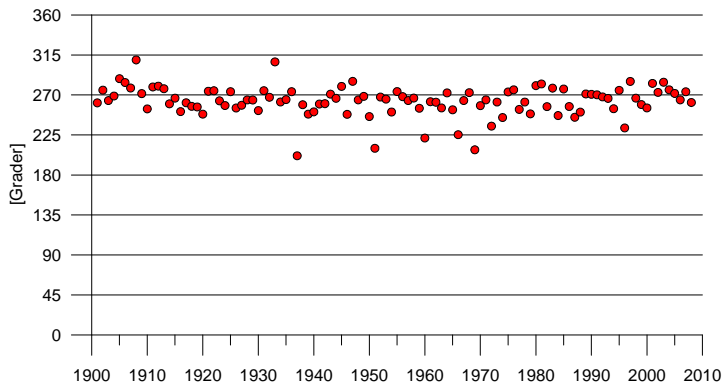
Figur 34. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Vindenergi sommar.



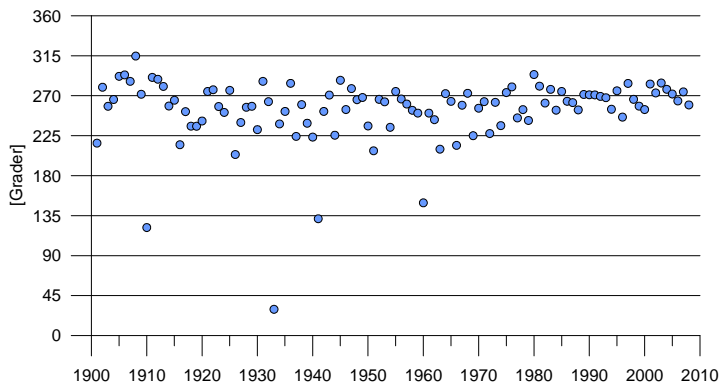
Figur 35. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Vindenergi höst



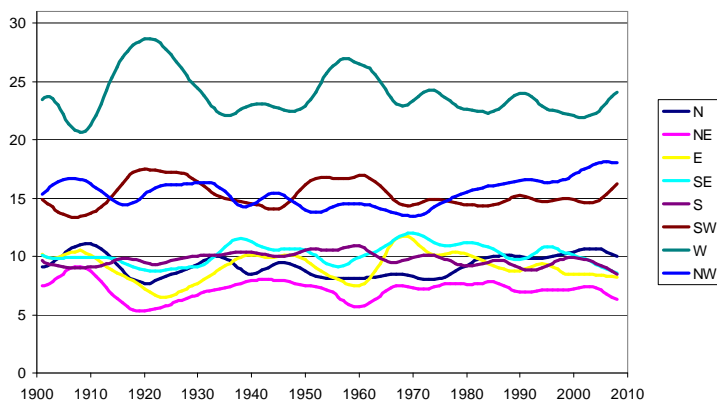
Figur 36. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Vindenergi höst.



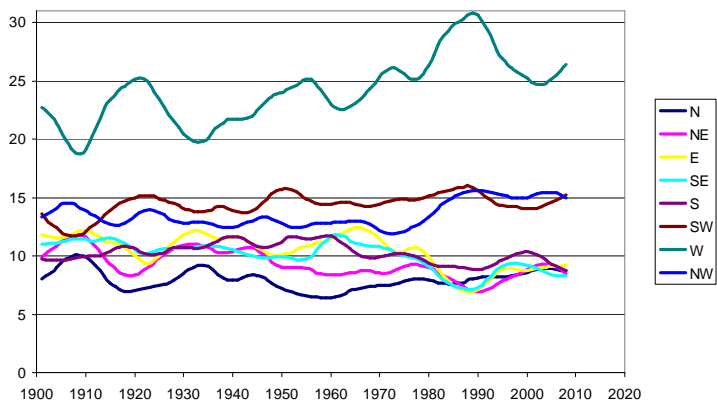
Figur 37. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Förhärskande vindriktning



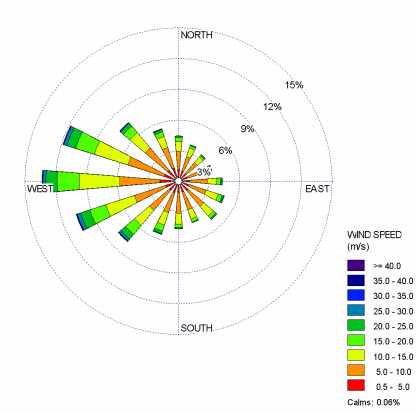
Figur 38. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Förhärskande vindriktning



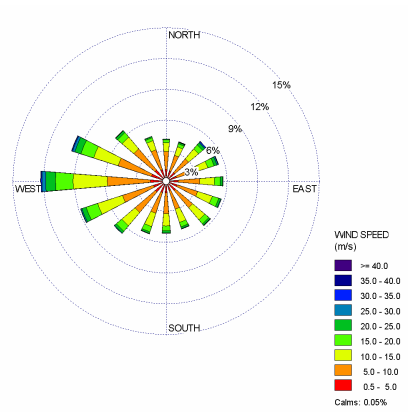
Figur 39. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Utjämnade frekvenser av vindriktningar.



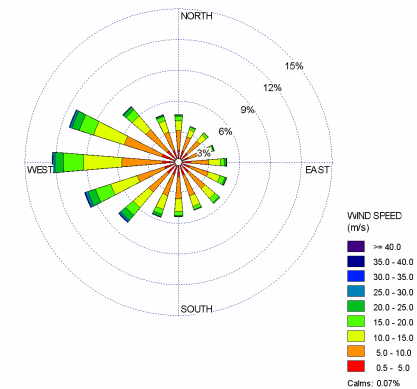
Figur 40. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Utjämnade frekvenser av vindriktningar.



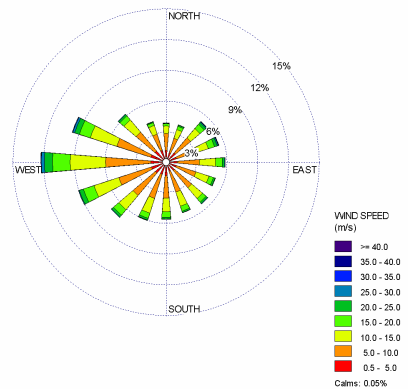
Figur 41. 1901-1930, G-V-L



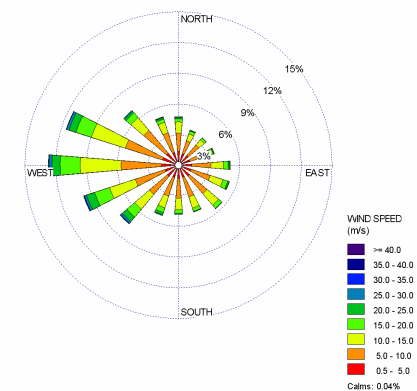
Figur 42. 1901-1930, G-S-V



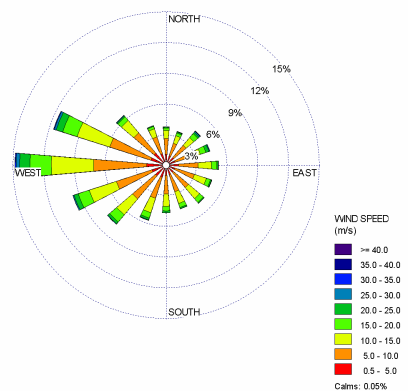
Figur 43. 1931-1960, G-V-L



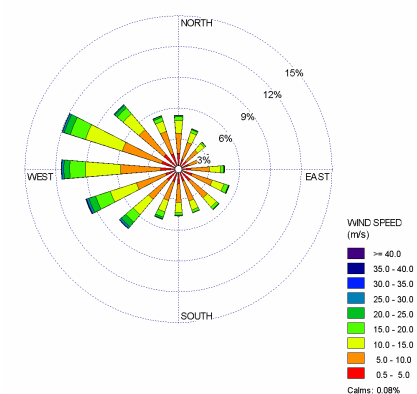
Figur 44. 1931-1960, G-S-V



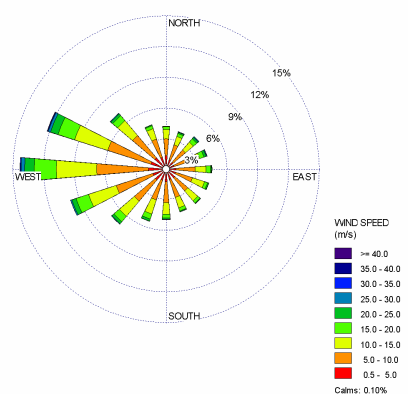
Figur 45. 1961 - 1990, G-V-L



Figur 46. 1961 - 1990, G-S-V

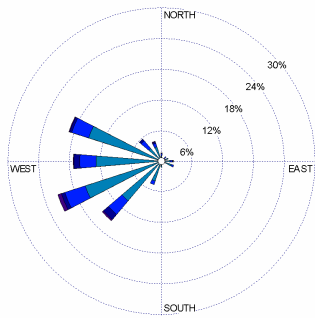


Figur 47. 1991 - 2008, G-V-L

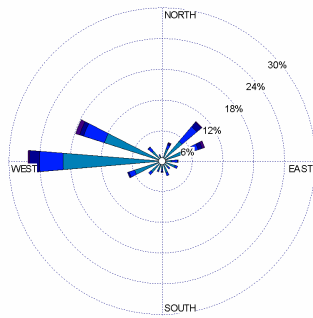


Figur 48. 1991 - 2008, G-S-V

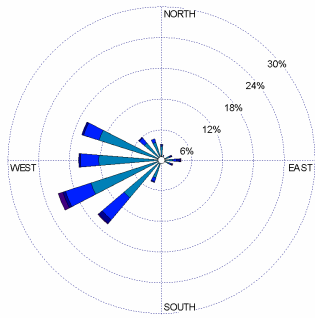
Figurerna 41 - 48 visar vindrosor för trianglarna Göteborg-Visby-Lund (till vänster) och Göteborg - Stockholm - Visby (till höger)



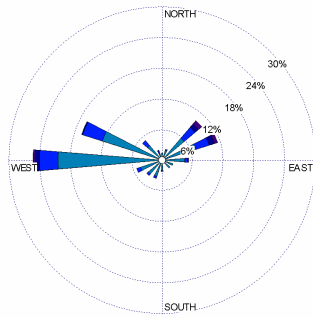
Figur 49. 1901 – 1930, G-V-L, >25 m/s.



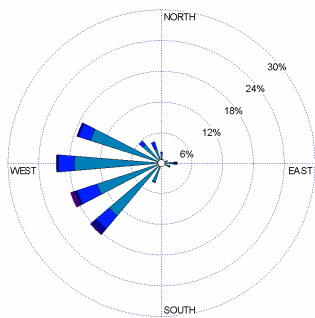
Figur 50. 1901 – 1930, G-S-V, >25 m/s.



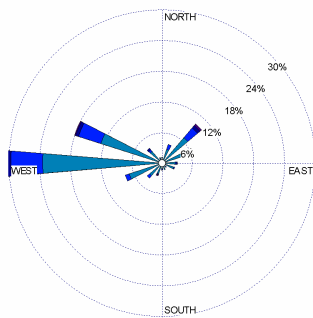
Figur 51. 1931 – 1960, G-V-L, >25 m/s.



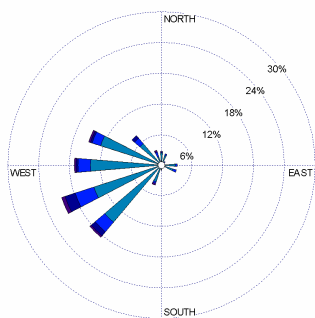
Figur 52. 1931 – 1960, G-S-V, >25 m/s.



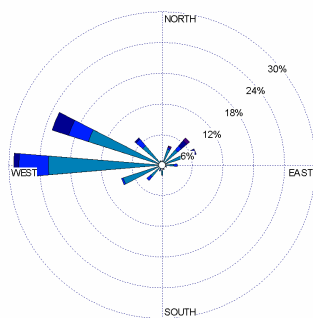
Figur 53. 1961 – 1990, G-V-L, >25 m/s.



Figur 54. 1961 – 1990, G-S-V, >25 m/s.



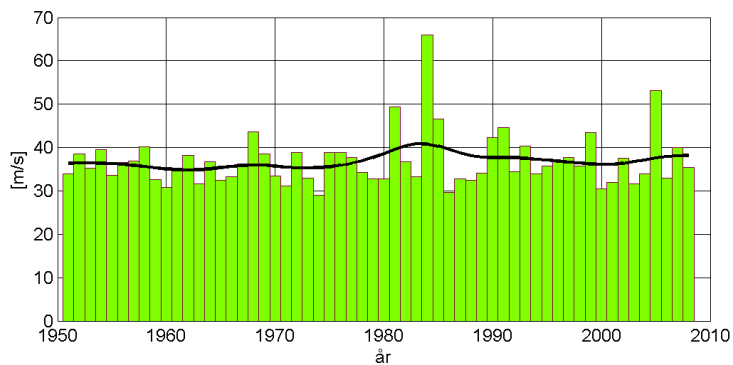
Figur 55. 1991 – 2008, G-V-L, >25 m/s.



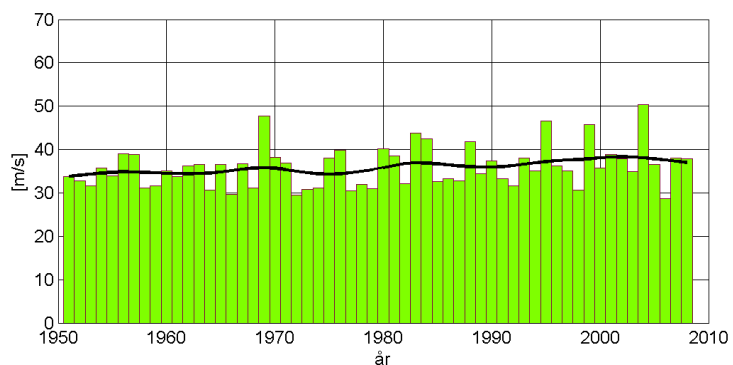
Figur 56. 1991 – 2008, G-S-V, >25 m/s.

Figurerna 49 – 56 visar vindrosor då det blåser minst 25 m/s för trianglarna Göteborg-Visby-Lund (till vänster) och Göteborg – Stockholm – Visby (till höger)

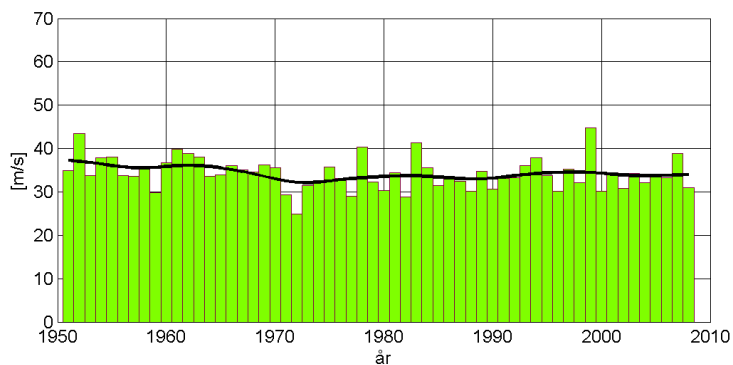
8.3 Största geostrofiska vindhastigheten 1951 – 2008



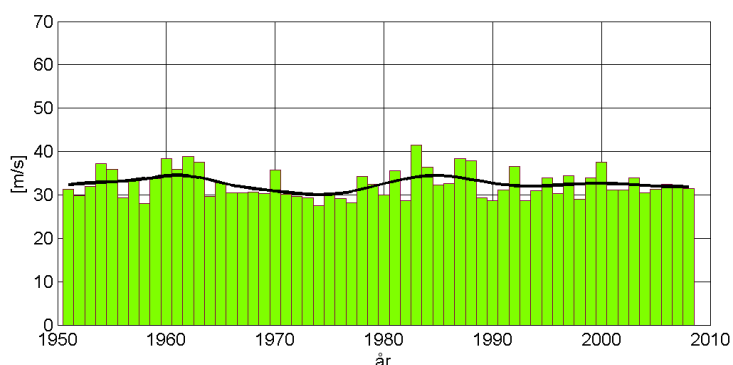
Figur 57. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Största geostrofiska vindhastighet.



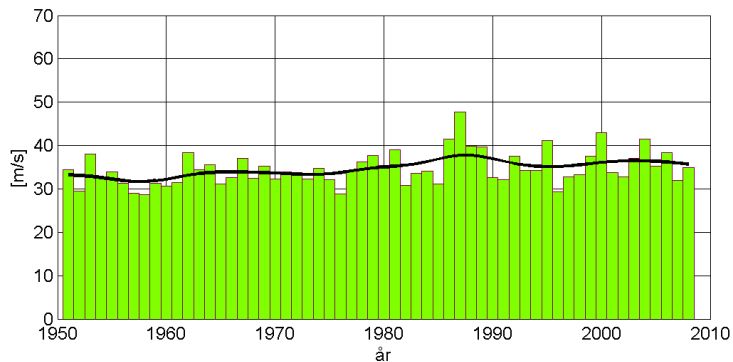
Figur 58. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Största geostrofiska vindhastighet.



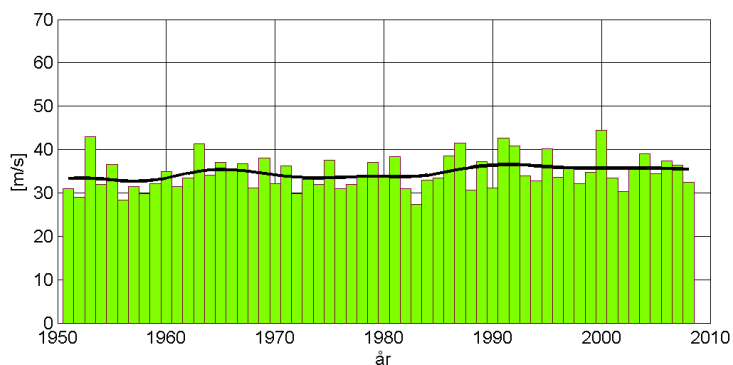
Figur 59. Triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Största geostrofiska vindhastighet.



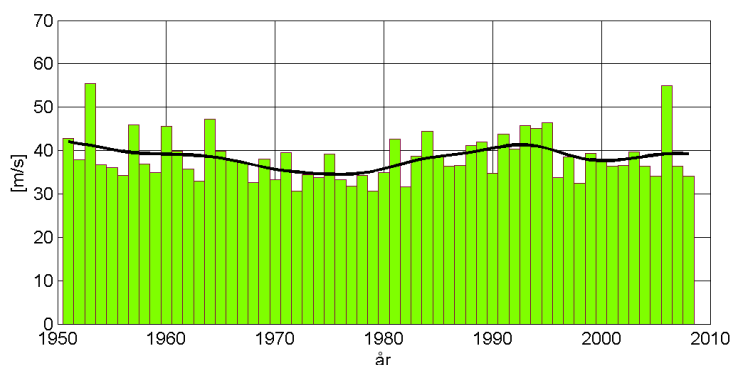
Figur 60. Triangel 4, Malung – Härnösand – Stockholm. Största geostrofiska vindhastighet.



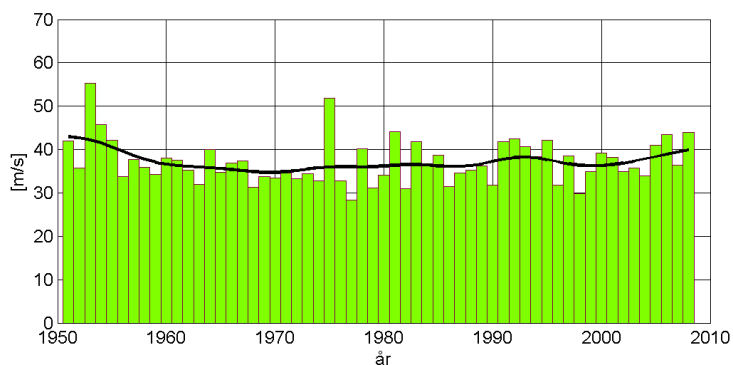
Figur 61. Triangel 5, Malung – Frösön – Härnösand. Största geostrofiska vindhastighet.



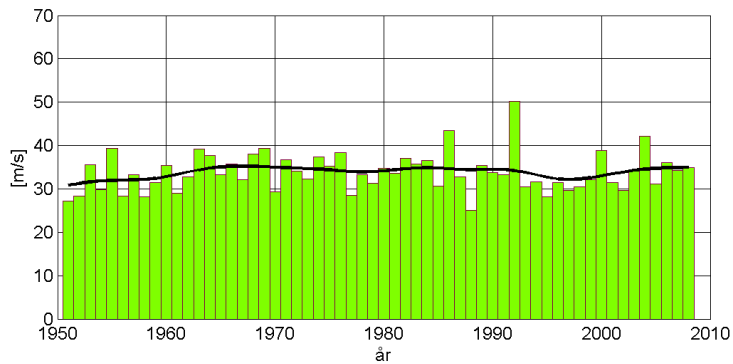
Figur 62. Triangel 6, Frösön – Gunnarn – Härnösand. Största geostrofiska vindhastighet.



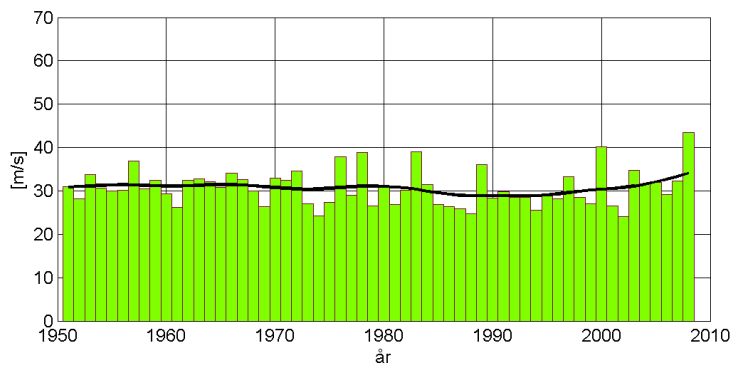
Figur 63. Triangel 7, Frösön – Gäddede – Gunnarn. Största geostrofiska vindhastighet.



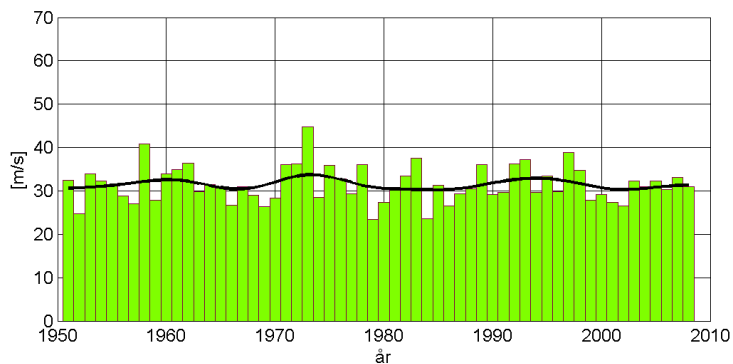
Figur 64. Triangel 8, Gäddede – Kvikkjokk – Gunnarn. Största geostrofiska vindhastighet.



Figur 65. Triangel 9, Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Största geostrofiska vindhastighet.

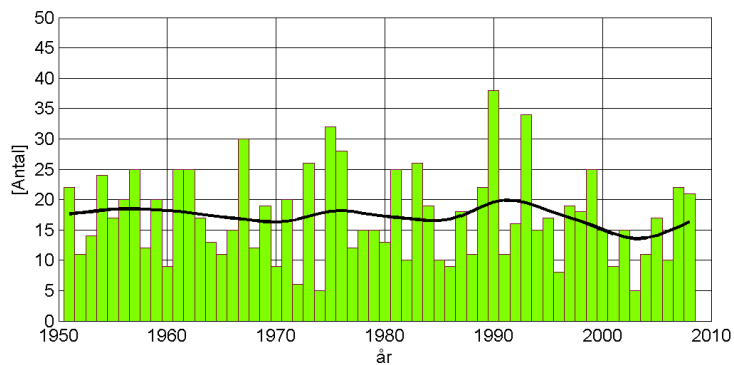


Figur 66. Triangel 10, Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Största geostrofiska vindhastighet.

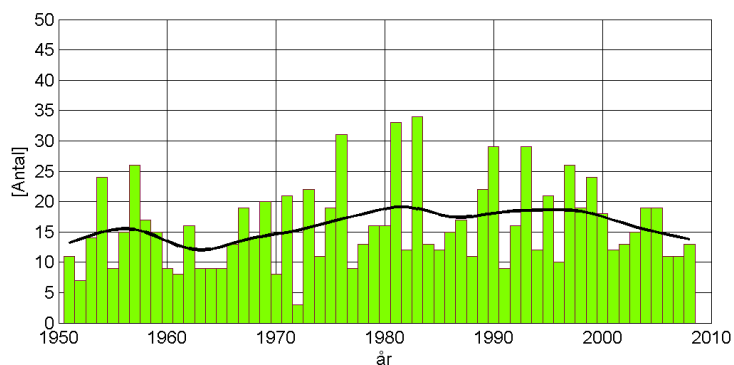


Figur 67. Triangel 11, Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Största geostrofiska vindhastighet.

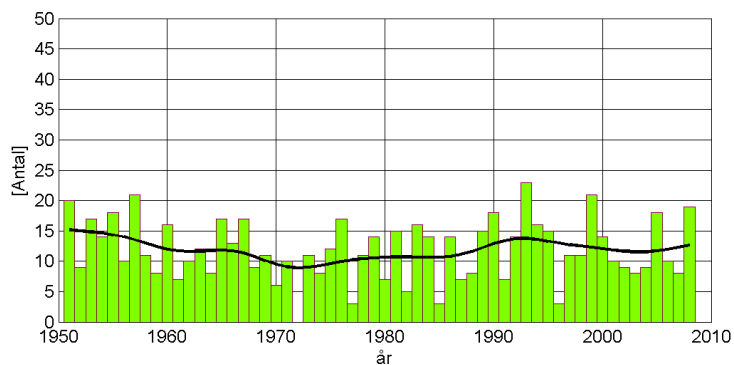
8.4 Antal observationer > 25 m/s, 1951 – 2008



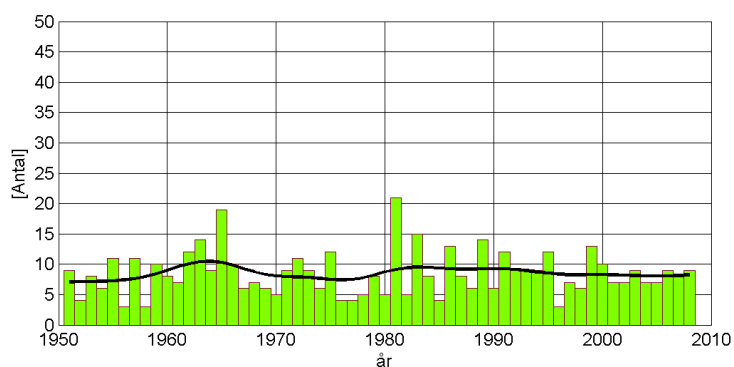
Figur 68. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Observationer > 25 m/s.



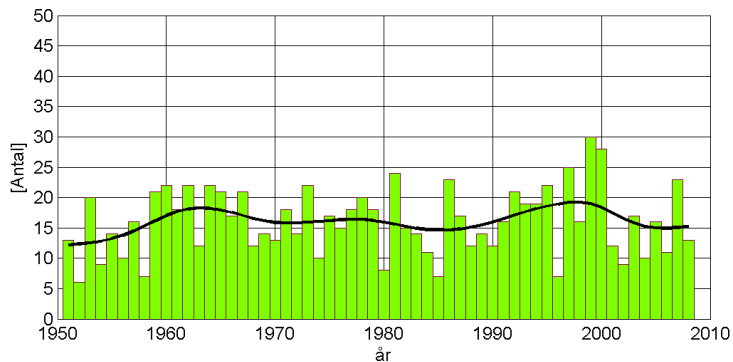
Figur 69. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Observationer > 25 m/s.



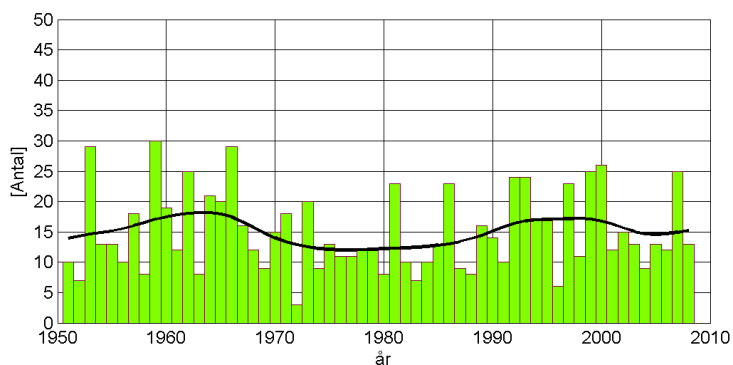
Figur 70. Triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Observationer > 25 m/s.



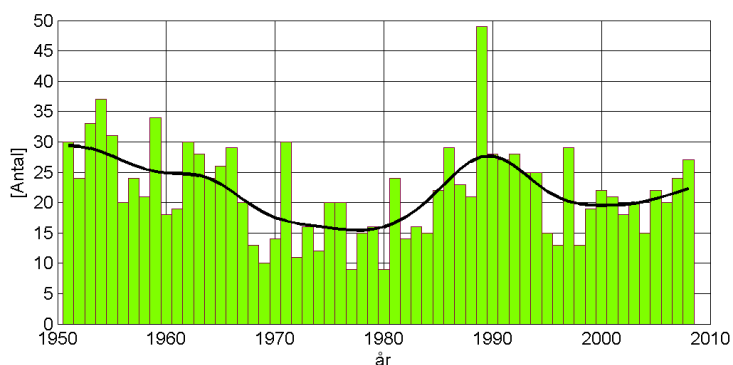
Figur 71. Triangel 4, Malung – Härsnösand – Stockholm. Observationer > 25 m/s.



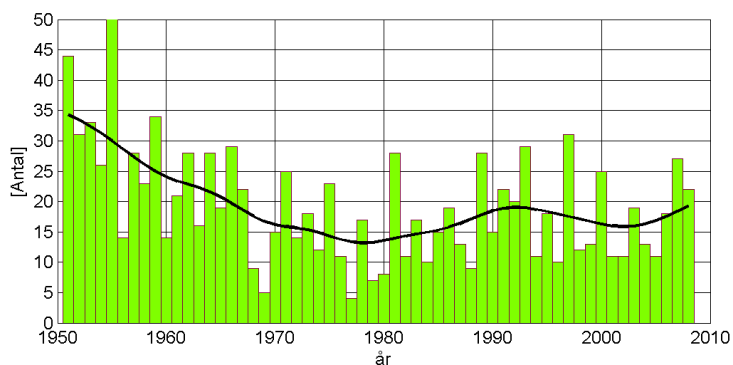
Figur 72. Triangel 5, Malung – Frösön – Härnösand. Observationer > 25 m/s.



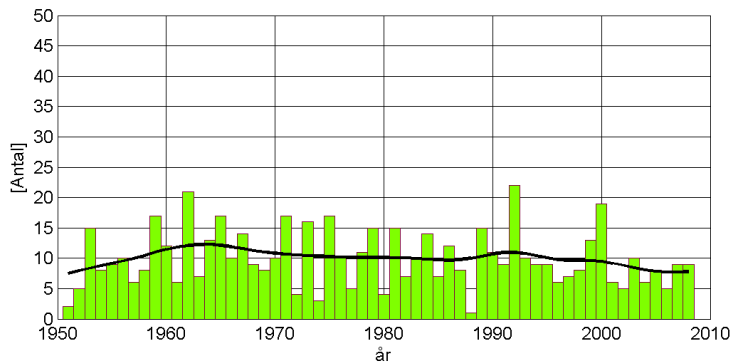
Figur 73. Triangel 6, Frösön – Gunnarn – Härnösand. Observationer > 25 m/s.



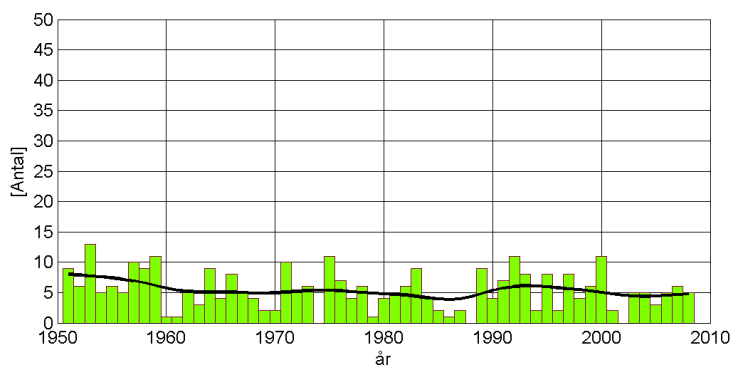
Figur 74. Triangel 7, Frösön – Gäddede – Gunnarn. Observationer > 25 m/s.



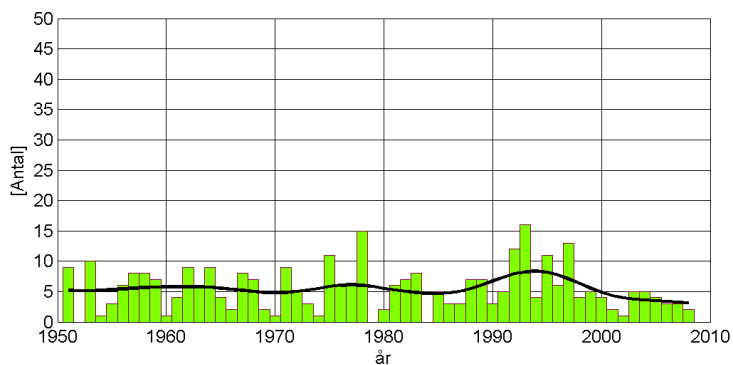
Figur 75. Triangel 8, Gäddede – Kvikkjokk – Gunnarn. Observationer > 25 m/s.



Figur 76. Triangel 9, Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Observationer > 25 m/s.

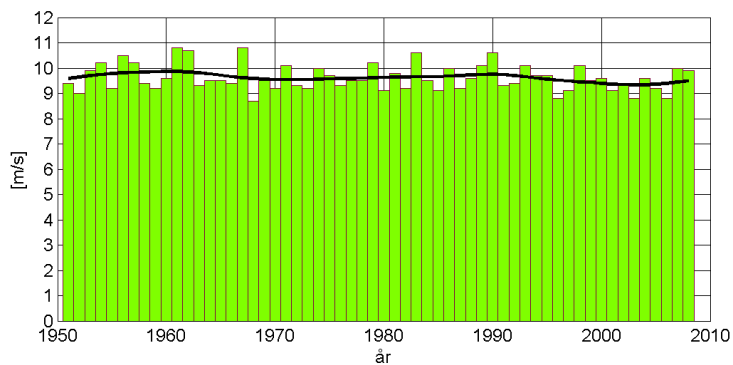


Figur 77. Triangel 10, Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Observationer > 25 m/s.

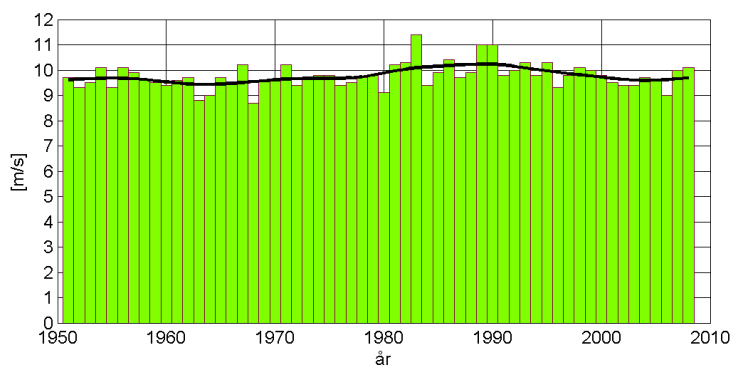


Figur 78. Triangel 11, Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Observationer > 25 m/s.

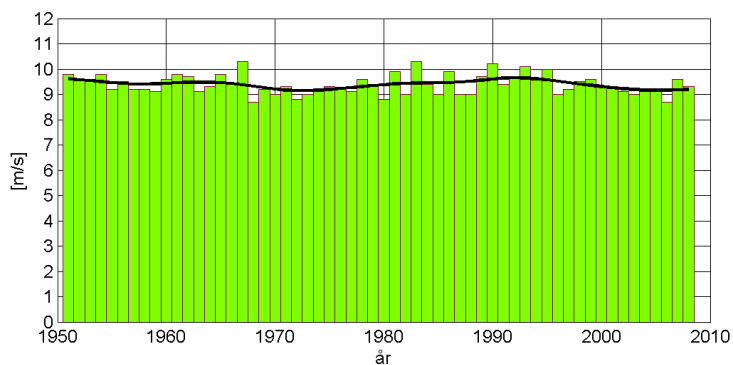
8.5 Geostrofisk medelvindhastighet. 1951 – 2008



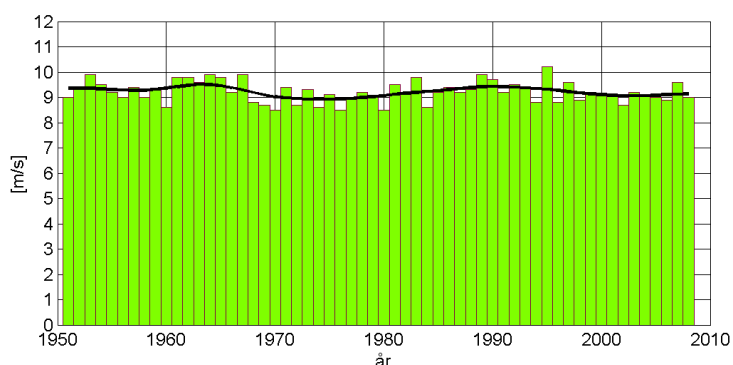
Figur 79. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Geostrofisk medelvindhastighet.



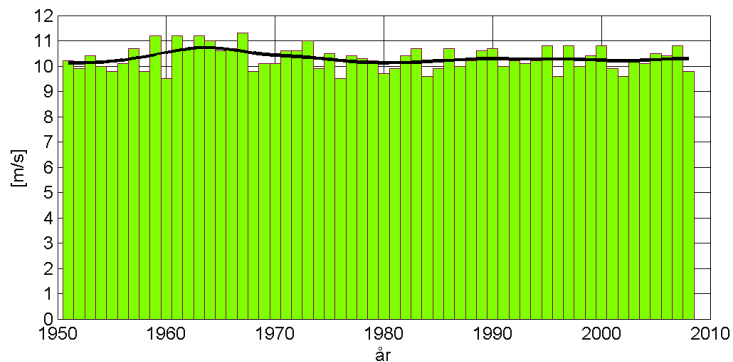
Figur 80. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Geostrofisk medelvindhastighet.



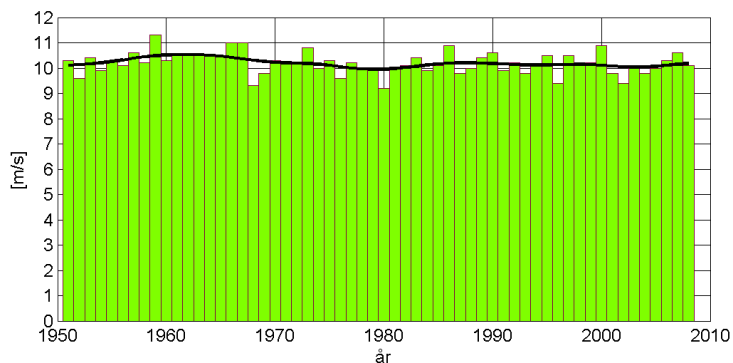
Figur 81. Triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Geostrofisk medelvindhastighet.



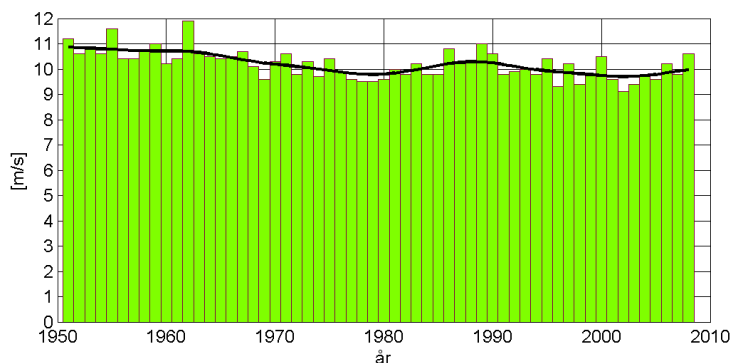
Figur 82. Triangel 4, Malung – Härsnösand – Stockholm. Geostrofisk medelvindhastighet.



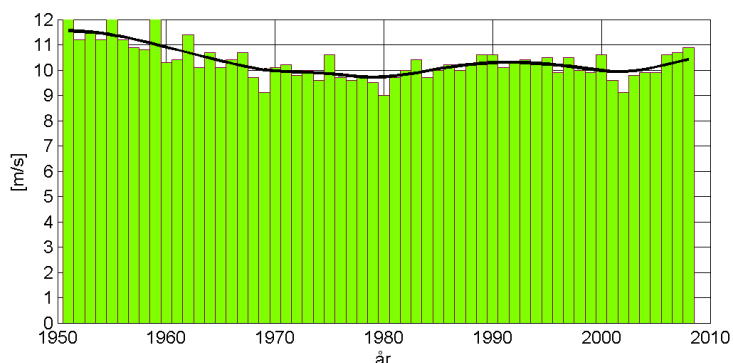
Figur 83. Triangel 5, Malung – Frösön – Härnösand. Geostrofisk medelvindhastighet.



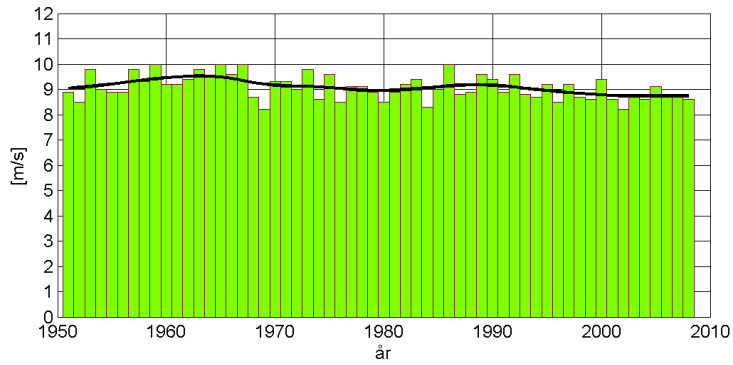
Figur 84. Triangel 6, Frösön – Gunnarn – Härnösand. Geostrofisk medelvindhastighet.



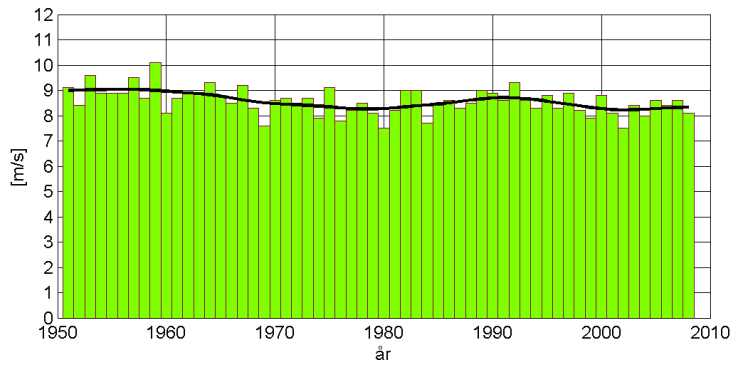
Figur 85. Triangel 7, Frösön – Gäddede – Gunnarn. Geostrofisk medelvindhastighet.



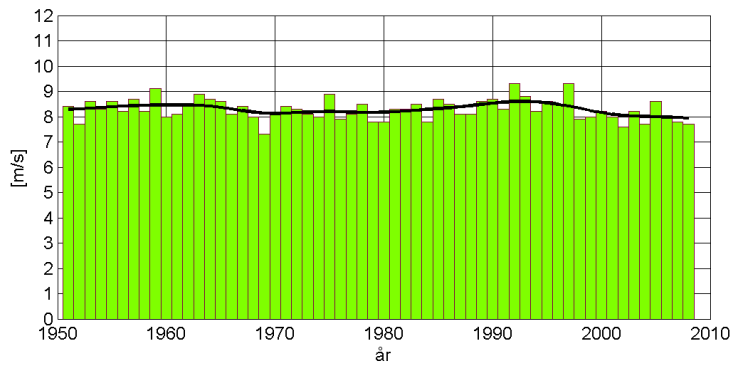
Figur 86. Triangel 8, Gäddede – Kvikkjokk – Gunnarn. Geostrofisk medelvindhastighet.



Figur 87. Triangel 9, Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Geostrofisk medelvindhastighet.

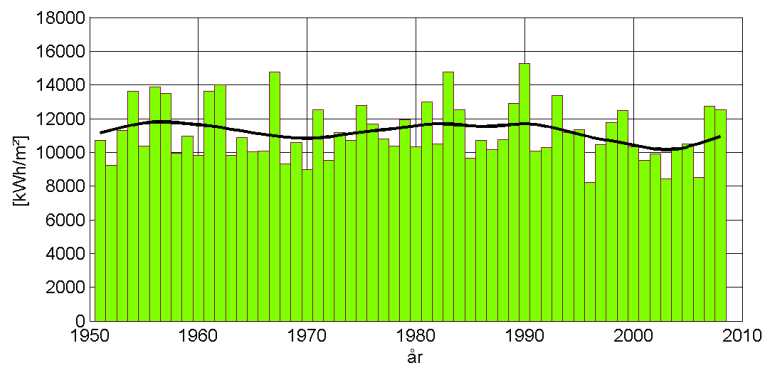


Figur 88. Triangel 10, Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Geostrofisk medelvindhastighet.

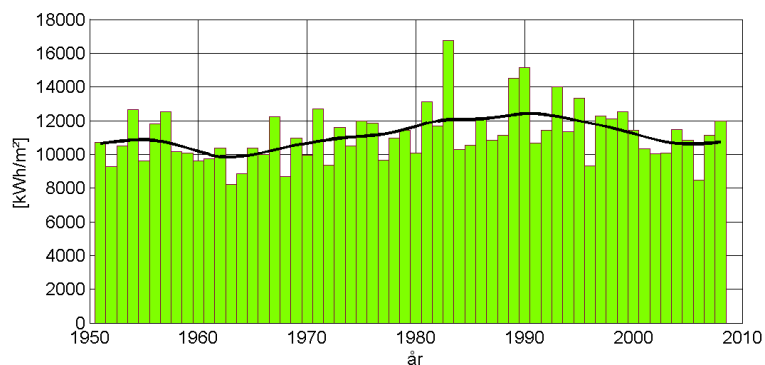


Figur 89. Triangel 11, Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Geostrofisk medelvindhastighet.

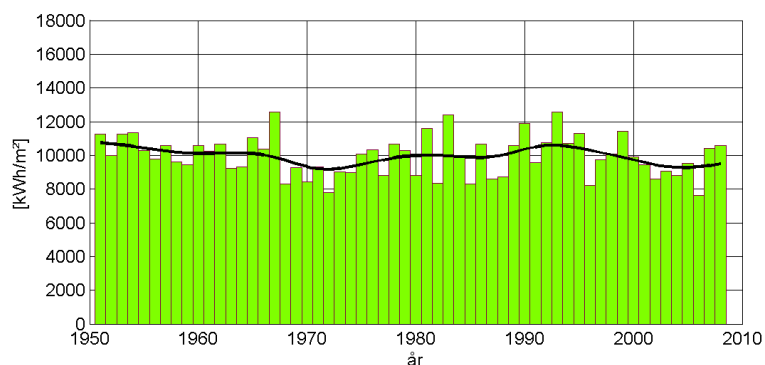
8.6 Geostrofiska potentiell vindenergi 1951 – 2008



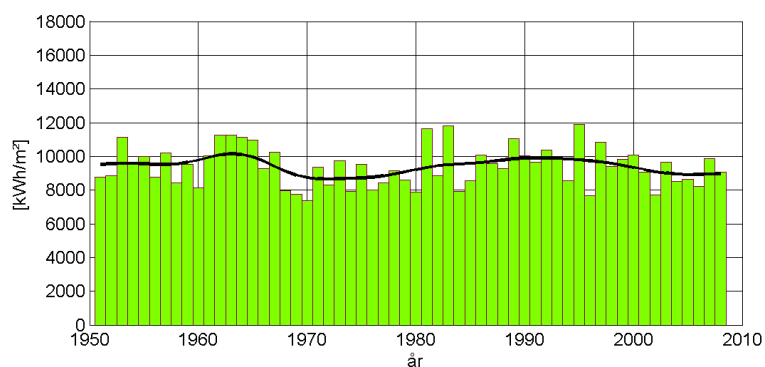
Figur 90. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Geostrofiska potentiell vindenergi.



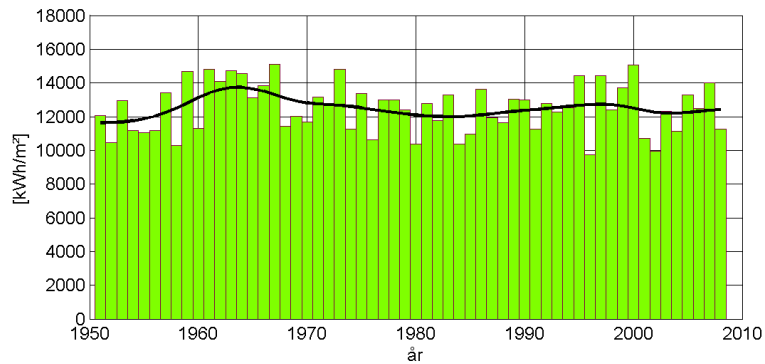
Figur 91. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Geostrofiska potentiell vindenergi.



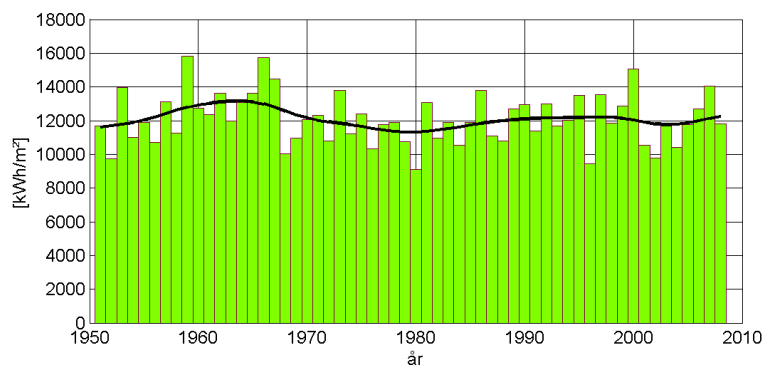
Figur 92. Triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Geostrofiska potentiell vindenergi.



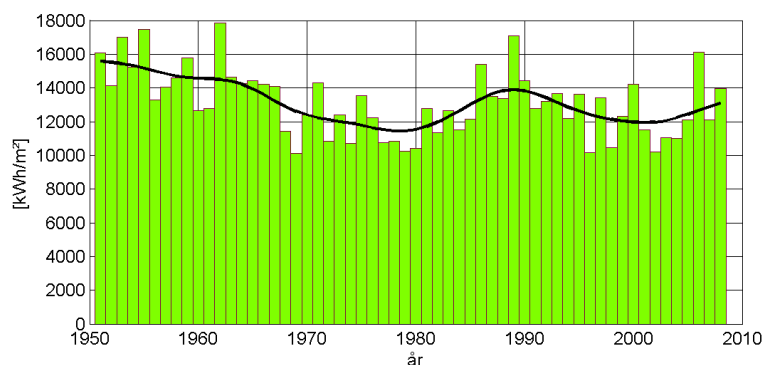
Figur 93. Triangel 4, Malung – Härnösand – Stockholm. Geostrofiska potentiell vindenergi.



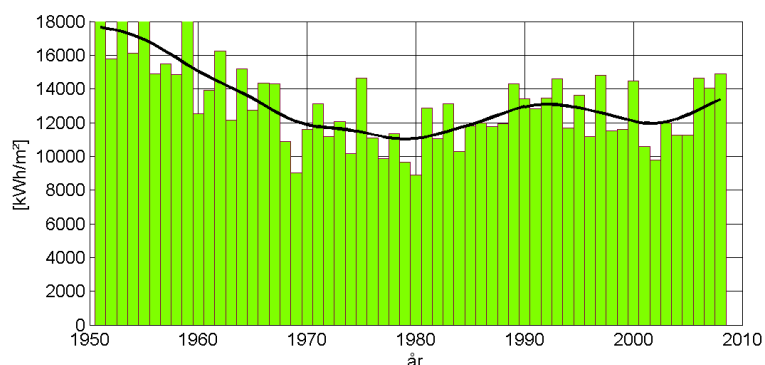
Figur 94. Triangel 5, Malung – Frösön – Härnösand. Geostrofiska potentiell vindenergi.



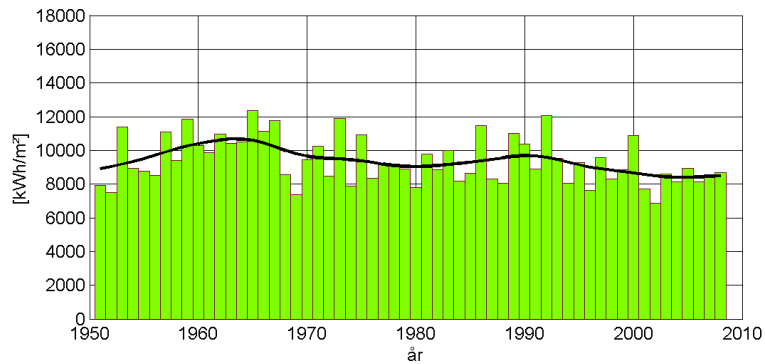
Figur 95. Triangel 6, Frösön – Gunnarn – Härnösand. Geostrofiska potentiell vindenergi.



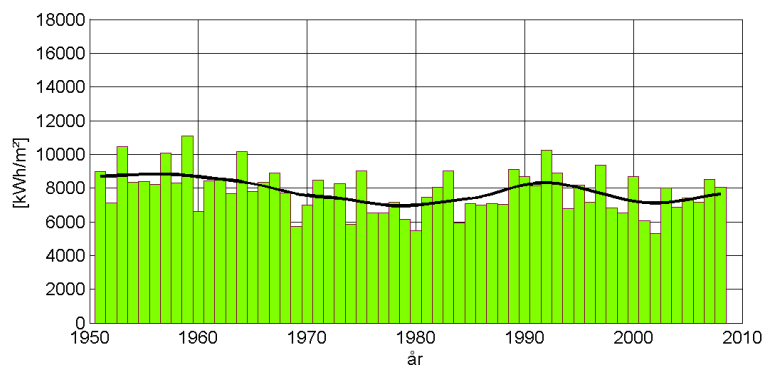
Figur 96. Triangel 7, Frösön – Gäddede – Gunnarn. Geostrofiska potentiell vindenergi.



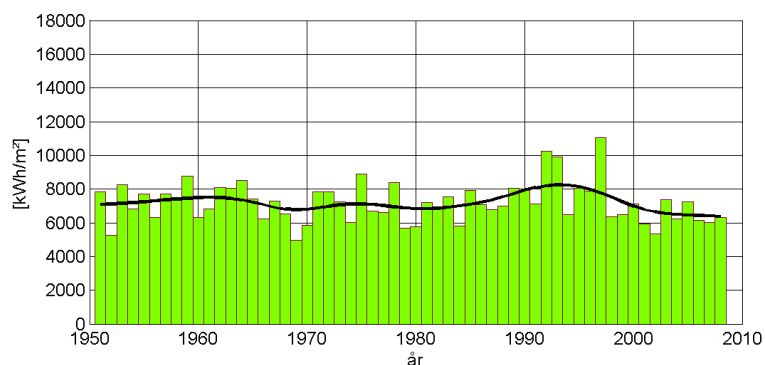
Figur 97. Triangel 8, Gäddede – Kvikkjokk – Gunnarn. Geostrofiska potentiell vindenergi.



Figur 98. Triangel 9, Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Geostrofiska potentiell vindenergi.

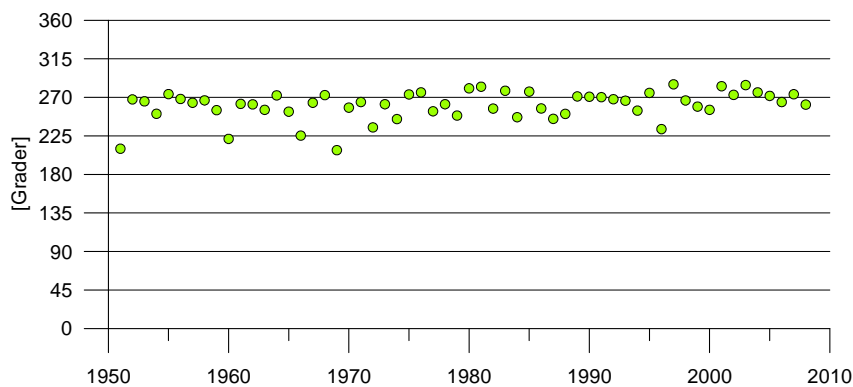


Figur 99. Triangel 10, Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Geostrofiska potentiell vindenergi.

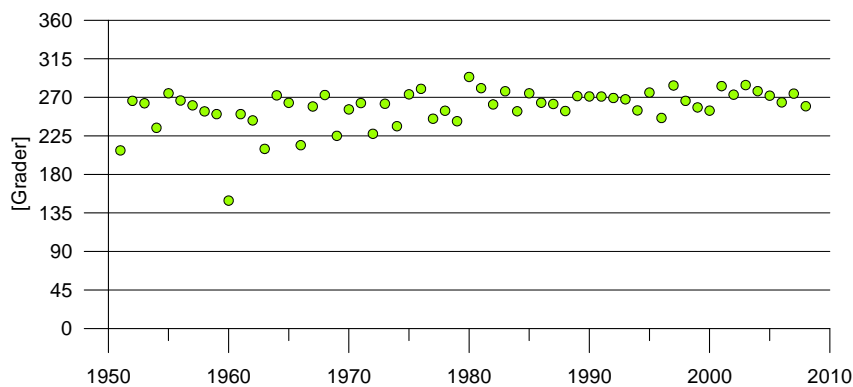


Figur 100. Triangel 11, Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Geostrofiska potentiell vindenergi.

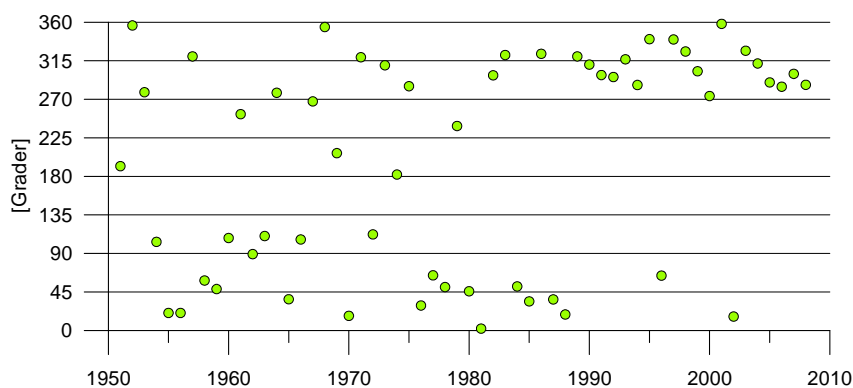
8.7 Förhärskande vindriktning, 1951 – 2008



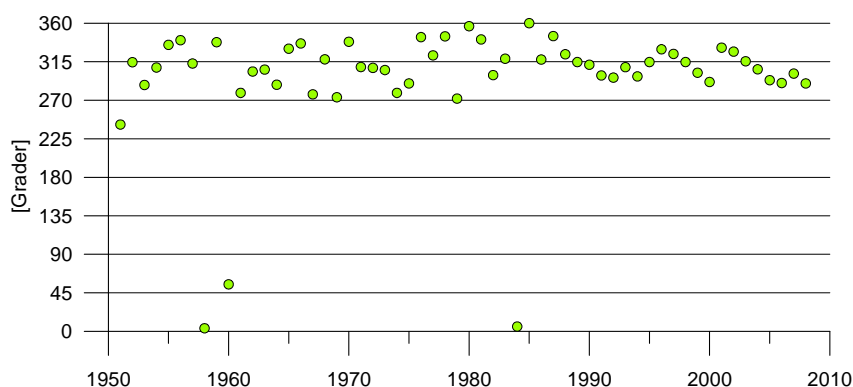
Figur 101. Triangel 1, Göteborg – Visby – Lund. Förhärskande vindriktning.



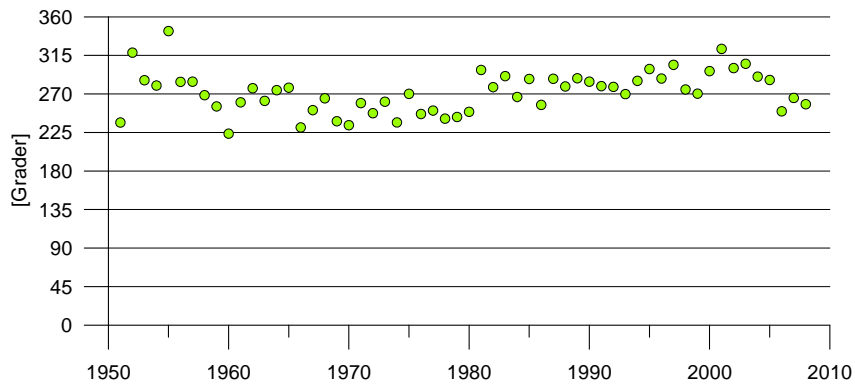
Figur 102. Triangel 2, Göteborg – Stockholm – Visby. Förhärskande vindriktning.



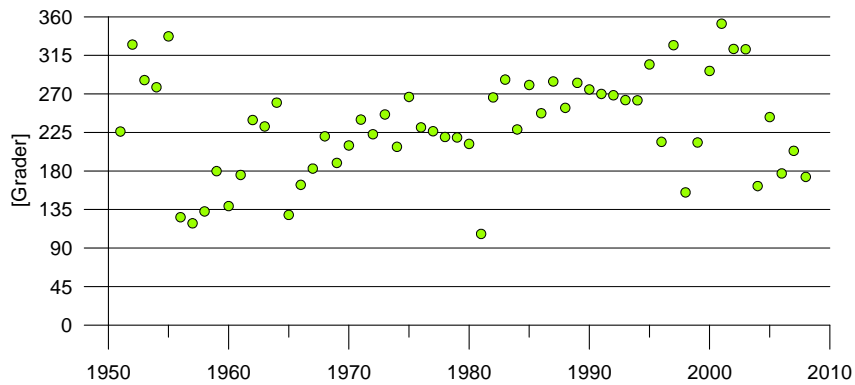
Figur 103. Triangel 3, Göteborg – Malung – Stockholm. Förhärskande vindriktning.



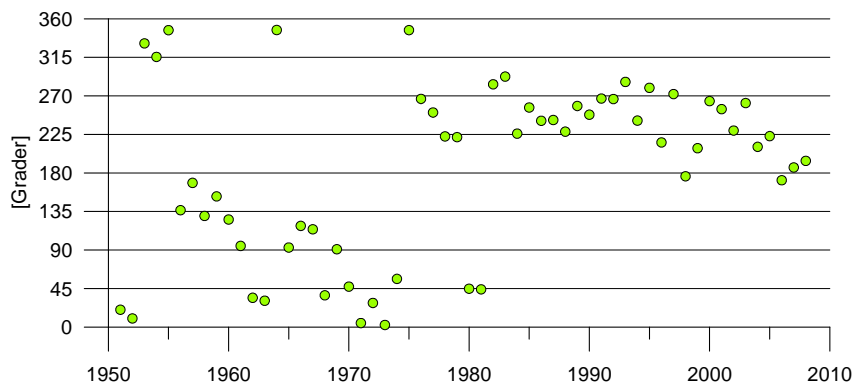
Figur 104. Triangel 4, Malung – Härsnösand – Stockholm. Förhärskande vindriktning.



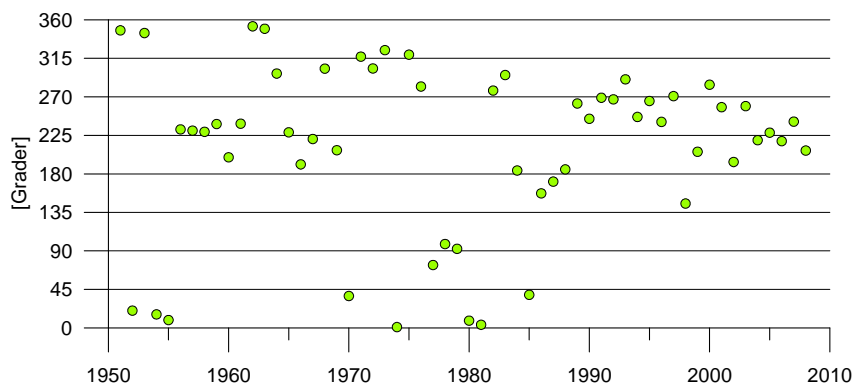
Figur 105. Triangel 5, Malung – Frösön – Härnösand. Förhärskande vindriktning.



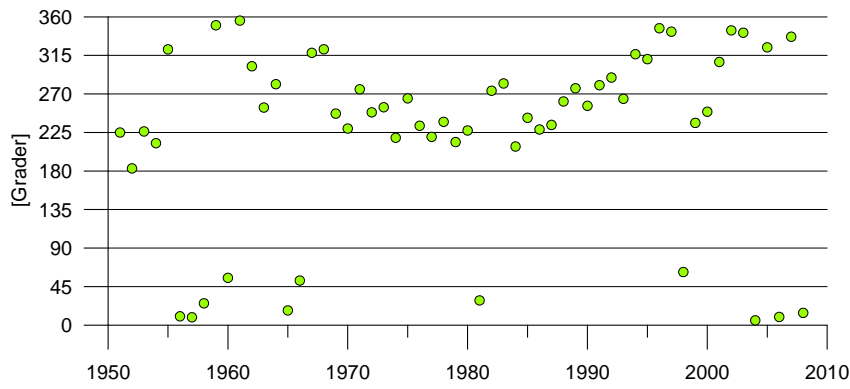
Figur 106. Triangel 6, Frösön – Gunnarn – Härnösand. Förhärskande vindriktning.



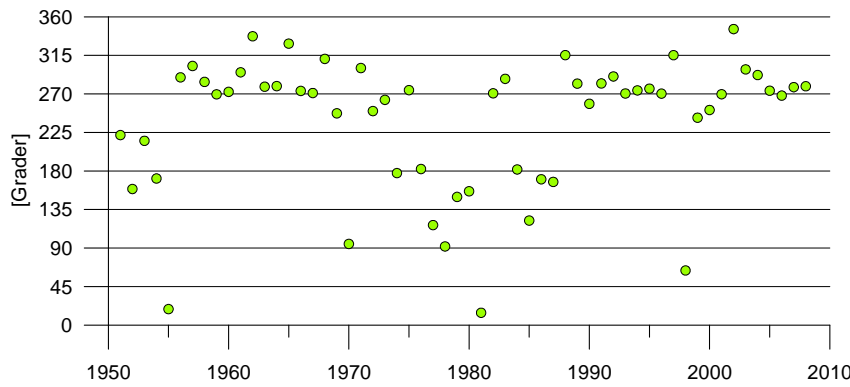
Figur 107. Triangel 7, Frösön – Gäddede – Gunnarn. Förhärskande vindriktning.



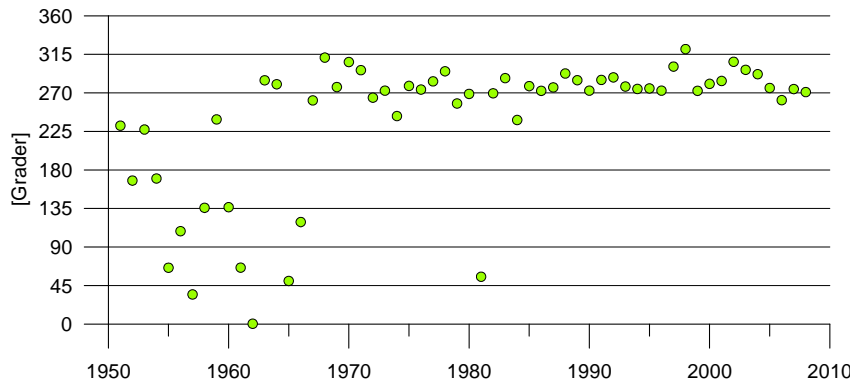
Figur 108. Triangel 8, Gäddede – Kvikkjokk – Gunnarn. Förhärskande vindriktning.



Figur 109. Triangel 9, Härnösand – Gunnarn – Haparanda. Förhärskande vindriktning.

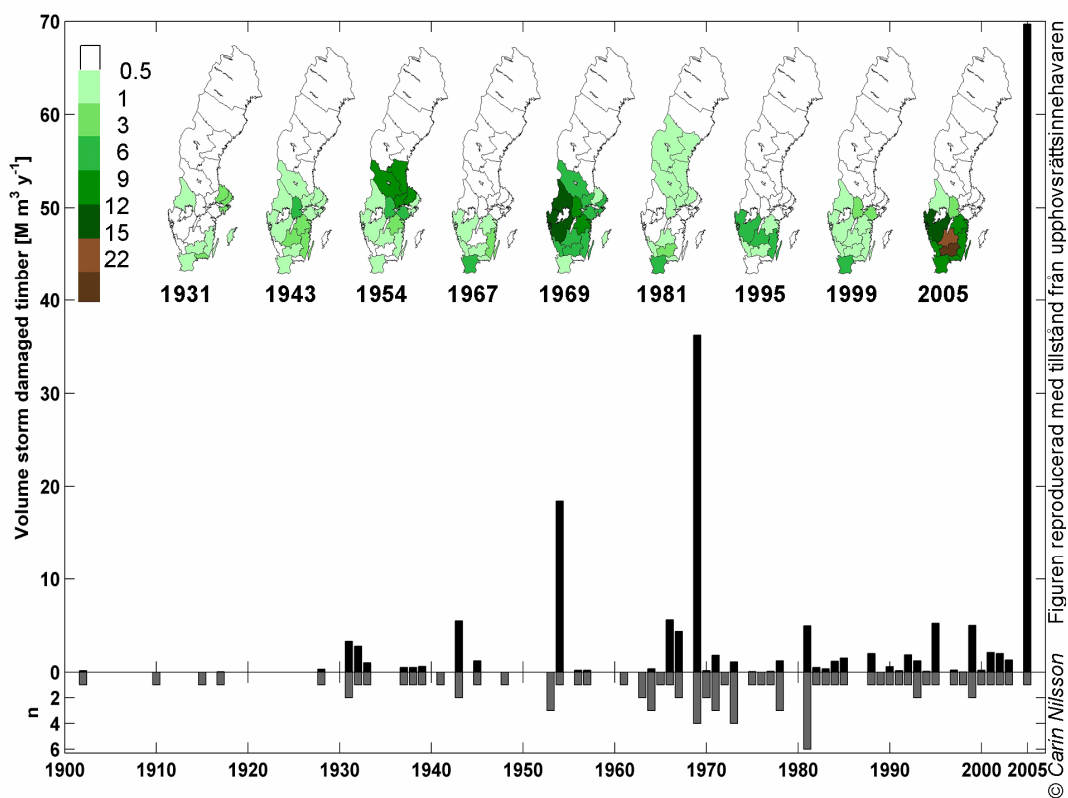


Figur 110. Triangel 10, Gunnarn – Kvikkjokk – Haparanda. Förhärskande vindriktning.



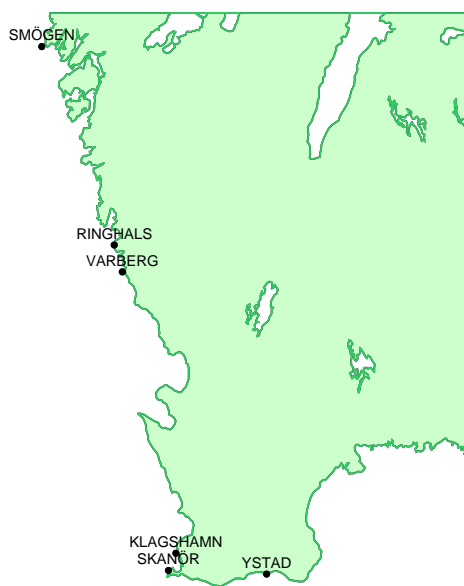
Figur 111. Triangel 11, Kvikkjokk – Karesuando – Haparanda. Förhärskande vindriktning.

8.8 Skogsskador

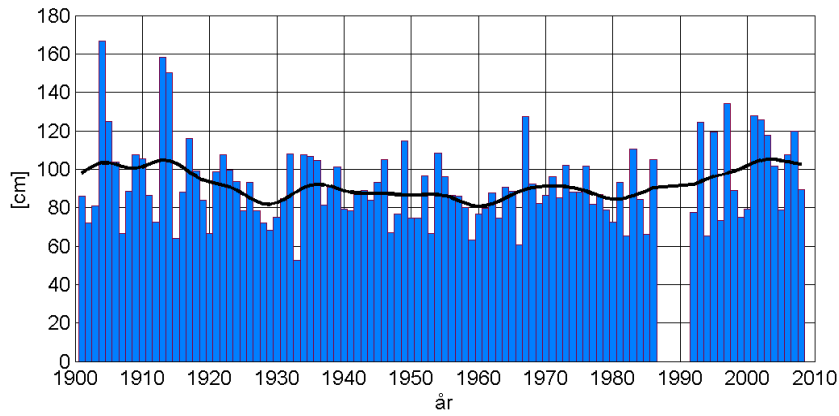


Figur 112. Histogrammets övre del (svarta uppåtriktade staplar) visar volym skadad skog per år (miljoner skogskubikmeter/år) medan den nedre delen (grå nedåtriktade staplar) visar antalet stormar då skogsskador rapporterats. För ett urval valda år visas i kartform den länsvisa fördelningen av skogsskador (Nilsson, 2008). Figuren reproducerad med tillstånd från Carin Nilsson

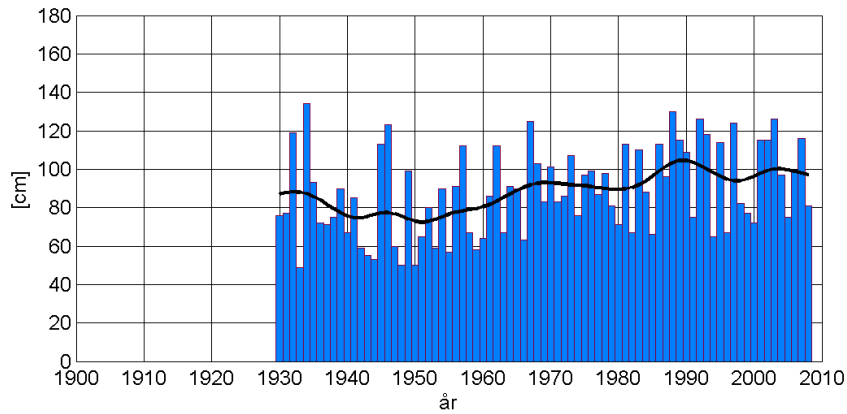
8.9 Högsta havsvattenstånd, 1901 – 2008



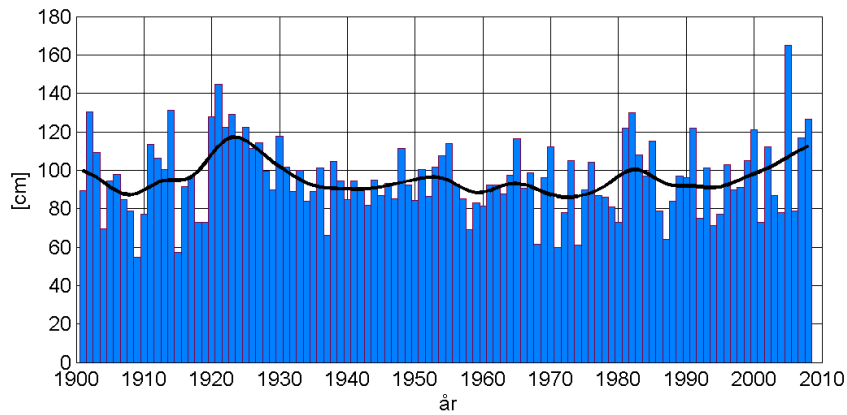
Figur 113. Stationer som mäter havsvattenstånd.



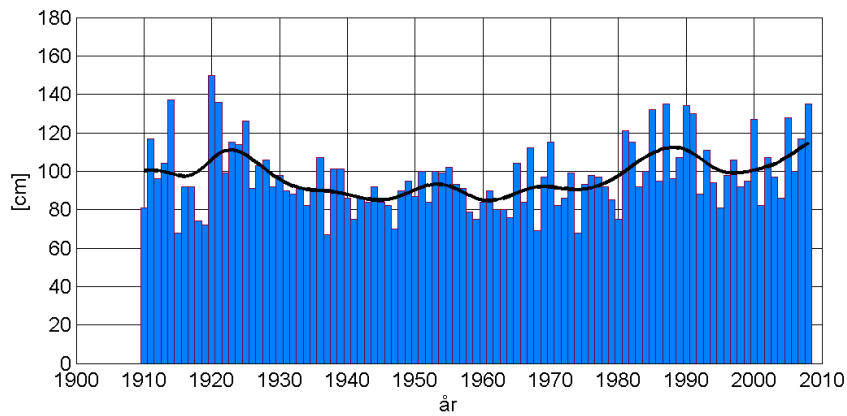
Figur 114. Årets högsta vattenstånd i Ystad/Skanör.



Figur 115. Årets högsta vattenstånd i Klagshamn.

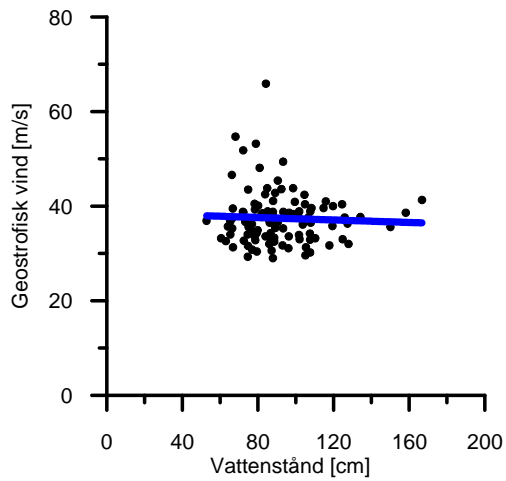


Figur 116. Årets högsta vattenstånd i Varberg/Ringhals.

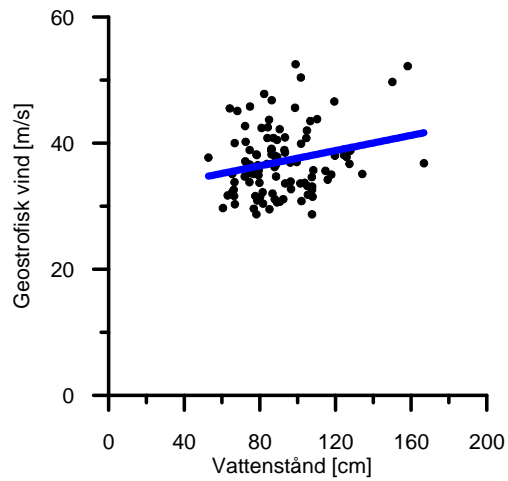


Figur 117. Årets högsta vattenstånd i Smögen.

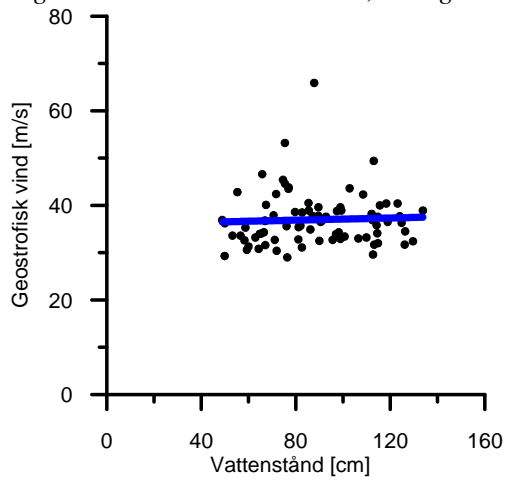
8.10 Geostrofisk vind och vattenstånd 1901 – 2008



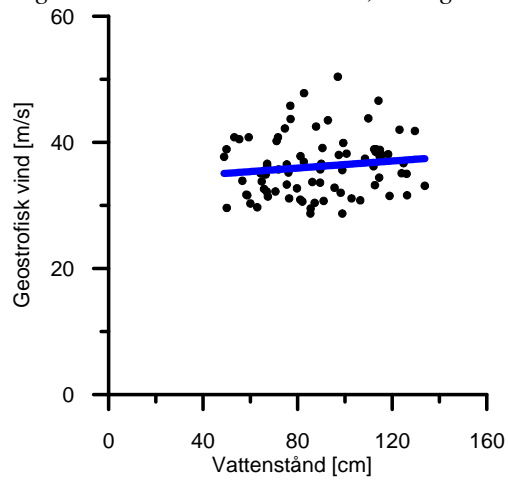
Figur 118. Ystad/Skanör–GVL, triangel 1



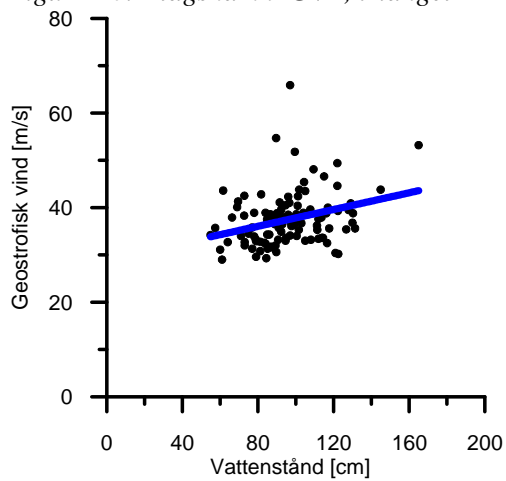
Figur 119. Ystad/Skanör–GSV, triangel 2



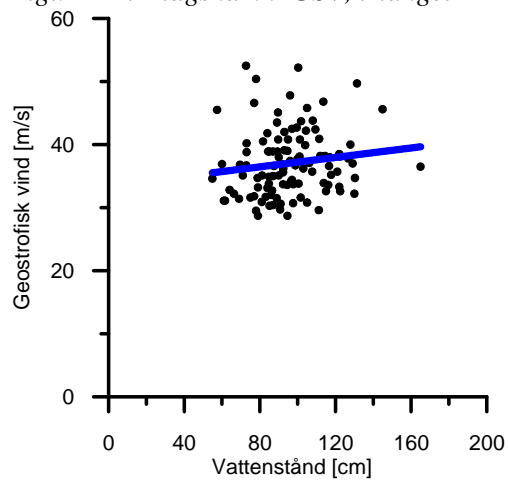
Figur 120. Klagshamn–GVL, triangel 1



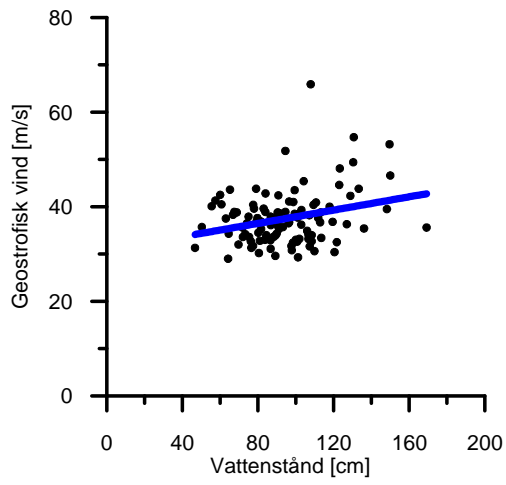
Figur 121. Klagshamn–GSV, triangel 2



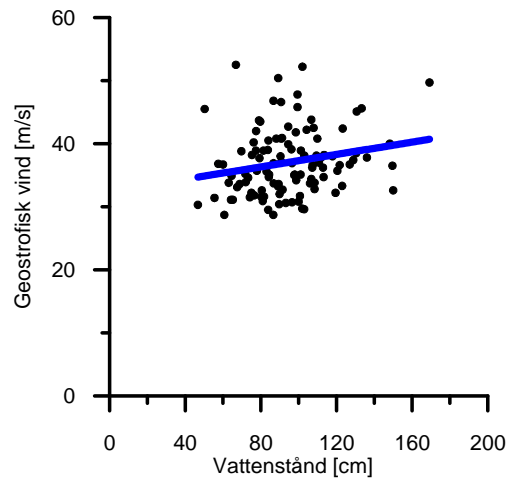
Figur 122. Varberg/Ringhals–GVL,
triangel 1



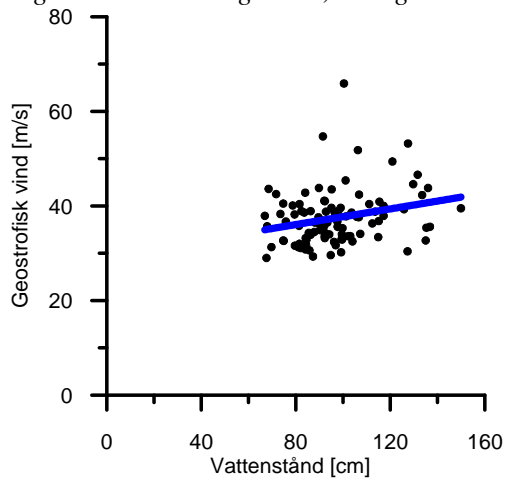
Figur 123. Varberg/Ringhals–GSV,
triangel 2



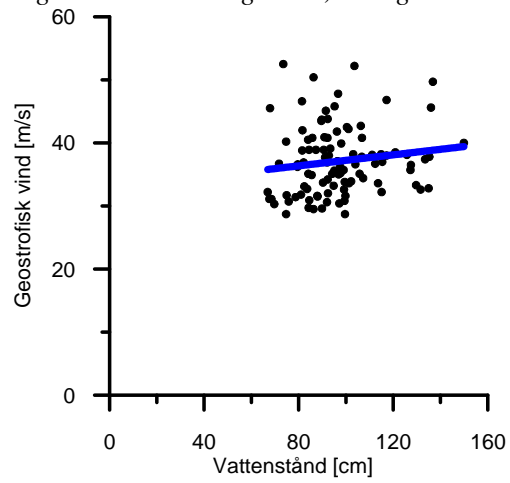
Figur 124. Göteborg-GVL, triangel 1



Figur 125. Göteborg-GSV, triangel 2



Figur 126. Smögen-GVL, triangel 1



Figur 127. Smögen-GSV, triangel 2

SMHIs publiceringar

SMHI ger ut sex rapportserier. Tre av dessa, R-serierna är avsedda för internationell publik och skrivs därför oftast på engelska. I de övriga serierna används det svenska språket.

Seriernas namn	Publiceras sedan
RMK (Rapport Meteorologi och Klimatologi)	1974
RH (Rapport Hydrologi)	1990
RO (Rapport Oceanografi)	1986
METEOROLOGI	1985
HYDROLOGI	1985
OCEANOGRAFI	1985

I serien METEOROLOGI har tidigare utgivits:

- | | |
|--|--|
| 1985 | 12 Persson, Ch., Wern, L. (1985)
Spridnings- och depositionsberäkningar för
avfallsförbränningsanläggning i Sofielund. |
| 1 Hagmarker, A. (1985)
Satellitmeteorologi. | 13 Persson, Ch., Wern, L. (1985)
Spridnings- och depositionsberäkningar för
avfallsförbränningsanläggning i Högdalen. |
| 2 Fredriksson, U., Persson, Ch., Laurin, S. (1985)
Helsingborgsluft. | 14 Vedin, H., Andersson, C. (1985)
Extrema köldperioder i Stockholm. |
| 3 Persson, Ch., Wern, L. (1985)
Spridnings- och depositionsberäkningar för av
fallsförbränningsanläggningar i Sofielund och
Högdalen. | 15 Krieg, R., Omstedt, G. (1985)
Spridningsberäkningar för Volvos planerade
bilfabrik i Uddevalla. |
| 4 Kindell, S. (1985)
Spridningsberäkningar för SUPRAs anläggningar
i Köping. | 16 Kindell, S. Wern, L. (1985)
Luftvårdsstudie avseende industrikombinatet i
Nynäshamn (koncentrations- och
luktberäkningar). |
| 5 Andersson, C., Kwick, T. (1985)
Vindmätningar på tre platser på Gotland.
Utvärdering nr 1. | 17 Laurin, S., Persson, Ch. (1985)
Beräknad formaldehydspridning och deposition
från SWEDSPANs spånskivefabrik. |
| 6 Kindell, S. (1985)
Spridningsberäkningar för Ericsson,
Ingelstafabriken. | 18 Persson, Ch., Wern, L. (1985)
Luftvårdsstudie avseende industri-kombinatet i
Nynäshamn – depositions-beräkningar av
koldamm. |
| 7 Fredriksson, U. (1985)
Spridningsberäkningar för olika plymlyft vid
avfallsvärmeverket Sävenäs. | 19 Fredriksson, U. (1985)
Luktberäkningar för Bofors Plast i
Ljungby, II. |
| 8 Fredriksson, U., Persson, Ch. (1985)
NO _x - och NO ₂ -beräkningar vid Vasaterminalen i
Stockholm. | 20 Wern, L., Omstedt, G. (1985)
Spridningsberäkningar för Volvos planerade
bilfabrik i Uddevalla - energi-centralen. |
| 9 Wern, L. (1985)
Spridningsberäkningar för ASEA transformers i
Ludvika. | 21 Krieg, R., Omstedt, G. (1985)
Spridningsberäkningar för Volvos planerade
bilfabrik i Uddevalla - kompletterande
beräkningar för fabrikena. |
| 10 Axelsson, G., Eklind, R. (1985)
Ovädret på Östersjön 23 juli 1985. | |
| 11 Laurin, S., Bringfelt, B. (1985)
Spridningsmodell för kväveoxider i gatumiljö. | |

- 22 Karlsson, K.-G. (1985)
Information från Meteosat - forskningsrön och operationell tillämpning.
- 23 Fredriksson, U. (1985)
Spridningsberäkningar för AB Åkerlund & Rausings fabrik i Lund.
- 24 Färnlöf, S. (1985)
Radarmeteorologi.
- 25 Ahlström, B., Salomonsson, G. (1985)
Resultat av 5-dygnsprognois till ledning för isbrytarverksamhet vintern 1984-85.
- 26 Wern, L. (1985)
Avesta stadsmodell.
- 27 Hultberg, H. (1985)
Statistisk prognos av ytemperatur.
- 1986
- 1 Krieg, R., Johansson, L., Andersson, C. (1986)
Vindmätningar i höga master, kvartals-rapport 3/1985.
- 2 Olsson, L.-E., Kindell, S. (1986)
Air pollution impact assessment for the SABAH timber, pulp and paper complex.
- 3 Ivarsson, K.-I. (1986)
Resultat av byggväderprognoser - säsongen 1984/85.
- 4 Persson, Ch., Robertson, L. (1986)
Spridnings- och depositionsberäkningar för en sopförbränningsanläggning i Skövde.
- 5 Laurin, S. (1986)
Bilavgaser vid intagsplan - Eskilstuna.
- 6 Robertson, L. (1986)
Koncentrations- och depositions-beräkningar för en sopförbränningsanläggning vid Ryaverken i Borås.
- 7 Laurin, S. (1986)
Luften i Avesta - föroreningsbidrag från trafiken.
- 8 Robertson, L., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar för bromcyan.
- 9 Wern, L. (1986)
Extrema byvindar i Orrefors.
- 10 Robertson, L. (1986)
Koncentrations- och depositionsberäkningar för Halmstads avfallsförbränningsanläggning vid Kristinehed.
- 11 Törnevik, H., Ugnell (1986)
Belastningsprognoser.
- 12 Joelsson, R. (1986)
Något om användningen av numeriska prognoser på SMHI (i princip rapporten till ECMWF).
- 13 Krieg, R., Andersson, C. (1986)
Vindmätningar i höga master, kvartals-rapport 4/1985.
- 14 Dahlgren, L. (1986)
Solmätning vid SMHI.
- 15 Wern, L. (1986)
Spridningsberäkningar för ett kraftvärme-verk i Sundbyberg.
- 16 Kindell, S. (1986)
Spridningsberäkningar för Uddevallas fjärrvärmecentral i Hovhult.
- 17 Häggkvist, K., Persson, Ch., Robertson, L (1986)
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp från ett antal källor inom SSAB Luleå-verken.
- 18 Krieg, R., Wern, L. (1986)
En klimatstudie för Arlanda stad.
- 19 Vedin, H. (1986)
Extrem arealnederbörd i Sverige.
- 20 Wern, L. (1986)
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i Tibro.
- 21 Krieg, R., Andersson, C. (1986)
Vindmätningar i höga master - kvartals-rapport 1/1986.
- 22 Kvik, T. (1986)
Beräkning av vindenergitillgången på några platser i Halland och Bohuslän.
- 23 Krieg, R., Andersson, C. (1986)
Vindmätningar i höga master - kvartals-rapport 2/1986.
- 24 Persson, Ch. (SMHI), Rodhe, H. (MISU), De Geer, L.-E. (FOA) (1986)
Tjernobylylyckan - En meteorologisk analys av hur radioaktivitet spreds till Sverige.
- 25 Fredriksson, U. (1986)
Spridningsberäkningar för Spendrups bryggeri, Grängesberg.
- 26 Krieg, R. (1986)
Beräkningar av vindenergitillgången på några platser i Skåne.
- 27 Wern, L., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar, SSAB.
- 28 Wern, L., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar för ny ugn, SSAB II.

- 29 Wern, L. (1986)
Spridningsberäkningar för Volvo Hallsbergverken.
- 30 Fredriksson, U. (1986)
SO₂-halter från Hammarbyverket kring ny arena vid Johanneshov.
- 31 Persson, Ch., Robertson, L., Häggkvist, K. (1986)
Spridningsberäkningar, SSAB - Luleå-verken.
- 32 Kindell, S., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar för SAABs planerade bilfabrik i Malmö.
- 33 Wern, L. (1986)
Spridningsberäkningar för svavelsyrafabrik i Falun.
- 34 Wern, L., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar för Västhamns-verket HKV1 i Helsingborg.
- 35 Persson, Ch., Wern, L. (1986)
Beräkningar av svaveldepositionen i Stockholmsområdet.
- 36 Joelsson, R. (1986)
USAs månadsprognoser.
- 37 Vakant nr.
- 38 Krieg, R., Andersson, C. (1986)
Utemiljön vid Kvarnberget, Lysekil.
- 39 Häggkvist, K. (1986)
Spridningsberäkningar av freon 22 från Ropstens värmepumpverk.
- 40 Fredriksson, U. (1986)
Vindklassificering av en plats på Hemsön.
- 41 Nilsson, S. (1986)
Utvärdering av sommarens (1986) använda konvektionsprognoshjälpmedel.
- 42 Krieg, R., Kvick, T. (1986)
Vindmätningar i höga master.
- 43 Krieg, R., Fredriksson, U. (1986)
Vindarna över Sverige.
- 44 Robertson, L. (1986)
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp vid ScanDust i Landskrona - bestämning av cyanvätehalter.
- 45 Kvick, T., Krieg, R., Robertson, L. (1986)
Vindförhållandena i Sveriges kust- och havsband, rapport nr 2.
- 46 Fredriksson, U. (1986)
Spridningsberäkningar för en planerad panncentral vid Lindsdal utanför Kalmar.
- 47 Fredriksson, U. (1986)
Spridningsberäkningar för Volvo BMs fabrik i Landskrona.
- 48 Fredriksson, U. (1986)
Spridningsberäkningar för ELMO-CALFs fabrik i Svenljunga.
- 49 Häggkvist, K. (1986)
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp från syrgas- och bensenupplag inom SSAB Luleåverken.
- 50 Wern, L., Fredriksson, U., Ring, S. (1986)
Spridningsberäkningar för lösningsmedel i Tidaholm.
- 51 Wern, L. (1986)
Spridningsberäkningar för Volvo BM ABs anläggning i Braås.
- 52 Ericson, K. (1986)
Meteorological measurements performed May 15, 1984, to June, 1984, by the SMHI.
- 53 Wern, L., Fredriksson, U. (1986)
Spridningsberäkning för Kockums Plåt-teknik, Ronneby.
- 54 Eriksson, B. (1986)
Frekvensanalys av timvisa temperatur-observationer.
- 55 Wern, L., Kindell, S. (1986)
Luktberäkningar för AB ELMO i Flen.
- 56 Robertson, L. (1986)
Spridningsberäkningar rörande utsläpp av NO_x inom Fagersta kommun.
- 57 Kindell, S. (1987)
Luften i Nässjö.
- 58 Persson, Ch., Robertson, L. (1987)
Spridningsberäkningar rörande gasutsläpp vid ScanDust i Landskrona - bestämning av cyanväte.
- 59 Bringfelt, B. (1987)
Receptorbaserad partikelmodell för gatumuljömodell för en gata i Nyköping.
- 60 Robertson, L. (1987)
Spridningsberäkningar för Varbergs kommun. Bestämning av halter av SO₂, CO, NO_x samt några kolväten.
- 61 Vedin, H., Andersson, C. (1987)
E 66 - Linderödsåsen - klimatförhållanden.

- 62 Wern, L., Fredriksson, U. (1987)
Spridningsberäkningar för Kockums Plåtteknik, Ronneby. 2.
- 63 Taesler, R., Andersson, C., Wallentin, C., Krieg, R. (1987)
Klimatkorrigering för energiförbrukningen i ett eluppvärmt villaområde.
- 64 Fredriksson, U. (1987)
Spridningsberäkningar för AB Åetå-Trycks planerade anläggning vid Kungens Kurva.
- 65 Melgarejo, J. (1987)
Mesoskalig modellering vid SMHI.
- 66 Häggkvist, K. (1987)
Vindlast på kordahus vid Alviks Strand - numeriska beräkningar.
- 67 Persson, Ch. (1987)
Beräkning av lukt och föroreningshalter i luft runt Neste Polyester i Nol.
- 68 Fredriksson, U., Krieg, R. (1987)
En överskallig klimatstudie för Tornby, Linköping.
- 69 Häggkvist, K. (1987)
En numerisk modell för beräkning av vertikal momentumtransport i områden med stora råhetelement. Tillämpning på ett energiskogsområde.
- 70 Lindström, Kjell (1987)
Weather and flying briefing aspects.
- 71 Häggkvist, K. (1987)
En numerisk modell för beräkning av vertikal momentumtransport i områden med stora råhetelement. En koefficient-bestämning.
- 72 Liljas, E. (1988)
Förbättrad väderinformation i jordbruket - behov och möjligheter (PROFARM).
- 73 Andersson, Tage (1988)
Isbildning på flygplan.
- 74 Andersson, Tage (1988)
Aeronautic wind shear and turbulence. A review for forecasts.
- 75 Kållberg, P. (1988)
Parameterisering av diabatiska processer i numeriska prognosmodeller.
- 76 Vedin, H., Eriksson, B. (1988)
Extrem arealnederbörd i Sverige 1881 - 1988.
- 77 Eriksson, B., Carlsson, B., Dahlström, B. (1989)
Preliminär handledning för korrektion av nederbördsmängder.
- 78 Liljas, E. (1989)
Torv-väder. Behovsanalys med avseende på väderprognoser och produktion av bränsletorv.
- 79 Hagmarker, A. (1991)
Satellitmeteorologi.
- 80 Lövblad, G., Persson, Ch. (1991)
Background report on air pollution situation in the Baltic states - a prefeasibility study. IVL Publikation B 1038.
- 81 Alexandersson, H., Karlström, C., Larsson-McCann, S. (1991)
Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90. Referensnormaler.
- 82 Vedin, H., Alexandersson, H., Persson, M. (1991)
Utnyttjande av persistens i temperatur och nederbörd för värflödesprognoser.
- 83 Moberg, A. (1992)
Lufttemperaturen i Stockholm 1756 - 1990. Historik, inhomogeniteter och urbaniseringseffekt. Naturgeografiska Institutionen, Stockholms Universitet.
- 84 Josefsson, W. (1993)
Normalvärden för perioden 1961-90 av globalstrålning och solskenstid i Sverige.
- 85 Laurin, S., Alexandersson, H. (1994)
Några huvuddrag i det svenska temperaturklimatet 1961 - 1990.
- 86 Fredriksson, U. och Ståhl, S. (1994)
En jämförelse mellan automatiska och manuella fältmätningar av temperatur och nederbörd.
- 87 Alexandersson, H., Eggertsson Karlström, C. och Laurin S. (1997).
Några huvuddrag i det svenska nederbördsklimatet 1961-1990.
- 88 Mattsson, J., Rummukainen, M. (1998)
Växthuseffekten och klimatet i Norden - en översikt.
- 89 Kindbom, K., Sjöberg, K., Munthe, J., Peterson, K. (IVL)
Persson, C. Roos, E., Bergström, R. (SMHI). (1998)
Nationell miljöövervakning av luft- och nederbördskemi 1996.
- 90 Foltescu, V.L., Häggmark, L (1998)
Jämförelse mellan observationer och fält med griddad klimatologisk information.
- 91 Hultgren, P., Dybbroe, A., Karlsson, K.-G. (1999)
SCANDIA – its accuracy in classifying LOW CLOUDS

- 92 Hyvarinen, O., Karlsson, K.-G., Dybbroe, A. (1999)
Investigations of NOAA AVHRR/3 1.6 μm imagery for snow, cloud and sunglint discrimination (Nowcasting SAF)
- 93 Bennartz, R., Thoss, A., Dybbroe, A. and Michelson, D. B. (1999)
Precipitation Analysis from AMSU (Nowcasting SAF)
- 94 Appelqvist, Peter och Anders Karlsson (1999)
Nationell emissionsdatabas för utsläpp till luft - Förstudie.
- 95 Persson, Ch., Robertson L. (SMHI) Thaning, L (LFOA). (2000)
Model for Simulation of Air and Ground Contamination Associated with Nuclear Weapons. An Emergency Preparedness Model.
- 96 Kindbom K., Svensson A., Sjöberg K., (IVL) Persson C., (SMHI) (2001)
Nationell miljöövervakning av luft- och nederbördskemi 1997, 1998 och 1999.
- 97 Diamandi, A., Dybbroe, A. (2001)
Nowcasting SAF.
Validation of AVHRR cloud products.
- 98 Foltescu V. L., Persson Ch. (2001)
Beräkningar av moln- och dimdeposition i Sverigemodellen - Resultat för 1997 och 1998.
- 99 Alexandersson, H. och Eggertsson Karlström, C (2001)
Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-1990. Referensnormaler - utgåva 2.
- 100 Korpela, A., Dybbroe, A., Thoss, A. (2001)
Nowcasting SAF - Retrieving Cloud Top Temperature and Height in Semi-transparent and Fractional Cloudiness using AVHRR.
- 101 Josefsson, W. (1989)
Computed global radiation using interpolated, gridded cloudiness from the MESA-BETA analysis compared to measured global radiation.
- 102 Foltescu, V., Gidhagen, L., Omstedt, G. (2001)
Nomogram för uppskattning av halter av PM_{10} och NO_2
- 103 Omstedt, G., Gidhagen, L., Langner, J. (2002)
Spridning av förbränningsemissioner från småskalig biobränsleeldning – analys av $\text{PM}_{2.5}$ data från Lycksele med hjälp av två Gaussiska spridningsmodeller.
- 104 Alexandersson, H. (2002)
Temperatur och nederbörd i Sverige 1860 - 2001
- 105 Persson, Ch. (2002)
Kvaliteten hos nederbördskemiska mätdata som utnyttjas för dataassimilation i MATCH-Sverige modellen".
- 106 Mattsson, J., Karlsson, K-G. (2002)
CM-SAF cloud products feasibility study in the inner Arctic region
Part I: Cloud mask studies during the 2001 Oden Arctic expedition
- 107 Kärner, O., Karlsson, K-G. (2003)
Climate Monitoring SAF - Cloud products feasibility study in the inner Arctic region. Part II: Evaluation of the variability in radiation and cloud data
- 108 Persson, Ch., Magnusson, M. (2003)
Kvaliteten i uppmätta nederbördsmängder inom svenska nederbördskemiska stationsnät
- 109 Omstedt, G., Persson Ch., Skagerström, M (2003)
Vedeldning i småhusområden
- 110 Alexandersson, H., Vedin, H. (2003)
Dimensionerande regn för mycket små avrinningsområden
- 111 Alexandersson, H. (2003)
Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik
- 112 Joro, S., Dybbroe, A.(2004)
Nowcasting SAF – IOP Validating the AVHRR Cloud Top Temperature and Height product using weather radar data
Visiting Scientist report
- 113 Persson, Ch., Ressner, E., Klein, T. (2004)
Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen
Metod- och resultatsammanställning för åren 1999-2002 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål
- 114 Josefsson, W. (2004)
UV-radiation measured in Norrköping 1983-2003.
- 115 Martin, Judit, (2004)
Var tredje timme – Livet som väderobservatör
- 116 Gidhagen, L., Johansson, C., Törnquist, L. (2004)
NORDIC – A database for evaluation of dispersion models on the local, urban and regional scale
- 117 Langner, J., Bergström, R., Klein, T., Skagerström, M. (2004)
Nuläge och scenarier för inverkan på marknära ozon av emissioner från Västra Götalands län – Beräkningar för 1999

- 118 Trolez, M., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2005)
CM-SAF Validating the Cloud Top Height product using LIDAR data
- 119 Rummukainen, M. (2005)
Växthuseffekten
- 120 Omstedt, G. (2006)
Utvärdering av PM₁₀-mätningar i några olika nordiska trafikmiljöer
- 121 Alexandersson, H. (2006)
Vindstatistik för Sverige 1961-2004
- 122 Samuelsson, P., Gollvik, S., Ullerstig, A., (2006)
The land-surface scheme of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3)
- 123 Omstedt, G. (2007)
VEDAIR – ett internetverktyg för beräkning av luftkvalitet vid småskalig biobränsleeldning
Modellbeskrivning och slutrapport mars 2007
- 124 Persson, G., Strandberg, G., Barring, L., Kjellström, E. (2007)
Beräknade temperaturförhållanden för tre platser i Sverige – perioderna 1961-1990 och 2011-2040
- 125 Engart, M., Foltescu, V. (2007)
Luftföroreningar i Europa under framtida klimat
- 126 Jansson, A., Josefsson, W. (2007)
Modelling of surface global radiation and CIE-weighted UV-radiation for the period 1980-2000
- 127 Johnston, S., Karlsson, K-G. (2007)
METEOSAT 8 SEVIRI and NOAA Cloud Products. A Climate Monitoring SAF Comparison Study
- 128 Eliasson, S., Tetzlaff, A., Karlsson, K-G. (2007)
Prototyping an improved PPS cloud detection for the Arctic polar night
- 129 Trolez, M., Karlsson, K-G., Johnston, S., Albert, P (2008)
The impact of varying NWP background information on CM-SAF cloud products
- 130 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M (2008)
Total ozone from zenith radiance measurements. An empirical model approach
- 131 Willén, U (2008)
Preliminary use of CM-SAF cloud and radiation products for evaluation of regional climate simulations
- 132 Bergström, R (2008)
TESS Traffic Emissions, Socioeconomic valuation and Socioeconomic measures Part 2: Exposure of the European population to atmospheric particles (PM) caused by emissions in Stockholm
- 133 Andersson, S., Bergström, R., Omstedt, G., Engardt, M (2008)
Dagens och framtidens partikelhalter i Sverige. Utredning av exponerings-minskningsmål för PM_{2.5} enligt nytt luftdirektiv
- 134 Omstedt, G., Andersson, S (2008)
Vintervägar med eller utan dubbdäck. Beräkningar av emissioner och halter av partiklar för olika dubbdäcksscenarier
- 135 Omstedt, G., Andersson, S., Johansson, Ch., Löfgren, B-E (2008)
Luftkvalitet och småskalig biobränsle-eldning. Tillämpningar av SIMAIR ved för några kommuner
- 136 Josefsson, W., Ottosson Löfvenius, M (2009)
Measurements of total ozone 2006-2008
- 137 Andersson, S., Omstedt, G (2009)
Validering av SIMAIR mot mätningar av PM₁₀, NO₂ och bensen. Utvärdering för svenska tätorter och trafikmiljöer avseende år 2004 och 2005

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01

ISSN 0283-7730