



**GLOBALE ØKONOMISKE  
TAB VED  
VEJRKATASTROFER**

---

**ÅRSAGER TIL STIGENDE  
TABSOMKOSTNINGER I DET  
20. ÅRHUNDREDE**

---

**SEPTEMBER 2003**



Journal nr.: 2002-2204-004

ISBN.: 87-7992-009-8

Udarbejdet af : Rico Busk (projektansvarlig), Kasper Wrang (projektmedarbejder) & Jesper Strandsbjerg Pedersen (praktikant).

Udgivet: September 2003

Version 1.1

©2003, Institut for Miljøvurdering

Henvendelse angående rapporten kan ske til:

Institut for Miljøvurdering

Linnésgade 18

1361 København K

Tlf.: 7226 5800

Fax: 7226 5839

e-mail: [imv@imv.dk](mailto:imv@imv.dk)

[www.imv.dk](http://www.imv.dk)

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

<b>SAMMENFATNING</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>1. INDLEDNING</b>	<b>9</b>
1.1 DEFINITION AF EKSTREMVEJR OG VEJRKATASTROFE	10
1.2 BAGGRUND – MEDIEDÆKNINGEN AF VEJRKATASTROFER	11
1.3 FORMÅL	17
1.4 AFGRÆNSNING	18
<b>2. GLOBALE ØKONOMISKE TAB VED VEJRKATASTROFER</b>	<b>21</b>
<b>3. EKSTREMVEJR I DET 20. ÅRHUNDREDE</b>	<b>25</b>
3.1 GLOBAL OPVARMNING	27
3.2 STORME OG ORKANER	28
3.2.1 TROPISKE STORME OG ORKANER	29
3.2.2 STORME OG ORKANER I TEMPERERET KLIMA	32
3.3 NEDBØR	34
3.3.1 UDVIKLING I DEN GLOBALE NEDBØRSMÆNGDE	34
<b>4. IKKE-KLIMATISKE ÅRSAGER TIL ØKONOMISKE TAB</b>	<b>37</b>
4.1 ÅRSAG 1: VI BLIVER RIGERE.	39
4.2 ÅRSAG 2: URBANISERING OG INDUSTRIALISERING I SÅRBARE OMRÅDER.	42
4.3 ÅRSAG 3: ÆNDRINGER I DATAGRUNDLAG.	44
4.4 ÅRSAG 4: LØBENDE TILPASNINGER TIL VEJRKATASTROFER.	47
4.5 DISKUSSION.	48
<b>5. PERSPEKTIVERING</b>	<b>52</b>
5.1 FREMTIDIGE KLIMAÆNDRINGER	52
5.2 ØKONOMISKE TAB VED VEJRKATASTROFER I FREMTIDEN	53
5.3 MULIGE KLIMASTRATEGIER	55
5.4 AFRUNDING	57
<b>TAK TIL</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCELISTE</b>	<b>62</b>



## S A M M E N F A T N I N G

De registrerede globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer er steget eksponentielt i sidste halvdel af sidste århundrede med en tiårig vækstrate på 90 procent. Dette svarer næsten til en fordobling af de økonomiske tab hvert tiende år. De årlige økonomiske tab var gennemsnitligt 8 milliarder US\$ i 1960'erne, mens de gennemsnitlige tab per år i 1990'erne var 55 milliarder US\$. Alle priser i rapporten er faste 2002 priser med mindre andet er nævnt.

Udgangspunktet for rapporten er den nogle gange entydige og ubalancerede dækning af vejrkatastrofer og ekstremvejr i medierne, hvor vejrkatastroferne knyttes til den menneskeskabte drivhuseffekt. I forlængelse heraf undersøges det om den menneskeskabte drivhuseffekt er årsag til de stigende økonomiske tab og konklusionen er klar: udviklingen i ekstremvejr<sup>1</sup> i sidste århundrede kan ikke forklare den eksponentielle stigning i de registrerede globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer<sup>2</sup>. Stigningen i de økonomiske tab skyldes primært en række ikke-klimatiske faktorer. Et formål med rapporten er at give et mere nuanceret og afbalanceret billede af udviklingen i ekstreme vejrhændelser og deres betydning.

Den globale opvarmning i sidste århundrede på ca. 0,6 grader C har ikke haft nogen entydig effekt på udviklingen i hyppigheden og styrken af ekstremvejr. Der er utilstrækkelige data og modstridende analyser vedrørende ændringer i stormaktiviteten. Der er altså ikke tale om en entydig fremgang i storm- og orkanaktiviteten. Nedbørsmønstrene har ændret sig i retning af mere intense nedbørshændelser i visse egne på jorden - der er dog tale om små ændringer. Der er altså næppe sket nogen betydelige ændringer i ekstremvejrshændelser, som ville kunne forklare de eksponentielt stigende økonomiske tab. Derimod vejer følgende ikke-klimatiske årsager langt tungere:

- Stigende økonomiske værdier (vækst i det globale bruttonationalprodukt).
- Urbanisering og industrialisering i sårbare områder såsom kyst- og flodnære områder. Herunder ubalancerede indgreb i floders afstrømningskapacitet.
- Forbedrede statistiske opgørelser af økonomiske tab.

---

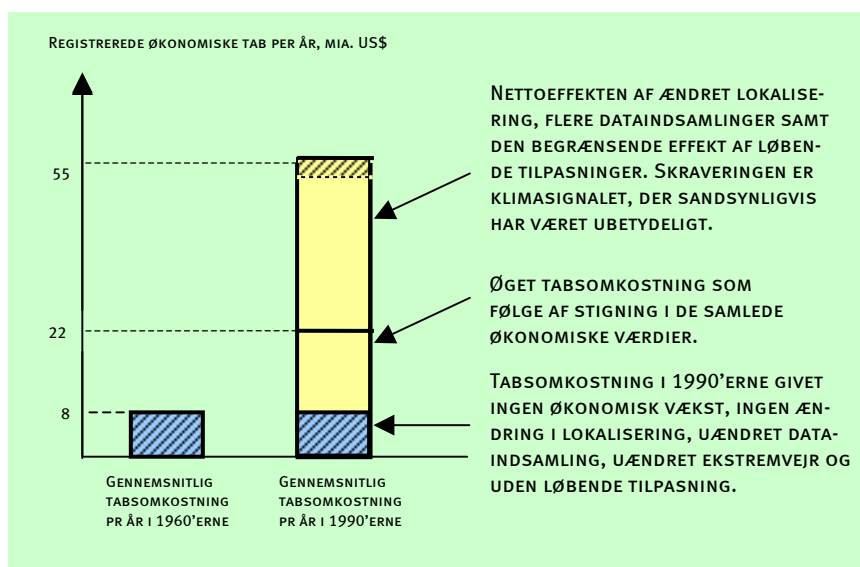
<sup>1</sup> Ekstremvejr er et klimatisk begreb, der udelukkende relaterer til et vejrfænomens styrke. Jævnfør Boks 1, s.8.

<sup>2</sup> Vejrkatastrofer er defineret i boks 1, s. 8.

Det er imidlertid vanskeligt at bestemme de enkelte ikke-klimatiske årsagers individuelle betydning for stigningen i tabsomkostningerne de sidste 50 år. Væksten i den globale indkomst er den eneste drivkraft, der er kvantificeret i rapporten. Den økonomisk vækst har haft stor betydning for de stigende økonomiske tab ved vejrkatastrofer. I perioden 1960-2000 er de økonomiske tab syv-doblet. I den samme periode er den globale indkomst næsten tre-doblet. Væksten i BNP kan forklare ca. 1/3 af stigningen. Resten af stigningen i de registrerede tab svarer til nettoeffekten af urbanisering og industrialisering i sårbare områder, ændringer i datagrundlaget og forringelse af floders afstrømningskapacitet samt den begrænsende effekt af løbende tilpasninger til ekstreme vejrhændelser. Omkostninger til tilpasningsforanstaltninger er ikke inkluderet i de økonomiske tab.

Årsagerne bag stigningen i de økonomiske tab fra 1960'erne til 1990'erne er illustreret i Figur 1. De 8 og 55 mia. US\$ pr år svarer til de registrerede gennemsnitlige årlige økonomiske tab i henholdsvis 1960'erne og 1990'erne. Stigningen op til 22 mia. US\$ pr år i 1990erne kan forklares med væksten i BNP.

**FIGUR 1. ILLUSTRATION AF ÅRSAGERNE TIL STIGENDE ØKONOMISKE TAB VED VEJRKATASTROFER FRA 1960'ERNE TIL 1990'ERNE.**



**BEMÆRK:** SKRAVERINGEN ØVERST I SØJLE 2 ER EFFEKTEN AF ÆNDRINGER I EKSTREMVEJRET, DER ER ANGIVET FOR ILLUSTRATIONENS SKYLD. EFFEKTEN HAR SANDSYNLIGVIS VÆRET UBETYDELIG.

Den klimatiske drivkraft for ændringer i ekstreme vejrhændelser er for illustrationens skyld markeret med en skravering øverst i søjle 2 i figuren, selvom den ikke har haft nogen nævneværdig betydning. De sandsynlige mindre forandringer i ekstrem nedbør og den ikke entydige fremgang i vindektremer er kendt i det viden-

skabelige miljø (IPCC 2001b). Et sigte med rapporten er en bredere formidling af denne sammenhæng.

I løbet af det 21. århundrede vil den globale gennemsnitstemperatur ifølge Det Internationale Klimapanel (IPCC) sandsynligvis stige mellem 1,4 og 5,8 grader C. Det er imidlertid vanskeligt at forudsige, hvilken effekt det vil få på udviklingen i ekstremvejrshændelser. På basis af bl.a. modelberegninger konkluderer IPCC, at der sandsynligvis vil ske ændringer i form af kraftigere og hyppigere vind- og nedbørsrelateret ekstremvejr.

Forudsigelser om fremtidige økonomiske tab ved vejrkatastrofer er endnu mere vanskelige på grund af de mange usikkerheder og mangel på information. Sammen med en sandsynlig fortsat lokalisering i sårbare områder og forringelse af floders afstrømningskapacitet vil stigningen i de økonomiske værdier sandsynligvis stadig være den dominerende drivkraft for de økonomiske tab ved vejrkatastrofer i de kommende årtier. Den klimatiske drivkraft vil sandsynligvis komme til at betyde relativt mere end i sidste århundrede, men den vil sandsynligvis stadig betyde langt mindre end de ikke-klimatiske faktorer. Et studie af tropiske orkaner viser, at klimaændringerne vil forklare ca. 5% af stigningen i de økonomiske tab i år 2050, hvis orkanstyrke og -intensitet øges som forudset. Dette kan dog ikke generaliseres til storme i andre områder eller til nedbørsekstremer generelt.

Der kan på baggrund af rapporten ikke gives nogen konkrete klimapolitiske anbefalinger. Generelt skal det dog påpeges, at omkostninger og fordele ved forskellige alternative strategier bør afvejes i forhold til hinanden.





## A B S T R A C T

Global economic losses due to weather-related catastrophes such as floods and storms have almost doubled every ten years since the 1950s. The yearly economic losses were in average US\$ 8 billion in the 1960s, rising to US\$ 55 billion in the 1990s (adjusted for inflation).

This report is motivated by the sometimes unbalanced media coverage of extreme weather and weather-related catastrophes which are solely related to man-made greenhouse effect. The purpose of this report is to analyse the causes behind the rising economic losses by looking at past trends in extreme wind- and precipitation events as well as looking at non-climatic causes.

There is no doubt about the conclusion: changes in extreme weather in the 20<sup>th</sup> century cannot explain the exponential rise in economic losses. There has been no significant development in the frequency and strength of extreme wind- and precipitation events. The main causes are non-climatic such as:

- Growth in GWP (Gross World Product).
- Urbanisation and industrialisation in vulnerable areas such as coastal areas and floodplains.
- Unbalanced manipulation of river capacity.
- Improved statistics.

To estimate future economic losses is very difficult due to uncertainties and lack of information. In the coming decades extreme weather will probably be relatively more important compared to its importance in the last century. Still, extreme weather will most likely be of minor importance compared to non-climatic causes.

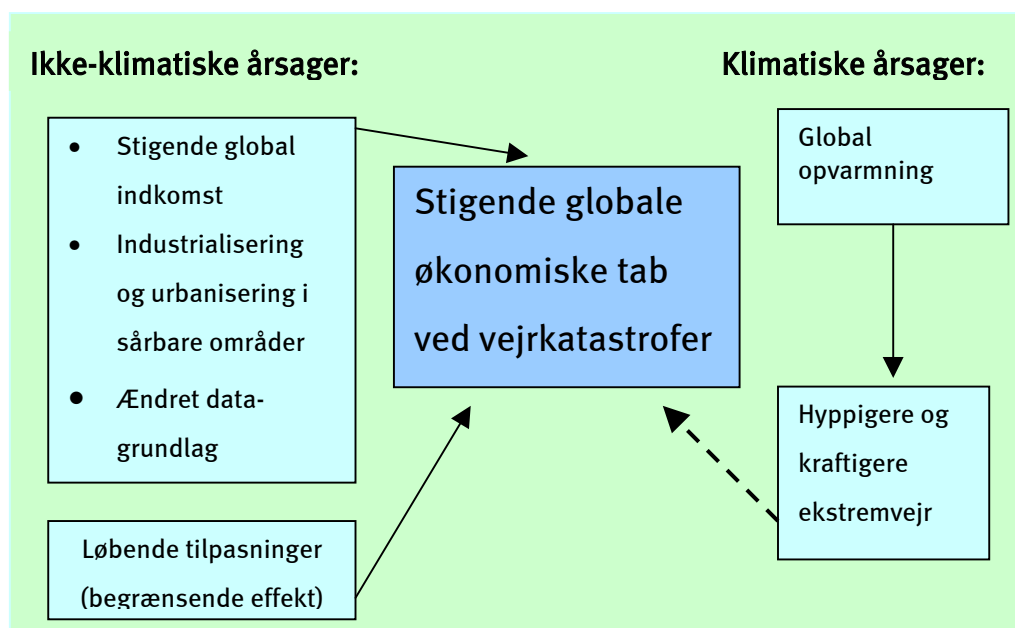


## 1 . I N D L E D N I N G

De globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer er steget eksponentielt gennem de sidste 50 år. I samme periode er den globale gennemsnitstemperatur steget. I medierne kobles den globale opvarmning ofte til vejrkatastrofer og stigningen i tabsomkostningerne forklares med menneskeskabte klimaforandringer. Men forholder det sig rent faktisk sådan?

Spørgsmålet undersøges ved at gå bag om de mulige årsager til udviklingen i de globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Årsagerne til stigende globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer kan deles op i en række ikke-klimatiske og klimatiske faktorer, jævnfør Figur 2.

FIGUR 2. FAKTORER BAG UDVIKLINGEN I DE GLOBALE ØKONOMISKE TAB VED VEJRKATASTROFER.



Centralt i figuren fremstår de stigende globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Udviklingen i de økonomiske tab i den sidste halvdel af det 20. århundrede præsenteres i rapportens kapitel 2. I kapitel 3 undersøges om den globale opvarmning i sidste århundrede har givet anledning til hyppigere og kraftigere ekstremvejr, der alt andet lige ville bidrage til en stigning i de økonomiske tab ved vejrkatastrofer. I kapitel 4 redegøres der for en række ikke-klimatiske drivkræfter bag stigningen i de økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Disse drivkræfter er ændringer i datagrundlaget samt tre samfundsmæssige faktorer. To af disse tre samfundsmæssige faktorer

bidrager til at øge de økonomiske tab, nemlig stigende global indkomst samt industrialisering og urbanisering i sårbare områder. Den tredje samfundsmæssige faktor er løbende tilpasninger til ekstremvejr, som trækker i den modsatte retning og begrænser de økonomiske tab<sup>3</sup>. I kapitel 5 gives en perspektivering af fremtidens ekstremvejr.

### 1.1 Definition af ekstremvejr og vejrkatastrofe

Der er en væsentlig forskel på termerne *ekstremvejr* og *vejrkatastrofe*. Definitionen af ekstremvejr er meteorologisk til forskel fra den samfundsfaglige definition af vejrkatastrofer (ekstremvejr i en samfundsmæssig sammenhæng), jævnfør boks 1.

#### BOKS 1. DEFINITION AF EKSTREMVEJR OG VEJRKATASTROFE.

- *Ekstremvejr*. En vejrhændelse betegnes som ekstrem i det omfang den i intensitet eller styrke adskiller sig signifikant fra de gennemsnitligt observerede hændelser af det samme vejrphænomen. Rapporten omhandler kun vind- og nedbørs-relaterede ekstremvejrshændelser.
- En *vejrkatastrofe* er defineret ud fra de økonomiske tab, den medfører, og ikke ud fra hyppigheden og intensiteten af ekstremvejret (i kapitel 4 gengives en række kriterier for, hvornår ødelæggelser, udløst af blandt andet ekstremvejr, kan karakteriseres som en vejrkatastrofe).

Vejrkatastrofer er (blandt andet) forårsaget af ekstremvejr, men en vejrkatastrofes økonomiske tabsomfang siger ikke nødvendigvis noget om styrken af ekstremvejret. En vejrkatastrofes tabsomfang bestemmes af flere andre årsager, der vil blive diskuteret i kapitel 4. Omvendt forekommer der ekstreme vejrhændelser i ubeboede egne, der ikke kan betegnes som vejrkatastrofer, da de materielle skader er begrænsede.

Endvidere præciseres det, at vejrkatastrofer adskiller sig fra naturkatastrofer, idet vejrkatastrofer udelukkende refererer til ødelæggelser ved ekstremvejr, mens na-

---

<sup>3</sup> Omkostninger til løbende tilpasninger til ekstremt vejr er i denne rapport ikke inkluderet i de økonomiske tab.

turkatakastrofer *også* refererer til ødelæggelser forårsaget af geologiske fænomener som jordskælv og vulkanudbrud.

### 1.2 Baggrund – mediedækningen af vejrkatastrofer

Medierne bringer ofte historier fra steder i verden, der er blevet ramt af vejrkatastrofer. Det gælder ikke alene de ugelange "bushfires" i Australien, de voldsomme oversvømmelser i Centraleuropa eller de kraftige tyfoner i det Caribiske område, men også vejrkatastrofer i Danmark som for eksempel den ødelæggende orkan i december 1999 eller de jævnligt forekommende stormfloder langs den jyske vestkyst. Også i sommeren år 2003 har der været masser af mediestof på grund af den langvarige hedeølge over det meste af Europa, samt tørken og skovbrandene i det sydlige Europa.

Naturkatastrofer er et "hit" i medierne. Naturkatastrofer som mediestof er beskrevet på følgende vis i en artikel fra Center for Journalistik og Efteruddannelse ved Danmarks Journalist Højskole (Holm 2000, s.1):

*"Naturkatastrofer er en helt speciel slags historier. De kommer pludseligt. De er dramatiske og kan have store konsekvenser for mange mennesker. De opfylder flere af de traditionelle nyhedskriterier og er som sådan godt stof."*

Den stigende dækning af vejrkatastrofer fra hele verden rejser spørgsmål om, hvorvidt antallet af ekstreme vejrhendelser er stigende. En ting er sikkert, nemlig at de globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer er stadigt voksende. Men hvad er årsagerne hertil? Skyldes det ene og alene den globale opvarmning, eller har den bare en finger med i spillet? Der er så vidt vides ikke publiceret nogen samlet undersøgelse af de danske mediers dækning af årsagerne til de voksende økonomiske tab ved vejrkatastrofer, der ville kunne redegøre for mediedækningen. Det indtryk man imidlertid efterlades med efter at have fulgt dækningen i de fleste medier er, at den menneskeskabte drivhuseffekt har en stor finger med i spillet. Rapporten indeholder ikke en systematisk gennemgang af mediedækningen af ekstremvejr. Ved hjælp af nogle få eksempler belyses udgangspunktet for rapporten, der omfatter mediernes til tider unuancerede beskrivelse af årsagerne til vejrkatastrofer.

Der ses en tendens i den måde, hvorpå medierne dækker vejrkatastrofestoffet. Der er ofte fokus på klimaændringerne, men også antallet af dræbte og de økonomiske tab dækkes for det meste. Mediedækningen behandler derimod ikke den relative betydning af den globale opvarmning i forhold til andre faktorer som for eksempel

øget velstand. Dækningen giver altså med andre ord ikke hele billedet af de mulige forklaringsfaktorer bag en vejrkatastrofe, som er illustreret i Figur 2.

I det følgende gives en række eksempler på mediernes nogle gange ensidige fremstilling af vejrkatastrofer, hvor den menneskeskabte vækst i koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren fremstilles som den eneste årsag til, at et stigende antal vejrkatastrofer indtræder og herunder, at de økonomiske tab fra vejrkatastrofer er stærkt stigende. Det skal påpeges, at flere artikler – også fra de aviser, hvorfra eksemplerne nedenfor stammer – behandler sammenhængen mellem klimaudvikling, samfundsudvikling og vejrkatastrofer mere nuanceret. Formålet er som allereede nævnt ikke på systematisk vis at udrede, hvorledes vejrkatastrofer dækkes i medierne i detaljer. Eksemplerne nedenfor tjener udelukkende til at illustrere de typiske måder at forsimple fremstillingen af vejrkatastrofestoffet på.

I nogle artikler fremgår det eksplicit af artiklens tekst, at den menneskeskabte drivhuseffekt har haft en effekt på ekstremvejret. I en B.T.-artikel med titlen "Vejrkatastrofer fordoblet på 4 år" fremgår det, som det eneste udsagn om ekstremvejret:

*"...de seneste års ekstreme vejrkatastrofer er konsekvenserne af den menneskeskabte drivhuseffekt."*<sup>4</sup>

Denne påstand er i direkte modstrid med IPCC-data om ekstremvejret udvikling de sidste 100 år, hvilket uddybes i rapportens kapitel 3.

I "Heden hænger Europa" fra Information den 6. august 2003 fremgår det ganske rigtigt, at den gennemsnitlige temperatur er steget med 1,2 grader i Europa de sidste hundrede år, men derefter følger en fejlagtig kommentar:

*"Det lyder ikke af meget, men det har stor betydning for ekstremere."*<sup>5</sup>

Denne påstand er ligeledes i modstrid med IPCC's konklusioner, når det gælder ekstreme vind- og nedbørsbegivenheder de sidste hundrede år.

I samme artikel fremgår det endvidere, at

---

<sup>4</sup> B.T. den 29. juni 2001, 1. sektion, s. 52.

<sup>5</sup> Information den 6. august 2003

*”De store forsikringsselskaber har indstillet sig på, at naturkatastroferne som følge af den globale klimaforandring er kommet for at blive – og blive værre. ....Swiss Re, et af verdens største genforsikringsselskaber, skønner, at de økonomiske tab som følge af vejr-relaterede naturkatastrofer vil blive fordoblet til i alt 150 milliarder dollar over 10 år.”<sup>6</sup>*

Det antydes fejlagtigt, at ekstremterne (naturkatastroferne som følge af den globale klimaforandring) er blevet værre frem mod i dag. Det er rigtigt, at Swiss Re har estimeret, at de årlige økonomiske tab ved vejrkatastrofer vil blive fordoblet de næste ti år (hvilket svarer til den tiårige vækstrate i de økonomiske tab de foregående fire årtier), men årsagerne hertil behandles ikke i artiklen. Læseren efterlades med det indtryk, at den eneste drivkræft bag de stigende økonomiske tab er den menneskeskabte drivhuseffekt.

Dette mønster går igen i flere artikler. Der er altså en tendens til, at medierne overdriver den menneskeskabte drivhuseffekts betydning for ekstremvejrets ødelæggelser. I visse artikler nævnes en række samfundsmæssige faktorer i forbindelse med forklaringerne på de stigende økonomiske tab, men de tillægges ikke megen vægt. Proportionerne mellem samfundsmæssige faktorer og klimafaktoren behandles ikke, mens drivhuseffekten får meget mere spaltepads.

Dette eksemplificeres med en artikel fra Berlingske Tidende den 10. november 2002, hvor begrebet naturkatastrofe i øvrigt anvendes upræcist, hvilket er med til at overdrive artiklens budskab. I artiklen med overskriften ”Katastrofer for milliarder” sammenblandes naturkatastrofer som jordskælv og vulkanudbrud med drivhuseffekten. I headeren står der:

*”Tusindvis er døde, hundredtusinder er blevet hjemløse og regningen er enorm. Naturkatastrofer og ekstreme vejsituationer verden over ødelagde alene i årets første ni måneder værdier for 420 milliarder kroner. Den globale opvarmning har en finger med i katastrofespillets, som klodens fattigste står til at tabe – eller flygte fra”<sup>7</sup>*

For det første har drivhuseffekten intet med den del af naturkatastroferne at gøre, der skyldes geologiske fænomener som jordskælv og vulkanudbrud. For det andet er det tvivlsomt, om den globale opvarmning har en finger med i spillet. Dette gentager sig senere i artiklen:

---

<sup>6</sup> Information den 6. august 2003

*”Regningen for hele 2002 ventes at runde en halv billion kroner. Dermed fortsætter den stærkt opadgående trend for stigende omkostninger ved naturkatastrofer. Men hvorfor stiger antallet af naturkatastrofer så markant i disse år? Og hvorfor kræver de stadig flere ofre? Det handler blandt andet om øget befolkningstilvækst, højere levestandard og større koncentration af mennesker og værdier i de store byer. Men også menneskets påvirkning af miljøet – for eksempel den globale opvarmning – spiller ind.”<sup>8</sup>*

Årsagerne til de voksende økonomiske tab fra vejrkatastroferne skitseres, men klimaændringerne tildeles mest vægt, hvilket også antydes kraftigt senere, hvor det fremgår, at

*”Det stigende antal naturkatastrofer falder desuden sammen med, at den globale opvarmning er taget til i samme periode”<sup>9</sup>*

Det store problem med denne slutning er, at en naturkatastrofe i artiklen er defineret ud fra de økonomiske tab og ikke hyppighed og intensitet af ekstremvejr. Det er rigtigt, at den globale gennemsnitstemperatur er steget, men den antydede sammenhæng til hyppigere ekstremvejr i sidste århundrede og den videre sammenhæng til mere ødelæggende naturkatastrofer er fejlagtig. Sammenhængen antydes også ved i den grafiske fremstilling i artiklen at sidestille trenden i antallet af store naturkatastrofer over tid med udviklingen i den globale gennemsnitstemperatur i perioden 1860 til 2000. Generelt efterlades læseren med det indtryk, at den menneskeskabte drivhuseffekt er hovedårsagen til, at antallet af vejrkatastrofer har været stærkt stigende med større økonomiske tab til følge.

Det samme billede gentager sig i udenlandske medier, eksempelvis i det internationale anerkendte tidsskrift *New Scientist*, hvor følgende fremgår:

*”Storms and floods triggered by global warming could cost the world insurance industry \$150 million a year within a decade, says a study by the industry and the UN Environment Programme released in London.”<sup>10</sup>*

Der står mere eller mindre direkte, at den menneskeskabte drivhuseffekt vil være den direkte årsag til forsikringsindustriens omkostninger. Kilden til denne informa-

---

<sup>7</sup> Berlingske Tidende den 10. november 2002, 2. sektion, s.5

<sup>8</sup> Berlingske Tidende den 10. november 2002, 2. sektion, s.5

<sup>9</sup> Berlingske Tidende den 10. november 2002, 2. sektion, s.5

<sup>10</sup> *New Scientist* Oct. 2002, vol. 176, issue 2365, p.8



tion er et CEO-briefing dokument (UNEP Financing Initiatives 2002). Det bemærkelsesværdige er, at GEO fremsætter følgende:

*“Worldwide economic losses due to natural disasters appear to be doubling every ten years and, if the current trend persists, annual losses will come close to \$150 billion in the next decade.”<sup>11</sup>*

Modsat de oplysninger New Scientist videreformidler er den oprindelige undersøgelse baseret på et estimat, der måler samtlige omkostningerne ved alle naturkatastrofer og ikke kun dem, der i teorien kan påvirkes af globale klimaændringer. Naturkatastrofer er meget mere end blot storme og oversvømmelser. GEO skriver ikke noget om, at den globale opvarmning vil være årsagen til en fordobling af de forsikrede økonomiske tab. Ligeledes er 150 billion (milliarder) ændret til 150 million (millioner), hvilket blot må være et fejlцитat, idet der er tale om en videreformidling direkte fra kilden.

Afslutningsvis præsenteres den daværende engelske miljøminister Michael Meachers kommentar i The Guardian den 14. februar 2003, som eksempel på en overdreven fremstilling af ekstremvejret. Efter at have konstateret at det ikke er så slemt med klimaet, som mange går og tror, men at det derimod er meget værre, giver Meacher en række eksempler på udviklingstendenser i vejrkatastrofer de sidste 20-30 år. Blandt andet:

*“The number of people affected by floods globally has risen from 7 million in the 1960s to 150 million now.”<sup>12</sup>*

Og videre:

*“The number of people worldwide devastated by hurricanes or cyclones has increased eightfold to 25 million a year over the past 30 years.”<sup>13</sup>*

Den daværende engelske miljøminister beskriver ikke direkte årsagerne til, at flere og flere er blevet påvirket af ødelæggende orkaner og oversvømmelser siden 1960'erne. Læseren efterlades fejlagtigt med det indtryk, at den globale opvarmning er drivkraften bag disse voldsomme stigninger i antallet af mennesker, der er udsat for oversvømmelser og ødelæggende orkaner.

---

<sup>11</sup> Kilde: (UNEP Financing Initiatives 2002, p.2)

<sup>12</sup> The Guardian den 14. februar 2003

<sup>13</sup> The Guardian den 14. februar 2003

Sammenfattende fremstår mediernes fremstilling af vejrkatastrofer og den risici, der naturligt er forbundet hermed, i nogle tilfælde på en ubalanceret måde. Hermed er der en fare for, at debatten om ekstremvejr fordrejes og dermed kommer til at dreje sig om fornemmelser og frygt fremfor videnskabelige fakta.

Hvad siger videnskaben om udviklingen i ekstremvejret frem til i dag? Dette undersøges i denne rapport, men inden introduceres to af konklusionerne fra sommeren 2003 fra henholdsvis DMI og IPCC. DMI har i forbindelse med dækningen af heden og skovbrandene over Europa i løbet af sommeren 2003 flere gange afsluttet som i følgende citat fra "Ekstremt vejr over Europa":

*"Ekstreme vejrhændelser bliver ofte sat i forbindelse med global opvarmning, men undersøgelser viser at der ikke er grundlag for at konkludere, at ekstreme vejrhændelser generelt er blevet hyppigere i de seneste år."*<sup>14</sup>

IPCC konkluderer på samme vis. IPCC's konklusioner fremgår af rapportens kapitel 3. Derimod har WMO (World Meteorological Organization) i en pressemeddelelse fra den 2. juli 2003 meldt anderledes ud. I pressemeddelelsen fremgår det, efter en opsummering af både temperatur-, vind-, og nedbørsextremer, bl.a.:

*"New record extreme events occur every year somewhere in the globe, but in recent years the number of such extremes have been increasing. According to recent climate change scientific assessment reports of the joint WMO/UNEP Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), the global average surface temperature has increased since 1861."*<sup>15</sup>

WMO påpeger ganske rigtigt, at nye ekstremrekorder bliver sat hvert år et eller andet sted på kloden. Dette ligger i sagens natur, da man kun har pålidelige vejrdata fra midten af sidste århundrede og da ekstremere er kendetegnet ved at forekomme sjældent. Visse steder har man endda registreret klimadata i færre år, idet antallet af klimastationer til stadighed bliver forøget. Derfor kunne der teoretisk set godt registreres vejrdata, der peger i retning af mere ekstremt vejr, men dette er ikke tilfældet ifølge IPCC-data.<sup>16</sup> Det er sandt, at IPCC's data viser temperaturstigninger, som WMO påpeger i pressemeddelelsen. Det er også sandt, at nedbørsmængderne

---

<sup>14</sup> DMI-nyheder den 14. juli 2003, [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk). Andre eksempler findes fra DMI-nyheder den 4/7 og den 5/8 2003.

<sup>15</sup> WMO-pressemeddelelse fra den 2. juli 2003

<sup>16</sup> Dette uddybes i rapportens kapitel 3, der viser at der har været få ændringer i ekstremvejret.

sandsynligvis udviser mindre stigninger, mens der ikke kan drages entydige konklusioner for vindrelaterede ekstremer. I øvrigt bygger pressemeddelelsen ikke på en rapport eller lignende om udviklingen i ekstremvejr frem mod i dag. Dette bekræftes af en udtalelse fra Ken Davidson (Director, World Climate Programme, WMO):

*"...the scientific evidence (statistical and empirical) are not present to conclusively state that the number of events have increased. However, the number of extreme events that are being reported and are truly extreme events has increased both through the meteorological services and through the aid agencies as well as through the disaster reporting agencies and corporations. So, this could be because of improved monitoring and reporting."*<sup>17</sup>

WMO's påstand med hensyn til ekstremvejrshændelser synes altså ikke at være underbygget for alle typer af ekstremer.

Selvom medierne ikke altid formidler vejrkatastrofestoffet unuanceret, kan den unuancerede dækning være medvirkende til en misopfattelse af ekstremvejrets betydning. Antallet af Tv-indslag og avisartikler om vejrkatastrofer samt de stærkt voksende økonomiske tab ved vejrkatastrofer er blevet målestokken for udviklingen i ekstremvejr. Denne fornemmelse stiller nærværende rapport spørgsmål ved. Rapporten viser, at udviklingen i ekstremvejret målt på hyppigheden og styrken af ekstremvejr har sandsynligvis været relativt begrænset i de sidste hundrede år. Ekstremvejret er, populært sagt, hverken blevet værre eller bedre. Rapporten bidrager yderligere til at nuancere debatten om vejrkatastrofer og ekstremvejr ved at redegøre for udviklingen i de globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer i perioden 1950-2000.

### 1.3 Formål

Ideen med rapporten er at nuancere mediernes fremstilling af årsagen til de økonomiske tab ved *vejrkatastrofer* og formidle dette til offentligheden. Dette gøres ved at analysere udviklingen i *ekstremvejr* i det 20. århundrede på den ene side, samt på den anden side at analysere udviklingen i og årsagerne til de økonomiske tab herved i sidste halvdel af det 20. århundrede. Målet hermed er at afdække, hvilke forklaringer der kan gives på de voksende økonomiske tab for herigennem at få en idé om årsagernes relative betydning. Dette fører frem til rapportens problemformulering:

*Skyldes stigningen i de registrerede globale økonomiske tab ved **vejrkatastrofer** i det 20. århundrede øget hyppighed og intensitet af **ekstremvejr** forårsaget af menneskeskabt global opvarmning?*

Rapportens formål er således, at:

- Tilvejebringe information om den historiske udvikling i ekstremvejr og i de registrerede globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer i det sidste århundrede.
- Afdække sammenhængen mellem den menneskeskabte drivhuseffekt og de opgjorte globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer.

Formålet belyses ved en tværfaglig sammenstilling og analyse af klimatiske og økonomiske data. Den geografiske afgrænsning er global. Tidsmæssigt inkluderes statistisk-historiske data for ekstremvejrshændelser i det 20. århundrede og for de globale økonomiske tab i perioden 1950-2000. Forudsigelser om fremtidens klima er alle fra IPCC's (The Intergovernmental Panel on Climate Change) rapporter fra 2001.

#### **1.4 Afgrænsning**

I denne rapport undersøges den menneskeskabte drivhuseffekts (eller mere præcist ekstremvejrets) betydning for de økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Den menneskeskabte drivhuseffekt og den deraf følgende globale opvarmning har dog ikke kun konsekvenser for omfanget af ekstremvejr. Figur 3 giver en oversigt over virkningerne af global opvarmning.

Fokus for denne analyse er alene udviklingen i dels ekstremvejr i det 20. århundrede samt de registrerede globale økonomiske omkostninger ved vejrkatastrofer i perioden 1950-2000. Vi ser dermed alene på en delmængde af den samlede klimapåvirkning.<sup>17</sup> Der kan derfor ikke angives en samlet omkostningseffektiv klimastrategi, der afvejer omkostninger ved reduktion af emission og omkostninger ved tilpasninger.

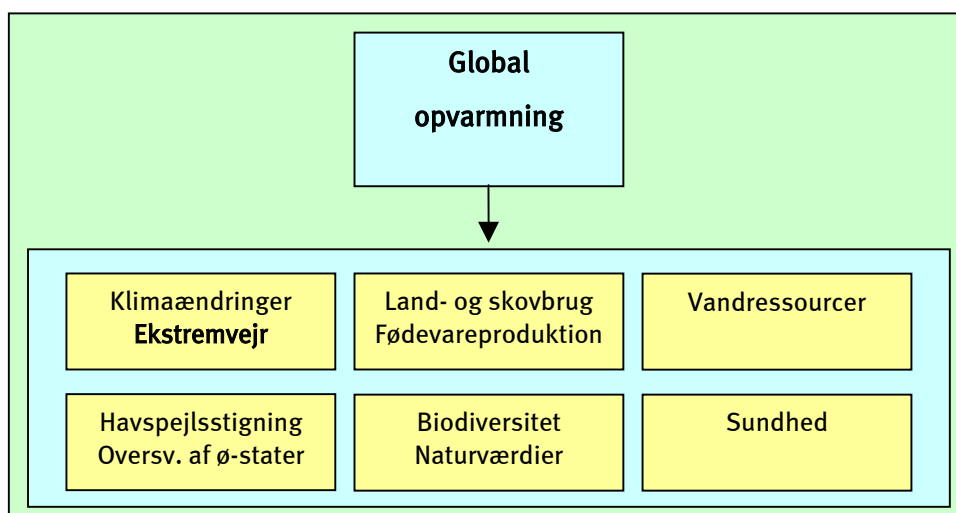
---

<sup>17</sup> Citatet kan findes på: <http://www.john-daly.com/press/index.htm#wmo>

<sup>18</sup> For en gennemgang af virkninger ved global opvarmning henvises til (Jørgensen et al. 2002).

I rapporten opgøres økonomiske tab ved vind- og nedbørsrelaterede vejrkatastrofer, hvor førstnævnte omfatter kraftige storme og orkaner, mens sidstnævnte omfatter oversvømmelser, stormbølger, landslides (jordskred), skovbrande og tørker. Temperaturekstremmer, som hede- og kuldebølger<sup>19</sup> er ikke medregnet i rapporten.

FIGUR 3. GRUPPERING AF FORSKELLIGE VIRKNINGER AF GLOBAL OPVARMNING



Det er velkendt, at klimapåvirkningerne som følge af global opvarmning rammer fordelingsmæssigt skævt. I relation til vejrkatastrofer gælder, at tabsomkostningerne i særlig udstrækning påføres udviklingslandene, da deres mulighed for at tilpasse sig og reagere på vejrkatastrofer er ringe. Fokus for denne rapport er årsagerne til de stigende samlede økonomiske tab på globalt plan ved vejrkatastrofer, og en diskussion af den geografiske fordeling af tabsomkostninger er udeladt. Det begrundes med, at rapportens økonomiske vurderinger tager udgangspunkt i *efficiens* betragtninger, dvs. at et økonomisk problem tilstræbes løst så effektivt som muligt. Rapporten forsøger ikke at vurdere mekanismer til at ændre den økonomisk *fordeling*, dvs. at rapporten ikke direkte kommer med analyser af, hvordan en omfordeling mellem lande og personer kan finde sted. Som et billede på denne sondering kan det siges, at *efficiens* ser på muligheden for at gøre den eksisterende kage større, mens *fordeling* ser på at fordele den eksisterende kage.

I forhold til påvirkninger fra ekstremt vejr er det oplagt, at de geografiske og fordelingsmæssige forskelle bevirker, at påvirkningen vil være meget forskellig fra regi-

<sup>19</sup> En sammenhængende kortere eller længere periode eller evt. en sæson, hvor vejret er ekstremt varmt

on til region.<sup>20</sup> Der findes mange teoretiske og praktiske bidrag til at udarbejde fordelingsmekanismer til at kompensere de grupper, der bliver ramt af en ændring. Det ligger dog udenfor denne rapports formål direkte at analysere og vurdere kompensations- og omfordelingsmetoder. De i Kyoto-protokollen indarbejdede fleksible mekanismer (bl.a. Joint Implementation og Clean Development Mechanisms) kan betragtes som en måde at skabe en sådan kompensationsmekanisme på.

---

eller koldt.

<sup>20</sup> Udeladelse af en regional opgørelse er udeladt, selvom datamaterialet har en regional opdeling, da omfordelingsproblemet ikke berøres i rapporten. I øvrigt er konsekvenserne af ekstremvejr i u-landene ikke velrepræsenteret i datamaterialet, da skader i denne del af verden bliver værdisat lavt på grund af lave ejendomsværdier og fattigdom

## 2 . G L O B A L E Ø K O N O M I S K E T A B V E D V E J R K A T A S T R O F E R

De globale økonomiske tab som følge af vejrkatastrofer er steget eksponentielt de seneste 50 år (Brown et al. 2002; EM-DAT 2003; IPCC 2001a). Det kan konstateres på baggrund af data fra forsikringsselskabet München Re, forskningsinstitutionen World Watch Institute (WWI) samt WHO's statistikdatabase.<sup>21</sup> Stigningen i de årlige økonomiske tab varierer afhængigt af hvilken institution, der har opgjort skadernes økonomiske omfang, men tendensen er stadigvæk den samme, nemlig at de økonomiske tab er steget eksponentielt.

IPCC vurderer på baggrund af data fra forsikringsselskabet München Re, at de globale omkostninger er steget eksponentielt fra gennemsnitlig 4 milliarder US\$ årligt i 1950'erne til 40 milliarder US\$ årligt i 1990'erne (IPCC 2001a).<sup>22</sup>

Et højere estimat gives af WWI, der vurderer den årlige gennemsnitlige tabsomkostning ved vejrkatastrofer til 60,8 milliarder US\$ i 1990'erne.<sup>23</sup> WWI vurderer endvidere, at de samlede økonomiske omkostninger i 1990'erne overstiger summen af de økonomiske omkostninger for de fire foregående årtier (Brown et al. 2002).

WHO indsamler også data om vejrkatastrofer. Informationerne er indsamlet fra diverse FN-afdelinger, NGO'ere, forsikringsselskaber, hjælpeorganisationer, forskningsinstitutter og pressebureauer (EM-DAT 2003). WHO's data for de økonomiske tab ved vejrkatastrofer er de mest omfattende på området og anvendes derfor i det følgende.<sup>24</sup>

Udviklingen i de samlede økonomiske tab ved vejrkatastrofer er præsenteret i Figur 4. De økonomiske tab er opgjort samlet for orkaner, storme, oversvømmelser, stormfloder, jordskred (landslides), skovbrande og tørker. Disse inddeles i henholdsvis vind- og nedbørsrelaterede vejrkatastrofer, hvor orkaner og storme indgår i førstnævnte kategori, mens oversvømmelser, stormfloder, jordskred, skovbrande

---

<sup>21</sup> WHO's datagrundlag udarbejdes af Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Statistikdatabasen - EM-DAT - er tilgængelig på [www.CRED.BE/EMDAT/](http://www.CRED.BE/EMDAT/)

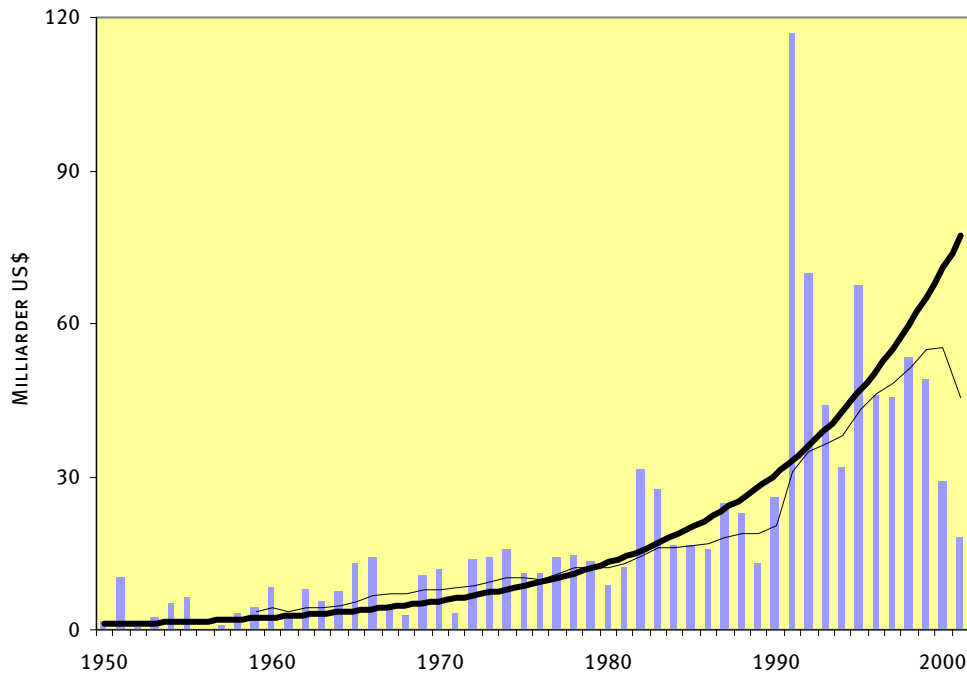
<sup>22</sup> Inflationsjusteret til faste 1999 US\$.

<sup>23</sup> Inflationsjusteret til faste 2001 US\$.

<sup>24</sup> Datagrundlaget beskrives i afsnit 4.3 i rapporten.

og tørker henfører til nedbørsrelaterede vejrkatastrofer. Det bemærkes, at tabsomkostningerne i hele rapporten er justeret for inflation, hvorved tabsomkostningen opgøres i faste priser. Med mindre andet er anført, anvendes 2002 priser.

FIGUR 4. ÅRLIGE ØKONOMISKE TAB VED VEJRKATASTROFER<sup>25</sup>, 2002 PRISER.



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003)

NOTE: DEN FEDE LINJE ANGIVER EN EKSPONENTIEL UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER, MENS DEN TYNDE LINJE ANGIVER EN 10-ÅRIG GLIDENDE GENNEMSITLIG UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER.

Det fremgår af **Figur 4**, at de økonomiske tab er stigende. Den gennemsnitlige årlige tabsomkostning er steget fra 3,5 milliarder US\$ i 1950'erne til gennemsnitligt 55 milliarder US\$ om året i 1990'erne.<sup>26</sup> De økonomiske tab i 2000 og 2001 har ikke fulgt den eksponentielle stigning i tabsomkostninger, men grundet de naturlige klimavariationer er det ikke muligt på baggrund af observationer for få år at bestemme en trend.

Figur 5 viser udviklingen i tabsomkostninger for henholdsvis nedbørs- og vindrelaterede vejrkatastrofer i perioden 1950-2001. Omkostningerne ved nedbørsrelaterede vejrkatastrofer er steget fra gennemsnitligt 1,2 milliarder US\$ om året i 1950'erne til 28,3 milliarder US\$ om året i 1990'erne. Oversvømmelsen i Rusland i

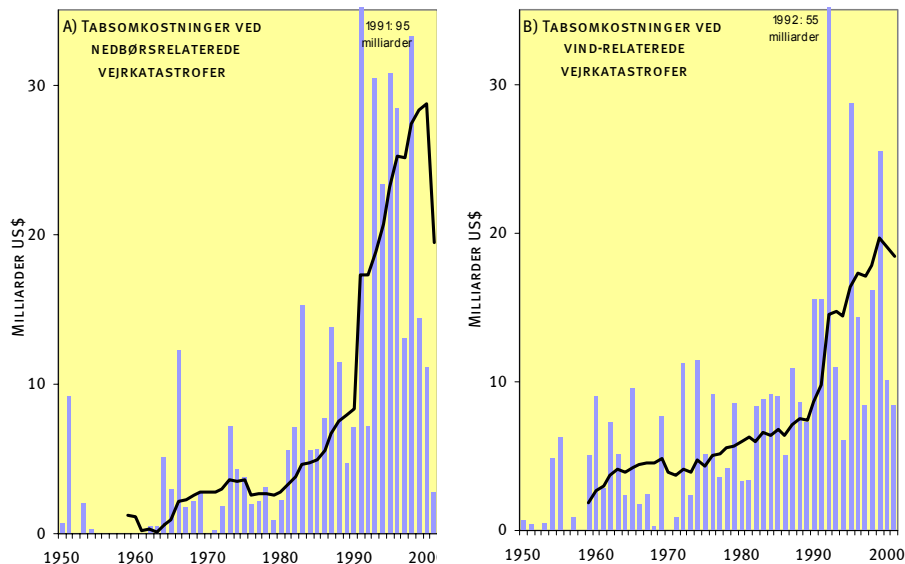
<sup>25</sup> De inkluderede vejrkatastrofetyper fremgår af afsnittet før figuren.

<sup>26</sup> Til forskel fra WWI og Munich Re inkluderer WHO tabsomkostninger forbundet med en oversvømmelse i Rusland i 1991, der er estimeret til at være den hidtil dyreste vejrkatastrofe nogensinde. Tabsomkostningerne er vurderet til 79 milliarder dollars (Opgjort i 2002-priser).



1991 er en ekstrem hændelse udover det sædvanlige i sidste århundrede. Selv uden denne hændelse er tabsomkostningerne ved nedbørsrelaterede vejrkatastrofer højere i 1990'erne sammenlignet med de foregående årtier.<sup>27</sup>

**FIGUR 5. UDVIKLINGEN I DE ÅRLIGE TABSOMKOSTNINGER FOR (A) OVERSVØMMELSER OG (B) VINDRELATEREDE VEJRKATASTROFER I PERIODEN 1950-2001, 2002 PRISER**



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003)

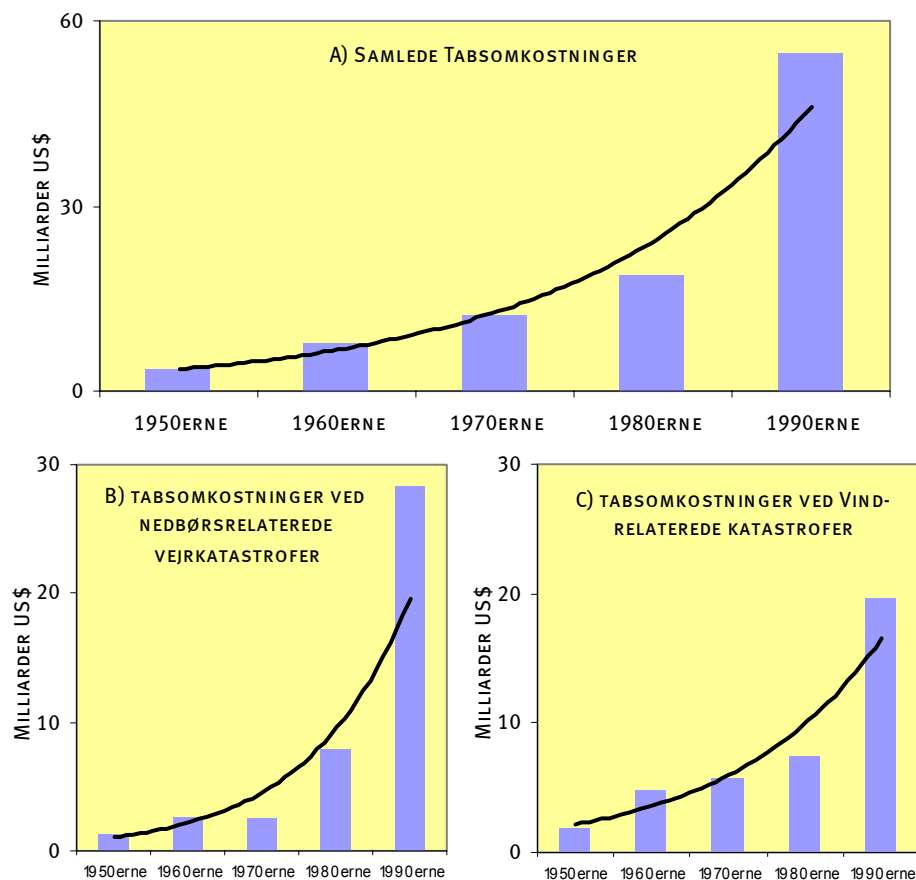
NOTE: DEN OPTRUKNE LINJE ANGIVER EN 10-ÅRIG GLIDENDE GENNEMSNITLIG UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER.

De økonomiske omkostninger ved vindrelaterede vejrkatastrofer har ligeledes været stigende i perioden 1950-2001. Tabsomkostninger ved vindkatastrofer er således steget fra gennemsnitligt 1,9 milliarder US\$ om året i 1950'erne til 19,6 milliarder US\$ i 1990'erne. Især tabsomkostningerne på 38 milliarder US\$ ved Andrew-orkanen i USA i 1992 bevirker, at tabsomkostningerne er steget markant i 1990'erne.

Figur 6 viser, at de økonomiske tab ved vejrkatastrofer kan betegnes som eksponentielt stigende. Dette er tilfældet for både de samlede tabsomkostninger og for henholdsvis nedbørs- og vindrelaterede vejrkatastrofer.

<sup>27</sup> Hvis de gennemsnitlige tabsomkostningerne ved nedbørsrelaterede vejrkatastrofer i 1990'erne justeres for katastrofen i Rusland i 1991, kan de årlige gennemsnitlige tabsomkostninger bestemmes til 20,4 milliarder US\$. Tabsomkostningen ved oversvømmelsen i Rusland på 79 milliarder US\$ udgør alene 33 % af de samlede globale tabsomkostninger ved oversvømmelser i 1990'erne. Endvidere figurerer oversvømmelsen i Rusland ikke i WWIs og Munich Re's beregninger.

**FIGUR 6. EKSPONENTIEL UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER FOR A) SAMLEDE TABSOMKOSTNINGER, B) TABSOMKOSTNINGER VED NEDBØRSRELATEREDE VEJRKATASTROFER OG C) TABSOMKOSTNINGER VED VINDRELATEREDE VEJRKATASTROFER, 2002 PRISER**



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003)

NOTE: DEN OPTRUKNE LINIE ANGIVER EN EKSPONENTIEL UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER. FORKLARINGSGRADEN ER HENHOLDSVIS A)  $R^2=0,97$ , B)  $R^2=0,90$  OG C)  $R^2=0,92$ .

Der er tale om eksponentiel vækst, når den årlige procentvise stigning er konstant fra periode til periode. Da tabsomkostningerne kan variere voldsomt fra år til år, beskrives stigningstrenden mest hensigtsmæssigt ved at sammenholde gennemsnitlige tabsomkostninger for en række efterfølgende perioder (her per årti).

De tilføjede tendenslinjer i Figur 6 viser, at stigningen i tabsomkostninger er eksponentielt stigende. De registrerede tabsomkostninger er steget 90 procent pr tiår, svarende til en årlig stigning i tabsomkostninger på 6,6 procent. Stigningstakten for tabsomkostninger ved nedbørs- og vindrelaterede vejrkatastrofer kan bestemmes til henholdsvis 108 procent og 67 procent pr tiår. Den gennemsnitlige årlige stigning i tabsomkostninger for nedbørs- og vindrelaterede vejrkatastrofer er henholdsvis 7,6 procent og 5,2 procent.

### 3 . E K S T R E M V E J R I D E T 2 0 . Å R H U N D R E D E

Klimaændringer er en realitet. Den globale gennemsnitstemperatur er steget med ca. 0,6 +/- 0,2 grader C det seneste århundrede (IPCC 2001b). I dette kapitel undersøges, hvorvidt der ligeledes kan konstateres forandringer i ekstremvejrshændelser i samme periode. Der fokuseres udelukkende på vind- og nedbørsrelaterede ekstreme, da disse vejrhændelser forvolder 5/6 af de samlede økonomiske tab.<sup>28</sup> Data stammer hovedsageligt fra Det Internationale Klimapanel (IPCC) Third Assessment Reports fra 2001 og dækker de sidste 50-100 år (afhængigt af datamaterialet). Undersøgelsen viser følgende forandringer i vind- og nedbørsrelateret ekstremvejr<sup>29</sup>:

- Der er utilstrækkelige data og modstridende analyser vedrørende ændringer i stormaktiviteten. Endvidere gør store dekadiske variationer<sup>30</sup> det vanskeligt at analysere ændringer i stormaktiviteten. Der kan således ikke påvises nogen signifikant stigning i stormaktiviteten (frekvens og intensitet) hverken i eller uden for troperne i det 20. århundrede.
- De årlige nedbørsmængder er tiltaget på især den nordlige halvkugles tempererede og arktiske egne. Flere især subtropiske områder på den nordlige halvkugle har oplevet et fald i nedbørsmængderne.
- Det er sandsynligt, at der har været en 2-4 procents stigning i hyppigheden af kraftige nedbørsepisoder i flere tempererede områder for den seneste halvdel af det 20. århundrede. Der er ikke sket nogen væsentlig ændring i antallet af regioner, der har været udsat for kraftig nedbør.
- Forøget kontinental udtørring om sommeren og hermed forbundet risiko for tørke er sandsynligt i nogle få områder. Der er ikke nogen entydig udvikling i antallet og længden af tørkeperioder som følge af El Niño.

---

<sup>28</sup> Oversvømmelser og stormskader udgør omkring 5/6 af de samlede tabsomkostninger, jævnfør Munich Re (2000) og (EM-DAT 2003).

<sup>29</sup> For de der måtte ønske at fordybe sig i den klimatiske del af problematikken, henvises der til [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk), rapport nr. 01-9 fra Danmarks Klimacenter, der er en dansk oversættelse af IPCC's Summary for Policy Makers.

<sup>30</sup> Variationer mellem årtier.

Det er vanskeligt at drage endegyldige konklusioner om signifikante ændringer i den globale ekstremvejraktivitet på grund af manglende langtidsobservationer i mange regioner. Dette uddybes nedenfor efter en afklaring af en række centrale termer.

I gennemgangen af vejr- og klimaudviklingen i sidste århundrede er det vigtigt at gøre sig klart, hvad termerne vejr, klima og klimaændringer dækker over. Dette afdekkes ved følgende citat:

*Vejr og klima beskrives ved størrelser som temperatur, skydække, nedbør, lufttryk og vind m.fl. – størrelser, som tilsammen kaldes klimadata. "Vejret" er de aktuelle (og skiftende) forhold, som vi oplever, mens "klima" er det gennemsnitlige vejr over en periode.... Hvis en variation i klimaet varer i årtier eller mere, taler vi om en "klimaændring" (Jørgensen et al. 2002, p.20).*

Variationer i klimadata, der viser forskellige vejrhændelsers (temperatur, nedbør, skydække, lufttryk og vind m.v.) hyppighed, styrke og intensitet, kan forveksles med klimaudviklingen. Derfor kan kortvarige og naturlige variationer i klimaet nemt komme til at blive forvekslet med længerevarende udviklingstendenser. Til gengæld bør alle udviklingstendenser i klimaudviklingen ikke afvises ved at forklare dem med tilfældige variationer. Det er derfor vigtigt at se på udviklingen i ekstremvejr over lange tidsperioder<sup>31</sup> (flere årtier), samt at kunne forklare mønsteret i sådanne ændringer som en fysisk konsekvens af for eksempel tiltagende drivhuseffekt. For eksempel en klar tendens gennem et halvt eller helt århundrede. Modsat er det vigtigt at bemærke, at det ikke er muligt at koble hver enkelt ekstremvejrbegebenhed til global opvarmning.

Globale data for ekstreme vejrbegebenheder er ofte utilstrækkelige til at drage entydige konklusioner på baggrund af, da ekstremvejrobservationer ofte varierer i antal og dækningsgrad. Det er vidt forskelligt i hvilket omfang og efter hvilke kriterier, der er indsamlet ekstremvejrdata i forskellige regioner. Målingerne er endvidere blevet mere nøjagtige og mere detaljerede både tidsmæssigt og geografisk i dag end tidligere, hvilket har ført til et stigende antal og dermed bedre observationer. Dette er dog forskelligt fra region til region. For eksempel bruger USA mange ressourcer på at registrere klimadata, mens opgørelser i for eksempel Afrika og

Asien ofte kun er delvist dækkende. Disse forbehold er alle indeholdt i følgende IPCC-citat:

*"Severe storms are often rare, so the analysis of large areas and long lengths of homogeneous storm records are required to assess changes. So far this combination of data is not available" (IPCC 2001c, p. 160)*

Det betyder, at der er betydelige forskelle i observationer og dermed de data IPCC og andre videnskabelige institutioner har til rådighed i deres vurdering af den globale udvikling for ekstreme vejrhændelser. Det gør det svært at vurdere i hvilket omfang, der for eksempel er kommet flere eller færre tørker i Afrika og Asien. Fortolkningen af klimadata i rapporten skal altså tages med det forbehold, at europæiske og nordamerikanske data er de mest fyldestgørende.

### 3.1 Global opvarmning

Jordens klima er i stadig forandring. Der er helt naturlige variationer i klimaet, herunder også i ekstremvejr. Op gennem det 20. århundrede har klimaet også ændret sig på grund af menneskeskabt påvirkning (IPCC 2001b), hvilket der er bred enighed om blandt klima-eksperter. I IPCC's "Synthesis Report" (IPCC 2001b) fremgår det at:

*"The Earth's climate system has demonstrably changed on both global and regional scales since the pre-industrial era, with some of these changes attributable to human activities"*

Med "human activities" hentydes til afbrænding af fossile brændstoffer som den primære<sup>32</sup> årsag til den menneskeskabte forøgelse af den globale gennemsnitstemperatur (IPCC 2001b).

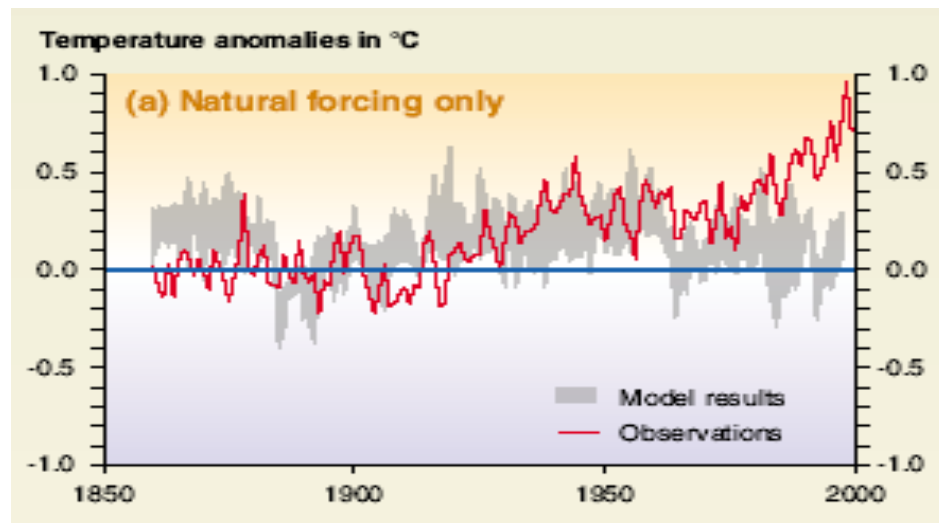
Figur 7 viser den modellerede udvikling i den globale gennemsnitstemperatur uden menneskelig påvirkning og den faktisk observerede udvikling i perioden 1860 til år 2000.

---

<sup>31</sup> Det er vanskeligt at adskille et lille signal fra en meget stor baggrundsstøj i form af betydelige naturlige variationer årtier imellem. Dette gælder især for ekstremvejr.

<sup>32</sup> Der er yderligere en bred vifte af andre menneskeskabte påvirkninger, der menes at have betydning for Jordens klima i den ene eller den anden retning.

FIGUR 7. SAMMENLIGNING MELLEM NATURLIG (MODELLERET) OG OBSERVERET TEMPERATURUDVIKLING SIDEN 1860.



KILDE: (IPCC 2001B)

Figuren viser udviklingen i den observerede temperatur (rød) samt den modellerede "naturlige" udvikling, som den ville have udviklet sig uden menneskeskabt påvirkning (grå). Det fremgår, at temperaturen siden omkring 1975 er steget "unaturligt" som en konsekvens af menneskelig indblanding. IPCC lister blandt andet følgende observerede forandringer i løbet af de 20. århundrede (IPCC 2001b):

- CO<sub>2</sub> koncentrationen er øget fra ca. 290 ppm til 368 ppm i perioden fra år 1900 til år 2000.
- Den globale middeltemperatur ved jordoverfladen er steget med 0,6°C.
- Der er blevet flere varme dage og færre kolde dage i de fleste landområder.

Den primære årsag til temperaturændringerne er forandringer i ind- og udstrålingsforhold til og fra planeten Jorden, der blandt andet bestemmes af forandringer i atmosfærens indhold af drivhusgasser som for eksempel CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Storme og Orkaner

Storme og orkaner opstår på forskellig vis i henholdsvis troperne og de tempererede områder. Derfor skelnes der i gennemgangen mellem tropiske og tempererede storme og orkaner. Der fokuseres på udviklingen i hyppigheden og styrken i de

vindrelaterede vejrphenomener, hvorfor de dynamiske processer bag dannelsen af storme og orkaner ikke belyses i detaljer.

### 3.2.1 Tropiske storme og orkaner

Tropiske storme og orkaner<sup>33</sup> opstår, når lavtrykssystemer udvikles og uddybes over varme tropiske havområder. Passerer vindsystemerne ind over land eller rammer de kyststrækninger kan de forvolde store skader (NOAA 1999). De største skader tilknyttet tropiske orkaner er voldsomme og ødelæggende vinde samt de relaterede flodbølger.

De tropiske storme og orkaners intensitet er en markant indikator for deres ødelæggelsespotentialer. Ved vindhastigheder mellem 17-32 m/s tildeles de navnet en tropisk storm og betegnes orkan ved vindstyrker på 33 m/s eller mere. Tabel 1 angiver vindhastighederne for forskellige kategorier af orkaner.

En kategori 1 er den svageste orkan, mens en kategori 5 er den stærkeste. Jo mere kraftfuld orkanen er jo mere skade forvolder den almindeligvis.

**TABEL 1. VINDHASTIGHEDER FOR FORSKELLIGE ORKANKATEGORIER.**

KLASSIFIKATION	HASTIGHED (M/S)
KATEGORI 1	33 – 42
KATEGORI 2	43 – 49
KATEGORI 3	50 – 58
KATEGORI 4	59 – 69
KATEGORI 5	70 ->

KILDE: NOAA (1999)

Klassifikationen af orkaners styrke er dog ikke den eneste faktor, der er afgørende for det skadesomfang orkanen kan påføre. Lavkategori-orkaner og selv tropiske storme kan forårsage omfattende skader afhængig af, hvor de rammer rent geografisk, samt hvor langsomt de bevæger sig.<sup>34</sup>

Betingelserne for dannelsen af tropiske orkaner er blandt andet en varm fugtig atmosfære, varme havtemperaturer (min. 25°C) samt østenvinde i troperne syd for den 25. nordlige breddegrad, og vestenvinde nord for den 25. nordlige breddegrad (NOAA 1999). Der er flere andre kriterier end de nævnte for dannelsen af tropiske

<sup>33</sup> Termen tropisk orkan dækker både cykloner og tyfoner.

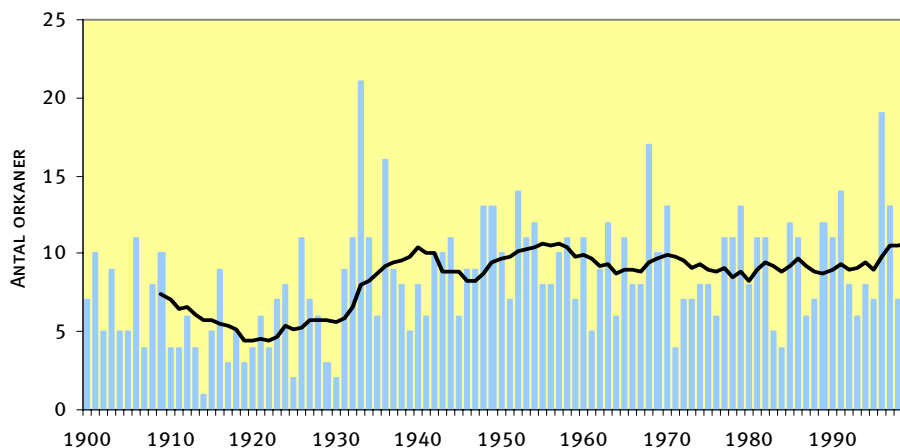
<sup>34</sup> Jo langsommere en orkan bevæger sig, desto mere nedbør kan der forekomme over samme sted, hvilket skaber risiko for oversvømmelser.

storme og orkaner, og global opvarmning behøver derfor ikke nødvendigvis at føre til flere tropiske orkaner.

I figurerne 8 til 10 illustreres udviklingen i ekstreme vindrelaterede vejrhændelser over Nordatlanten og USA. De anvendte data skal tolkes med forbehold, især når de anvendes til trendanalyser. Årsagen er blandt andet, at der ikke har været målt vindstyrker systematisk fra før ca. 1960, og at måleinstrumenterne i dag er forskellige fra dengang. Før 1960 blev vindstyrkerne primært subjektivt vurderet. Selvom der er lagt meget arbejde i at sammenstille gamle typer observationer med nyere målinger, er der dog en potentiel risiko for fejlfortolkninger<sup>35</sup>.

Figur 8 viser antallet af tropiske storme og orkaner over Nordatlanten i sidste århundrede. Her ses ingen decideret tendens i udviklingen af antallet. De seneste 60 år har storm- og orkanfrekvensen været nærmest stabil.

**FIGUR 8. ANTALLET AF TROPISKE STORME OG ORKANER I DET NORDATLANTISKE HAV (1900-1999).**



KILDE: DATA FRA NOAA (2000)

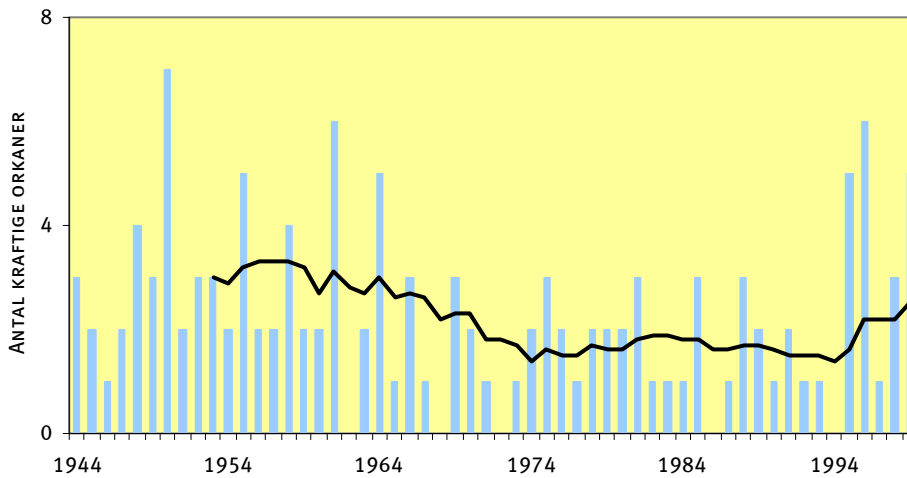
NOTE: PÅ TRODS AF UDLIGNING AF FORSKELLE I OBSERVATIONSPRAKSIS OVER PERIODEN ER DER POTENTIEL RISIKO FOR FEJLFORTOLKNING.

Figur 9 viser variationer i antallet af de mest kraftfulde (kategori 3, 4 og 5) landgående orkaner i USA i perioden 1944-2000. Den langsigtede udvikling viser et svagt fald i antallet af orkaner i perioden.

<sup>35</sup> personlig kommunikation, Eigil Kaas, DMI.



**FIGUR 9. UDVIKLINGEN I ANTALLET AF KRAFTIGE (KATEGORI 3, 4 OG 5) LANDGÅENDE ORKANER I USA I PERIODEN 1944-2000.**

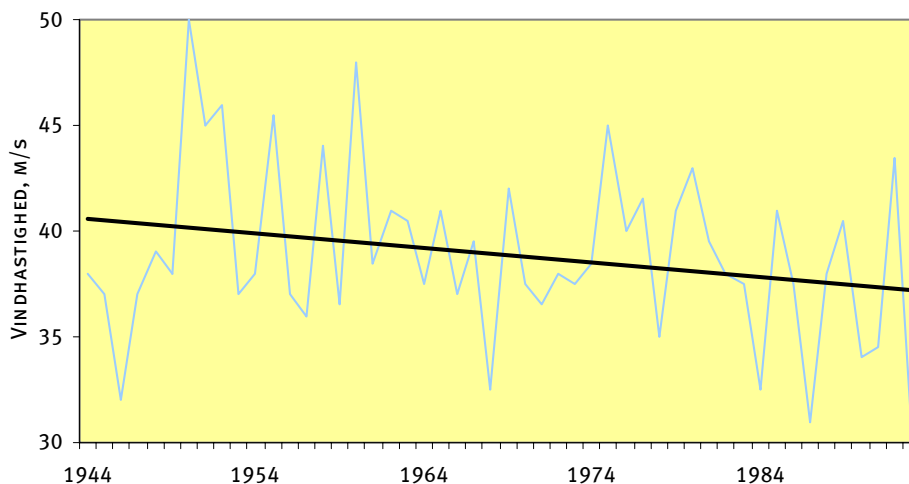


KILDE: DATA FRA IPCC (2001c)

NOTE: PÅ TRODS AF UDLIGNING AF FORSKELLE I OBSERVATIONSPRAKSIS OVER PERIODEN ER DER POTENTIEL RISIKO FOR FEJLFORTOLKNING.

Figur 10 viser en opgørelse over styrken af de Nordatlantiske tropiske orkaner i perioden 1944-1992. En lineær udviklingslinje viser et fald i gennemsnitsstyrken de seneste 50 år (Landsea et al. 1996).

**FIGUR 10. ÅRLIGE GENNEMSITLIGE VIND HASTIGHED FOR TROPISKE ORKANER OVER ÅTLANTEN.**



KILDE: DATA FRA LANDSEA ET AL. (1996)

NOTE: PÅ TRODS AF UDLIGNING AF FORSKELLE I OBSERVATIONSPRAKSIS OVER PERIODEN ER DER POTENTIEL RISIKO FOR FEJLFORTOLKNING.

Observationer i den nordlige del af det Indiske Ocean (1887-1998) viser en signifikant stigning i frekvensen af tropiske storme og orkaner ved Den Bengalske kyst i

månederne november og maj (højsæson for orkaner i det område), samt et signifikant fald i juni og september (overgangsmåneder for monsunen). Stormfrekvensen i det arabiske hav - for de samme perioder - viser derimod ingen systematisk udvikling (Singh et al. 2000).

Den samlede vurdering på baggrund af gennemgangen ovenfor er, at der ikke er en signifikant udvikling i den tropiske storm- og orkanaktivitet. Denne konklusion gælder sandsynligvis for de tropiske områder generelt (IPCC 2001a). Formentlig er der altså hverken sket stigninger eller fald i de vindrelaterede ekstremvejrshændelser i troperne i sidste århundrede. Der er foretaget mange undersøgelser af mulige ændringer i hyppigheden og styrken af tropiske orkaner. De fleste konkluderer, at der ikke har været nogen signifikante ændringer. Men der er enkelte, der finder små stigninger, og andre, der finder små fald i isolerede regioner, som eksempelvis Nordatlanten.

### *3.2.2 Storme og orkaner i tempereret klima*

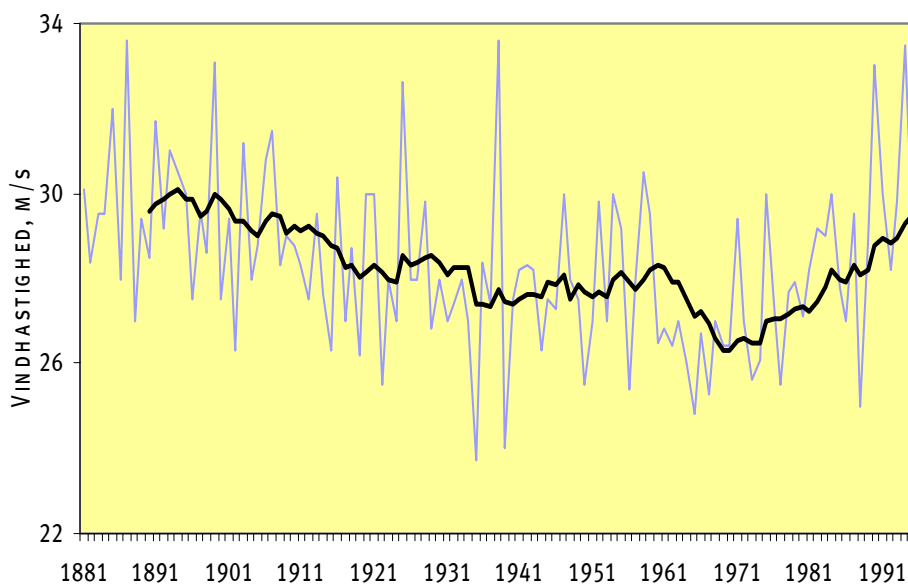
Storme og orkaner i tempererede egne opstår primært som en konsekvens af store horisontale temperaturforskelle, relativt store vertikale temperaturforskelle og højt vanddampindhold. Der er ikke tegn på, at tempererede orkaner og storme er blevet hverken hyppigere eller mere intense de seneste 100 år.

Der findes ingen brugbare opgørelser over hyppigheden og intensiteten af storme i Danmark fra år 1900 til 2000. Der findes registreringer, for eksempel DMI (2003b), men det bemærkes, at man ikke kan konkludere noget om trenden i stormaktiviteten på baggrund af registreringerne på grund af metodiske vanskeligheder med sammenlignelighed. Klasserne før 1950erne repræsenterer ikke den samme information som klasserne derefter, idet der frem til 1950erne ikke blev foretaget systematiske vindmålinger. Vindene blev estimeret af en trænet observatør ud fra subjektive betragtninger af for eksempel grenes og blades bevægelse, knækkede grene/træer og søens tilstand. Ændringer i måleudstyret siden 1960erne og vanskeligheder med at korrigere for forskelle mellem måleudstyret i perioden frem til i dag for især høje vindstyrker betyder endvidere, at de danske vinddata er utilstrækkelige til at drage konklusioner på baggrund af.

Generelt synes der ikke at være nogen decideret udviklingstendens at spore i vindrelaterede ekstremvejrshændelser i den nordøstlige del af Atlanten og det nordlige Europa, hverken i hyppighed eller intensitet (Alexanderson et al. 1998).

Figur 11 viser den observerede udviklingen i vindhastigheder for vinterstorme i den sydlige del af Norskehavet i det 20. århundrede. Det skal nævnes, at figuren ikke er baseret på vindmålinger, men på samtidige forskelle i lufttryk mellem tre målestationer. Dette giver et rimeligt bud på den gennemsnitlige vind i trekanten imellem disse tre stationer. Problemet er, at de anvendte stationer ligger temmelig langt fra hinanden, hvilket betyder, at de mest intense trykforskelle på lille rummelig skala (det vil sige de største vindstyrker) ikke kommer med. Kurven kan altså ikke repræsentere de højeste vindstyrker og altså de mest intense og i denne sammenhæng relevante storme. Til gengæld er der på grund af metoden kun relativt lille risiko for, at ændringer i instrumentering og lignende gennem tiden har haft indflydelse, hvilket er det unikke ved denne kurve<sup>36</sup>.

FIGUR 11. STORMINTENSITET MELLEM FÆRØERNE, NORGE OG SKOTLAND (VINTERHALVÅR 1889-1995).



KILDE: DATA FRA ALEXANDERSON ET AL. (1998).

Med de metodiske forbehold skitseret ovenfor synes der ikke at være sket nogen signifikante ændringer i stormaktiviteten i de tempererede områder i Nordeuropa. Dette er også den generelle konklusionen for de tempererede områder. Dog er der modstridende analyser, hvilket gør det vanskeligt at drage endegyldige konklusioner om ændringer i stormaktiviteten (IPCC 2001a).

<sup>36</sup> Personlig kommunikation med Eigil Kaas, DMI.

For både tropiske og tempererede vindrelaterede ekstremvejrshændelser gælder det, at der sandsynligvis ikke har været en signifikant stigning i aktiviteten (IPCC 2001c).

### 3.3 Nedbør

Nedbørsmængde og -intensitet har betydning for oversvømmelser og tørker. Oversvømmelser kan klimatisk set være forårsaget af usædvanligt mange efterfølgende dage med moderate regnvejrsmængder eller fra et enkelt intensivt regnskyl og/eller fra snesmeltning. Oversvømmelser kan ligeledes være forårsaget af storme og orkaner, der presser havvand ind over kystlinjen. Oversvømmelser forekommer naturligt alle steder på kloden, specielt i floddale der i sin naturlige tilstand er kendetegnet ved tilbagevendende oversvømmelser. Tørke er klimatisk set forårsaget af, at et område får mindre nedbør og/eller har større fordampning end normalt. Tørke indtræder naturligt hvert år mange steder.

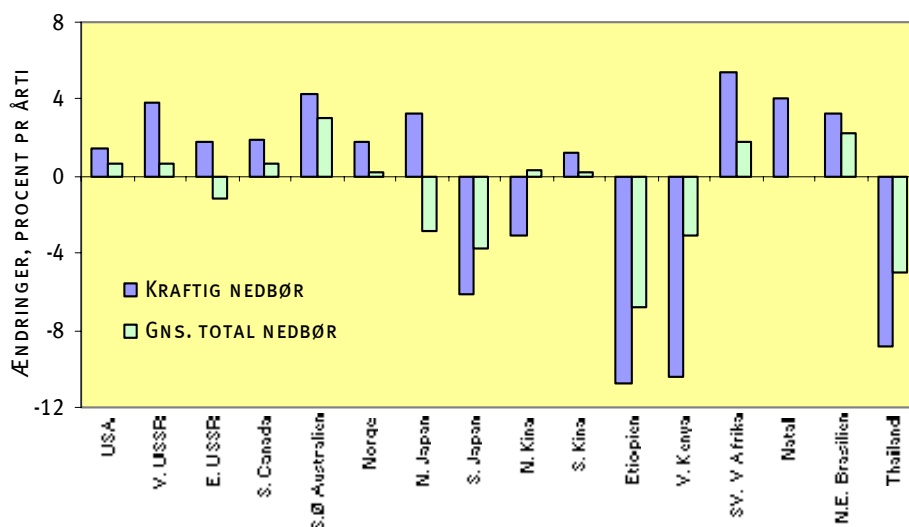
#### 3.3.1 *Udvikling i den globale nedbørsmængde*

Den væsentligste drivkraft bag intens nedbør er en generel stigning i den hydrologiske cyklus. Det er atmosfærens samlede vandindhold, som primært (men langt fra alene) bestemmes af temperaturen, der er den helt afgørende faktor for, hvor voldsomme regnskyl, der forekommer. Dette er især, fordi selve nedbørsprocessen i for eksempel tordenskyer er den drivende og altså selvforstærkende kraft, når først uvejret bryder løs. Det vil sige jo mere brændstof (vanddamp) desto kraftigere regnskyl. Det er i denne sammenhæng væsentligt at understrege, at den øvre grænse for vandindholdet i atmosfæren afhænger eksponentielt af temperaturen.

Globalt set er tendensen for det 20. århundrede, at der er kommet mere og kraftigere nedbør, mens udviklingen i længden af tørkeperioder er mindre klar. I flere regioner er disse ændringer tilknyttet naturlige klimavariationer mellem årtier, hvilket gør det vanskeligt at udskille tendenser i nedbørsrelateret ekstremvejr. De naturlige klimavariationer er blandt andet en konsekvens af fænomenet El Niño. El Niño påvirker vejret på store dele af jorden, hvilket især har konsekvenser for nedbørsmængderne i mange tropiske og subtropiske regioner. Fænomenet kan medføre store nedbørsmængder i nogle områder og mindre nedbør i andre områder. Det betyder øget risiko for tørke i eksempelvis Indonesien og Australien, mens dele af Nord- og Sydamerika oplever øget nedbør. Der ses ingen decideret langsigtet udviklingstendens for El Niño, dog synes fænomenet at være mere hyppigt, længerevarende og mere intenst siden 1970 end tidligere i århundredet (IPCC 2001c).

I Danmark er den årlige nedbør steget fra ca. 650 mm til 750 mm op gennem det sidste århundrede (DMI 2003a). Figur 12 viser ændringer i den observerede middelnedbør og ekstremnedbør i forskellige regioner på verdensplan (baseret på ændringer per årti de sidste 50 år). Den gennemsnitlige nedbørsmængde er steget i nogle regioner, mens den i andre regioner er faldet. For samtlige regioner er den tiårige procentvise ændring i kraftig nedbør større end den tiårige procentvise ændring i den totale årsnedbør.

FIGUR 12. OBSERVEREDE FORANDRINGER I MIDDEL- OG EKSTREMNEDEBØRSMÆNGDER (MIN. 50 ÅR).



KILDE: DATA FRA IPCC (2001c, P. 160).

Desuden fremgår det, at antallet af ekstreme nedbørshændelser er steget i nordamerikanske og europæiske egne. Ligeledes er nedbørsmængden steget i Vestafrika, mens den i andre afrikanske lande er faldet.

Alt i alt et broget billede. På baggrund heraf og andre nedbørsstudier konkluderer IPCC følgende om nedbørsudviklingen på kontinenterne i det 20. århundrede (IPCC 2001c):

#### Vedrørende nedbørsmængder:

- På den nordlige halvkugle er det meget sandsynligt<sup>37</sup>, at nedbørsmængden i regioner på mellem og høje breddegrader er steget med 0,5 til 1 procent pr ti-år.
- Over de tropiske egne (10° N til 10° S) menes en stigning på 0,2 til 0,3 procent pr tiår i nedbørsmængden at være sandsynlig. Dog er der ingen tydelige stigninger i nedbøren i løbet af de seneste årtier.
- Nedbørsmængden har i store dele af de subtropiske regioner (10° N til 30° N) været aftagende med omkring 0,3 procent pr tiår. Der er ikke påvist nogen tilsvarende generelle ændringer i nedbørsmængderne på den sydlige halvkugle.

#### Vedrørende kraftig nedbør:

- På den nordlige halvkugle er det sandsynligt, at frekvensen af kraftige nedbørshændelser er steget med 2 til 4 procent i løbet af sidste halvdel af sidste århundrede på mellem og høje breddegrader.
- Generelt set har der været en relativ lille tilvækst af områder, der har været ramt af kraftig nedbør.

#### Vedrørende tørkeperioder:

- Globalt set har der været en relativ lille vækst i de områder, der har været ramt af kraftig tørke. Dele af Asien og Afrika er blandt de områder, hvor frekvensen og intensiteten af tørkeperioder er steget i de seneste årtier.

---

<sup>37</sup> IPCC har angivet følgende pålidelighedsvurderinger: *særdeles sikkert* (*virtually certain*, mere end 99% chance for at resultatet er sandt), *meget sandsynligt* (*very likely*, 90-99% chance), *sandsynligt* (*likely*, 66-90% chance), *middel sandsynlighed* (*medium likelihood*, 33-66% chance), *usandsynligt* (*unlikely*, 10-33% chance), *meget usandsynligt* (*very unlikely*, 1-10% chance), og *yderst usandsynligt* (*exceptionally unlikely*, mindre end 1% chance).

#### 4 . I K K E - K L I M A T I S K E Å R S A G E R T I L Ø K O N O M I S K E T A B

Kapitel 2 viste, at de økonomiske tabsomkostninger er steget eksponentielt i sidste halvdel af det sidste århundrede. Kapitel 3 viste, at nedbørsaktiviteten er steget en smule, mens der hverken kan spores et signifikant fald eller stigning i udviklingen i storm- og orkanaktiviteten. Klimaændringen kan derfor ikke forklare udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger. De væsentligste forklaringer skal findes i følgende ikke-klimatiske forhold:

1. Stigende global indkomst (BNP).
2. Øget urbanisering og industrialisering i sårbare områder.
3. Ændringer i datagrundlaget .
4. Løbende tilpasninger til vejrkatastrofer.

I det følgende opsummeres de ikke-klimatiske faktorerers indflydelse på de økonomiske tabsomkostninger. Herefter følger i afsnit 4.1-4.4 en uddybende forklaring. Det skal understreges, at rapporten ikke forsøger direkte at kvantificere de enkelte faktorerers indvirkning på udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger. Derimod opsummeres en række potentielle årsager til de stigende tabsomkostninger.

Stigningen i den *globale indkomst* i sidste halvdel af det sidste århundrede er en væsentlig forklaring på, at de registrerede økonomiske tabsomkostninger er steget i samme periode. Når en vejrkatastrofe indtræder i 2003, er de økonomiske tabsomkostninger høje sammenlignet med de økonomiske tabsomkostninger i 1950. Det skyldes primært, at en vejrkatastrofe kan destruere for langt større værdier nu sammenlignet med 1950.

De økonomiske tabsomkostninger ved en vejrkatastrofe afhænger ligeledes af, hvor ekstremvejret rammer. Hvis en orkan rammer i et område med høj koncentration af økonomiske værdier (eksempelvis tætbefolkede, højt industrialiserede eller turistområder), vil de økonomiske tabsomkostninger blive høje. I modsætning her til vil de økonomiske tabsomkostninger blive mindre, hvis en orkan rammer et relativt øde område. Jordens befolkning og industri har i den sidste halvdel af det sidste århundrede i højere udstrækning lokaliseret sig i eller nær *sårbare områder* (eksempelvis langs kyststrækninger og floder). Denne lokaliseringstendens er

endnu en forklaring på, at de økonomiske tabsomkostninger er steget. Samtidig er sårbarheden langs floder forøget ved reduktion af floders afstrømningskapacitet som følge af indsnævring af floddale. Hertil kommer at udretning af vandløb og øget dræningskapacitet i mange større floders opland bevirker, at vandet ledes hurtigere frem til hovedfloderne. Dette stiller igen større krav til hovedflodernes evne til at lede vandet væk.

En tredje forklaring på, at de økonomiske tabsomkostninger er steget i perioden fra 1950-2001, er, at der indsamles mere *omfattende data for tabsomkostninger* ved vejrkatastrofer. I 1950'erne blev der årligt i gennemsnit rapporteret 3 vejrkatastrofer med opgørelser over de økonomiske tabsomkostninger. Dette tal er steget til 78 indberetninger per år i 1990'erne. Den overvejende forklaring kan være, at både den videnskabelige og mediemæssige interesse for vejrkatastrofer er steget. Når der indsamles flere data, giver det indtryk af, at de økonomiske tabsomkostninger stiger. Endvidere er der i højere grad inkluderet indirekte omkostninger ved vejrkatastroferne gennem perioden (jævnfør afsnit 4.3).

På den anden side har der fundet en løbende *tilpasning* sted. Eksempelvis bevirker bedre kloakeringssystemer, diger og bygningskonstruktioner samt bedre meteorologisk varsling i år 2003 sammenlignet med 1950, at tabsomkostningen ved en ekstremvejrshændelse isoleret set vil være mindre. Stigningen i de økonomiske tabsomkostninger er således blevet begrænset af de løbende tilpasninger.

De ikke-klimatiske faktorer forklarer langt den største andel af de stigende økonomiske tabsomkostninger ved vejrkatastrofer i perioden 1950-2001. I praksis er det dog vanskeligt præcist at udskille og kvantificere de enkelte faktoreres bidrag til de øgede økonomiske tabsomkostninger. I det følgende diskuteres hver af de ikke-klimatiske faktoreres indflydelse på udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger. Den relative betydning af både de ikke-klimatiske og klimatiske årsager bag udviklingen i de globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer diskuteres sidst i kapitlet.

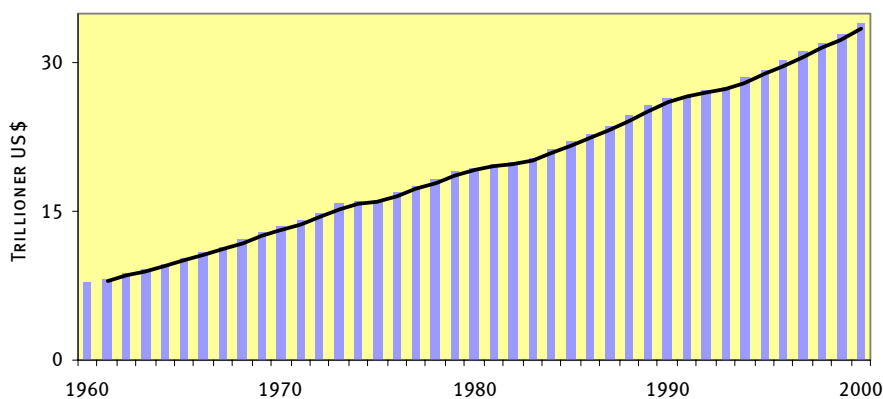


#### 4.1 Årsag 1: Vi bliver rigere.

Målt i BNP bliver Verden rigere og rigere for hvert år. En given vejrkatastrofe vil derfor *alt andet lige* indebære større tabsomkostninger i 1990'erne i forhold til de foregående årtier, idet de samlede værdier i samfundet er høje.<sup>38</sup>

Det globale BNP er steget fra 4,9 trillioner US\$ i 1950 til 34,1 trillioner US\$ i 2000, hvilket svarer til en årlig gennemsnitlig global vækst i BNP på 3,9 procent (World Bank 2002).<sup>39</sup> Figur 13 angiver udviklingen i global BNP i perioden 1960-2000. Ved at korrigere for den samlede udvikling i globalt BNP, skal der ikke justeres for befolkningstilvæksten. Korrektionen for væksten i det globale BNP er en gennemsnitsskorrektion, der ikke tager højde for de geografiske forskelle, der kan være i udviklingen i BNP på de lokaliteter, hvorfra tabene er indberettet.

FIGUR 13. UDVIKLING I GLOBAL BNP I PERIODEN 1960-2000, FASTE 2000 PRISER.



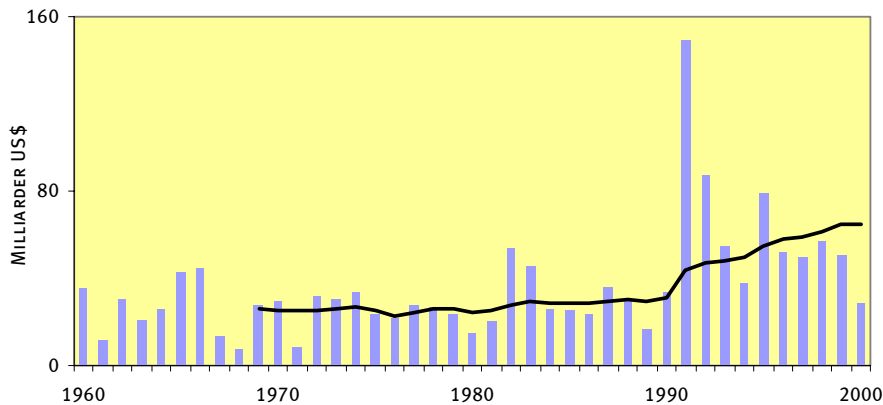
KILDE: DATA FRA WORLD BANK (2002).

I Figur 14 er tabsomkostningerne justeret for udviklingen i BNP, således at tabsomkostningerne for perioden 1960-1999 er justeret (normaliseret) til et BNP niveau svarende til år 2000. Normaliseringen af tabsomkostningen bevirker, at tabsomkostningen ses i forhold til indkomsten i det pågældende år. Med andre ord undersøges det, om tabsomkostningerne relativt til BNP er mindsket eller øget i perioden 1960-1999.

<sup>38</sup> Det skal bemærkes, at tabsomkostningerne ved vejrkatastrofer i udviklingslande kan være omfattende, da sårbarheden kan være stor som følge af underudvikling. Men alt andet lige er tabsomkostningen stigende med størrelsen af de økonomiske værdier.

<sup>39</sup> opgjort i faste 1995 priser.

FIGUR 14. UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER, KORRIGERET FOR BNP VÆKST.



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003) OG WORLD BANK (2002).

NOTE: DEN OPTRUKNE LINIE ANGIVER EN 10-ÅRIG GLIDENDE GENNEMSNITLIG UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER.

Figur 14 viser, at de gennemsnitlige BNP-justerede tabsomkostninger i 1990erne er højere end for de foregående årtier, men der er ikke tale om en eksponentiel stigning i tabsomkostningerne.

Den gennemsnitlige tabsomkostning justeres til 26 milliarder US\$ per år i 1960erne, 26 milliarder US\$ per år i 1970erne, 29 milliarder US\$ per år i 1980erne samt 65 milliarder US\$ per år i 1990erne. Der spores dermed kun en svag forskel mellem de gennemsnitlige årlige tabsomkostninger i 1960erne, 1970erne og 1980erne.<sup>40</sup>

Ved at korrigere udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger for den globale vækst i indkomsten, har det været muligt at forklare en del af stigningen i tabsomkostningerne i perioden 1960-2000. I perioden 1960-1990 er der stort set ikke nogen ændring i de BNP-korrigerede tab, og de registrerede tabsomkostningers andel af BNP er dermed uændret i perioden. Stigningen i de økonomiske tabsomkostninger ved vejrkatastrofer i perioden 1960-1990 kan derfor *alene* forklares ved stigningen i den globale indkomst. Nettoeffekten fra de resterende forklarende variable er i dette tilfælde neutral, det vil sige, at den øgede sårbarhed og det ændrede datagrundlag udlignes af de løbende tilpasninger. Hvis indkomsten i 1960 og 1990 var på det samme niveau, så ville vejrkatastroferne i disse år således have givet anledning til stort set den samme økonomiske tabsomkostning. Den højere

<sup>40</sup> Figur 14 viser, at de økonomiske tab ved vejrkatastrofer relativt til BNP er konstant i perioden 1960-1990. Det udelukker dog ikke, at der kan være en skævvridning i tabsomkostningerne mellem udviklede lande og udviklingslande. Det er uden for denne rapportes emneområde at behandle denne pointe.

tabsomkostning i 1990 i forhold til (den ikke-justerede) tabsomkostning i 1960 skyldes med andre ord, at indkomsten er højere i 1990, og at vejrkatastrofer derfor kan destruere et større omfang af værdier. I perioden 1990-2000 er der derimod sket en ændring i de BNP-korrigerede omkostninger. Denne stigning kan altså ikke umiddelbart forklares ved, at der korrigeres for udviklingen i den globale indkomst.

Hvis tabsomkostningen ved vejrkatastrofer i 1960erne fremskrives med vækstraten for BNP, så ville den gennemsnitlige årlige tabsomkostning i 1990erne være 22 milliarder US\$. Stigningen i tab fra gennemsnitligt 8 milliarder pr år i 1960erne til årligt 22 milliarder i 1990erne skyldes dermed, at indkomsten er steget. De registrerede tabsomkostninger ved vejrkatastrofer er steget med 47 milliarder US\$ fra 1960erne til 1990erne (fra 8 til 55). Hermed kan 30 procent af stigningen forklares med en stigende global indkomst.

Udover BNP-justeringen af tabsomkostningerne er det ligeledes nødvendigt at foretage en korrektion for udviklingen i inflation<sup>41</sup>. Alle tabsomkostninger i rapporten er justeret for stigninger i inflation og er omregnet til faste 2002 priser (Bureau of Labor Statistics 2003)<sup>42</sup>.

Ovenstående gennemgang viser, at økonomisk vækst er en betydelig faktor, når udviklingen i de registrerede tabsomkostninger skal forklares. Således neutraliseres udviklingen i tabsomkostninger fra 1960 – 1990 næsten, når der foretages en korrektion for udviklingen i den globale indkomst, jævnfør Figur 14. Stigningen i tabsomkostningerne i 1990erne kan dog ikke alene forklares ved udviklingen i den globale indkomst.

---

<sup>41</sup> I princippet er det også nødvendigt at foretage en korrektion for udviklingen i købekraft; Tabsomkostningerne ved en katastrofe i et udviklingsland undervurderes, hvis der alene ses på ikke-købekrafts-korrigerede tabsomkostninger, idet købekraften i udviklingslandet typisk er højere end i industrilande. En højere købekraft bevirker, at pengene er mere "værd". En tabsomkostning på en milliard dollars i Brasilien bør derfor justeres for, at købekraften i landet er højere i forhold til købekraften i eksempelvis USA. IPCC opgør ikke købekraftsjusterede tabsomkostninger, og da omregningen er tidskrævende, har vi ligeledes undladt at foretage en justering af de økonomiske tabsomkostninger for udviklingen i købekraft.

Det kan endvidere være nødvendigt at justere udviklingen i økonomiske tab for udsving i valutakurser. Det skyldes, at økonomiske tab omregnes fra lokal valuta til amerikanske dollar. Hvis der har været svingninger i valutakursforholdet, kan omregninger til US\$ variere afhængig af tidspunktet for omregningen. Der er ikke justeret for kursvariationer i denne rapport.

<sup>42</sup> Den årlige gennemsnitlige inflation i USA på 4 procent i perioden 1950 til 2002 indebærer, at 1 dollar i 1950 svarer til 13 cent i 2002. Dermed skal en tabsomkostning på 1 milliard dollars i 1950 justeres til 7,5 milliarder dollars i 2002 tal, når omkostningen justeres for inflationsudviklingen.

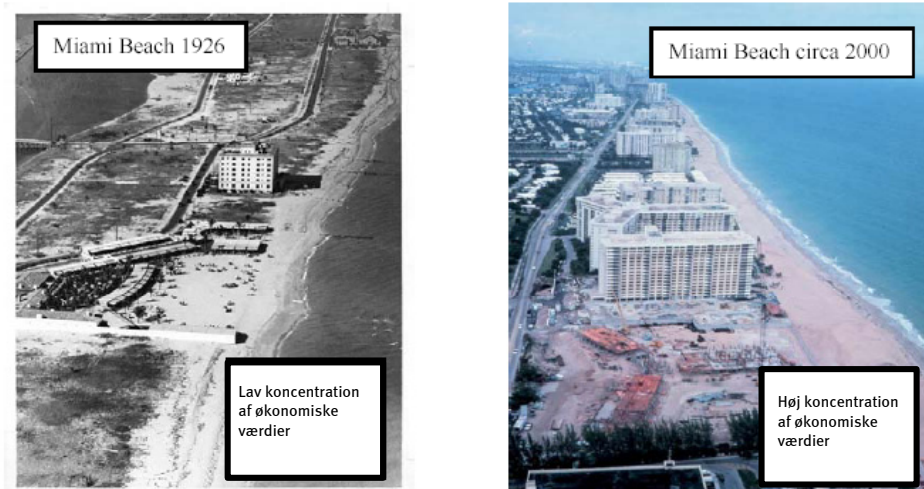
#### 4.2 Årsag 2: Urbanisering og industrialisering i sårbare områder.

I den sidste halvdel af det sidste århundrede har stadig flere mennesker bosat sig i eller tæt på sårbare områder såsom kyst- og flodområder, hvilket alt andet lige vil forøge de økonomiske tabsomkostninger ved en given vejrkatastrofe. Øget koncentration af økonomiske værdier i sådanne områder indebærer, at en tabsomkostning for en given katastrofe i 1950 i princippet skal justeres for at sammenligne med en tilsvarende tabsomkostning i 2003. Denne justering svarer i princippet til at korrigere for de geografiske forskelle i udviklingen i BNP.

Bosættelsen og industrialiseringen i eller nær sårbare områder øger givetvis den økonomiske tabsomkostning ved vejrkatastrofer. Det tyder det faktum på, at af verdens 19 megabyer (mere end 10 millioner indbyggere) er 13 beliggende ved kysten (Brown et al. 2002). I år 2000 var 37 procent af verdens befolkning (to milliarder mennesker) bosat inden for en afstand af 100 km fra en kystlinie, hvilket er en stigning i forhold til foregående årtier (Brown et al. 2002).

Eksempelvis er befolkningstallet i Florida øget fra under 3 millioner mennesker i 1950 til over 13 millioner i 1991, hvoraf 80 procent af befolkningstilvæksten var bosat i kystområdet (Brown et al. 2002). Florida er et område i USA, der ofte udsættes for tropiske orkaner. Området blev således ramt af en orkan med en intensitet i kategori 4 i september 1926. 243 mennesker blev rapporteret omkommet, mens tabsomkostningerne blev opgjort til knap 0,1 milliarder US\$. Orkanen Andrew var ligeledes en kategori 4 orkan. Orkanen der ramte Florida i august 1992 og medførte tabsomkostninger på 38 milliarder US\$, mens ”kun” 55 mennesker omkom (Pielke 2002). Hvis tabsomkostningerne for de to orkaner ønskes sammenholdt med henblik på at analysere ekstremvejrets indflydelse, er det nødvendigt at tage forbehold for den øgede koncentration af økonomiske værdier langs kysten, idet stigningen betyder, at Andrew orkanen destruerede for langt større økonomiske værdier end orkanen i 1926.

Figur 15 illustrerer, hvorledes koncentrationen af økonomiske værdier ved Miami Beach i Florida er steget siden 1926.

**FIGUR 15. ØGET INDUSTRIALISERING OG URBANISERING I MIAMI BEACH, FLORIDA.**

KILDE: PIELKE 2002.

Som det fremgår af figuren, kan en orkan destruere for langt større værdier i år 2000 i forhold til en tilsvarende orkan i 1926. Området har – lig tilsvarende områder verden over, som for eksempel den jyske vestkyst – været præget af stigende industrialisering (herunder turisme), stigende ejendomspriser samt tilflytning. Denne tilvækst betyder, at værdistigningen overstiger den generelle udvikling i den globale indkomst, og det er derfor nødvendigt at justere tabsomkostningen for den ekstraordinære værditilvækst i sådanne områder. I praksis kan det dog være vanskeligt præcist at bestemme, hvor stor en andel af stigningen i de globale tabsomkostninger, der kan henføres til industrialisering og urbanisering nær sårbare områder.

Sideløbende med den øgede koncentration af økonomiske værdier langs floder og kyster er sårbarheden forøget. Dette er især gældende langs floder, idet mange floders afstrømningskapacitet er forandret, hvilket bevirker, at flodbølgen og dermed den mulige oversvømmelse bliver kraftigere. Indsnævring af floddale er ofte en direkte konsekvens af udvikling og urbanisering i floders opland. Beboede arealer i floddalene inddiges og det potentielle reservoir, som disse arealer naturligt danner, fjernes. Dette var en stærkt medvirkende årsag til oversvømmelserne langs Mississippi i USA i 1993 (Mairson 1994) og ligeledes medvirkende til de forhøjede vandstande langs både Rhinen, Oder og Elben i Europa i 1990'erne<sup>43</sup>. Udover den-

<sup>43</sup> Personlig kommunikation, Jesper Bartholdy, Geografisk Institut, Københavns Universitet.

ne svækkelse af floders evne til at lede vandet væk, forstærkes menneskets negative indflydelse ofte i intensivt udnyttede landbrugsområder. Vandløbene vil her typisk være udrettede og dræningskapaciteten stærkt forøget i forhold til naturtilstanden. Vandet bliver derfor ført hurtigere frem til hovedvandløbene, hvor vandstanden af den grund forøges i flomsituationer<sup>44</sup>. Herved bliver kravene til digernes højde og kvalitet yderligere forøget.

I forhold til en økonomisk vurdering af denne effekt er det væsentligt at bemærke, at veldrænedede landbrugsarealer ofte befinder sig i relativt tæt befolkede og veludviklede områder, hvor oversvømmelser kan give anledning til stor materiel ødelæggelse. Til gengæld er der også her et økonomiske potentiale til at sikre udsatte områder.<sup>45</sup>

Et andet væsentligt forhold, hvor mennesket spiller negativt ind i denne sammenhæng, er skovfældning. Skovfældning - specielt af bjergsider eller tilsvarende stærkt hældende terræner - bevirker ikke blot, at vandet hurtigere kan komme frem til vandløbene for enden af de respektive skråninger, men den medvirker også til at gøre skråningerne ustabile. Herved fremkaldte jordskred kan anrette særdeles alvorlige skader i udsatte områder.

På den anden side tilpasser befolkningen sig løbende den øgede sårbarhed (jævnfør årsag 4). Uden disse tilpasninger ville de økonomiske tabsomkostninger ganske givet have været endnu højere.

### **4.3 Årsag 3: Ændringer i datagrundlag.**

Estimer for tabsomkostninger ved vejrkatastrofer kan variere fra få US\$ til flere milliarder US\$ afhængig af måden, hvorpå der rapporteres. De stigende økonomiske tabsomkostninger, der blev rapporteret i kapitel 2, er således ikke nødvendigvis ensbetydende med, at de økonomiske tabsomkostninger reelt er steget eksponentielt. En vis andel af stigningen kan givetvis forklares ved, at metoderne til indsamling af data fra vejrkatastrofer har ændret sig. I det følgende diskuteres to forhold, der bør tages højde for ved tolkning af data for tabsomkostninger. Disse er:

---

<sup>44</sup> Perioder med kraftig afstrømning.

<sup>45</sup> Et interessant spørgsmål er om det har kunnet betale sig (i økonomiske termer) at tilpasse sig. Tilpasningen kan ofte have været omkostningsfuld og måske har man nogen gange overtilpasset sig. Denne diskussion er ikke relevant for rapportens egentlige formål og er derfor udeladt af rapporten.

- Antallet af rapporteringer og kriterierne herfor.
- Stigende fokus på opgørelse af indirekte tabsomkostninger.

Den eksponentielle stigning i de økonomiske tab er i kapitel 2 blevet dokumenteret ved brug af WHO's database over vejrkatastrofer, der indeholder generelle informationer om tidspunkt og lokalitet for katastrofen samt mere specifikke oplysninger om antal omkomne og tilskadedkomne samt de økonomiske tab. Fælles for de inkluderede katastrofer i WHO databasen er, at mindst ét af følgende fire kriterier skal opfyldes, for at der er tale om en vejrkatastrofe (EM-DAT 2003):

- 1) Minimum 10 mennesker være rapporteret omkommet.
- 2) Minimum 100 mennesker være rapporteret berørt.
- 3) Der skal være anmodet om international assistance.
- 4) Der skal været meddelt undtagelsestilstand.

Opfyldelsen af minimum ét af disse kriterier bevirker, at oplysninger om katastrofen vil inkluderes i databasen, såfremt der indrapporteres til WHO. Øgede tabsomkostninger betyder altså ikke nødvendigvis forandringer i ekstremvejr, men kan blandt andet forklares ved flere anmodninger om international assistance eller ved, om der er indrapporteret eller ej.

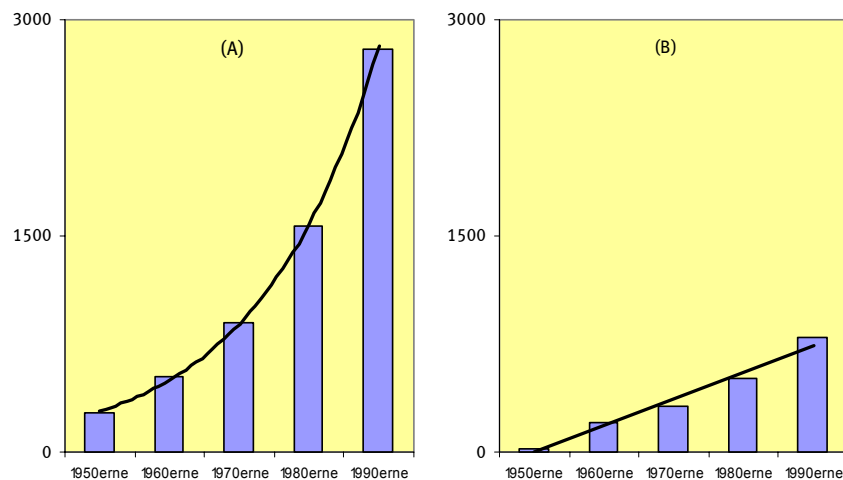
I WHO's database er anført 7.788 observationer for perioden 1950-2001. Heraf henfører 1.734 til ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer (jordskælv, vulkanudbrud mv.), mens de resterende 6.054 observationer refererer til vejrkatastrofer. Heraf er tabsomkostningerne opgjort for 2.031 katastrofer<sup>46</sup>.

Figur 16 (A) præsenterer udviklingen i antallet af rapporterede vejrkatastrofer opdelt per årti, mens Figur 16 (B) viser den tilsvarende udvikling for registreringer af vejrkatastrofer, hvor der tillige er estimeret økonomiske tabsomkostninger.

---

<sup>46</sup> Det er disse observationer, der danner baggrund for figurer og beregninger i kapitel 2.

**FIGUR 16. UDVIKLING I ANTALLET AF (A) REGISTREREDE VEJRKATASTROFER OG (B) ANTALLET AF REGISTREREDE VEJRKATASTROFER, HVOR TABSOMKOSTNINGERNE ER ESTIMERET.**



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003).

NOTE: DEN OPTRUKNE LINIE I (A) ANGIVER EN EKSPONENTIEL UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER, MENS DEN OPTRUKNE LINIE I (B) ANGIVER EN LINEÆR UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER.

De årlige rapporteringer er steget eksponentielt fra gennemsnitligt 27 indberetninger i 1950erne til 280 indberetninger per år i 1990erne, svarende til en vækst i antallet af rapporteringer på 78 procent per årti. Antallet af rapporteringer, hvor der tillige er foretaget en vurdering af tabsomkostninger, er steget fra gennemsnitligt 3 indberetninger årligt i 1950erne til 80 indberetninger per år i 1990erne, jævnfør Figur 16 (B). Der er ikke tale om en direkte eksponentiel stigning, men snarere en lineær stigning. Stigningen i indberetninger kan naturligvis forklare en del af de stigende økonomiske tab ved vejrkatastrofer. I princippet bør udviklingen i tabsomkostninger justeres for, at tabsomkostninger for vejrkatastrofer i begyndelsen af perioden er underrepræsenteret. I praksis kan det dog være vanskeligt at foretage denne korrektion, og et forsøg på dette er således undladt i denne rapport. Der gøres dog opmærksom på, at stigningen i tabsomkostningerne reelt overvurderes, når korrektionen for det stigende antal rapporteringer ikke foretages.

Ved opgørelsen af skadesomkostninger skelnes mellem direkte og indirekte omkostninger. De direkte omkostninger dækker skader på bygninger, maskiner, varer, infrastruktur, landbrugsarealer mv., der opstår som en direkte konsekvens af katastrofen. De indirekte skader inkluderer økonomiske tab som følge af afbrydelser i produktion, øget midlertidig arbejdsløshed, udgifter til leje af nye bygninger mv. En opgørelse af de samlede økonomiske tab ved en katastrofe bør indeholde de samme typer af både direkte og indirekte omkostninger, hvis en parallel sammenlig-



ning ønskes. I praksis kan der dog være forskelle i opgørelsesmetoden (Guha-Sapir & Below 2003).

I blandt andet IPCC's opgørelser anvendes forsikringsbranchens data som grundlag for udviklingen i tabsomkostninger. Generelt er forsikringsbranchens data kendetegnet ved, at kun en delmængde af de direkte omkostninger inkluderes. Direkte skadesomkostninger af økonomiske værdier, der ikke er forsikret, er ikke inkluderet. Endvidere indebærer anvendelsen af forsikringsbranchens data, at de indirekte omkostninger slet ikke rapporteres. Konsekvensen er, at tabsomkostninger, der opstår som følge af vejrkatastrofer i især udviklingslande, ofte undervurderes.

Forsikringsbranchens data adskiller sig således fra WHO's data, da måden, hvorpå omfanget af de økonomiske tab opgøres, er anderledes. Dette forklarer, at IPCC, der baserer deres analyse af tabsomkostningerne på data fra forsikringsselskabet Munich Re, konkluderer, at de årlige gennemsnitlige økonomiske tabsomkostninger i 1990erne var 40 milliarder US\$, mens tabsomkostningerne opgjort på baggrund af WHO's informationer anslås til en årlig gennemsnitlig tabsomkostning på 55 milliarder US\$ i 1990erne. På trods af, at forsikringsselskaber principielt har et incitament til strategisk at overdrive udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger med henblik på at øge forsikringspræmien, har forsikringsbranchen opgjort de årlige tabsomkostninger i 1990erne til gennemsnitligt 15 milliarder US\$ mindre end tabsomkostningerne opgjort fra WHO.

Samlet må det konkluderes, at udviklingen i datagrundlaget kan forklare en vis andel af stigningen i tabsomkostningerne ved vejrkatastrofer. I praksis vil det være særdeles vanskeligt at korrigere udviklingen i tabsomkostninger for ovenstående udvikling i datagrundlaget.

#### **4.4 Årsag 4: Løbende tilpasninger til vejrkatastrofer.**

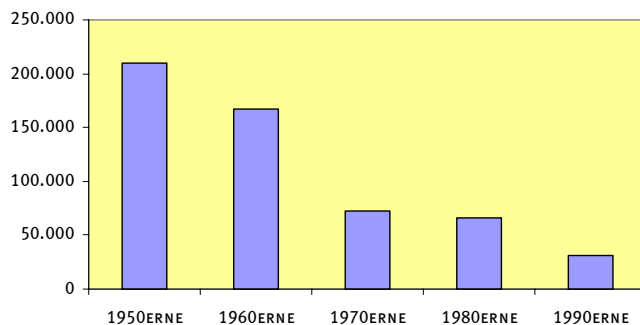
De voksende årlige økonomiske tab op gennem det 20. århundrede er ikke nødvendigvis et udtryk for, at befolkningen ikke har tilpasset sig vejrliget. Der er løbende gjort store omkostningskrævende anstrengelser for at forhindre ødelæggelser ved ekstremvejr, hvilket har bidraget til at begrænse de økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Sådanne tilpasninger omfatter blandt andet:

- Stærkere bygningskonstruktioner.
- Højere diger.

- Forbedring af varslings- og evakueringssystemer.
- Udbygning af afvandingskanaler og kloaksystemer<sup>47</sup>.

Et tydeligt tegn på tilpasning er det faktum, at antallet af tabte menneskeliv ved vejrkatastrofer i perioden 1950-2000 er faldet markant de sidste hundrede år, jævnfør Figur 17.

**FIGUR 17. UDVIKLINGEN I ANTAL MISTEDE MENNESKELIV VED VEJRKATASTROFER, 1950-1999.**



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003).

Figur 17 viser, at de årlige gennemsnitlige tab af menneskeliv løbende er reduceret i anden halvdel af det sidste århundrede, hvilket yderligere forstærkes af, at Verdens befolkning er vokset over hele perioden.

I samme stil må det forventes, at de økonomiske tab ved vejrkatastrofer er blevet reduceret, som følge af tilpasninger<sup>48</sup>. I praksis er det særdeles vanskeligt at bestemme, hvor meget de økonomiske tabsomkostninger er blevet reduceret som følge af de løbende tilpasninger.

#### 4.5 Diskussion.

I alt fem overordnede faktorer kan i teorien forklare udviklingen i ekstremvejr, hvoraf de fire ikke-klimatiske faktorer (stigning i BNP, industrialisering og urbanisering i sårbare områder, ændret datagrundlag og løbende tilpasninger) er forklaret tidligere i dette kapitel, mens den klimatiske faktor blev gennemgået i kapitel 3. Det har været muligt at estimere udviklingen i de samlede registrerede tabsomkostninger, der er en funktion af de fem overordnede faktorer. På baggrund af

<sup>47</sup> Dette er ikke en entydig positiv tilpasning. Udbygning af afvandingskanaler og kloaksystemer er nødvendige for at friholde byområder for oversvømmelser under skybrud, men deres effektivitet bevirker også, at vandløbene neden for har forøget risiko for at oversvømme deres floddale.

<sup>48</sup> Omkostninger til tilpasninger er ikke inkluderet i opgørelsen over de økonomiske tab i rapporten.

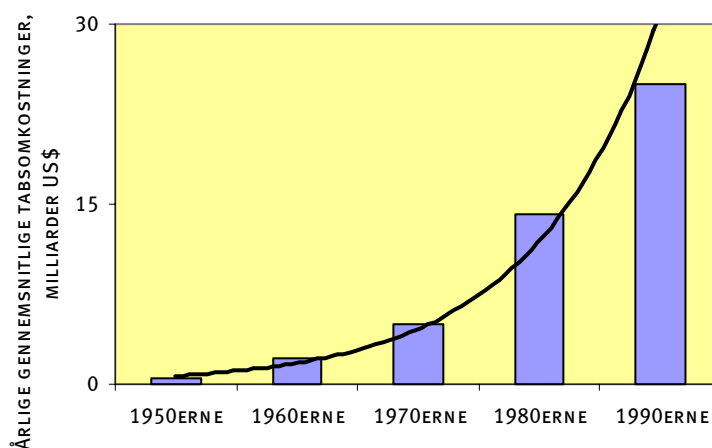
fremstillingen i denne rapport er det dog ikke muligt at kvantificere de enkelte faktorerens bidrag til denne udvikling med undtagelse af stigningen i det globale BNP. I det følgende diskuteres hver af de fem faktorerens bidrag til udviklingen i de globale økonomiske tab.

Udviklingen i ekstremvejr viser tegn på mindre forandringer i sidste halvdel af sidste århundrede. Der er ikke signifikante tegn på ændringer i vindaktiviteten, mens nedbørsaktiviteten viser en mindre stigning, der sandsynligvis ikke har haft nogen betydelig effekt på stigningen i de økonomiske tab.

For at få en indikation af de ikke-klimatiske faktorerens betydning for udviklingen i de økonomiske tabsomkostninger, kan tabsomkostningerne for vejrkatastrofer og ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer (jordskælv og vulkanudbrud) sammenlignes. Hvis tabsomkostningerne for de ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer også er steget eksponentielt, og det samtidig antages, at jordskælvs- og vulkanaktivitet ikke er steget de sidste 50 år, må det indikere, at de ikke-klimatiske årsager kan forklare en væsentlig andel af de stigende økonomiske tabsomkostninger ved vejrkatastrofer.

Figur 18 illustrerer udviklingen i økonomiske tabsomkostninger for ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer.

**FIGUR 18. ØKONOMISKE TABSOMKOSTNINGER VED IKKE-VEJRRELATEREDE NATURKATASTROFER BESTEMT FOR ET GENNEMSITLIGT ÅR PER ÅRTI.**



KILDE: DATA FRA EM-DAT (2003).

NOTE: DEN OPTRUKNE LINIE ANGIVER EN EKSPONENTIEL UDVIKLING I TABSOMKOSTNINGER.

De globale gennemsnitlige tabsomkostninger er steget fra 0,5 milliarder US\$ per år i 1950erne til 25 milliarder US\$ per år i 1990erne. Hvis stigningen i tabsomkostningerne for de ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer antages at være eksponentiel, kan den årlige procentvise stigning i tabsomkostningerne bestemmes til 10 procent.<sup>49</sup> Sammenlignet med den årlige procentvise stigning for tabsomkostningerne ved vejrkatastrofer på 6,6 procent, har stigningen i de økonomiske tabsomkostninger ved ikke-vejrrelaterede naturkatastrofer været højere. Dette indikerer, at de ikke-klimatiske årsager til de stigende økonomiske tabsomkostninger udgør en væsentlig drivkraft.

Væksten i det globale BNP er en tungtvejende årsag og kan som den eneste årsag kvantificeres. Hele den eksponentielle stigning i 1960erne, 70erne og 80erne og en del af stigningen i 1990erne kan alt andet lige forklares ved væksten i BNP. De andre ikke-klimatiske drivkræfter har givetvis også været tungtvejende, men er i det meste af perioden blevet udlignet af løbende tilpasninger. Den del af udviklingen, der ikke kan forklares ved den økonomiske vækst, er nettoeffekten af løbende tilpasninger som modsatrettet og ”negativ” drivkraft og ændringer i datagrundlaget samt industrialisering og urbanisering i sårbare områder som positive drivkræfter. Disse faktorer kan dog ikke isoleres, da de ikke er kvantificeret i rapporten.

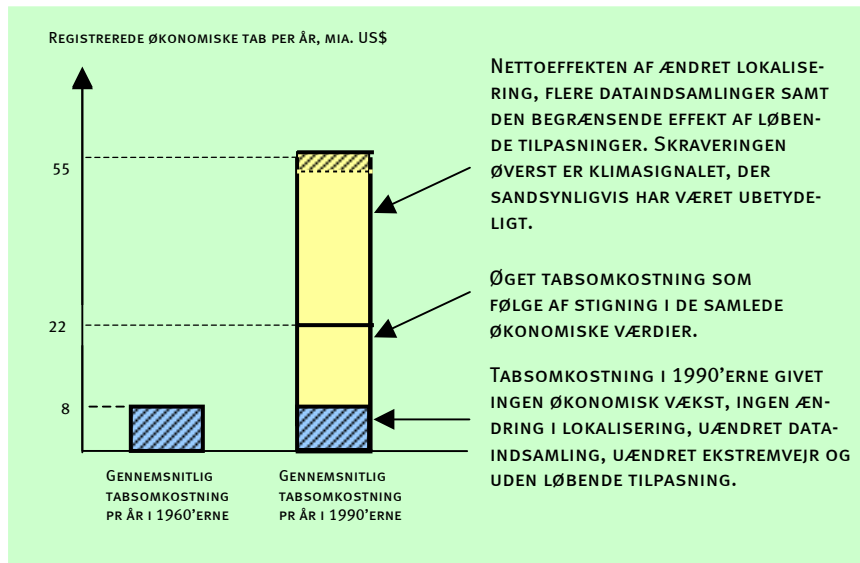
Stigningen i de BNP-korrigerede tab i løbet af 1990erne (jævnfør figur 14) kan sandsynligvis forklares med følgende tre forhold. Enten er den relative indsats for at tilpasse sig faldet i forhold til de foregående tre årtier. Eller der er rapporteret fra flere vejrkatastrofer grundet øget fokus og forbedret nødhjælpsinfrastruktur samt i med sig med, at de indirekte omkostninger ved ødelæggelserne i højere grad er medregnet. For det tredje kan årsagen være øget urbanisering og industrialisering i sårbare områder i forhold til perioden 1960-1989.

Årsagerne til stigningen i de økonomiske tab ved vejrkatastrofer er illustreret i Figur 19.

---

<sup>49</sup> De økonomiske tabsomkostninger ved Jordskælvet i Kobe, Japan i 1995 er alene opgjort til 131 milliarder US\$. De gennemsnitlige tabsomkostninger i 1990erne domineres dermed af denne markante tabsomkostning.

**FIGUR 19. ILLUSTRATION AF ÅRSAGERNE TIL STIGENDE ØKONOMISKE TAB VED VEJKATASTROFER FRA 1960'ERNE TIL 1990'ERNE.**



**BEMÆRK:** SKRAVERINGEN ØVERST I SØJLE 2 ER EFFEKTEN AF ÆNDRINGER I EKSTREMVEJRET, DER ER ANGIVET FOR ILLUSTRATIONENS SKYLD. EFFEKTEN HAR SANDSYNLIGVIS VÆRET UBETYDELIG.

Som det fremgår af figur 20 er de registrerede årlige økonomiske tabsomkostninger øget fra gennemsnitligt 8 milliarder US\$ i 1960erne til gennemsnitligt 55 milliarder US\$ i 1990erne. Stigningen i BNP siden 1960 forklarer, at de økonomiske tabsomkostninger er øget med 14 milliarder US\$.

Den resterende stigning i de registrerede tabsomkostninger er nettoeffekten af ændret lokalisering, øget dataindsamling, samt den begrænsende effekt af løbende tilpasninger. For illustrationens skyld er den klimatiske drivkraft markeret med en skravering øverst i søjle 2. Den globale opvarmning har sandsynligvis ikke ført til betydelige ændringer i omfanget af ekstremvejr i sidste århundrede. Den globale opvarmning i det sidste århundrede kan altså ikke forklare stigningen i de registrerede økonomiske tabsomkostninger.

## 5 . P E R S P E K T I V E R I N G

I denne perspektivering vil tre centrale spørgsmål om fremtidens ekstremvejr og vejrkatastrofer blive ridset op. Disse er:

1. Bliver ekstremvejret voldsommere og hyppigere i fremtiden?
2. Stiger de globale økonomiske tabsomkostninger ved vejrkatastrofer i fremtiden?
3. Hvordan skal vi som samfund forholde os til fremtidens ekstremvejr og vejrkatastrofer?

### 5.1 Fremtidige klimaændringer

Fremtidige klimaændringer er uundgåelige. En del af disse forventes at have årsag i menneskets virke, men selv med en meget brat opbremsning af emissionen af drivhusgasser vil denne effekt ikke kunne elimineres (IPCC 2001b; Jørgensen et al. 2002)<sup>50</sup>. Der er så at sige lagt meget brænde på bålet allerede. Selv med opfyldelse af reduktionsmålene i Kyoto-protokollen og eventuelle efterfølgende mere vidtrækkende reduktioner i udledningen af drivhusgasser er en fremtidig menneskeskabt klimaændring efter al sandsynlighed en realitet.

I IPCC beskrives fremtidens klimaudvikling blandt andet på baggrund af klimamodeller. Modellernes udgangspunkt er emissionsscenerierne, der bestemmes på baggrund af den fremskrevne samfundsudvikling. Emissionsscenerierne omregnes dernæst til koncentrationsscenerier, som i sidste led anvendes til at beregne udviklingen i temperatur-, nedbørs- og vindforhold. Afhængig af emissionssceneriet vurderer IPCC, at den globale middeltemperatur vil stige mellem 1,4 °C og 5,8° C frem mod år 2100 (IPCC 2001b). Forudsigelser om fremtidens klima er meget usikre, hvilket indikeres af det brede temperaturinterval. Der er overordnet to typer af usikkerhed. Dels er der usikkerhed om samfundsudviklingen og dermed er der forskelle i de forskellige emissionsscenerier. Dels er der usikkerheder for hvert emissionsscenerie i klimamodelberegningerne, idet de bygger på en lang række komplicerede klimatiske sammenhænge, der ikke er fuldstændigt beskrevet (Jørgensen et al. 2002). Hertil kommer, at klimaet også ændres uden menneskets påvirkning.

På baggrund af blandt andet klimamodelberegninger beskriver IPCC den fremtidige udvikling i vind- og nedbørsforhold, jævnfør Tabel 2.<sup>51</sup> Det påpeges, at der er stor forskel på de forventede klimaændringer i de forskellige scenarier, IPCC opererer med, specielt i slutningen af dette århundrede. Disse forskelle vil ikke blive berørt her, da hensigten er at se på den generelle tendens i de scenarier, som IPCC opererer med.

**TABEL 2. UDVIKLINGEN I EKSTREMVEJR.**

VEJRTYPE	FORUDSIGELSER	SIGNIFIKANS
STORME OG ORKANER I TEMPEREREDE OMRÅDER	UFORANDRET	UOVERENSSTEMMELSE MELLEM MODELLERNE
TROPISKE ORKANER	STYRKEN FORØGES	SANDSYNLIGT OVER NOGLE OMRÅDER
INTENS NEDBØR	ØGET INTENSITET	MEGET SANDSYNLIGT OVER MANGE OMRÅDER
TØRRE PERIODER UDEN REGN	ØGET HYPPIGHED	SANDSYNLIGT OVER DE FLESTE MELLEM BRED-DEGRADERS LANDOMRÅDER. MANGEL PÅ KONSISTENTE FREMSKRIVNINGER I ANDRE OMRÅDER.

KILDE: DATA FRA (IPCC 2001A).

Forudsigelserne i tabellen er overordnede gennemsnitsbetragtninger og kan ikke direkte overføres til en given lokalitet. I Danmark forventes det, at vinternedbøren stiger med 10-40%, mens sommernedbøren falder til 75-90% af de nuværende gennemsnitsmængder. Endvidere forventes der kraftigere nedbør, specielt om efteråret. Vindmæssigt er der sandsynlighed for en lille stigning i stormaktiviteten over Danmark, da stormbanerne over Nordatlanten sandsynligvis vil rykke lidt mod øst (Jørgensen et al. 2002).

I modsætning til det 20. århundrede, hvor der ikke var en entydig udvikling i ekstremvejret (på nær mindre stigninger i nedbørsmængde og –intensitet), vil ekstremvejrshændelser i det kommende århundrede sandsynligvis vokse i hyppighed og styrke. Med andre ord vil den klimatiske drivkraft bag de økonomiske tab formentlig stige i styrke i forhold til sidste århundrede.

## 5.2 Økonomiske tab ved vejrkatastrofer i fremtiden

Hvorvidt udviklingen i de økonomiske tab ved vejrkatastrofer fortsat vil vise en eksponentiel stigning afhænger af de samme faktorer, der er illustreret i kapitel 1

<sup>50</sup> Der er stor forskel på de forventede klimaændringer i de forskellige scenarier, som IPCC refererer.

<sup>51</sup> For de der måtte ønske at fordybe sig i den klimatiske del af problematikken, henvises der til [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk), rapport nr. 01-9 fra Danmarks Klimacenter, der er en oversættelse af IPCC's Summary for Policy Makers.

(figur 2), og som blev diskuteret i kapitel 4. En kvantificering af de økonomiske tab ved vejrkatastrofer i det kommende århundrede er særdeles vanskelig. Udover usikkerhedsmomenterne i forudsigelser om fremtidens klima er der yderligere en række usikkerheder knyttet til væksten i BNP, befolkningstilvæksten, urbanisering og industrialisering i områder med mange ekstremvejrshændelser samt forandringer i land- og skovbrug.<sup>52</sup>

Tendensen forekommer klar, nemlig at de økonomiske tab ved vejrkatastrofer fortsat vil stige. Dette begrundes med, at de samfundsmæssige faktorer stadig vil drive væksten i de økonomiske tab samtidig med, at klimaændringer vil spille en større rolle end i det 20. århundrede. Forholdet mellem den klimatiske og de samfundsmæssige drivkræfter vil sandsynligvis fortsat være sådan, at de samfundsmæssige faktorer stadig vejer langt tungere.

De mange usikkerheder og den manglende litteratur på området gør det vanskeligt at estimere det fremtidige forhold mellem den klimatiske og de samfundsmæssige drivkræfter bag de økonomiske tab. Vi har kun kendskab til en enkelt kilde, der adresserer forholdet mellem den klimatiske årsag og den globale vækst som årsag til væksten i de fremtidige økonomiske tab (Pielke et al. 2000). På baggrund af væksten af BNP og befolkningstilvæksten samt det fremtidige ødelæggelsespotentiale for tropiske storme estimeres det, at forholdet mellem klimatiske og ikke-klimatiske faktorer i år 2050 er mellem 1:22 og 1:60. Med andre ord er de ikke-klimatiske drivkræfter 22-60 gange større end ændringer i ekstremvejret (Pielke et al. 2000). Kilden står dog alene og nedbørsrelateret ekstremvejr estimeres ikke. Dette giver et svagt fingerpeg for tropiske orkaner. For at kunne forudsige mere om drivkræfterne bag fremtidens vejrkatastrofer kræves der en væsentlig forskningsindsats.

Swiss Re's forudsigelse, om at de økonomiske tab ved vejrkatastrofer vil fordobles hvert årti og dermed stige til 150 milliarder US\$ årligt om ti år (jævnfør afsnit 1.2), synes ikke urealistisk. Dette svarer til den tiårige vækst siden 1950.

---

<sup>52</sup> Ændringer i datagrundlaget er nævnt, da det vurderes, at måden at opgøre tab på vil blive mere og mere konsistent fremover i kraft af den fokus, der er på vejrkatastrofer fra både medier, forsikringselskaber og internationale institutioner som IPCC, FN og WHO.



### 5.3 Mulige klimastrategier

En samfundsmæssig optimal klimastrategi behandles kun i teorien her, da grundlaget i rapporten ikke som sådan tillader klimapolitiske anbefalinger.

Det er vanskeligt som samfund at tage stilling til, hvordan man skal forholde sig til fremtidens klima på grund af alle usikkerhedsmomenterne, samt fordi ekstremvejr kun udgør en andel af de samlede klimaændringer. Der er grundlæggende tre måder at forholde sig til vejrkatastrofer på:

1. Erstatning: man kan lade skaderne ske og betale for dem efterhånden som de indtræder.
2. Tilpasning: man kan tilpasse samfundet til klimaændringerne ved blandt andet at tage forholdsregler i forbindelse med bygningskonstruktioner og lokalisering af bygninger. I ulandssammenhæng vil en velfærdsudvikling (uddannelse, sundhed osv.) bevirke at både private og samfund vil få forøget deres muligheder for at tilpasse sig.
3. Reduktion: man kan reducere den menneskeskabte drivhuseffekt ved at begrænse emissioner af drivhusgasser og derved begrænse styrken af ekstremvejr.

I perioden frem til i dag er der foretaget en mere eller mindre bevidst afvejning af 1 og 2 ovenfor. Man har for eksempel dimensioneret bygninger med stærkere konstruktioner vel vidende, at der ville kunne opstå skader ved de mest ekstreme vindstød i de kraftigste orkaner. Ligeledes har man dimensioneret diger vel vidende, at de i ekstreme tilfælde ville blive oversvømmet. I andre tilfælde har man ikke været tilstrækkelig opmærksom på, at samfundet har udsat sig for at blive ramt af vejrkatastrofer. For eksempel har uafhængige reduktioner af floders afstrømningskapacitet forskellige steder i flodens opland og langs floden hver især bidraget til oversvømmelser. I sådanne tilfælde har der sandsynligvis været tale om en undertilpasning, der kunne være undgået med en mere central og integreret tilpasningsindsats for hele flodens oplandsareal.

Idet der vil komme uundgåelige forandringer i ekstremvejret, er det fornuftigt i fremtiden at foretage en afvejning af 1 og 2 ovenfor. Generelt påpeges det, at om-

kostninger og fordele ved forskellige alternative strategier bør afvejes i forhold til hinanden.

Afvejningen af tilpasninger på den ene side og emissionsreduktioner på den anden side kompliceres af, at emissionsreduktioner ikke alene har den fordel, at ekstremvejrshæftigheden falder, men også har de fordele, at de negative økonomiske effekter af de strukturelle klimaforandringer som eksempelvis havspejlsstigninger vil blive mindre, jævnfør Figur 3. Endvidere vil emissionsreduktioner også have fordele efter år 2050. Disse fordele skal så opvejes mod de omkostninger, som er forbundet med emissionsreduktioner.

Afvejningen af omkostninger og fordele ved de tre alternativer (erstatning, tilpasning og reduktion) vil være et væsentligt bidrag til de samfundsmæssige prioriteringer i fremtidens klimapolitik og bør fremover foretages løbende på det bedst mulige grundlag. En forudsætning herfor er en klar forståelse af årsagerne til de økonomiske tab ved en vejrkatastrofe og mere standardiserede opgørelser af de økonomiske tab ved vejrkatastrofer i fremtiden. Samfundsøkonomiske efficiensbetragtninger er ikke de eneste overvejelser, der ligger til grund for emissionsreduktioner. Herunder ligger også andre overvejelser om uvished og indkomst- og formuefordeling, der afslutningsvis beskrives.

Overvejelser om uvisheden refererer til de forandringer i fremtidens klima, som ikke kan forudsiges og sandsynliggøres med de nuværende klimamodeller. Alligevel er der en teoretisk (og ukendt) risiko for, at sådanne klimaforandringer indtræder. For eksempel kan der i fremtiden opstå vekselvirkninger mellem vind- og nedbørsrelaterede vejrekstremer, der vil kunne forskyde ekstremvejrshæftighederne til steder, hvor der hidtil ikke har været den samme grad af ekstremvejr<sup>53</sup>. Endvidere kan abrupte (pludselige) ændringer i klimasystemet forårsage fundamentale ændringer i de nuværende klimasystemer som for eksempel ændringer af havstrømme samt lav- og højtryksbaner. Sådanne uforudsigelige forandringer vil utvivlsomt øge de økonomiske tabsomkostninger betragteligt, hvilket alt andet lige vil betyde en forskydning mod en større indsats på område 3.

---

<sup>53</sup> Klimamodellerne er baseret på fysiske love og kan i princippet beregne sådanne ændringer. De nuværende modeller er ikke perfekte nok til med sikkerhed at kunne beregne sådanne ændringer.

Overvejelser om indkomst- og formuefordeling refererer dels til, at ekstremvejr rammer forskelligt geografisk set samt, at forskellige samfund har meget forskellige evner til at håndtere ekstremvejr. Selvom konsekvenserne af ekstremvejr i fremtiden i et globalt og økonomisk perspektiv vil være forholdsvis små, kan konsekvenserne medføre forholdsvis store omkostninger for især visse udviklingslande. For eksempel kan klimaændringer forringe visse landes evne til fødevaremæssig selvforsyning, eller visse lavtliggende lande vil blive helt eller delvist oversvømmede. Desuden kan der være konsekvenser i form af tab af menneskeliv og andre sundhedsmæssige forhold. Der er altså en række fordelingsmæssige konsekvenser af at afveje tilpasning i forhold til emissionsreduktion. Det påpeges, at fordelingsmæssige aspekter ikke som udgangspunkt håndteres bedst ved at ændre for eksempel forholdet mellem tilpasning og emissionsreduktioner, men snarere bør adresseres direkte.

#### **5.4 Afrunding**

I fremtiden vil ekstremvejret sandsynligvis blive hyppigere og voldsommere som følge af den globale opvarmning. Endvidere vil den økonomiske udvikling i form af øget velstand, ændret lokalisering og urbanisering indebære en større sårbarhed overfor ekstremt vejr. Og ligesom de økonomiske tabsomkostninger har været stigende i det sidste århundrede, vil tabsomkostningerne også stige i fremtiden. Det er sandsynligt, at de samfundsøkonomiske faktorer fortsat vil være de primære drivkræfter, mens stigningen i antallet af ekstreme vejrhændelser ikke i samme omfang vil være årsag til fremtidige stigninger i økonomiske tab ved vejrkatastrofer.

Generelt skal det påpeges, at omkostninger og fordele ved de forskellige alternative strategier, som er skitseret i perspektiveringen ovenfor, bør afvejes i forhold til hinanden med henblik på at bidrage til klimapolitiske beslutninger.



## T A K T I L

Alle IMV's rapporter kvalitetsvurderes af eksterne eksperter. Eksperterne er fagligt højt kvalificerede personer inden for det pågældende fagområde og udvælges fra universiteter, offentlige institutioner eller private firmaer.

Projektmedarbejderne retter en stor tak til de tre forskere, som har foretaget kvalitetsvurderingen af denne rapport:

- Jesper Bartholdy, Ph.d., lektor, Geografisk Institut, Københavns Universitet
- Kirsten Halsnæs, Ph.d., forskningsspecialist, UNEP-Centret på RISØ
- Eigil Kaas, Ph.d., sektionsleder, DMI

Forfatterne af rapporten bærer dog alene ansvaret for rapportens resultater og konklusioner.

Den eksterne kvalitetsvurdering har omfattet tidligere versioner af rapporten. De nævnte eksperter har bidraget med god og konstruktiv kritik, som er blevet indarbejdet i rapporten i det omfang, Institutet har fundet det relevant i forhold til projektets emne og problemformulering.

Klimaproblemers årsager og konsekvenser er et kontroversielt emne, som kan angribes fra forskellige synsvinkler. I dette projekt har vi valgt at afgrænse problemstillingen til en undersøgelse af de mulige årsager bag udviklingen i de globale økonomiske tab ved vejrkatastrofer. Enkelte af Kirsten Halsnæs' bemærkninger til rapporten har en karakter, som vi mener ligger uden for projektets problemformulering, og som vi derfor ikke har indarbejdet i selve rapporten. Ud fra hensynet til en åben faglig diskussion har vi, efter aftale med Kirsten Halsnæs, valgt at bringe hendes kommentarer nedenfor samt vores begrundelser for ikke at medtage dem i rapporten.

Kirsten Halsnæs' bemærkninger til den nuværende version af rapporten citeres nedenfor med efterfølgende kommentar fra IMV.

*”IMV rapportens opgørelse af økonomiske skadesomkostninger ved ekstremvejr i forhold til verdens bruttonationalprodukt, BNP kan give et misvisende billede af klimaproblemets økonomiske omfang. Billedet er misvisende, da ekstremvejr i fortiden såvel som forventet i fremtiden først og fremmest vil ramme udviklingslandene, mens det indeholdte datamateriale over de økonomiske skader kun på meget mangelfuld måde repræsenterer virkningerne i denne del af verden. Yderligere står ulandene for en lille del af verdens BNP, så rapportens fokus på dette samlede tal siger ikke noget relevant om omkostninger og tilpasningsmuligheder, der hvor ekstremvejret kan forventes at have den største betydning.”*

BNP bruges i rapporten som et alment accepteret økonomisk mål for velstand og som referenceramme for tab ved vejrkatastrofer. Også i den faktisk foregående debat om de økonomiske tab ved vejrkatastrofer er verdens bruttonationalprodukt referenceramme. Halsnæs rejser en interessant fordelingsmæssig problemstilling, idet den globale velstandsstigning er ulige fordelt på både lokal, regional og global skala. Disse kan principielt afdækkes ved at inddrage nationale BNP og sammenligne disse. Endvidere kan lokale forskelle i velstand principielt afdækkes ved at analysere lokaliseringsmønstre på lokal skala. Denne rapport emne er imidlertid et helt andet, nemlig at søge at afdække faktorerne bag stigningen i de samlede og opgjorte økonomiske tab ved vejrkatastrofer.

*”En anden mangel i IMV rapporten er de afsluttende konklusioner om, at den økonomiske udvikling sammen med befolkningstilvækst, urbanisering og industrialisering i fremtiden vil være de væsentligste drivkræfter bag fremtidige stigninger i omkostningerne til ekstremvejr, og at ekstremvejr dermed set ud fra en økonomisk klimapolitisk beslutning ikke retfærdiggør omkostningsfulde indsatser. Her vendes de økonomiske argumenter helt på hovedet – hvis ekstremvejr forårsaget af menneskeskabte klimaændringer har store omkostninger, så kan det også betale sig, at investere tilsvarende beløb i emissionsreduktion og i tilpasning til klimaændringer.”*

I rapporten foretages der *ikke* den slutning, at ekstremvejr ikke retfærdiggør omkostningsfulde indsatser. Det er korrekt, at vi peger på de nævnte væsentlige drivkræfter, men vi giver *ikke* klimapolitiske anbefalinger i rapporten. Vi estimerer ikke omkostninger og fordele vedrørende erstatning, tilpasning og emissionsreduktioner, som er de tre grundlæggende og generelle måder at forholde sig til vejrkatastrofer på (jævnfør s. 56 i rapporten). Det er en opgave, der ligger langt uden for ambitionerne for denne rapport, og som næppe ville kunne rummes i en enkelt publikation. Vi påpeger til gengæld flere steder i rapporten den generelle pointe, at omkostninger og fordele ved forskellige alternative strategier bør afvejes i forhold til hinanden.

*”På baggrund af ovenstående vil jeg gerne understrege, at rapporten ikke kan anvendes som et beslutningsgrundlag for, hvad Danmark eller det internationale samfund skal være villig til at betale for en fremtidig klimapolitik omfattende såvel reduktion af drivhusgasser som tilpasning til ekstremvejr og andre klimaændringer.”*

Vi er enige i, at rapporten ikke kan stå alene som klimapolitisk beslutningsgrundlag. Ingen enkeltstående rapport vil formentlig kunne udgøre et fuldstændigt beslutningsgrundlag på et så komplekst område. Rapporten tjener som et bidrag blandt mange andre rapporter til diskussionen på klimaområdet. Dette påpeges i sidste afsnit af sammenfatningen samt i rapportens afsnit 1.4 om afgrænsningen af rapporten.

Til gengæld oplyser rapporten om det ofte oversete faktum, at klimaændringer ikke forekommer at have været hovedårsagen til de voldsomt stigende udgifter forbundet med vejrkatastrofer. Rapporten pointerer, at historisk stigende omkostninger ikke kan anvendes som et argument for emissionsreduktion. I det lys er rapporten væsentlig som bidrag til beslutningsgrundlaget for den fremtidige klimapolitik.

København, 7. september 2003

## R E F E R E N C E L I S T E

- Alexanderson, H., Schmith, T., Iden, K., Tuomenvirta, H. 1998 Long-term Variations of the Storm Climate over NW Europe. *The Global Atmosphere and Ocean System* 6:97-120
- Brown, L. R., Christopher Flavin, Hilary French, Janet Ambramovitz, Seth Dunn, Gary Gardner, Lisa Mastny, Ashley Mattoon, David Roodman, Payal Sampat, Molly O.Sheehan, Linda Starke 2002 *State of the World 2001*. World Watch Institute. <http://www.worldwatch.org>
- Bureau of Labor Statistics 2003 *Consumer Price Index All Urban Consumers - (CPI-U) U.S. city average (1913-2003)*. U.S. Department Of Labor .  
<ftp://ftp.bls.gov/pub/special.requests/cpi/cpiat.txt>
- DMI 2003a *Årlige landstal af temperatur, nedbør, solskinstimer og skydække for Danmark; 1873-2002* Technical Report 03-06. DMI.
- DMI 2003b *Storms in Denmark 1891-2002*. DMI. [www.dmi.dk](http://www.dmi.dk)
- EM-DAT 2003 *The OFDA/CRED International Disaster Database*. Université Catholique de Louvain. [www.cred.be/emdat](http://www.cred.be/emdat)
- Guha-Sapir, D. & Below, R. 2003 *The Quality and Accuracy of Disaster Data*. WHO Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, University of Louvain School of Medicine.
- Holm, H. H. 2000 *Mitch: En naturkatastrofe på autopilot*. Center for Journalistik og Efteruddannelse. [www.cfje.dk/cfje/VidBase.nsf/ID/VB00038796](http://www.cfje.dk/cfje/VidBase.nsf/ID/VB00038796)
- IPCC 2001a *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC 2001b *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC 2001c *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jørgensen, A. M. K., Halsnæs, K., Fenger, J. 2002 *Den globale opvarmning - bekæmpelse og tilpasning*. København: G.E.C. Gads Forlag.
- Landsea, C., Nicholls, N., Gray, W. M., Avila, L. A. 1996 Downward trends in the frequency of intense Atlantic hurricanes during the past five decades. *Geophysical Research Letters* 23:1697-700
- Mairson, A. 1994 The Great Flood of '93. *National Geographic* 185(1):42-81
- NOAA 1999 *Hurricane Basics*. U.S. Department of Commerce.  
<http://hurricanes.noaa.gov/prepare/>



NOAA 2000 *Climate of 1999 - U.S. Regional and Statewide Analyses*. National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce.

Pielke, R. A. Jr. 2002 *Statement of Dr. Roger A. Pielke, Jr. to the Committee on Environment and Public Works of the United States Senate*

Pielke, R. A. Jr., Klein, R., Sarewitz, D. 2000 Turning the big Knob: An Evaluation of the Use of Energy Policy to modulate future Climate Impacts. *Energy & Environment* 11(3):255-75

Singh, O. P., Ali Khan, T. M., Rahman, Md. S. 2000 Changes in the frequency of tropical cyclones over the North Indian Ocean. *Meteorology and Atmospheric Physics* 75:11-20

UNEP Financing Initiatives 2002 *CEObriefing - A document of the UNEP FI Climate Change Working Group* [http://unepfi.net/cc/ceobriefing\\_ccwg\\_unepfi.pdf](http://unepfi.net/cc/ceobriefing_ccwg_unepfi.pdf)

World Bank 2002 *World Development Indicators 2002 CD-ROM*. World Bank. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)