



**LUNDS**  
UNIVERSITET

# Stormar i Sydsverige

Kandidatuppsats i meteorologi 15 hp

Jenny Burman, [burman\\_90@hotmail.com](mailto:burman_90@hotmail.com)

**Handledare:** Markku Rummukainen

**Examinator:** Carl Erik Magnusson

Fysiska Institutionen, Lunds Universitet

## **Abstract**

Many people believe that there are more windstorms today than before. In order to find out, it requires knowing what defines a windstorm: the average wind speed must exceed 24,4 m/s to be classed as a windstorm. The average wind speed is measured for a 10 minute period. There are gusts which are strong winds that only blow for a few seconds to a minute. These may reach gale force even if it's not a windstorm according to the average wind speed.

To investigate whether it storms more today than before the geostrophic wind can be explored; this is a theoretical wind that depends on the air pressure and the Coriolis force. This is used because the wind measurements in the past weren't on the same height and there were few stations. Pressure measurements are more reliable and these go further back in time. From 1961 there are series of wind measurements from some stations that you can explore and see whether the geostrophic wind is reliable or not.

It is difficult to get an answer on whether the windstorms have become more or not. Research shows that they are not likely to have become more, but hints that they may become more intense. The uncertainty is large so it is difficult to know if this is the case.

## Sammanfattning

Många människor tycker att det stormar mycket mer idag än vad det gjorde förr. För att kunna ta reda på detta krävs det först att man vet vad som definierar en storm.

Medelvindhastigheten ska överstiga 24,4 m/s för att det ska klassas som en storm.

Medelvindhastigheten mäts under en 10 minuters period. Det finns vindbyar som är kraftiga vindar under några sekunder till någon minut. Dessa kan nå stormstyrka trots att det inte stormar enligt medelvindhastigheten.

För att undersöka huruvida det stormar mer idag än förr undersöks den geostrofiska vinden; detta är en teoretisk vind som beror på lufttrycket och corioliskraften. Denna används då vindmätningarna förr inte gjordes på samma höjd och det fanns få mätstationer.

Tryckobservationer är mer tillförlitliga och dessa går längre tillbaka i tiden. Från 1961 finns det mätserier för vind från vissa stationer som man kan undersöka och se huruvida den geostrofiska vinden är tillförlitlig eller inte.

Det är svårt att få fram ett svar på om stormarna har blivit fler eller inte. Forskning visar på att de troligtvis inte har blivit fler men antydningar på att de blir något intensivare på sikt. Osäkerheten är stor så det är svårt att veta om detta är fallet.

## **Förord**

Idén till denna uppsats uppkom då jag tycker stormar är fascinerande och alltid funderat på huruvida de egentligen blir värre eller inte. Arbetet begränsades till södra Sverige då det är där jag bor och det jag tycker är mest relevant.

Jag vill även passa på att tacka min handledare Markku Rummukainen för stöttning och handledning genom arbetets gång. Samt vill jag tacka min familj för deras stöttning.

## Innehåll

1. Introduktion .....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte.....	6
1.3 Frågeställning.....	6
1.4 Begränsningar .....	6
2. Teori.....	7
2.1 Allmänt om stormar .....	7
2.1.1 Extratropiska cykloner .....	7
2.1.2 Stormars karakteristiska drag .....	7
2.2 Stormar i Sydsverige.....	15
2.2.1 Statistik.....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
3. Analys.....	16
4. Diskussion .....	17
Svårigheter .....	19
5. Summering.....	20
6. Referenser.....	21
Appendix A .....	24
Appendix B .....	26

# 1. Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Väder har alltid intresserat människor, framförallt stormar då dessa påverkar oss mycket. Stormarna som drar in över Sydsverige påverkar oss människor mycket på det sätt att vi inte kan göra något åt dem och får anpassa oss till dem. De hindrar oss i vårt vanliga liv med jobb, skola och fritid. Plötsligt kan alla tågen stå still på grund av att träd faller ner på spåren till följd av stormar. Vägar blir oframkomliga av samma anledning. Tak blåser bort, hus förstörs och hela skogar blir skövlade på grund av stormar.

Många tycker att stormarna har blivit värre och fler de senaste åren så därför vill jag undersöka om det faktiskt är så. Frågan är om dessa människor faktiskt tycker att stormarna blir värre och värre eller om de bara glömt de tidigare stormarna när en ny kommer?

De tio senaste åren har Sydsverige drabbats av flertalet kraftiga vinterstormar och en enstaka kraftig sommarstorm. Dessa orsakade strömlöshet i stora delar av Götaland, tågtrafiken stod still, vägarna var fulla med träd, skogarna skövlades och människor miste livet (SMHI, senast uppdaterad 2013a).

## 1.2 Syfte

Syftet med denna uppsats är att undersöka hur det stormar i Sydsverige nuförtiden jämfört med vad det gjorde för hundra år sedan, om stormarna har blivit intensivare eller fler.

## 1.3 Frågeställning

Hur har stormarna över Sydsverige utvecklats det senaste århundradet?

- Blivit fler/färre
- Starkare/svagare?

## 1.4 Begränsningar

Arbetet är valt att begränsas till endast Sydsverige, upp till Vänern och Vättern. Detta på grund av att om man väljer att studera hela Sverige blir dels arbetet väldigt stort och dels så påverkar stormarna oftare södra och mellersta Sverige än norra Sverige.

## 2. Teori

### 2.1 Allmänt om stormar

#### 2.1.1 Extratropiska cykloner

Extratropiska cykloner är de lågtryck som finns i mellanlatituderna på både norra och södra halvklotet. Dessa lågtryck bildas över Atlanten genom att kall luft från Arktis möter varm luft från tropikerna, detta ger en skillnad i lufttrycket. Genom instabilitet, exempelvis stora temperaturskillnader, i atmosfären formas och växer lågtrycken. Lågtrycken som stormarna i Sydsverige härstammar ifrån uppkommer oftast på hösten/vintern på grund av att skillnaderna i temperatur och tryck är större då än under våren/sommaren. Sverige ligger i ett västvindbälte som medför att majoriteten av stormarna som drabbar Sverige kommer västerifrån (Nilsson, 2008, Seneviratne *et al.*, 2012).

#### 2.1.2 Stormars karakteristiska drag

##### 2.1.2.1 Vind

Vind uppstår då luft sätts i rörelse på grund av temperaturförändringar och tryckskillnader i atmosfären. Vindriktningen påverkas av corioliskraften. Corioliskraften beror på jordens rotation och blir starkare ju närmre polerna man kommer. Coriolisparametern,  $f$ , beräknas som följande:  $f = 2\Omega \cdot \sin \varphi$ , där  $\Omega$  är jordens rotationshastighet på  $7,292 \cdot 10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$  och  $\varphi$  är latituden (Holton, 2004).

Sverige ligger i det så kallade västvindbältet som befinner sig mellan 30-70 graders nordlig och sydlig breddgrad. Med detta menas att majoriteten av alla vindar som når Sverige är västliga eller sydvästliga.

Beroende på lågtryck och högtryck som passerar Sverige så blåser det ibland från andra håll. Vindar rör sig från områden med högt lufttryck till ställen med lågt lufttryck. Vindarna blir kraftigare om tryckskillnaden är stor (tätare mellan isobarerna). På grund av corioliskraften så snurrar vinden runt lågtrycken (även kallade cykloner) moturs och vinden runt högtrycken (även kallade anti-cykloner) medurs på norra halvklotet, tvärt om på södra halvklotet (Holton, 2004).

Sedan 1 april 1976 har Sverige använt vindskalan som finns i tabell 1. Innan detta datum var benämningarna på vindstyrkorna mer detaljerade (SMHI, senast uppdaterad 2012a). Dessförinnan har de svenska meteorologerna använt sig av både Celsiiskalan (från 1729) och Beaufort-Simpsonskalan (från 1919). Idag används Beaufort-Simpsonskalan som en referensskala (Nilsson, 2008).

Först under senare 50-tal började SMHI använda sig av direkta mätningar av vindhastigheten. Innan dess uppskattade man vilken påverkan vinden hade på hav och land och använde sig av Beaufortskalan för att rapportera detta. När mätningarna dock blev direkta försökte man sätta mätinstrumenten, anemetrar, på samma höjd, 10 m över

marken, dock tog det många år innan detta blev generaliserat. 120 automatstationer sattes ut över hela Sverige hösten 1995, först då sattes alla mätstationer ut på samma höjd i hela landet (Wern och Barring, 2011).

Tabell 1

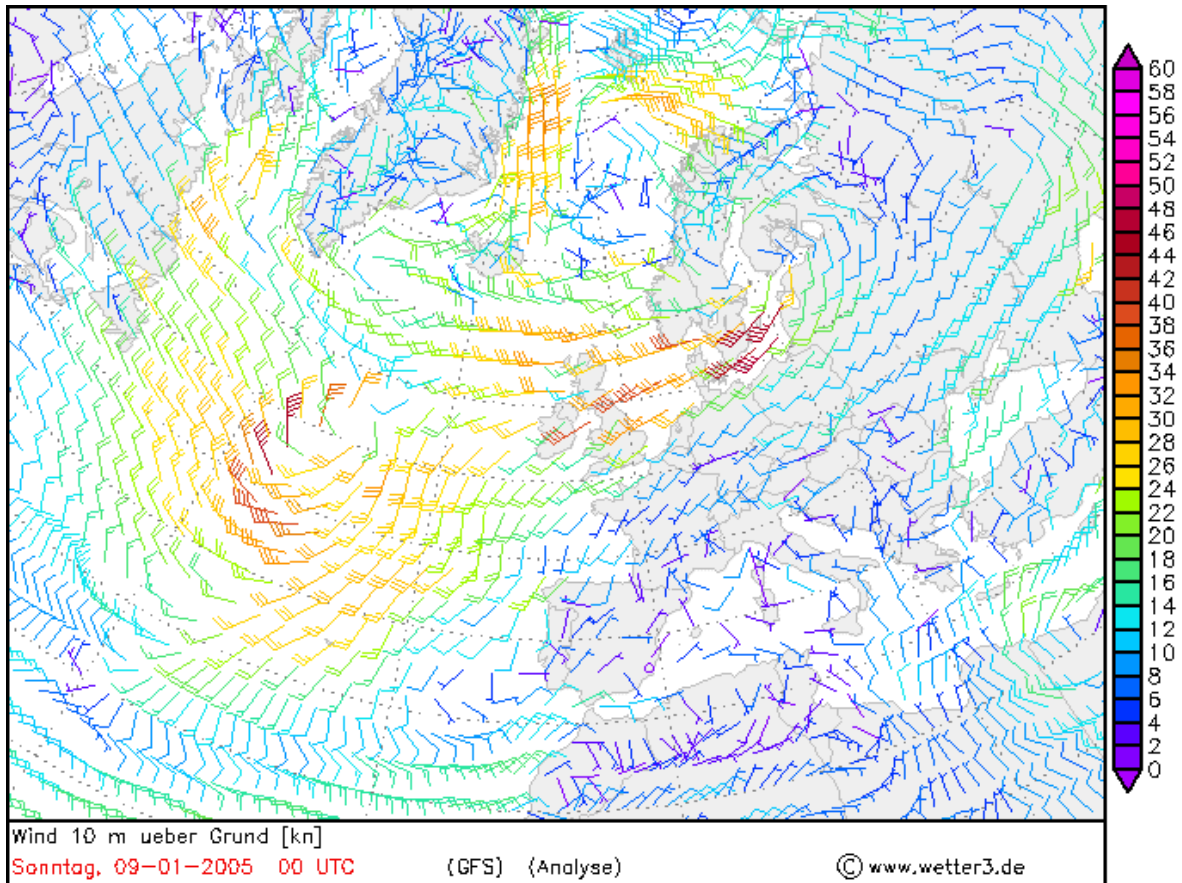
Benämning på land	Benämning till sjöss	Beaufort	Knop	m/s	km/h
Lugnt	Stiltje	0	<1	0-0,2	<1
Svag vind	Bris	1	1-3	0,3-1,5	1-5
Svag vind	Bris	2	4-6	1,6-3,3	6-11
Måttlig vind	Bris	3	7-10	3,4-5,4	12-19
Måttlig vind	Bris	4	11-15	5,5-7,9	20-28
Frisk vind	Bris	5	16-21	8,0-10,7	29-38
Frisk vind	Bris	6	22-27	10,8-13,8	29-49
Hård vind	Kuling	7	28-33	13,9-17,1	50-61
Hård vind	Kuling	8	34-40	17,2-20,7	62-74
Hård vind	Kuling	9	41-47	20,8-24,4	75-88
Storm	Storm	10	48-55	24,5-28,4	89-102
Storm	Storm	11	56-63	28,5-32,6	103-117
Orkan	Orkan	12	64-	32,7-	118-

För att klassas som en storm måste vindhastigheten överstiga en hastighet på 24,4 m/s. Dock är det inte bara vindhastigheten som bestämmer om det är en storm eller inte. Många gånger kan mätstationer visa en vindhastighet på mer än 24,4 m/s utan att klassas som en storm. Om det är en storm eller inte beror på varaktigheten, om mätstationen visar en vindhastighet på 24,4 m/s en gång och det sen är "lugnt" igen så rör det sig troligtvis bara om en vindstöt. En vindstöt (vindby, kastvind etc.) är en kraftigare vind som bara uppkommer under allt från några sekunder till någon minut. Dessa vindar kan ha en hastighet av storm eller orkan trots att medelvinden inte påvisar att det varken ska vara storm eller orkan ute. Vindhastigheten som redovisas i bland annat prognoser är ett medelvärde under 10 minuter (SMHI, senast uppdaterad 2012b). Om det däremot ligger ett lågtryck i närheten och vinden är ihållande kallas det för storm. För att ett oväder ska klassas som orkan istället för storm ska medelvindhastigheten ligga över 32,6 m/s.

I Sverige har det förekommit några stormar där medelvinden kommit upp i orkanstyrka på vissa stationer. Bland annat Januaristormen 2005, också kallad för Gudrun, där stationen på Hanö utanför Blekinge uppnådde en medelvind på 33 m/s och vindbyar ända upp till 42 m/s. Gudrun är speciell på så sätt att det fanns vindbyar på orkanstyrka över Smålands inland och höga vindbyar är vanligare vid kusterna. Den svåra stormen i oktober 1967 hade också kraftiga medelvindar som uppnådde orkanstyrka. Värst var Öland vars medelvind uppmätte hela 40 m/s, dock satt inte denna mätstation på standardhöjden, 10 m över marken, utan den satt högre upp.

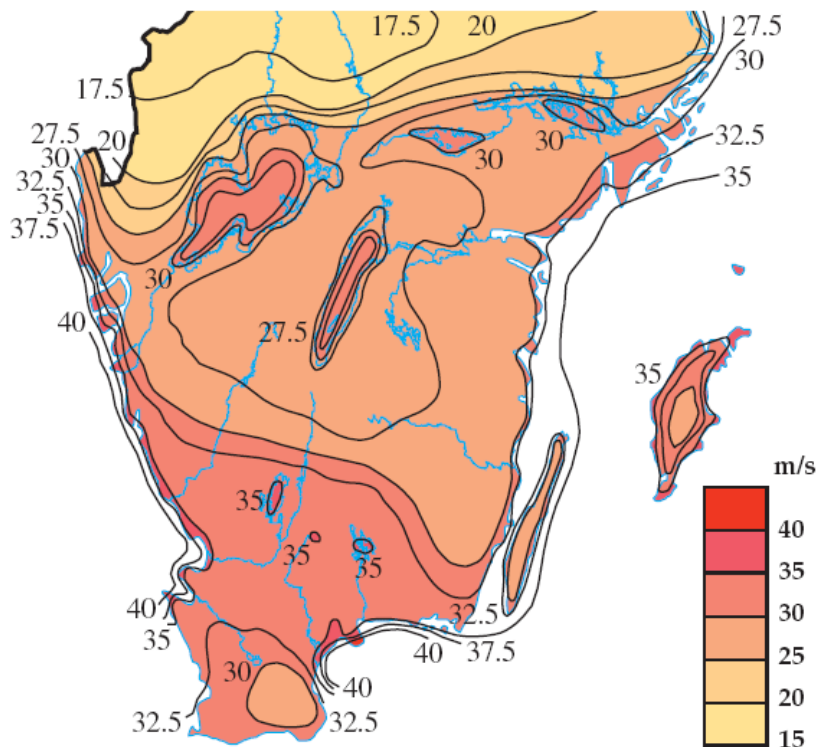


Figur 1 nedan visar vindriktning och vindhastighet (i knop) vid 10 m den 9:e januari 2005 00 UTC. Detta är det datum då stormen Gudrun härjade över Sverige. Kollar man på Figur 5, under avsnittet Tryck, som visar lufttrycket under samma tid, kan man se att lågtrycket har dragit sig förbi Sveriges inland och ligger nu istället över Bottenhavet/Östersjön. Vindarna över södra Sverige är kraftiga och har hastigheter uppemot 25 m/s, alltså stormstyrka.



**Figur 1** Vindriktning och vindhastigheten (i knop) vid 10 m den 9:e januari 2005 00 UTC. [1]

I figur 2 visas en analys över de maximala vindbyarna, på 10 meters höjd, under stormen Gudrun. Där syns det att de höga vindhastigheterna är vanliga vid kusterna och över inlandssjöarna. Det syns även att de starkaste vindhastigheterna befinner sig söder om lågtrycket.



**Figur 2** Analys över den maximala vindbyhastigheten, på 10 m höjd, under stormen Gudrun.[2]

### 2.1.2.2 Geostrofisk vind

På grund av att vindstationerna inte alltid suttit på samma plats och samma höjd finns det inga tidsserier med uppmätt vind under en längre period. Därför kan den geostrofiska vinden vara en indikator till hur mycket det blåser. Den geostrofiska vinden är en teoretisk vind som påverkas av lufttrycket och corioliskraften. Anledningen till att den används är för att mätstationerna för vind var få förr och de satt inte på samma höjd. Mätstationerna för tryckobservationer var fler, går längre tillbaka i tiden och är mer tillförlitliga.

När ett geostrofiskt flöde inte har någon utomstående påverkan är den geostrofiska vinden samma som den riktiga vinden. Då krävs det att isobarerna inte är krökta, eftersom vinden påverkas av bland annat markfriktion är det väldigt ovanligt att en sådan balans uppstår i verkligheten. Den geostrofiska vinden är dock en god approximation på Sveriges breddgrader då atmosfärens dynamik liknar geostrofiska flöden (Holton, 2004, Wern och Barring, 2009).

I ekvation (1) och (2) beräknas den geostrofiska vinden i väst-östlig riktning ( $u_g$ ) och syd-nordlig riktning ( $v_g$ ).

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

$$v_g = \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (2)$$

Där

$\rho$  = luftens densitet

$p$  = lufttrycket

$f$  = coriolisparametern  $f = 2\Omega \cdot \sin\varphi$

Under avsnittet 2.2 finns figur 6 och 7 där den geostrofiska vinden i triangeln Göteborg-Visby-Lund, figur 3, är beräknad för perioden 1901-2011. Den geostrofiska vind som beräknats där ses som ett medelvärde inom den centrala delen av triangeln. Friktioner från landskap, hinder i naturen och annat som bromsar vinden har inte tagits med i beräkningarna. Detta innebär att den marknära vinden kan vara mycket lägre än vad den geostrofiska vinden visar. Det innebär också att i vissa delar av triangeln kan en högre vindhastighet ha uppmätts än vad den geostrofiska vinden visar (Wern och Barring, 2009).



**Figur 3** Trianglar där den geostrofiska vinden beräknas inom. Triangel 1 är den som är studerad i detta arbete. [3]

### 2.1.2.3 Nederbörd

Nederbörd kommer i form av fasta eller flytande vattendroppar. Vilken form de träffar jorden beror på temperaturen ute och vilken höjd molnen de faller ifrån befinner sig på. Uppe i molnen är all nederbörd på våra breddgrader i form av snöflingor. När dessa sen är

tillräckligt tunga faller de ner mot jorden. Beroende på temperatur och luftfuktighet i atmosfären kan snöflingorna ändra form, bland annat till regn, snöblandat regn eller hagel. Den vanligaste formen av nederbörd i Sverige är regn (SMHI, senast uppdaterad 2013b).

Mest nederbörd kommer under sommaren i Sverige och minst nederbörd kommer under våren (Figur 1, 2, 3 och 4 under Appendix A).

Stora mängder nederbörd föll under oktoberstormen 1967; i Götaland fick bland annat Borås 50 mm under ett dygn. Jämförs detta med samma år och månad i Appendix B påträffas det att nederbörden för oktober månad, 1967 i Borås var 278 mm. Detta är långt över normalvärdet som ligger på 105 mm för oktober månad i Borås. 50 mm nederbörd på ett dygn är mycket nederbörd och är en av de högsta nederbördsnoteringarna för Borås sedan 1961 (SMHI, 2014). I Appendix B syns även tabell över nederbörden månadsvis för åren 1969, 1999, 2005 och 2007 då några kända stormar inträffade. 1969 stormade det både i september och i november. För Borås föll det mindre nederbörd i september jämfört med normalvärdet och i november föll det mycket mer nederbörd förhållandevis till normalvärdet. Stormen 1999 inföll i december där nederbördsmängderna denna månad var mycket stora för Borås. Under den sista stormen som passerade Sverige den 17-18 december 1999 föll 34,3 mm nederbörd i Borås. Totalt sätt föll 246,7 mm under december, vilket är långt över normalvärdet (SMHI, 2014, SMHI, senast uppdaterad 2013a). Stormarna 2005 och 2007 inträffade båda i januari. Dessa månader har båda stora nederbördsmängde i Borås, varav 2007 har riktigt höga mängder. Dock tyder inte dygnsobservationer för Borås att den stora mängden nederbörd kom under själva stormandet, men kan ha följt med de tillhörande fronterna. Under 2005 föll det den 7:e januari 23,8 mm nederbörd och under den 8:e och 9:e föll det 17,4 mm och 16 mm respektive (SMHI, 2014)

Även om det inte faller extremt mycket nederbörd under själva stormdagarna, kan det som sagt komma stora mängder nederbörd från de tillhörande fronterna.

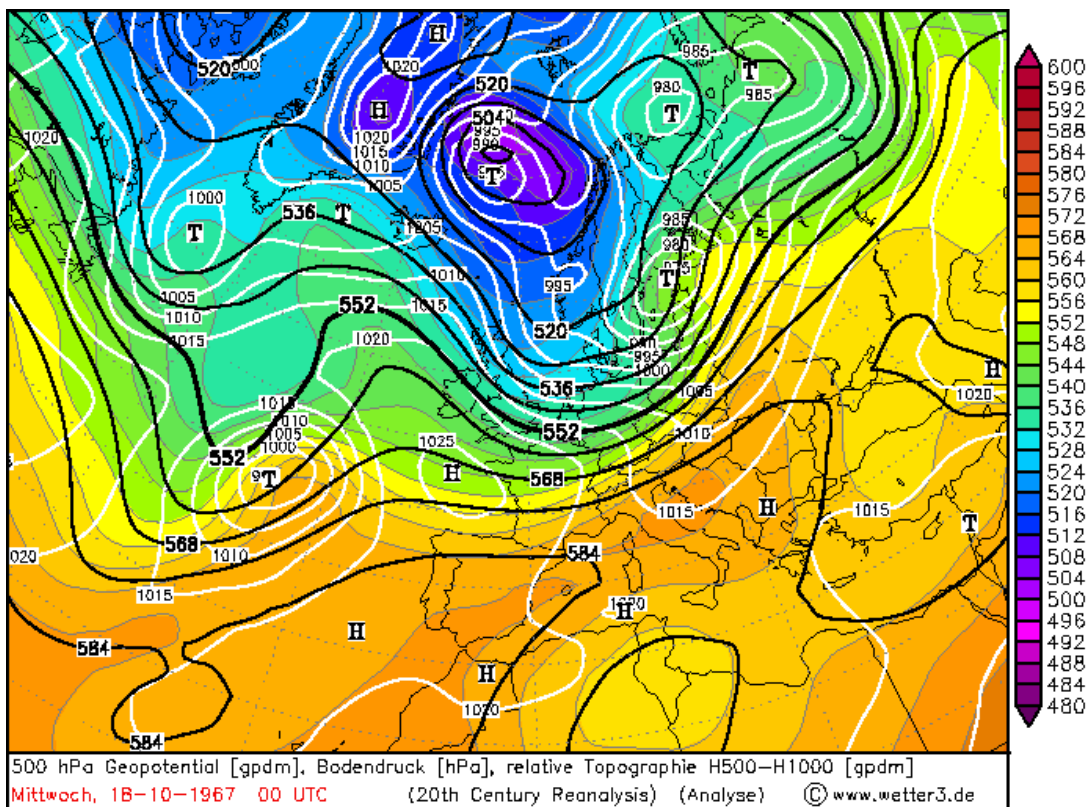
#### **2.1.2.4 Tryck**

Lufttrycket på en viss höjd och area fås av tyngden på luftmassan som ligger ovanför denna yta. Eftersom luften blir tunnare desto högre upp i atmosfären man kommer innebär det att lufttrycket blir lägre ju högre upp man kommer. Lufttrycket mäts i hektopascal, hPa (Holton, 2004). På väderkartor är lufttrycket representerade som isobarer. Kurvor där ett visst lufttryck vid havsytan är konstant (Wallace och Hobbs, 2006). De vita linjerna i figur 4 och 5 är isobarer och det är 5 hPa mellan varje isobar.

Lågtryck innebär att trycket i ett område är lägre än de omkringliggande områdena. Högtryck innebär att trycket istället är högre i ett område än i de omkringliggande områdena. På norra halvklotet ligger lågtrycken till vänster om vinden, sett till vindriktningen, och högtrycken ligger till höger om vinden, tvärtom på södra halvklotet (Wallace och Hobbs, 2006).

Vid extratropiska stormar sjunker trycket rejält och ett djupt lågtryck bildas. På grund av stora tryckskillnader börjar det blåsa kraftigt. Anledningen till att trycket sjunker är jordens rotation och flödet i atmosfären.

Figur 4 och 5 visar lufttrycket vid ytan (de vita kurvorna) för den svåra oktoberstormen 1967 och stormen Gudrun 2005 respektive. I båda fallen har lågtrycken passerat större delen av Sverige och är på väg mot Finland/Ryssland. I figurerna ligger lågtrycket vid stormen 1967 ligger på 975-980 hPa och isobarerna ligger inte väldigt tätt; vid stormen Gudrun låg det däremot på 965 hPa och isobarerna ligger mycket tätare. Det ger en indikation på att vindhastigheten är högre under stormen Gudrun än under stormen 1967.



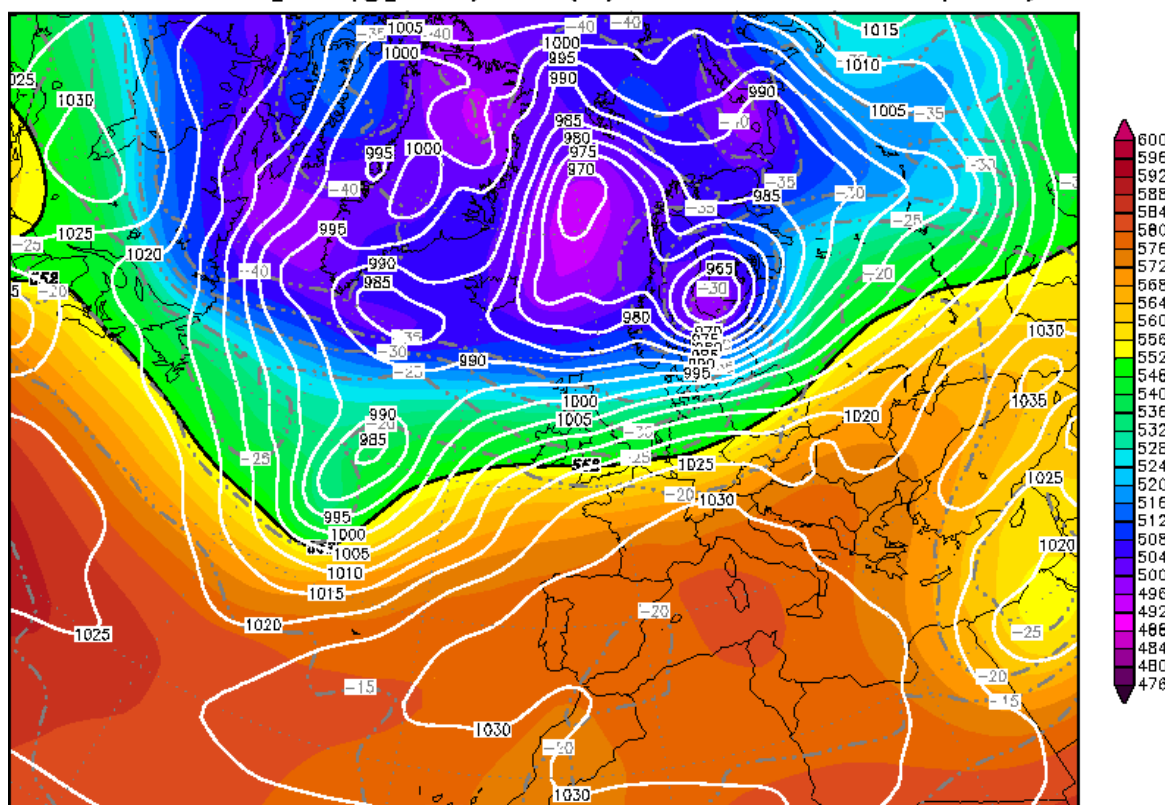
**Figur 4** Visar det geopotentiella trycket vid 500 hPa och trycket vid ytan den 18:e oktober 1967 00 UTC. [4]



Init : Sun,09JAN2005 00Z

Valid: Sun,09JAN2005 00Z

500 hPa Geopot.(gpm), T (C) und Bodendr. (hPa)



Daten: GFS-Modell des amerikanischen Wetterdienstes  
(C) Wetterzentrale  
www.wetterzentrale.de

**Figur 5** Visar det geopotentiella trycket och temperaturen vid 500 hPa och trycket vid ytan den 9:e januari 2005 00 UTC. [5]

### 2.1.2.5 Påverkan på havet

Havsvattenståndet runt Sveriges kust påverkas i första hand av lufttrycket och vindarna på Nordsjön och Östersjön. Vid kraftiga vindar från väst strömmar vatten från Atlanten in mot Sveriges västkust. I hop med lågt lufttryck bidrar det till högt vattenstånd i samband med stormar. Detta vattenstånd kan vara långt över det normala, men jämnas ut sedan lufttrycket höjs och vindarna avtar. Det innebär även att vattenståndet kan vara långt under det normala på andra platser (SMHI, senast uppdaterad 2013d).

Under Gudrun var det högsta vattenståndet 165 cm över medel vid Ringhals, medan vid Skanör observerades det lägsta vattenståndet som låg på 139 cm under medel (SMHI, senast uppdaterad 2011, SMHI, senast uppdaterad 2013e).

### 2.1.2.6 Förstörelse

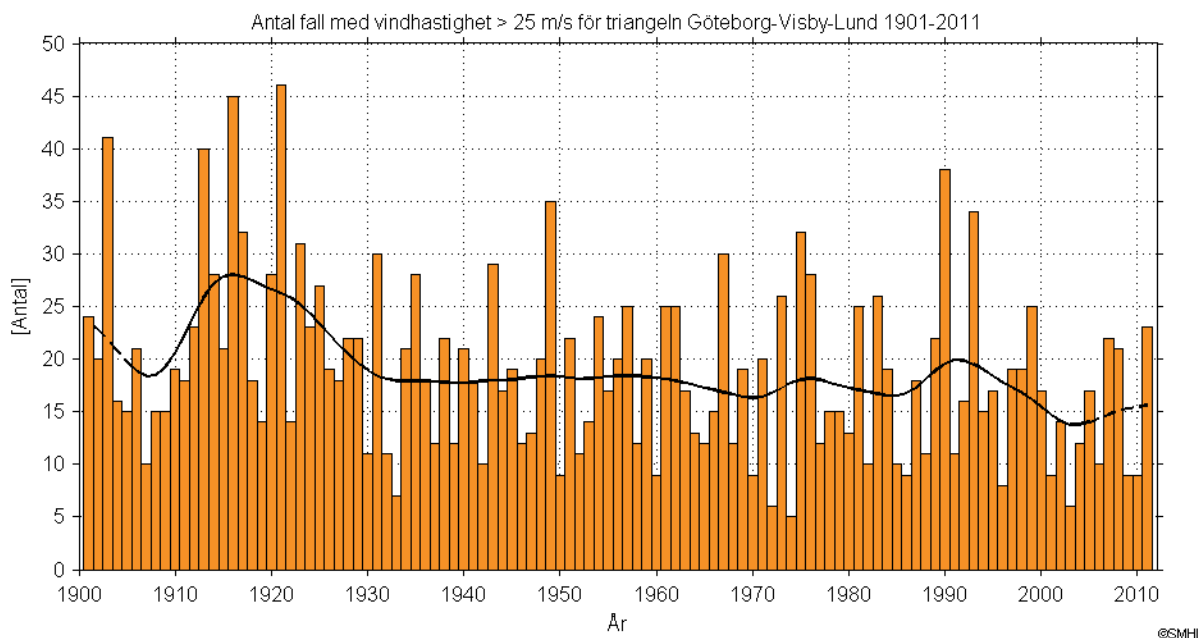
Efter en storm kan stor förstörelse råda som kostar samhället miljontals kronor även upp emot miljarder. Vegetation, byggnader, elledningar med mera kan förstöras under en kraftig storm. Vindbyar rycker upp träd och blåser av tak. Detta kostar försäkringsbolagen mycket pengar. Framförallt när stormen drar in över Götaland och

Svealand kan skadorna bli mycket stora. Det är tätbefolkat och mycket skog som kan förstöras där.

Försäkringsbolagens kostnader för stormen Gudrun, 2005, gick uppemot 4 miljarder kronor och antalet fällda träd beräknades till 75 miljoner m<sup>3</sup> (Carpenter, 2005). Jämfört med stormen Per, 2007, vars kostnader låg på strax över 0,5 miljarder kronor och mängden fällda träd var 16 miljoner m<sup>3</sup> (Svensk Försäkring, 2013, Karlsson L, 2014)

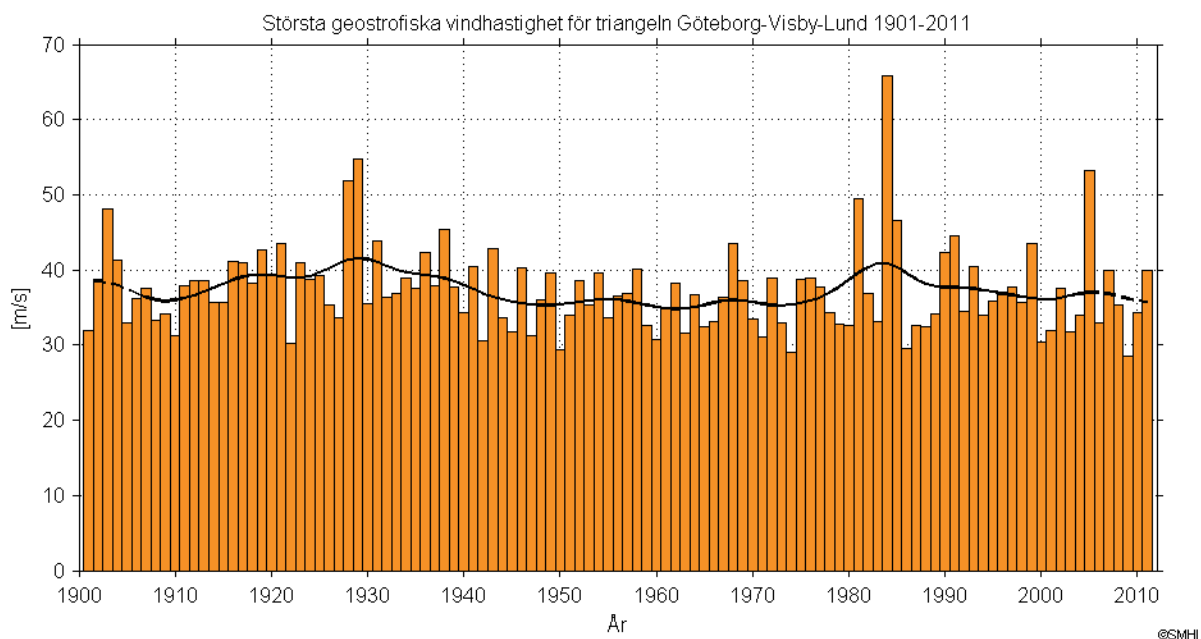
## 2.2 Stormar i Sydsverige

På grund av att vindmätarna över land inte satt på samma höjd innan 1995 i Sverige så är det svårt att analysera deras data. Därför kan man istället undersöka den geostrofiska vinden över ett område och analysera den. I figur 6 ser man alla fall då den geostrofiska vindhastigheten varit över 25 m/s i området Göteborg-Visby-Lund. Detta ger ett mått på hur många gånger det stormat inom triangeln.



**Figur 6** Staplarna visar antalet fall per år där den geostrofiska vinden uppmätt minst 25 m/s. Den svarta kurvan visar ett utjämnat medelvärde under 10 år. [6]

Figur 7 visar maxvindhastigheten inom samma område som i figur 6. Detta ger en bild av den maximala vindhastigheten i den värsta stormen under åren. Dock används bara tre observationer per dygn och därför kan den maximala vindhastigheten varit större mellan dessa observationer.



**Figur 7** Staplarna visar vilken maxhastighet den geostrofiska vinden har haft under åren. Kurvan visar ett utjämnat medelvärde under 10 år. [7]

### 3. Analys

Granskar man den geostrofiska vinden över Sydsverige (se figur 6) ser man att antalen fall där den geostrofiska vinden är över 25 m/s har varierat under åren. Man kan även utläsa att det utjämnade medelvärdet först ökade kraftigt 10-talet för att sedan minska igen. Det kom även en liten topp i början av 90-talet för att sedan nå sitt minimum under första halvan av 00-talet. Därefter går kurvan sakta uppåt igen. Stormfrekvensen är ändå lägre nu än vad den har varit under hela 1900-talet.

I ett perfekt geostrofiskt flöde där inga krökta isobarer finns och så vidare hade diagrammet i figur 6 varit väldigt träffsäkert. Det innebär att det inte funnits några påverkande variabler och den geostrofiska vinden hade varit densamma som den faktiska vinden. Därmed hade man kunnat se hur många gånger per år det stormat inom området. Dock är det så att det finns påverkande variabler såsom markfriktion, vegetation och corioliskraften, vilket innebär att den faktiska vinden inte stämmer överens med den geostrofiska vinden.

Då tre observationer per dygn används för att beräkna den geostrofiska vinden i triangeln finns det säkerligen fall då alla tre observationerna påvisar en geostrofisk vindhastighet på minst 25 m/s. Detta innebär att om exempelvis en storm som varar under 2 dygn och har en medelvindhastighet på minst 25 m/s under båda dygnen har då kanske även en geostrofisk vindhastighet på minst 25 m/s under de båda dygnen. Dessa två dygn innehåller 6 stycken observationstillfällen. Om då alla dessa visar att det stormar så betyder det att i diagrammet kan exempelvis 6 stormar egentligen vara en långvarig storm.



Diagrammet i figur 7 visar den maximala vindhastigheten i samma område. Där syns några extrema pikar men annars varierar inte vindmaxima speciellt mycket under åren. Nästan alla år har vindhastigheter som klassas som orkan. Den utjämnade kurvan visar två mindre toppar, en i slutet av 20-talet och en i mitten av 80-talet. Kurvan är för tillfället nedåtgående och ligger just nu på ett lägre vindmaxima än vad den gjorde i början av 1900-talet.

Undersöker man topparna i figur 7 kan man se att 1984 har den högsta geostrofiska vinden på hela 66 m/s. Denna inföll den 13 januari, de högsta vindhastigheterna som observerades denna dag inom triangeln var på Vinga med 31 m/s och på Nidingen med 30 m/s (Wern och Barring, 2009). Diagrammet visar även höga maxhastigheter av den geostrofiska vinden 2005 då Gudrun härjade; den geostrofiska maxvindhastigheten låg på 53 m/s och den högsta observerade vindhastigheten låg på, som tidigare nämnt, 33 m/s på Hanö. Som tidigare nämnt observerades södra Sveriges högsta medelvindhastighet på Öland 1969. Denna låg på 40 m/s och enligt diagrammet var den maximala geostrofiska vinden det året på 39 m/s. 1902, 1654, 1967, 1999 och 2007 är några andra kända stormar som inträffat i Sydsverige. Undersöker man dessa årtal i diagrammet i figur 7 är det bara stormen 1999 som visar en någorlunda topp. Även 1954 och 2007 visar små antydningar till toppar. Resterande smälter in i diagrammet. Stormen 2005 är den enda kända stormen inom området där det även syns i diagrammet att maxvinden har varit hög.

#### 4. Diskussion

Undersöker man den geostrofiska vinden och antalet fall den legat på över 25 m/s kan man se en tydlig trend i att det stormar mindre nu än förr i södra Sverige. Dock är det så att den geostrofiska vinden inte är helt träffsäker och bara kan ge en viss bild över hur vinden över området ser ut. Då den geostrofiska vinden ska ses som ett medelvärde över de centrala delarna i triangeln är risken stor att den beräknade vinden är mycket högre än den faktiska vinden som bromsas av markfriktion osv. De centrala delarna i triangeln är över inre delarna av Småland och höga vindhastigheter är vanligare vid kusten än över inlandet. Då även SMHI:s tryckobservationer innan 1951 innehöll många fel och har rättats i efterhand så är inte de staplarna helt pålitliga. Mätserier för bland annat observerad vind kan man hitta på SMHI:s hemsida. Undersöker man då vinden för Ljungby som ligger i mitten av triangeln finns där inte en enda observerad vind på över 25 m/s under 1990, då stapeln visar på att det ska finnas minst 35 fall med vindhastigheter i stormstyrka. Inte heller Göteborg hade några observationer där vindhastigheten låg över 25 m/s. Vinga däremot hade ett fall på 25 m/s, dock var där flertalet fall då vindhastigheten låg på över 20 m/s. Eftersom observationerna i mätserien bara är en gång var tredje timme kan det finnas fall då vindhastigheten legat över 25 m/s under de 3 timmarna det inte observerades någon data. Den sista stationen som granskats är Visby flygplats och inte heller där hade det observerats något fall där medelvindhastigheten legat på 25 m/s. Slutsatsen av detta är då att metoden att få fram antalet stormtillfällen inom triangeln med hjälp av den geostrofiska vinden i detta

fall är kraftigt överskattad. Det kan säkert ge en indikation från år till år om hur mycket det stormar, men när det kommer till antalet stormar är den inte lika bra för denna triangel.

Granskar man då den största geostrofiska vindhastigheten inom triangeln kan man få fram andra resultat. De två högsta pikarna från 60-talet och framåt är för åren 1984 och 2005. 2005 känner alla till som året då stormen Gudrun härjade i Sydsverige, högsta medelvinden observerades på Hanö och låg på 33 m/s, den största geostrofiska vinden det år låg på 53 m/s. Dels ligger Hanö utanför triangeln, vilket innebär att den högsta vindhastigheten inom triangeln inte var i närheten av 53 m/s. Ännu större skillnad var det 1984 då den största geostrofiska vinden låg på 66 m/s, medan den högsta observerade vinden var på 31 m/s. Anledningen till att den geostrofiska vinden skiljer så mycket från den faktiska vinden kan vara bland annat vegetation som stoppar upp vinden. Analyserar man då den högsta observerade vindhastigheten i Sverige som låg på 40 m/s på Öland 1969 och jämför med den största geostrofiska vinden samma år, 39 m/s, så är den geostrofiska vinden lägre än den faktiska vinden. Detta kan dock bero på att dels ligger mätstationen på Ölands södra spets, där det troligtvis inte finns lika mycket som hindrar vinden, och dels satt inte mätplatsen på 10 m höjd över marken som alla mätstationer gör numera. Därför kan vindhastigheten vara lägre än vad den observerade vinden var. Trots stora skillnader mellan den största geostrofiska vinden och den högsta observerade vinden är ändå diagrammet en bra indikation, i de studerade fallen, till om det varit väldigt höga vindhastigheter något år. Det man även måste ta med i beräkningarna är att endast tre observationer per dygn användes, vilket i sin tur kan betyda att den geostrofiska vinden kan vara högre andra tider.

Dessa diagram säger dock fortfarande ingenting om huruvida det stormar mer eller mindre nu än förr. Enligt diagrammet (figur 6) har antalet fall med en geostrofisk vind på över 25 m/s minskat sedan början av 1900-talet.

Enligt IPCC:s rapport från 2007 har studier visat på att intensiteten i stormarna har ökat, medan antalet stormar har minskat. Dessa studier är dock bara antydningar och osäkerheten i dem är höga. Resultat påvisar dock att cyklonaktiviteten har ökat på norra halvklotet de senaste 40 åren (Trenberth *et al.*, 2007). Andra studier påvisar däremot motsatsen vilket gör att dessa resultat kan ifrågasättas (Ulbrich *et al.*, 2009). Ulbrich *et al.* (2009) har även rapporterat att under vinterstormarna har reducerats över vissa områden, där bland annat nordöstra Atlanten och de Brittiska öarna är inräknade. Om det stämmer så innebär det i sin tur att även vinterstormarna i Sydsverige minskar.

I IPCC:s rapport från 2012 rapporteras det om att det är troligt att stormstråket har förflyttats norrut sedan mitten av 1900-talet (Seneviratne *et al.*, 2012). Om denna förflyttning fortsätter skulle det i sin tur innebära att den typen av stormar som förr gick över södra Sverige sen skulle gå över mellersta Sverige. Detta i sin tur borde då innebära att de stormar som nu går över Tyskland senare skulle vara de stormar som går över södra Sverige. Detta skulle dock ta många hundra år och lång efterforskning för att undersöka om så blir fallet. För att undersöka om ens en sådan förflyttning har uppstått måste många

stormar under många år undersökas. Bland annat lågtrycksbanor kan undersökas för att få en hint om en förflyttning ägt rum. Då kan man även komma in på frågan om varför denna förflyttning av stormstråket har uppstått; om det beror på klimatförändringar eller någon annan faktor. Västvindbältet Sverige befinner sig i kanske har förflyttats norrut, eller kommer att förflyttas norrut. Innebär det då att Sverige kommer få mer och mer vindar av ostlig karaktär. Skulle detta ske och stormarna skulle komma öster ifrån så behöver meteorologernas datahantering troligtvis behöva göras om, lågtryck österifrån kanske är lite mer oberäkneliga, vilket i sin tur skulle innebära år av forskning för att kunna ställa träffsäkra prognoser.

Jämför man då den geostrofiska vinden med vad IPCC (2007,2012) har skrivit kan man se att antalet stormtillfällen har minskat inom triangeln, vilket Trenberth *et al.* (2007) påstod att det skulle ha gjort. Emellertid skulle intensiteten i stormarna ha ökat och för tillfället är den största geostrofiska vinden på väg neråt; den ligger på ungefär samma under 60-talet, men hade en topp under början av 80-talet.

Granskar man förstörelse under stormar håller nog många med om att stormen Gudrun 2005 var den värsta. Det kostade försäkringsbolagen uppemot 4 miljarder kronor och då får man inte glömma allt som inte är försäkrat, självrisker och så vidare (Svensk Försäkring, 2013). Den totala summan för kostnader på grund av Gudrun har säkerligen blivit mycket högre, vilket sannolikt stämmer för alla stormar. Gudrun var även värst vad det gäller antalet fällda träd, som låg på 75 miljoner m<sup>3</sup>, detta kostade garanterat skogsägarna riktigt mycket pengar (Holmberg, 2005).

Bara förra året drabbades Sydsverige av två kraftiga stormar, vilket i sin tur får folk att tycka att det stormar mer nu än förr. Undersöker man de värsta stormarna som gått över Sydsverige kan man under de senaste 10-15 åren se att stormarna har löst av varandra en efter en. Dessförinnan stormade det bara någon enstaka gång på 30-40 år och innan dess var det några kraftiga stormar som löste av varandra. Vindklimatet i Skandinavien varierar mycket. Det verkar dock som att det varken blir bättre eller sämre. Det kanske helt enkelt bara är så att under vissa årtionden stormar det mycket och under vissa årtionden stormar det mindre. Just nu är vi då troligen inne i en tid där det stormar mycket (SMHI, senast uppdaterad 2013a, Alexandersson *et al*, 2000, Nilsson, 2008).

## Svårigheter

Den största svårigheten i arbetet var att få fram ändamålsenlig information. Det finns inte jättemycket forskning inom stormar eller inom stormar i Sverige. Den forskning som finns täcker oftast hela norra halvklotet vilket gör att det blir mer allmänt om stormarnas förändringar än om stormarnas förändringar i Sverige. Stormarna ser inte nödvändigtvis likadana ut över Amerika som över Europa, vilket gör det problematiskt när det inte står över vilka områden forskningen handlar om. Det finns dock viss forskning om cyklonförändringar i Nordatlanten som går att ta del av.

Vissa av de mätserier som analyserades i detta arbete innehöll inte fullständig information. Bland annat kunde det fattas data på grund av strömavbrott under stormar. Eller fattades det data på grund av att man inte observerade lika ofta förr. Det mest praktiska är att ha observationer för var tredje timme. Vissa år observerade det dock kanske bara en, två gånger om dagen. Det gör det svårt att se trender och liknande.

## 5. Summering

Man kan inte säkert säga hur stormarnas intensitet har ändrats det senaste århundradet. Viss forskning visar på att intensiteten i stormarna troligen har ökat och att antalet stormar troligen har minskat. Emellertid visar annan forskning samtidigt på att både intensiteten och antalet har minskat.

Arbetet hade blivit mer tillförlitligt om man gjort det större, med egna mätvärden som man kan analysera och så vidare. Det behövs forskning och mycket tid för att kunna få fram lite mer konkret om huruvida det stormar mer nu än innan.

Den geostrofiska vinden kan säkert vara bra att använda, dock är det nog bra om man använder den för alla trianglarna (Figur 3 under avsnittet Geostrofisk vind) och därmed kan jämföra trianglarna och få fram några slutsatser. Man kan enklare se om någon stapel i diagrammet är helt fel. Det vore dock en fördel i framtiden om man är noggrann med vindmätningarna då det troligen är enklare att använda en faktiskt vind än en teoretisk vind. Emellertid behövs det många års mätvärden för att kunna göra en bra analys som man sen kan använda sig av för att se förändringar i stormarnas mönster.

## 6. Referenser

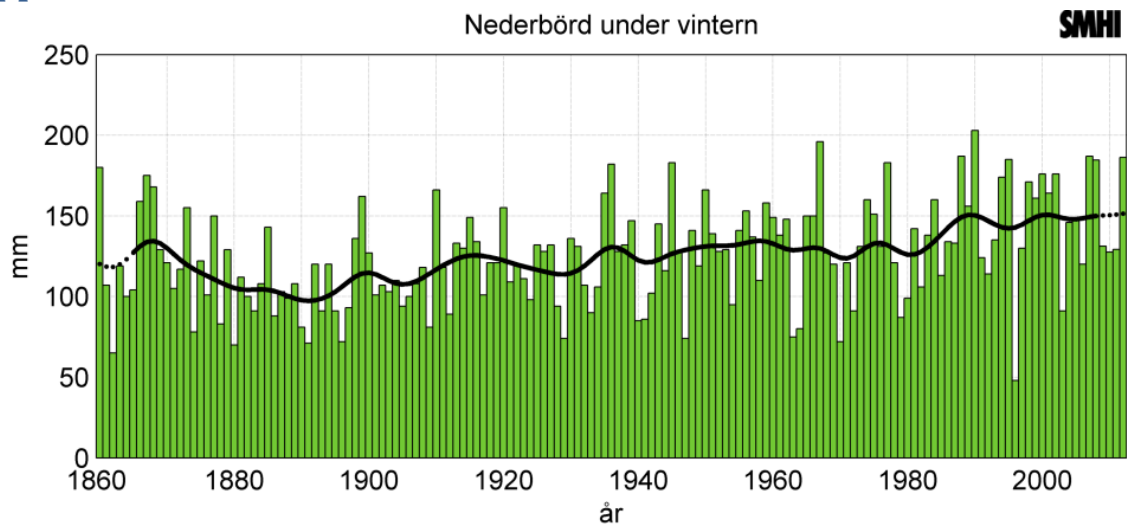
- Alexandersson, H., Tuomenvirta, H., Schmith, T. och Iden, K. (2000) *Trends of storms in NW Europe derived from an updated pressure data set*. Climate Research Vol. 14: 71-73
- Carpenter, G. (2005) *Windstorm Erwin/Gudrun – January 2005*, Specialty Practice Briefing – An update from the Property Specialty, Issue No.2
- Holmberg, L. (2005) *Sammanställning av stormskador på skog i Sverige under de senaste 210 åren*. Skogsstyrelsen. Rapport 9
- Holton, J.R. (2004) *An Introduction to Dynamic Meteorology: Forth edition*. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier academic press, sida 1-24, 62.
- IPCC, 2007: *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., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, sida 281-316.
- IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, sida 109-230.
- Karlsson, L. (2014) Mejlkontakt, Skogsstyrelsen (2014-01-13)
- Nilsson, C. (2008) *Windstorms in Sweden- variations and impact*. Meddelande från Lunds Universitets geografiska institutioner, Lund, Avhandlingar 179, 74 pp.
- Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, sida 163-166.
- SMHI (senast uppdaterad 2009). *Per – Januaristormen 2007*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/per-januaristormen-2007-1.5287> (2014-01-04)
- SMHI (senast uppdaterad 2011). *Första adventsstormen jämförd med stormarna Gudrun och Per*. (Elektronisk) Tillgänglig: <http://www.smhi.se/nyhetsarkiv/adventsstormen-jamford-med-stormarna-gudrun-och-per-1.18870> (2014-01-07)

- SMHI (senast uppdaterad 2012a). *Skalor för vindhastighet*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skalor-for-vindhastighet-1.252> (2013-10-04)
- SMHI (senast uppdaterad 2012b). *Vindhastighet*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/vindhastighet-1.255> (2013-10-08)
- SMHI (senast uppdaterad 2013a). *Stormar i Sverige*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/stormar-i-sverige-1.5770> (2013-11-28)
- SMHI (senast uppdaterad 2013b). *Nederbörd*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbord-1.361> (2014-01-07)
- SMHI (senast uppdaterad 2013c). *Den svåra oktoberstormen 1967*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/den-svara-stormen-1967-1.5744> (2013-12-28)
- SMHI (senast uppdaterad 2013d). *Havsvattenstånd*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/havsvattenstand-1.3090> (2014-01-07)
- SMHI (senast uppdaterad 2013e). *Rekord: Havsvattenstånd*. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.smhi.se/klimatdata/oceanografi/havsvattenstand/1.2269> (2014-01-07)
- SMHI (2014). Observationsdata för nederbörd i Borås. (Elektronisk) Tillgänglig:  
[http://data.smhi.se/met/climate/time\\_series/day/precipitation/SMHI\\_day\\_precipitation\\_clim\\_7245.txt](http://data.smhi.se/met/climate/time_series/day/precipitation/SMHI_day_precipitation_clim_7245.txt) (2014-01-13)
- Svensk Försäkring (2013). Höga kostnader för höstens stormar. (Elektronisk) Tillgänglig:  
<http://www.svenskforsakring.se/Huvudmeny/I-fokus/Artiklar1/Kategorier/2013/Hoga-kostnader-for-hostens-stormar/> (2014-01-13)
- Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 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., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, sida 281-316.
- Ulbrich, U., Leckebusch, GC. and Pinto JG. (2009) *Extra-tropical cyclones in the present and future climate: a review*. Theoret Appl Climatol. DOI 10.1007/s00704-008-0083-8
- Wallace J.M., Hobbs P.V. (2006) *Atmospheric Science an introductory survey, second edition*, Elsevier Inc, sida 13-14.
- Wern, L., Bärring, L. (2009) *Sveriges vindklimat 1901-2008. Analys av trend i geostrofisk vind*. Meteorologi Nr 138, SMHI, 72 pp.
- Wern, L., Bärring, L. (2011) *Vind och storm i Sverige 1901-2010*. Faktablad nr 51-2010, SMHI, 4 pp.

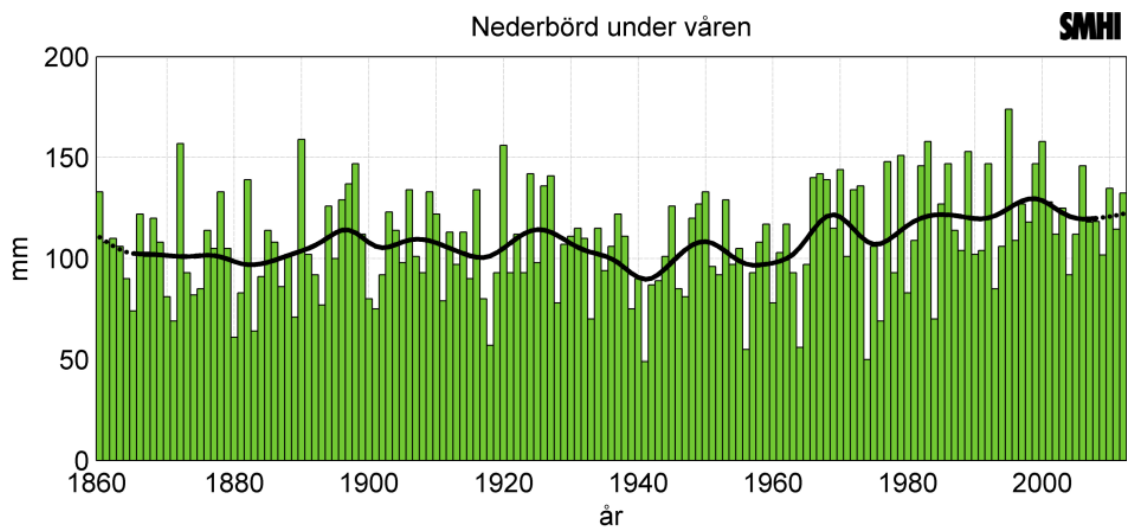
## Bildkällor

- [1] <http://www.wetter3.de/Archiv/index.html>, hämtad 2012-12-02
- [2] <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/gudrun-januaristormen-2005-1.5300>, hämtad 2014-01-13
- [3] <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/vind/Klimatindikator-geostrofisk-vind-se-och-ladda-ner>, hämtad 2014-01-13
- [4] <http://www.wetter3.de/Archiv/index.html>, hämtad 2012-12-02
- [5] <http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsavneur.html>, hämtad 2012-11-15
- [6] <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/vind/Klimatindikator-geostrofisk-vind-se-och-ladda-ner?distrikt=1&target=t1&v=4>, SMHI, hämtad 2012-11-20
- [7] <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/vind/Klimatindikator-geostrofisk-vind-se-och-ladda-ner?distrikt=1&target=t1&v=4>, SMHI, hämtad 2012-11-20
- [8] <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/klimatindikator-nederbord-1.2887>, SMHI, hämtad 2014-01-07

## Appendix A

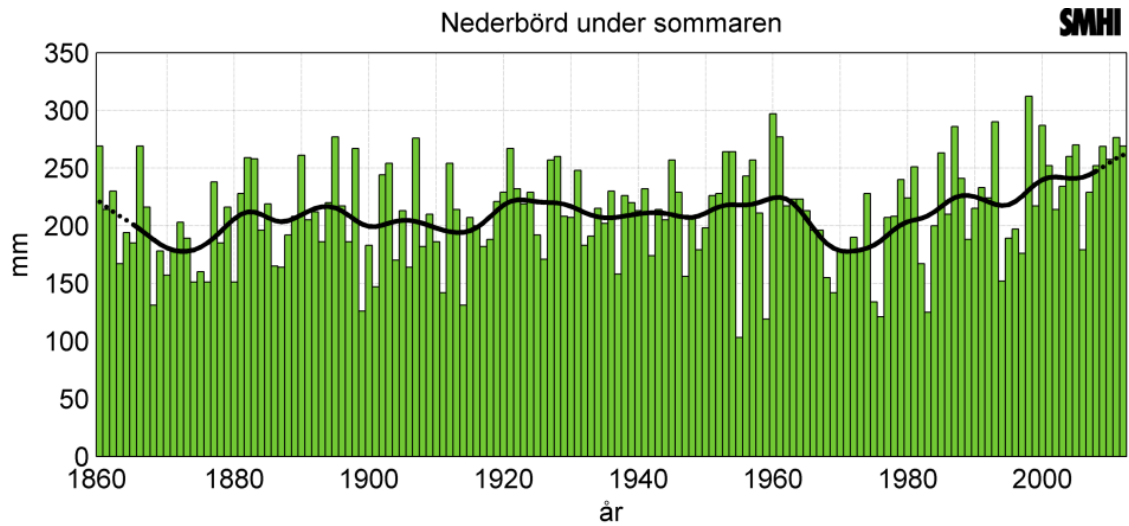


**Figur 1** Medelnederbörd under månaderna december, januari och februari. [7]

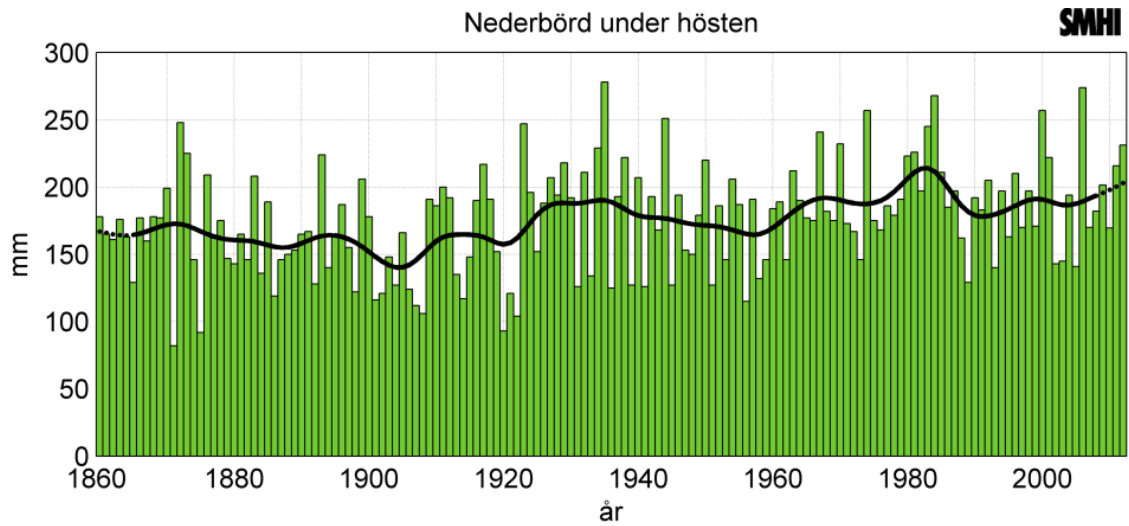


**Figur 2** Medelnederbörd under månaderna mars, april och maj. [7]





**Figur 3** Medelnederbörd under månaderna juni, juli och augusti. [7]



**Figur 4** Medelnederbörd under månaderna september, oktober och november. [7]

## Appendix B

Nederbörd månadsvis för åren 1967, 1969, 1999, 2005 och 2007 i Borås. Månad nummer 13 är det sammanlagda värdet för hela året.

Nr	Plats	År	Månad	Nederbörd
7245	BORÅS	1967	1	82.1
7245	BORÅS	1967	2	75.9
7245	BORÅS	1967	3	104.3
7245	BORÅS	1967	4	75.9
7245	BORÅS	1967	5	70.1
7245	BORÅS	1967	6	73.5
7245	BORÅS	1967	7	47.9
7245	BORÅS	1967	8	121.9
7245	BORÅS	1967	9	116
7245	BORÅS	1967	10	278.1
7245	BORÅS	1967	11	80.4
7245	BORÅS	1967	12	85.7
7245	BORÅS	1967	13	1211.8
7245	BORÅS	1969	1	93.8
7245	BORÅS	1969	2	27
7245	BORÅS	1969	3	58.2
7245	BORÅS	1969	4	40.9
7245	BORÅS	1969	5	135.5
7245	BORÅS	1969	6	60
7245	BORÅS	1969	7	14.9
7245	BORÅS	1969	8	78.5
7245	BORÅS	1969	9	88.2
7245	BORÅS	1969	10	42.3
7245	BORÅS	1969	11	195.6
7245	BORÅS	1969	12	20.4
7245	BORÅS	1969	13	855.3
7245	BORÅS	1999	1	159.7
7245	BORÅS	1999	2	69.4
7245	BORÅS	1999	3	76.3
7245	BORÅS	1999	4	120.3
7245	BORÅS	1999	5	59.8
7245	BORÅS	1999	6	98.2
7245	BORÅS	1999	7	80.3
7245	BORÅS	1999	8	82.5

7245	BORÅS	1999	9	129.1
7245	BORÅS	1999	10	86.6
7245	BORÅS	1999	11	52.8
7245	BORÅS	1999	12	246.7
7245	BORÅS	1999	13	1261.7
7245	BORÅS	2005	1	155.9
7245	BORÅS	2005	2	47.2
7245	BORÅS	2005	3	47.6
7245	BORÅS	2005	4	34.7
7245	BORÅS	2005	5	73.1
7245	BORÅS	2005	6	54.4
7245	BORÅS	2005	7	136.9
7245	BORÅS	2005	8	88.5
7245	BORÅS	2005	9	30
7245	BORÅS	2005	10	74.3
7245	BORÅS	2005	11	120.5
7245	BORÅS	2005	12	36.8
7245	BORÅS	2005	13	899.9
7245	BORÅS	2007	1	224.6
7245	BORÅS	2007	2	27.8
7245	BORÅS	2007	3	103.7
7245	BORÅS	2007	4	43.1
7245	BORÅS	2007	5	77.7
7245	BORÅS	2007	6	127.8
7245	BORÅS	2007	7	173.7
7245	BORÅS	2007	8	88.9
7245	BORÅS	2007	9	154.3
7245	BORÅS	2007	10	33.7
7245	BORÅS	2007	11	83.9
7245	BORÅS	2007	12	164.3
7245	BORÅS	2007	13	1303.5

Normalvärde för nederbörd månadsvis i Borås, uträknat på perioden 1961-1990

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj		
7245	86.2	54.6	63.8	54.9	58.1		
	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
	73.9	83.9	83.2	100.4	105.0	116.3	95.2
Tot	975.4						