Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Att mäta sårbarhet mot naturolyckor

- Om sårbarhet som begrepp och indikatorer

STATISTIK OCH ANALYS

MSB:s kontaktperson:
Magnus Johansson, 010-240 56 76

Publikationsnummer MSB 0110-09
ISBN 978-91-7383-049-2

Förord

Att mäta sårbarhet mot risker och hot i vårt samhälle lyfts i olika sammanhang fram som allt viktigare för att uppnå en effektivare riskhantering och ett robustare samhälle. I klimat- och sårbarhetsutredningen (SOU 2007:60) slår man fast att risken för naturolyckor ökar på många håll och att det är nödvändigt att påbörja anpassningen så snart som möjligt. I det perspektivet är det nödvändigt att inledningsvis skapa en klar bild över hur sårbarheterna ser ut och var de finns. Rimligen bör man också fundera över vad sårbarhet mot naturolyckor ska omfatta och vilka mätetal som är intressanta att ta fram. Avsikten med den här kunskapsöversikten är att ge en orientering av sårbarhet som begrepp och utifrån det diskutera hur sårbarhetsindikatorer kan konstrueras.

Studien har genomförts av Magnus Johansson [1] [2] och Barbara Blumenthal [2]

[1] MSB: s enhet för lärande av olyckor och kriser
[2] Centrum för klimat och säkerhet, Karlstads universitet

Innehållsförteckning

1. Inledning 5
1.1 Syfte.....7
2. Att mäta sårbarhet 8
2.1 Definitioner.....8
2.2 Sårbarhet och hållbar utveckling 9
2.3 Sårbarhet och perception 11
2.4 Sårbarhet och konceptuella ramverk.....11
2.5 Kvalitativa eller kvantitativa mått?.....17
2.6 Olycksspecifik eller olycksoberoende sårbarhet? 18
2.7 Sårbarhet i olika skalor 19
3. Indikatorer 21
4. Behov av framtida utveckling 25
5. Naturolyckor och sårbarhet i Sverige..... 26
5.1 Ras och skred 26
5.2 Översvämning.....27
5.3 Extrem nederbörd 28
5.4 Storm 29
5.5 Skogsbrand 30
5.6 Laviner.....31
6. Målgrupper och sårbarhetsobjekt 32
7. Referenser 34

1. Inledning

FN's dåvarande generalsekreterare Kofi Annan uttryckte i ett tal 2003 att naturkatastrofer endast blir katastrofer när människors liv eller deras livsmiljöer hotas (Annan, 2003). Med det synsättet bör naturkatastrofer, eller med mindre omfattande skador - naturolyckor, betraktas som "onaturliga" händelser (van Ginkel, 2005). Valet av fokusering på sårbarhet hos samhället och individen står i kontrast till mycket av den äldre forskningen som istället utgick från att lära mer om naturfenomenet i sig. Birkmann (2006a) följer Annans inställning när han understryker att naturolyckor ska ses som resultatet av ett komplext samspel mellan de potentiella naturriskerna (ex. storm, skyfall, översvämning, skred, mm) och sårbarheten i samhället, dess infrastruktur, ekonomi och miljö, som bestäms av människans aktiviteter och beteenden.

I slutdokumentet "Hyogo framework for action 2005-2015" från FN / ISDR´s (FN-organet International Strategy for Disaster Reduction) konferens 2005 identifieras ett behov av att främja strategiska och systematiska angreppssätt för att minska sårbarheter och risker:

"The starting point for reducing disaster risk and for promoting a culture of disaster resilience lies in the knowledge of the hazards and the physical, social, economic and environmental vulnerabilities to disasters that most societies face, and of the ways in which hazards and vulnerabilities are changing in short and long term, followed by action taken on basis of that knowledge" (FN, 2005).

Utifrån sammanhanget poängteras vidare behovet av att utveckla indikatorer för att mäta samhällets sårbarhet i olika skalor mot naturkatastrofer:

"*Develop systems of indicator of disaster risk and vulnerability at national and sub-national scales that will enable decision-makers to assess the impact of disasters on social, economic and environmental conditions and disseminate the results to decision-makers, the public and populations at risk*" (FN, 2005)

FN har inte gett några riktlinjer för hur indikatorerna eller indikatorsystem ska utvecklas, men deklarationen förutsätter att indikatorerna ska omfatta naturkatastrofers konsekvenser av social, ekonomisk och miljömässig art, vilket innebär en tydlig länkning till frågor om hållbar utveckling.

En analys av några olika genomförda försök att i olika skalor mäta sårbarhet och utveckla indikatorer, visar att det krävs olika angreppssätt, beroende på fysiska skillnader i naturfenomenen och den socioekonomiska och kulturella kontexten (Birkmann & Wisner, 2006). Faktum är att litteraturen innehåller mer än 25 olika definitioner, begrepp och metoder för att systematisk studera

sårbarhet (t.ex. Chambers, 1989; Bohle, 2001; Pelling, 2003; Wisner et al., 2004).

Sårbarheten mot naturkatastrofer eller naturolyckor är i högsta grad geografiskt, demografiskt och ekonomiskt betingad. Det är stor skillnad på U- och I-länder. I genomsnitt påverkas 255 miljoner människor världen över av naturolyckor varje år (statistik från CRED/EM-Dat) och 58 000 omkommer som en direkt konsekvens av händelserna. Under perioden 1991-2005 uppgick kostnaderna för hantering och skador uppskattningsvis till 1193 miljarder US$. Ca 85% av kostnaderna kan relateras till den Amerikanska kontinenten och Asien. Kostnaderna i Europa var under samma period 159 miljarder US$. I allmänhet brukar årets 10 största naturkatastrofer stå för över 50% av antal omkomna och skadade respektive de ekonomiska förlusterna. ”Mega-disasters”, exempelvis tsunamikatastrofen runt Indiska oceanen 2004 eller den tropiska cyklonen Nargis som drabbade Burma 2008, ger en stor statistisk variabilitet mellan olika år vilket gör det svårt att säkerställa trender över tid. Antalet rapporterade händelser har visserligen ökat med 7-8% varje år de senaste 20 åren, men antalet offer (döda och skadade) och omfattningen av de ekonomiska skadorna är förhållandevis konstanta. (Scheuren et al, 2008). Det är oklart om detta beror på bättre förebyggande och förberedande arbete, politisk styrning, akut avhjälpande, eller om trenden helt enkelt bara beror på förbättringar i dokumentation och inrapportering av händelser (Scheuren et al, 2008).

Sverige är ett land som, pga. sitt geografiska läge, i stort sett är förskonat från många av de allvarligaste typerna av naturkatastrofer. Kraftiga jordskalv förekommer inte och tropiska cykloner når inte upp till våra breddgrader. Sannolikheten att omkomma till följd av en naturolycka är bland annat därför låg, ca $1x10^{-6}$ /år (Davidsson et al, 2003). En trygghetsmätning från 2007 (Stenbäck et al, 2007) visar att mindre än 10% av Sveriges befolkning oroar sig för framtida krig eller naturkatastrofer. Med låg frekvens inträffar dock naturolyckor eller naturkatastrofer i Sverige som både orsakar stor ekonomisk, miljömässig och mänsklig skada. De naturrisker som vi normalt hanterar är stormar, översvämningar, skred, skogsbränder, extrema snöoväder och skyfall, samt laviner.

Relationen mellan olycka och katastrof är inte enkel att definiera och flera olika synsätt finns (Johansson, 2004). Intuitivt är konsekvenserna allvarligare vid en katastrof. CRED / EM-DAT definierar katastrof som en händelse som uppfyller *minst ett* av följande kriterier:

- 10 eller fler människor rapporterat döda
- 100 eller fler människor rapporterat drabbade
- Uttalad önskan om internationell hjälp
- Undantagstillstånd utfärdat

Uppenbarligen är gränsen för en katastrof starkt beroende av samhällets förmåga att hantera händelsen och hur sårbart människor är exponerade. Utifrån CRED / EM-DAT´s definition har Sverige historiskt sett haft mycket få

naturkatastrofer. Relationen mellan de naturkrafter som förekommer och vår ekonomi, samhällsuppbyggnad och de institutionella strukturerna, medför att sårbarhetsmätning i stort handlar om olika störningar i vår livsmiljö.

1.1 Syfte

Kunskapsöversikten har som syfte att presentera ett antal grundläggande principer och teoretiska överväganden som utgångspunkt för hur man kan gå tillväga för att mäta sårbarhet och utveckla indikatorer. Internationell och nationell litteratur sammanställs i rapporten och mynnar ut i en problematisering för svenska förhållanden.

2. Att mäta sårbarhet

I anslutning till FN-konferensen i Hyogo, 2005, bildades en ”Expert Working Group” vid United Nations University, Institute for Environment and Human Security (www.ehs.unu.edu) på temat “Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin”. Grupperingen ska tjäna som en arena för forskning som syftar till att utveckla metoder, angreppssätt och indikatorer för att mäta sårbarhet. Resultaten ska länka samman teoretisk konceptualisering av sårbarhet med praktiska tillämpningar och ge stöd i planerings- och beslutsprocesser.

De publikationer som producerats mellan 2004 och 2009 vid UNU-EHS rekommenderas som fördjupad inläsning jämte denna rapports kunskapsöversikt om sårbarhet och indikatorer.

2.1 Definitioner

Sårbarhet är ett begrepp som ursprungligen utvecklades inom samhällsvetenskaplig forskning som en reaktion på den under 1970-talet dominerande tekniska forskningen kring risker och naturkatastrofer (Schneiderbauer & Ehrlich, 2004). Sedan 1980-talet har kartläggning av sårbarheter som utgångspunkt för riskreducering blivit allt vanligare, parallellt med den alltjämt starka tekniska utvecklingen av förvarningssystem mot naturhändelser. Angreppssättet kombinerar hur mottagliga exponerade individer och samhällen är med deras sociala, ekonomiska och kulturella förmåga att hantera de skador som kan uppstå (Hilhorst & Bankoff, 2004). Det finns en grundläggande concensus kring ovanstående formulering, men i övrigt finns det en hel del skilda uppfattningar mellan olika vetenskapliga discipliner om hur begreppet sårbarhet ska definieras eller tolkas (Simpson & Human, 2007). Exempelvis definierar de två FN-organen ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) och UNDP (United National Development Programme) sårbarhet på olika sätt:

”*The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes, which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards*” (FN / ISDR, 2004)

“*A human condition or process resulting from physical, social, economic and environmental factors, which determine the likelihood and scale of damage from the impact of a given hazard*” (FN / UNDP, 2004)

I det första fallet är samhällets mottaglighet för skador utgångspunkt. UNDP sätter istället människan i centrum för hur sårbarheten ser ut. Skillnaderna i de två organisationernas definition återspeglas naturligtvis i deras uppdrag och verksamhetsområden.

Trots att människans samhälle är den huvudsakliga fokuseringen inom begreppet sårbarhet, bör man ställa sig frågan om sårbarhet på ett adekvat sätt kan beskrivas utan att betrakta sårbarheten hos den omgivande biosfären (Birkmann, 2006a). Vogel och O'Brien (2004) vidgar resonemanget genom att slå fast att sårbarhet också är

- *multi-dimensionellt och differentiellt* (en variation tvärs det fysiska rummet och mellan samt inom sociala grupperingar)
- *skalberoende* (analys av exempelvis individer, hushåll och system i tid och rum)
- *dynamiskt* (sårbarhetens karaktär ändras över tid)

Inte sällan avgränsas sårbarheten i olika sektorer. Man kan tala om adjektiv till begreppet sårbarhet (Wisner, 2007). Dessa kan vara:

- fysisk bebyggelse
- infrastruktur
- kommunikationssystem
- makro-ekonomi
- regional ekonomi
- näringslivet
- social

Social sårbarhet är ett begrepp som utgår från individen i relation till det samhälle som individen befinner sig i. Termen "social" omfattar en mycket stor domän. I litteraturen finns flera olika sätt att definiera social sårbarhet, vilket i grunden beror på de sociala skillnader som finns i samhällen på individnivå. Social sårbarhet inkluderar därmed parametrar som skillnader i utbildningsnivå, inkomst, ålder och kön, liksom samhälleliga faktorer som urbanisering, tillväxttal, ekonomisk välfärd och institutionella strukturer (Canon et al, 2003; Cutter et al, 2003). De komplexa sambanden som social sårbarhet omfattar brukar av praktiska skäl delas in i primära och sekundära sårbarheter för naturkatastrofer. Den fysiska miljöns exponering och sårbarheter ses då som primära och socio-ekonomiska sårbarheter eller brister i social resiliens betraktas som sekundära och därmed beroende av de förstnämnda (t.ex. Cardona, 1999; Carreño et al, 2005). Slutsatsen blir att social sårbarhet som koncept i samband med naturkatastrofer blir en betydligt bredare term än vad som annars är fallet inom traditionella sociala ansatser. Det bör understrykas att uppdelningen i primära och sekundära sårbarheter inte innebär en inre avgränsning, utan snarare ett förtydligande om nödvändigheten att hantera social sårbarhet ur ett holistiskt perspektiv.

Genomgången av sårbarhet rent definitionsmässigt visar att alla ansatser som görs noga måste balansera de komplexa återkopplingar som finns. Skillnader i geografiskt läge och social kontext skapar olika angreppssätt. Det förefaller svårt, om inte omöjligt, att åstadkomma en allmängiltlig definition.

2.2 Sårbarhet och hållbar utveckling

Internationella deklarationer och dokument som "Hyogo Framework for Action 2005-2015" eller FN/ISDR´s rapport "Living with risks" (2004) pekar tydligt

på nödvändigheten att integrera risk- och sårbarhetsreducering med arbetet för hållbar utveckling. Samtidigt nämns inte kopplingen alls i viktiga dokument som AGENDA 21 eller FN´s Milleniummål (Birkmann, 2006a). Frågan om hur sårbarhetsreducering och hållbar utveckling kan integreras, om alls möjligt, är öppen och sambandet endast beskrivet på en abstrakt nivå. Det principiellt viktiga i att koppla samman hållbar utveckling med strategier för att minska risk och sårbarhet ligger i identifieringen att sociala och ekonomiska faktorer är beroende av utvecklingen i den naturliga miljön.

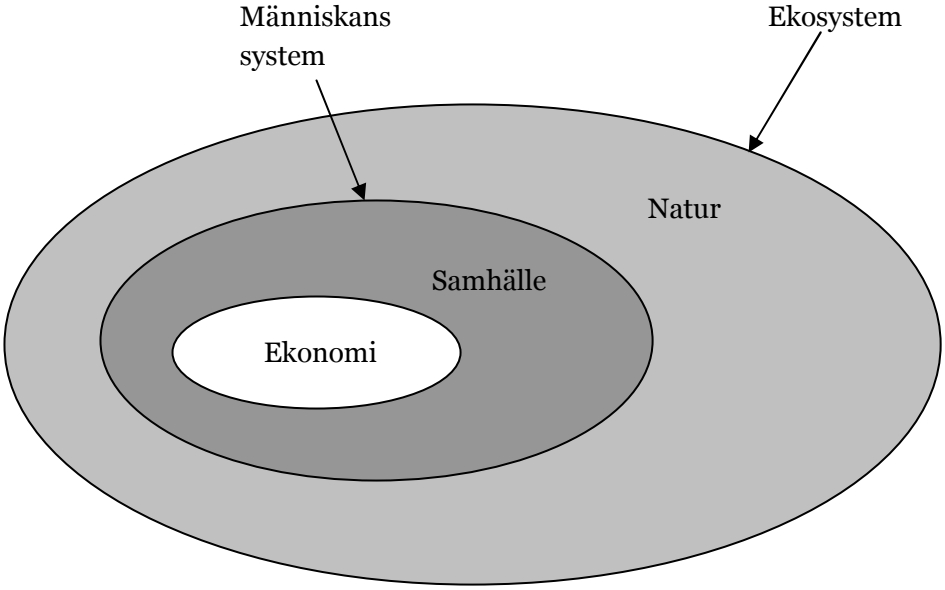

Fig 1. ”Ägg-modellen” för hållbar utveckling. Efter Busch-Luty, 1995 och Birkmann, 2006a.

Den konceptuella modellen i fig. 1 är en av många varianter som visar att generella målsättningar för hållbar utveckling måste beakta de mål för utveckling som finns inom såväl sfärerna för människans system som våra ekosystem. Om sårbarhet mot naturkatastrofer kan betraktas som en funktion av hur människan samspelar med naturen (Wisner et al, 2004), kan Busch-Luty’s modell (fig. 1) tjäna som en god teoretisk utgångspunkt för vidare resonemang. Exempelvis ökar en negativ utveckling i natursfären, med långsamma processer som klimatförändring eller markförstöring, risken för olyckor och katastrofer i människans sfärer. En icke-hållbar utveckling på grund av högre risker och sårbarhet för naturkatastrofer kan i det här fallet tolkas som en förlorad förmåga hos ett system att återvända till ett stadie som är detsamma eller liknar det som rådde före katastrofen (Bogardi & Birkmann, 2004). Förmågan att återhämta sig, liksom kapaciteten hos ett system att bibehålla vissa önskvärda funktioner och strukturer i samband med att systemet utsätts för onormalt stor stress, är en nyckelkomponent i en bred sårbarhetshantering. Denna förmåga benämns i allt fler sammanhang resiliens. Resiliens som koncept baseras på teorier och erfarenheter från bl.a. studier av

våra ekosystem. Resonemanget utifrån Busch-Luty´s modell visar återigen på betydelsen av en helhetssyn på problematiken.

Resiliens beskrivs och definieras relativt likvärdigt i litteraturen (Villagrán De León, 2006). Vanligen betraktas begreppet som en inbyggd förmåga hos ett system, element eller samhälle att motstå påverkan av en naturligt eller mänskligt genererad händelse. Resiliens blir genom den definitionen sammanlänkad med sårbarhet. Ett mer sårbart system skulle vara mindre resilient och ett mindre sårbart system mer resilient.

Ett annat betraktelsesätt utgår ifrån att resiliens kan vara en förmåga hos ett system att absorbera påverkan och hantera problemen framgångsrikt. Ett exempel skulle kunna vara följande: Afrikanska bönders hyddor är ofta byggda av halm och lera. Dessa är mycket sårbara mot oväder eller översvämningar. Men de kan byggas upp relativt enkelt och billigt efter en händelse. Samhället blir då resilient även om hyddorna i sig inte har resiliens.

Pelling (2003) har föreslagit att ett systems förmåga att motstå sårbarhet ska beskrivas i termerna exponering, motståndskraft och resiliens. Exponeringen innebär hur systemet är utsatt för naturfenomenet. Motståndskraft relateras till det ekonomiska, psykologiska och fysiska tillståndet, liksom kapaciteten hos individer och samhället att motstå händelsen. Motståndskraften är därmed relaterad till livsmiljöer på något sätt. Resiliens definieras som förmågan att anpassa sig till den stress som systemet utsätts för genom förberedelser och spontana initiativ när katastrofen slutligen äger rum.

2.3 Sårbarhet och perception

En annan aspekt är hur sårbarhet uppfattas av de som drabbas i motsatts till de som har i uppgift att göra något åt problemen. Att man uppfattar sårbarhet på olika sätt återspeglas i de olika angreppssätten att hantera dem (Heijmans, 2004). Detta är kanske tydligast i förhållandet mellan myndigheter och individer, men även inom grupperingar finns skillnader. Män och kvinnor har t.ex. olika syn på hur deras familjer är utsatta för sårbarheter (Fordham, 2004). Skillnader i uppfattning resulterar också ofta att man missar att studera sårbarheten i den metod eller lösning som föreslås och tillämpas för att hantera en viss sårbarhet (Villagrán De León, 2006).

2.4 Sårbarhet och konceptuella ramverk

Det stora antalet definitioner av sårbarhet medför att antalet försök att systematiskt konceptualisera och utvärdera sårbarhet är minst lika många. En genomgång av några olika angreppssätt är nödvändigt, eftersom de konceptuella modellerna är första steget mot utvecklandet av metoder för att mäta sårbarhet och identifiera relevanta indikatorer.

Bohle (2001) betraktar i sin modell ”*the double structure of vulnerability*”, sårbarhet som intern och extern. Intern sårbarhet är i det här fallet

hanteringsförmåga, robusthet och återhämtningsförmåga i ett system. Den externa sidan utgörs av exponeringen mot yttre hot och risker. I Bohles perspektiv måste sårbarhet betraktas som en interaktion mellan hanteringsförmåga och exponering. Givet att exponeringen för ett yttre hot är densamma för två olika sociala grupper, kan sårbarheten ändå vara olika pga sociala skillnader, eller på individnivå om man står utanför eller ingår i sociala nätverk.

Sårbarhetsanalyser kan också göras utifrån begreppet *sustainable livelihood*, ung. hållbart livsuppehälle eller utkomst. Fokus i den urspungliga modellen som Bohle utvecklat (Chambers & Conway, 1992) ligger på de fem utkomstgrunderna (människor, naturen, ekonomi, samhälle och fysisk egendom), sårbarhet (plötsliga och oväntade händelser, trender och frekvenser), samt påverkan från förändrade strategier för utkomst. Hållbar är en term som dels kopplas till hantering av naturresurser, men också till återhämtningsförmåga efter plötsliga negativa påfrestningar i form av olyckor eller kriser. Begreppet hållbart livsuppehälle innebär i allmänhet en positiv utkomst. Mer sällan betraktas hållbar naturresurshållning som ett faktiskt redskap för att minska riskerna för exempelvis torka, översvämning eller skred (Birkmann, 2006a). Angreppssättet tydliggör också påverkan från förändringar i samhällets olika system (myndigheter och privata sektorer) på individers tillgång och möjligheter till utkomst. Trots detta befinner sig modellen på en tydligt abstrakt nivå med ett mycket brett perspektiv. Den kan tjäna som underlag och ”check-lista” för andra angreppssätt där mottaglighet och hanteringsförmåga hos individer eller grupper i samhället studeras (Birkmann, 2006a).

Ett flertal modeller behandlar sårbarhet, hanteringsförmåga och exponering som separata komponenter i riskfrågor. I dess enklaste form kan man studera Davidson´s (1997) modell (fig. 2).

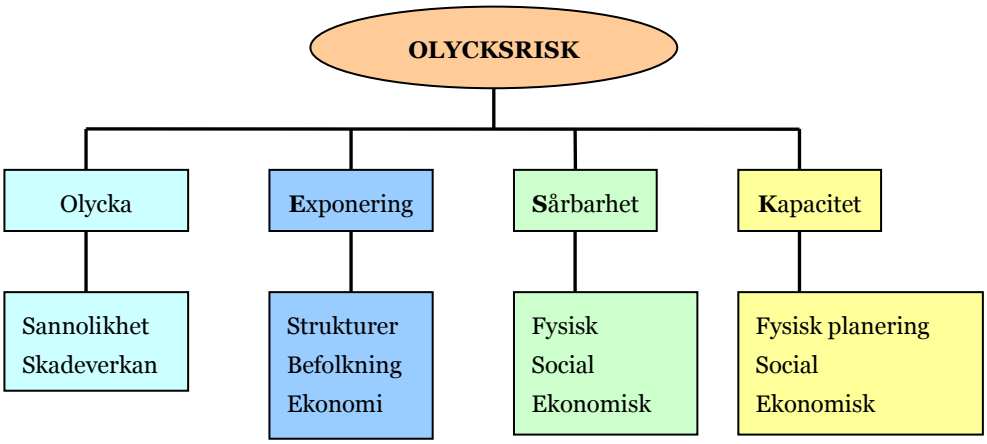

Fig. 2. Konceptuell modell för att identifiera olycksrisk. Källa: Davidson, 1997.

Risk betraktas här som summan av viss karakteristik från fyra olika parametrar; olyckstyp, exponering, sårbarhet och hanteringskapacitet. Angreppsättet står i viss kontrast till Bohles (2001) modell som tvärtom länkar samman parametrarna och visar på dess beroende av varandra.

I ett annat försök betraktar FN/ISDR (2004) kartläggning av sårbarhet som det centrala i riskidentifiering (fig. 3). Deras modell ger en bra överblick av de olika faserna i samband med en naturkatastrof, men har i övrigt en del brister (Birkmann, 2006a). Modellen visar exempelvis inte hur minskade sårbarheter också kan resultera i minskade risker, i och med att sårbarheter är placerat utanför ramverket för förberedande och förebyggande arbete. Modellen visar däremot hur system för tidig varning och förberedelser kan minska konsekvenserna av en naturkatastrof.

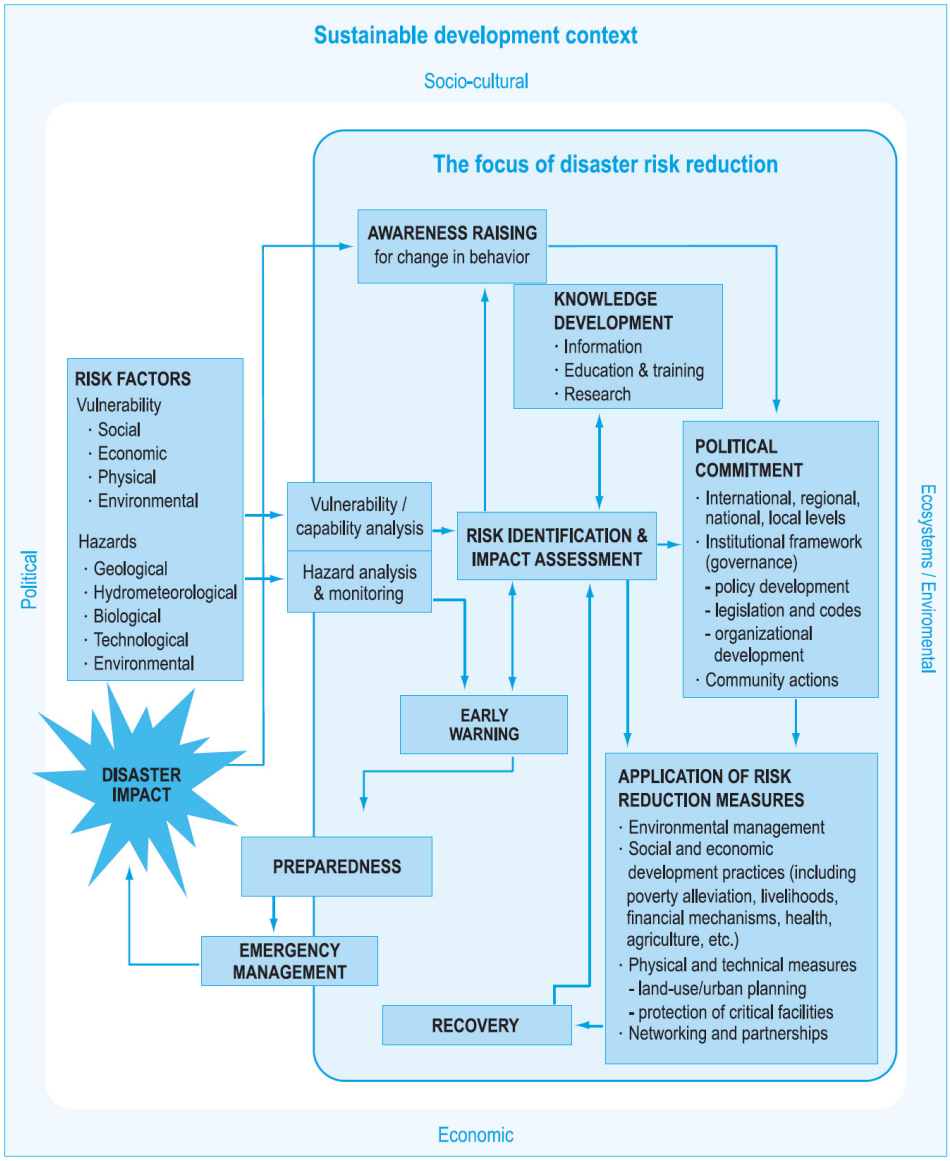

Fig. 3. FN/ISDR´s konceptuella modell för reducering av naturkatastrofer. Källa: FN/ISDR, 2004.

I rapporten ”*Living with risk*” (FN/ISDR, 2004) där modellen beskrivs, gör man en viktig differentiering mellan kapacitet och förmåga att hantera en naturkatastrof. Med kapacitet menar man alla resurser, personella och materiella, i ett samhälle eller organisation, som kan nyttjas för att reducera en risk. Förmåga avser de sätt som individer eller organisationer nyttjar tillgängliga resurser och möjligheter för att möta konsekvenserna av ett naturfenomen.

FN/ISDRs modell placerar sårbarhet och riskreducering som en del inom hållbar utveckling. Birkmann (2006a) poängterar att det inte nödvändigtvis måste vara en balans mellan dessa saker. De bästa hänsynstaganden mellan sociala, ekonomiska och miljömässiga mål i ett perspektiv för hållbar utveckling, är inte alltid det mest optimala för riskreducering. I praktiken finns en rad konflikter mellan de sociala, ekonomiska och miljömässiga sfärerna som ser olika ut beroende på om man arbetar med risker eller hållbar utveckling. Det saknas för tillfället djupare analyser av vad riskreducering och hållbar utveckling har gemensamt och vad som skiljer dem åt (Birkmann, 2006a).

I ett ännu bredare angreppssätt definieras sårbarhet som interaktionen mellan exponering, känslighet (sensitivity) och resiliens (Fig. 4) (Turner et al, 2003). Dessutom inordnas allt i kontexten av kopplingen mellan människa och miljö från global till lokal skala.

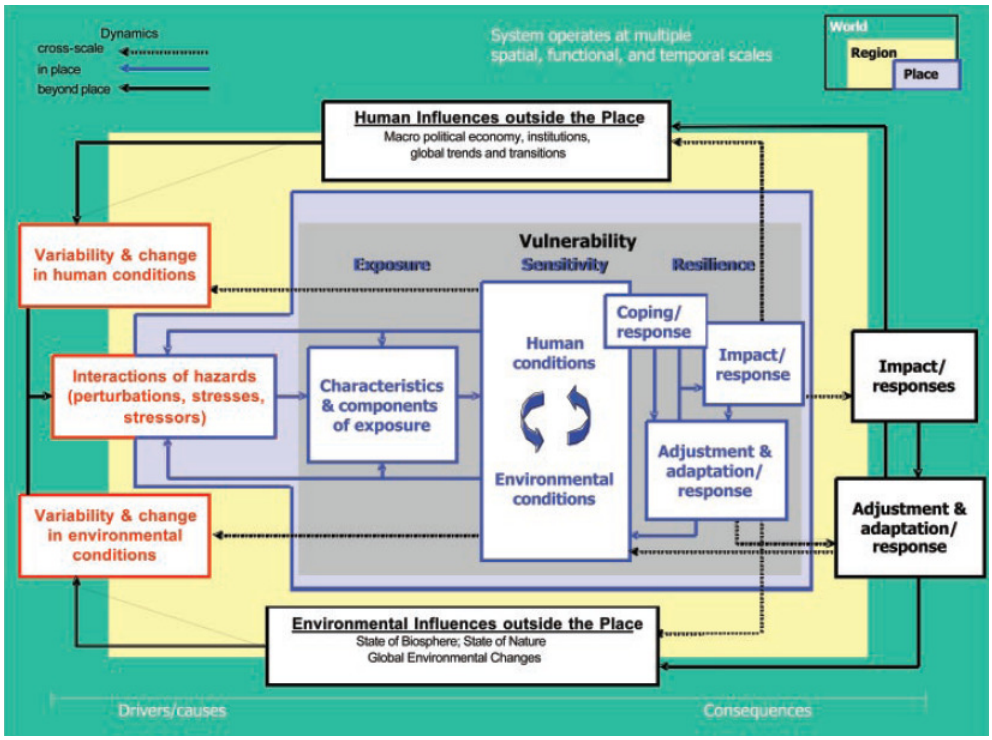

Fig. 4. Ramverk för sårbarhetsanalys med hänsyn till hållbar utveckling. Källa: Turner et al, 2003.

Modellen syftar till att försöka ge svar på frågan ”vem och vad är sårbart för de multipla miljöförändringar som är på väg och var?” (Turner et al, 2003). Utgångspunkten är att sårbarhet inte enbart är kopplat till exponering utan även till hur känsligt och resilient ett system som upplever dessa förändringar är. Modellen inbegriper anpassning till miljöförändringar som ett koncept som ökar ett systems resiliens mot naturkatastrofer. De många återkopplingarna återspeglar en holistisk förståelse för problematiken, men distinktionen mellan orsaker och konsekvenser reser en del frågetecken enligt Birkmann (2006a).

PAR-modellen (the Pressure and Release model (Blaikie et al, 1994; Wisner et al, 2004)) är det kanske mest välkända ramverket där de underliggande drivmekanismerna för sårbarhet lyfts fram. Modellen baseras på ekvationen

$$\text{Risk} = \text{Olyckstyp} \times \text{Sårbarhet}$$

Sårbarhet definieras som en progression från 1) underliggande orsaker 2) dynamisk stress och slutligen 3) osäkra förhållanden. Underliggande orsaker kan exempelvis vara ekonomiska, demografiska eller politiska processer som begränsar kapaciteten att hantera riskerna. Dynamisk stress omfattar alla processer och aktiviteter som omvandlar eller kanaliserar effekterna av de underliggande orsakerna till osäkra förhållanden, ex. snabb urbanisering eller våldsamma konflikter. Osäkra förhållanden syftar främst på mänsklig sårbarhet och har en rumslig dimension, ex. sociala grupperingar, låg hanteringsförmåga, osäker boendemiljö, låg inkomst, osv. I och med att politiskt och ekonomiskt system finns med som underliggande orsak innebär angreppssättet att en verklig och effektiv reducering endast kan åstadkommas om det sker en förändring i dessa system. Det innebär att modellen lyfter upp ansträngningar på global eller nationell nivå som avgörande, trots att många osäkra förhållanden snarare kräver förändringar på lokal nivå.

Arbetsgruppen vid UNU-EHS (United Nations University – Institute for Environment and Human Security) presenterade 2006 (Birkmann, 2006a) en modell där man tagit hänsyn till bl.a. två olika angreppssätt:

1) Nödvändigheten att länka samman sårbarhet med människors säkerhet och hållbar utveckling.
2) Behovet av ett holistiskt synsätt vid analys av naturrisker

Två olika konceptuella modeller; Bogardi och Birkmann (2004) och Cardona (1999), utgör grunden för den s.k. BBC-modellen (Fig. 5). I modellen betraktas sårbarhet i allra högsta grad som ett resultat av dynamiska processer. Det innebär att sårbarhet inte enbart kan analyseras genom att utvärdera och uppskatta tillkortakommanden vid tidigare inträffade naturolyckor. Fokus i analysen måste simultant ligga på sårbarheter, hanteringsförmåga och potentiella verktyg för att reducera sårbarheter. Schematiskt finns återkopplingar i nästan alla led som ger ständigt nya förutsättningar.

De tre dimensionerna i hållbar utveckling (social, ekonomisk och miljömässig) är integrerade i modellen. Ytterligare aspekter kan integreras, ex. hållbar

utkomst. Särskilt inom den sociala och ekonomiska sfären kan de fem utkomstgrunderna (människor, naturen, ekonomi, samhälle och fysisk egendom) fungera som en viktig orientering och ge underlag för att skapa relevanta underrubriker samt välja lämpliga indikatorer för att analysera mottaglighet för och hanteringsförmåga av sårbarheter. Organisatoriska och institutionella aspekter analyseras också inom de tre dimensionerna för hållbar utveckling. Vidare delas hanteringen upp i perspektivet före, under och efter en naturkatastrof. Under en händelse hamnar den akuta hanteringen i fokus, men om man med hantering avser tiden före en händelse och att sårbarheterna ska reduceras, bör fokus istället ligga på förebyggande och förberedelser. Investeringar i början av kedjan (tidig varning, sårbarhetsreducering) sänker i regel kostnaderna för akut hantering och återuppbyggnad rejält (Birkmann, 2006a), men de politiskt beslutade satsningarna fokuseras vanligen på den senare delen av kedjan (akut hantering och återuppbyggnad).

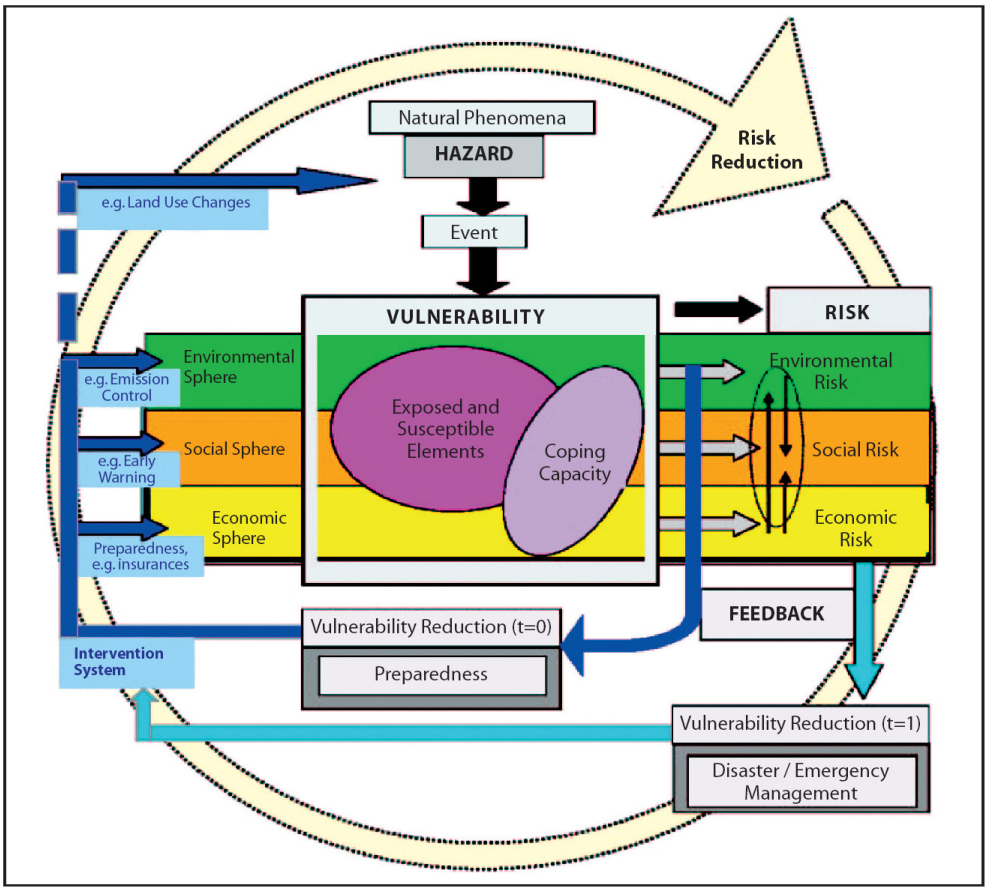

Fig. 5. Den s.k. BBC-modellen som för samman exponering och hanterings-förmåga till sårbarhet. Källa: Birkmann, 2006a.

Enligt Kraas (2003) och Cardona (2004) finns det en direkt koppling mellan sårbarhet och miljöförstöring i på landsbygden liksom en snabb urbanisering i världen. Vanligen betraktas större städer som mer sårbara i och med ansamlingen av människor och verksamheter till ett litet geografiskt område, men Cross (2001) hävdar att städer istället är mindre sårbara eftersom

kapaciteten att hantera problemen där också är större. Pelling (2007) påpekar att det i stort saknas studier kring urbaniseringens roll för riskutvecklingen. I princip finns endast ett fåtal studier gjorda och alla på städer med fler än 5 miljoner invånare. Diskussionen är viktig i termer av teoribildning och utvecklandet av konceptuella modeller för sårbarhetsanalys i och med att den understryker det faktum att uppskattning av sårbarhet också måste ta hänsyn till hanteringsförmåga och kapacitet. BBC-modellens sårbarhet innefattar ett visst överlapp mellan exponering och hanteringsförmåga/kapacitet, vilket är särskilt giltligt för den sociala sfärens olika grupperingar och nätverk.

Ett problem som BBC-modellen sätter ljus på är att förändringar i sårbarhet kan ske från en dimension till en annan utan att en verklig reducering av sårbarheten har ägt rum (Birkmann, 2006a). Om exempelvis ett försäkringsbolag minskar sin ekonomiska sårbarhet genom att höja premierna och självriskerna för att försäkra bostäder i översvämningskänsliga områden, sänks den ekonomiska sårbarheten för företaget, men för försäkringstagarna, individerna, (sociala sfären) ökar istället problemen. Sårbarheten har därmed inte reducerats i verklig mening, bara förts över.

Genomgången av de olika angreppssätten och ramverken visar i en jämförelse att det finns ett antal olika områden där det finns ett visst mått av oenighet eller osäkerhet. Osäkerheterna kan formuleras i ett antal frågeställningar:

- Är hanteringsförmåga en del i sårbarhetsbegreppet eller ska det betraktas separat?
- Omfattar sårbarhet exponering eller utgör exponering som karakteristik för en olyckshändelse en separat parameter?
- Vilka delar av sårbarhetsbegreppet är olycksberoende och vilka är oberoende (se längre fram i texten)?
- Vilka dimensioner eller områden ska sårbarhetsanalys omfatta?
- Hur definieras och mäts de underliggande orsakerna? Hur hanteras de inom och mellan olika skalor?
- Är resiliens motsatsen till sårbarhet eller ett koncept?
- Kan hållbar utveckling och riskhantering förenas?

(Delvis från Birkmann, 2006a)

Sammanfattningsvis kan man säga att ovanstående frågor tillsammans med bristen på en allmänt vedertagen definition på sårbarhet för naturolyckor leder oss till en paradox som Birkmann (2005) formulerar ”*we are dealing with a paradox: we aim to measure vulnerability but we cannot define it precisely*”, dvs vårt syfte är att mäta sårbarhet, men vi kan inte ge en exakt definition.

2.5 Kvalitativa eller kvantitativa mått?

Valet av kvalitativ eller kvantitativ metod beror på skala (global, nationell, regional eller lokal), målsättning och fokus (ex. makro-ekonomi, grupper eller individer), samt vilken funktion måttet ska ha som indikator.

Kvantitativa angreppssätt har en hög potential att fånga sårbarhet uttryckt i konsekvenser eller förluster. Datamängderna som finns lagrade i exempelvis **EM-DAT** (Center for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED), **NatCat** (Munich Re) och **Sigma** (Swiss Re) åskådliggör relativt väl kostnader och mänskligt lidande uttryckt i siffror som är jämförbara mellan olika nationer. Dessa mått har dock sin tydliga begränsning när det gäller kontext-beroende egenskaper och rumslig variation för sårbarheter som t.ex. hanteringsförmåga eller institutionella/organisatoriska sårbarheter.

Kvalitativa mått och angreppssätt är i regel lämpligt och användbart på lokal (kommunal) nivå (Birkmann, 2006b). Kvalitativa ansatser begränsas däremot ofta av att de saknar en kontinuitet i utvärderingsarbetet. Uppföljning sker i allmänhet inte regelbundet. Enkätstudier genomförs vanligen som punktinsatser vilket ger en lägesbild, men utan årlig uppföljning ges ingen uppfattning av förmågan hos en grupp eller organisation att lära av identifierade brister. Genom lagen (2003:778) om skydd mot olyckor har kommunerna i Sverige dock på senare år fått nya möjligheter till ett kontinuerligt lärande där uppföljning och utvärdering spelar en central roll (Lago & Pütsep, 2007). Lagen innebär en ökad grad av målstyrning inom området vilket har ökat efterfrågan på verktyg och mått i processen med måluppföljning och förbättringar.

I Birkmann (2006b) efterfrågas framtida forskning om hur kvalitativa och kvantitativa mått kan nyttjas samtidigt och tillsammans med metodik som kräver deltagande av aktörer. Man pekar också på behovet av att implementera sårbarhetsaspekter i traditionella planeringsprocesser, resursutnyttjanden och utvecklingsstrategier. Det innebär att man vill flytta fokus från att utvärdera möjliga eller inträffade konsekvenser till hanteringsfrågor.

Ett annat problem att studera är de aspekter på sårbarhet som inte går att mäta, ex. robusthet i sociala nätverk eller förtroende för aktörer. Dessa faktorer är inte mindre betydelsefulla bara för att vi idag inte vet hur vi ska mäta eller beskriva dem.

2.6 Olycksspecifik eller olycksoberoende sårbarhet?

Beskrivningar och mått på sårbarhet kan ibland vara oberoende av olyckstyp. Det handlar i regel om generella och indirekta karakteristika hos sårbarhet som t.ex. inkomst eller utbildningsnivå. Andra mått är däremot direkt relaterade till en viss typ av olycka, som exempelvis antalet fastigheter som kommer att drabbas av översvämning i en kommun vid ett 100 års-flöde. En tredje variant utgör problemet med ”hazard nesting” (Pelling, 2006), som drabbade New Orleans i samband med den tropiska cyklonen Katrina 2005. Begreppet innebär att effekterna av en viss naturolyckstyp utvecklas till konsekvenser som hör till flera andra olyckstyper. I fallet Katrina innebar stormens höga vattennivåer en översvämning av stadskärnan, samt läckage av föroreningar ut i vattenmassorna.

Cardona och Barbat (2000) har konstruerat en konceptuell modell där begreppen nyttjas i ett holistiskt angreppssätt för utvärdering och hantering av naturrisker. Modellen utgår ifrån att det finns s.k. *hårda* och *mjuka* risker. Hårda risker utgörs av fysisk exponering och mottaglighet, vilka betraktas som olycksspecifika. Mjuka risker och olycksoberoende sårbarheter å andra sidan omfattar sociala och ekonomiska faktorer, samt avsaknad av resiliens i hanteringsförmåga och återuppbyggnad. Tillsammans bildar de hårda och mjuka riskerna ett ramverk där både direkta och indirekta konsekvenser av naturolyckor kopplas till sårbarhet.

2.7 Sårbarhet i olika skalor

Vanligen inträffar naturolyckor på den lokala skalan. Översvämningar och stormar har ofta en regional utbredning, men skred, laviner, skyfall, skogsbrand eller stora snömängder drabbar i regel ett mindre område. Ansvaret för den akuta hanteringen återfinns logiskt nog också på lokal nivå och sårbarheter kan mest effektivt reduceras genom förbättringar inom kommunal planering, ökad medvetenhet hos politiker och enskilda, eller ökad kapacitet och hanteringsförmåga. På regional eller nationell nivå finns möjliga sårbarheter att kartlägga inom kritisk infrastruktur, te.x. energiförsörjning, transporter, sjukvård, resursfördelning och koordinering.

Intuitivt brukar urbana miljöer, där människor och verksamheter samlas, betraktas som ”hotspots” för sårbarheter och i synnerhet s.k. ”megacities”, dvs städer med mer än 10 miljoner invånare (Birkmann, 2005). Men Cross (2001) argumenterar för att mindre städer och samhällen på landsbygden har större sårbarheter mot naturfenomen, eftersom resurserna att hantera riskerna är mindre eller kanske t.o.m. saknas.

Återkomsstiden för riktigt allvarliga händelser varierar mellan de olika typerna av naturkatastrofer. En såpass förödande tsunami som den i Indiska oceanen 2004, inträffar bara vart 230 år, lokalt och statistiskt sett. Ett allvarligt skred i Sverige inträffar kanske vart 20-30 år. S.k. LPHC-händelser (Low Probability High Consequences), som inträffar en gång per 100 eller 1000 år, är mycket svåra att ta hänsyn till i normal planering med en tidshorisont på 20 år. Det är också svårt att beskriva potentiella framtida risker utifrån kunskaper som nästan uteslutande handlar om erfarenheter kring historiska händelser när katastroferna inträffat för mer än 50 år sedan. Riskkartläggningen måste foga samman hur händelsen drabbade människor och samhälle vid den aktuella tidpunkten med samhällsutvecklingen sedan dess och prognosticerade framtida förändringar. Det är också nödvändigt att ta hänsyn till de ändrade återkomsttiderna för klimatrelaterade risker som klimatförändringarna beräknas ge upphov till. Historisk data av gammalt datum fyller dock en viktig funktion genom att ge vägledning när det gäller nivån och skalan på konsekvensernas omfattning.

Sårbarhet varierar globalt mellan nationer även på en ekonomisk skala. De länder som statistiskt har flest antal omkomna i naturkatastrofer är inte samma länder som har de största ekonomiska förlusterna. De sårbarhetsreducerande mätetalen och åtgärderna behöver tydligen inte bara anpassas till exponeringen utan även till den ekonomiska utvecklingsnivån i ett visst land. Metodik och angreppssätt från studier utförda i U-länder, vilka volymsmässigt dominerar litteraturen, kan inte nyttjas rakt av för projekt i I-länder.

Det finns mycket kvar att utveckla när det gäller kopplingen mellan hur sårbarhet förändras i tid och rum. Vi har än så länge endast en begränsad uppfattning om hur förändringar i rumsligt bundna socio-ekonomiska och miljömässiga förhållanden påverkar sårbarheter. De studier som utförts hittills är vanligen på global eller nationell skala och alltför generella för att kunna ge svar på frågan (Queste & Lauwe, 2006).

Naturkatastrofer har en tendens att vara utdragna i tid, något som skiljer dessa händelser från flertalet andra olyckstyper. Ett samhälle är tillfälligt särskilt sårbart i tiden närmast efter en allvarlig händelse, före återuppbyggandet och innan lärdomarna resulterat i utveckling och anpassning. Hur sårbarheten förändras under en utdragen händelse finns sällan med i riskanalyser.

3. Indikatorer

Queste och Lauwe (2006) har, utifrån ett användarperspektiv försökt att besvara frågan: varför behöver vi indikatorer för att mäta sårbarhet mot naturfenomen? De argumenterar för att indikatorer i första hand ska göra planerare på olika nivåer i samhället medvetna om nödvändigheten att integrera sårbarhetsreducerande åtgärder i normala planeringsprocesser. Någon exakt sanning förmedlar inte en indikator, utan dess värde ligger i att visa i vilken riktning utvecklingen går och antyda orsakssambanden (Statens Energimyndighet, 2002). Ur en praktisk synpunkt ska indikatorerna primärt vara konstruerade för att tjäna som underlag i beslutsprocesser. Green (2004) poängterar att målet för att mäta sårbarhet måste vara att reducera sårbarheten. Om det inte är möjligt att minska sårbarheten, kommer politiker och planerare att uppfatta indikatorn som mindre intressant.

Eftersom sårbarhet som koncept är multidimensionellt och ofta vagt definierat, är det svårt, och kanske omöjligt, att definiera begreppet sårbarhetsindikator. Rent generellt definieras dessutom indikator på många olika sätt. Av central betydelse är att alla indikatorer, oavsett om den är beskrivande eller normativ, har en betydelse vid sidan av sitt faktiska värde. Det innebär att indikatorns relevans återfinns i tolkningen av dess värde eller karakteristik. Indikatorn kan i princip vara en variabel som är kvalitativ, kvantitativ eller sammansatt till ett index (composite indicator).

Sårbarhetsindikatorer för naturolyckor och dess terminologi är särskilt förvirrande (Birkmann, 2006b). Alltför ofta nyttjas ett angreppssätt där man helt enkelt bara tar fram någon variabel som finns tillgänglig och verkar vara relevant. Det är viktigt att nyttja de konceptuella ramverk för sårbarhetsmätning som finns när indikatorer ska väljas och utvecklas. FN/ISDR (2004) framhåller betydelsen av att också anpassa ramverken till både rumslig och tidsmässig skala, eller rent av välja olika ramverk för olika skalor. De olika koncept och metoder som finns framtagna är inte bara resultatet av olika synsätt inom skilda vetenskapliga discipliner, utan också en konsekvens av problemen att täcka in naturolyckors mångfacetterade skadeverkningar och påverkan på individer och samhälle.

Oavsett om indikatorn utgörs av en enda variabel eller är resultatet av en komplicerad modellerad aggregering av flera variabler med avsikt att beskriva ett tillstånd eller system (fig. 6), är det grundläggande att indikatorn definieras utifrån en målsättning och inte grad av aggregering, som ibland förekommer. Utgångspunkten för varje producerad indikator måste vara ett mål eller en vision eftersom indikatorn i sig inte är det mest intressanta, utan istället de underliggande orsaksförhållandena. I praktiken kan man urskilja två huvudsakliga typer av indikatorer som definieras utifrån mål (Weiland, 1999):

- Indikatorn kan fokuseras på trender i olycksutveckling eller samhällsutveckling.
- Indikatorn fokuseras på ett särskilt mål och visar om utvecklingen har nått ett visst värde eller en nivå. En sådan indikator kräver tydligt specificerade mål och man måste definiera huruvida ett visst mått innebär sårbarhet eller inte.

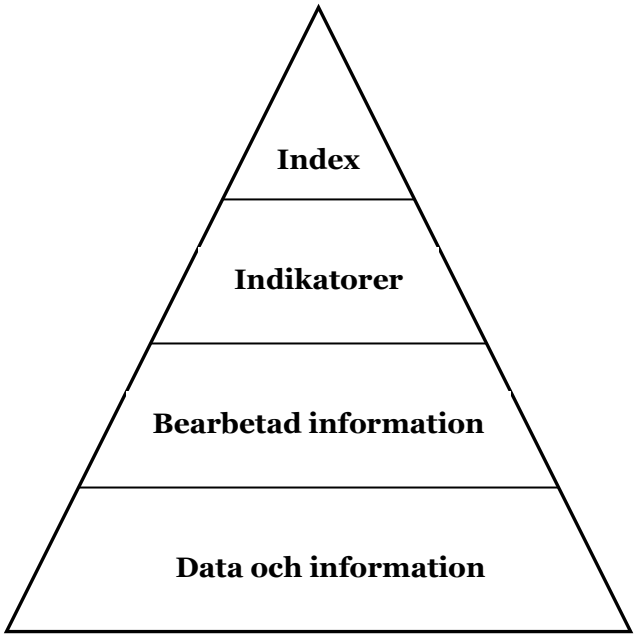

Fig. 6. Aggregering av data. Källa: Adriaanse, 1995; Birkmann, 2006b.

Om ett visst mått eller värde på en indikator innebär hög eller låg sårbarhet, är inte alltid enkelt att avgöra. En väg att gå är att definiera indikatorn som en relativ sårbarhet mellan olika grupper, enheter eller geografiska områden. Skillnaderna ger på så sätt en känsla för högt och lågt värde.

Adger et al (2004) har visat att det är möjligt att jämföra sociala sårbarheter mellan olika skalnivåer i både tid och rum, men framhåller att det är meningslöst att försöka aggregera sårbarheter tvärs olika skalor eftersom processerna som orsakar sårbarheterna är olika på varje nivå.

Den data och information som indikatorerna utvecklas från bör baseras på tillgänglig officiell statistik eller data. Det ska gå att följa hur indikatorn är beräknad och hur källmaterialet är framtaget. Spårbarheten är viktig för indikatorns trovärdighet (Statens Energimyndighet, 2002).

Om en indikator koncentreras till enbart förluster eller skador, blir det svårt att nyttja den för framtida utvärdering av genomförda åtgärder. Indikatorn mister då sin funktion som kontroll av organisatoriskt lärande (Birkmann, 2005).

Indikatorer kan som synes ha många olika utseenden och funktioner. Vid FN-konferensen i Kobe 2005 enades de närvarande experterna i ”Expert Working

Group of UNU-EHS" om att följande funktioner är viktigast för sårbarhetsindikatorer i relation till naturolyckor:

- visar nödvändiga prioriteringar
- ger underlag för ageranden
- bidrar till ökad kännedom
- möjliggör analys av trender och utveckling

I litteraturen omfattar funktionen hos en indikator vanligen förenkling, jämförelser mellan platser och grupper, prognoser om framtida trender och tillstånd, samt utvärdering av tillstånd och trender i förhållande till uppsatta mål (t. ex. Gallopin, 1997).

Statens energimyndighet (2002) har tagit fram en "checklista" för proceduren att definiera och konstruera indikatorer inom energiområdet. Checklistan har stora likheter med Maclaren´s (1996) beskrivning av de olika utvecklingsfaserna:

1) Definiera mål
2) Identifiera användarna och beskriv hur de ska nyttja indikatorn
3) Välj ett lämpligt konceptuellt ramverk
4) Undersök datatillgång och datakvalitet.
5) Identifiera möjliga indikatorer
6) Välj ut ett fåtal indikatorer
7) Samla in data och bearbeta den
8) Utvärdering av resultat

Det slutliga valet av indikator är alltså resultatet av en i högsta grad iterativ process. Om indikatorn ska få genomslag och leda till sårbarhetsreducerande åtgärder är det, enligt praktiker, lämpligt att framtagandet och åtgärderna också är kostnadseffektiva (EEA, 2001).

Sårbarhetsindikatorer för naturolyckor har olika innebörd för de olika olyckstyperna och som en konsekvens därav är det ibland nödvändigt att vikta olycksspecifika faktorer mot varandra för att kunna erhålla ett index eller slutligt resultat (Bollin & Hidajat, 2006). Av rent praktiska skäl inom politiska aktiviteter och fysisk planering bör indikatorerna representera sårbarhet mot flera olika naturolyckstyper och utvecklas genom en aggregerande metodik (Greiving, 2006). Organisatoriskt är det oftast samma aktörer som har ansvaret oavsett olyckstyp. Sårbara installationer som ex. ställverk eller reningsverk utsätts för påverkan oavsett om det är en storm, ett skyfall eller en översvämning, även om påverkan ser lite olika ut beroende på olyckstyp och dess intensitet.

Det behövs mer forskning om hur "hazard nesting" (se s. 13), kan integreras i sårbarhetsanalyser (Pelling 2006). Det behövs metoder som utvärderar primära och sekundära effekter av naturlolyckor, liksom även "naturliga tekniska olyckor", för att undvika att samma effekt mäts två gånger.

I Cardona och Barbat´s (2000) modell med hårda och mjuka risker görs en ansats att fånga de direkt fysiska konsekvenserna av en händelse, liksom de

indirekta och tidvis ogripbara socio-ekonomiska förhållandena. Angreppssättet markerar tydligt att indikatorer för sårbarhet ska mätas ur ett mångsidigt och multidisciplinärt perspektiv.

De breda perspektivet hamnar tyvärr ofta i konflikt med den rent praktiska nödvändigheten att förenkla de komplexa sambanden för att kunna genomföra en mätning av sårbarhet, oavsett om det handlar om kvalitativa eller kvantitativa mått (Birkmann, 2006a). Balansen mellan komplexitet och förenkling är delvis skalberoende. På global– eller nationsnivå är det nödvändigt med en liten datamängd för att kunna göra jämförelser. På lokal nivå finns det vanligen större möjligheter att ta hänsyn till ett stort antal variabler. Graden av komplexitet eller förenkling beror också på vad sårbarhet omfattas av. Sårbarheten kan omfatta hanteringsförmåga, exponering och anpassningskapacitet eller enbart mottaglighet för ett yttre hot. I det första fallet uppstår flera komplikationer att hantera (Villagrán De León, 2006). Man måste först identifiera och kvantifiera de enskilda parametrarna och därefter hantera hur de kan kombineras för att uppnå ett slutligt resultat. Det är vanligt förekommande att indikatorer konstrueras för att ge ett mått på något centralt i ett större sammanhang. Men det är svårt, ofta omöjligt, och förvirrande att försöka skapa en indikator som omfattar alla aspekter.
Ett alternativ till att involvera en mängd olika variabler är att fokusera på ett fåtal enkla indikatorer som på ett tillfredsställande sätt beskriver de komplexa processerna och ökar transparensen. Oavsett om ansatsen resulterar i ett komplext eller förenklat system för att ta fram indikatorer, är det viktigt att utvärdera de tilltänkta användarnas förståelse för slutresultatet. Det saknas ännu, i princip, studier om hur målgrupper klarar av att förstå och hantera olika nivåer av komplexitet för sårbarhets- och riskindikatorer (Birkmann, 2006b).

Globala och internationella projekt där indikatorer har tagits fram som index, ex. National Disaster Hotspots (Dilley et al, 2005) och Americas Programme (Cardona et al, 2005), erbjuder inte kännedom om specifika och detaljerade sårbarheter, men har sin nytta i att vara en första lins när man tittar på sårbarhetsaspekter. För att komma åt socio-ekonomiska och miljömässiga sårbarheter är det nödvändigt att använda en andra lins i form av lokala och regionala utvärderingsmetoder och analyser. Det krävs mer forskning och utveckling kring hur man kombinerar de två linserna (Queste & Lauwe, 2006).

4. Behov av framtida utveckling

Ett av de viktigaste målen framöver måste vara att överbrygga svårigheterna att foga samman de teoretiska ramverken för sårbarhetsreducering med de pågående, dagliga, planeringsprocesserna i samhället (Villagrán De León, 2006). Om detta prioriteras bör sårbarhet kartläggas i ett brett perspektiv som omfattar mottaglighet och hanteringsförmåga i ett samhälle, inkluderat sociala, ekonomiska och miljömässiga aspekter. Potentiella verktyg för åtgärder behöver identifieras. Utveckling av hanteringsförmåga, utbyggnad av kapacitet och förebyggande åtgärder görs effektivast om sårbarheterna först mäts och analyseras. Framtagandet av indikatorer på olika nivåer ger en nödvändig överblick och underlag för prioriteringar i det fortsatta arbetet. Rätt utformade kan indikatorerna ge vägledning som medför olika insatser inom olika geografiska områden på lokal och regional nivå. På internationell nivå är det önskvärt att en gemensam terminologi utvecklas jämte ett allmänt accepterat ramverk som börjar nyttjas i praktiken (Birkmann, 2006a; Villagrán De León, 2006). Det senare är en uppgift som lämpligen utförs genom samråd mellan de nationella plattformarna mot naturolyckor, som upprättats i enlighet med FN´s ”Hyogo framework for action 2005-2015”.

5. Naturolyckor och sårbarhet i Sverige

Hur stort är problemet med naturkatastrofer eller naturolyckor i Sverige? Räddningsverket och nuvarande Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) har sedan 2005 samlat in dokumentation från kommuner, centrala myndigheter och andra organisationer om naturolyckor som inträffat i Sverige. Materialet finns fritt tillgängligt att studera i den nationella *naturolycksdatabasen* på MSB´s hemsida, där även en samlad bild av varje specifik händelse presenteras. Materialet är ännu inte statistiskt säkerställt, men i viss mån kan en del slutsatser dras om vad en naturolycka i Sverige kan förväntas handla om.

5.1 Ras och skred

I Sverige inträffar i genomsnitt ett stort skred (>10 ha) med ibland katastrofala följder och dödsfall vart 10:e år (Davidsson et al, 2003). Sedan 1950 har 10 människor dödats i jordskred och ca 160 skadats (MSB´s naturolycksdatabas). Skred som storleksmässigt överstiger 1 ha inträffar i genomsnitt vart annat år (SOU, 2007). Mindre skred förekommer relativt ofta, främst i finkorniga silt- och lerjordar, vanligen under högsta kustlinjen och i anslutning till vattendrag, sjöar och kusten. Knappt 5 % av Sveriges jordtäcke består av lerjordar (SNA, 2002). Götaälvdalen är särskilt skredkänslig, liksom även flera andra mindre tätbefolkade dalgångar i Västsverige. Skredbenägna lerjordar förekommer även i Stockholmstrakten, längs Norrlandskusten och lokalt i mindre skala på många andra platser i landet. Ras i sand- och siltslänter är vanliga i norrländska älvdalar (SOU, 2007).

Vanligtvis bryts jordmassans ytlager sönder vid ett jordskred, vilket leder till stora materiella skador om skredet sker inom bebyggt område. Historiskt finns ett flertal sådana händelser som också krävt dödsoffer och allvarliga personskador.

Olycksområdet för ras och skred är ytmässigt väl avgränsat på lokal skala jämfört med andra naturolyckstyper, som exempelvis storm eller översvämning, och olycksförloppet är snabbt.

Avskurna trafikleder kan medföra stora ekonomiska konsekvenser långt efter själva olyckan och utanför själva skredområdet. Ett exempel från senare tid är skredet i Småröd 2006 då delar av den gamla och nya vägen E6 samt Bohusbanan raserades längs en sträcka av ca. 500 m. Trafikflödet på E 6:an är ca 15 000 fordon/dygn och Vägverket dirigerade om trafiken på långa omvägar under två månaders tid.

Sekundärt kan ett skred genom fördämning även leda till översvämning. Skredet vid Intagan 1648 dämde först upp Göta älv 10 m ovan normalvattenstånd och när älven till slut bröt sig igenom skredmassorna uppstod en flodvåg som orsakade stora skador nedströms. Händelsen krävde totalt 85 människors liv.

Ras i branta siltiga älvslänter, sk nipras, förekommer längs de norrländska älvarna. Det har beskrivits fall (Svensson et al, 2005) då rasmassorna orsakat flodvågor som kastat upp bryggor och båtar på land. Vintertid har isen krossats och stora isblock kastats upp på motsatt strand och förstört byggnader och båtar. Även uppdämningseffekter har observerats.

Risk för skred ska enligt lagen om skydd mot olyckor behandlas i all samhälls- och industriplanering. Klimat- och sårbarhetsutredningen skriver i sitt slutbetänkande (SOU, 2007) att förväntade större och intensivare nederbördsmängder, liksom förändrade grundvattennivåer, sannolikt ökar benägenheten för skred under det kommande århundradet.

5.2 Översvämning

Älvar, vattendrag och dammanläggningar är riskkällor när det gäller översvämningar. Översvämningar inträffar när magasineringsförmågan i vatten- och marksystem är uppnådd och ytterligare tillskott genom nederbörd eller snösmältning odämpat rinner vidare. En relativt stor del av de översvämningar som drabbar Sverige uppstår när flera nederbördsområden i följd passerar, även om de var för sig inte behöver ge några extrema mängder.

Översvämningar längs med älvar är en ganska vanlig företeelse, men dödsfall i samband med en händelse är ovanligt. På senare år har ett fåtal drunkningsolyckor inträffat i samband med fritidsaktiviteter såsom forsränning, kanotpaddling och sportfiske i översvämningssituationer, där de höga flödena troligen har bidragit till olyckornas tragiska utgång (t.ex. SHK, 1995).

I takt med utbyggnaden av vattenkraften har möjligheten att reglera älvarnas flöden uppstått, vilket minskat frekvensen och amplituden hos de höga flödena. Vid extrema situationer när magasinen är fulla kan dock ingen dämpning ske och flödesförloppet blir då i princip som för ett oreglerat vattendrag.

Sårbarhetsbilden för översvämningar är komplex och skadorna har mestadels varit av materiell natur. Förutom den strandnära bebyggelsen som skadas, i regel översvämmade källare i villor och sommarstugor, strandnära uthus men även industribyggnader, är det också vanligt att samhällsviktig infrastruktur drabbas. Vatten- och avloppssystem är särskilt sårbart. Reningsverk placeras i regel nära ett vattendrag och belastas i många fall av stora mängder dagvatten, vilket gör dem extra sårbara. De kan även slås ut pga av elavbrott som orsakas av översvämningen. Orenat avloppsvatten som släpps ut i vattendragen medför hälsorisker. Avlopps- och dagvatten som hittar sin väg till källare genom

golvbrunnar där det fattas backventiler, skapar sekundära problem där elcentraler, värmesystem och till och med dataservrar ofta är placerade. Det har även förekommit att översvämningsvatten har kommit in i dricksvattentäkter eller att dricksvattenledningar har förstörts.

Vägar, järnvägar och broar hotas och skadas när de översvämmas. Underbyggnaden respektive konstruktionen kan utsättas för erosion, ras eller skred. Avstängda vägar leder till att människor helt eller delvis isoleras och att insatstiderna för räddningstjänst höjs.
Sjunkande vattennivåer efter en översvämning kan leda till ökad skredrisk längs ett vattendrag.

I ett framtida förändrat klimat förväntas landets västra och sydvästra delar få översvämningar längs vattendrag oftare eller mycket oftare, medan höga flöden och särskilt vårfloden i norra Sveriges älvar troligen blir minde frekventa (SOU, 2007). Klimat- och sårbarhetsutredningen bedömer att kostnaderna för en översvämning av Vänerns kust till en nivå som utgörs av dagens 100-års nivå, uppgår till minst 10,5 miljarder. Många konsekvenser, inkluderat den sekundära påverkan, är inte medräknade.

5.3 Extrem nederbörd

Med extrem nederbörd avses nederbördsmängder som väsentligt överstiger de normala. Det finns olika definitioner. Vanligen anses 90 mm nederbörd, framtagen som uppskattad arealmedelnederbörd på 1000 km^2 under 24 timmar, som extrem. Redan 40 mm på en viss plats uppfattas som skyfall och orsakar problem (SMHI, 2005). Mellan 1950 och 1999 har sju sådana fall inträffat i genomsnitt per tioårsperiod. Mellan 2000 och 2007 är siffran elva (SMHI, 2009).

Även stora snömängder eller hagel kan räknas som extrem nederbörd. Snöoväder är en kombination av stora snömängder och kraftiga vindar. Väderfenomenet är vanligt förekommande längs Östersjöns svenska kust. Intensivt snöfall med drivbildning har historiskt sett medfört blockerade trafikleder, el- och teleavbrott, samt trädfällning. I början av december 1998 föll 140 cm nysnö över Gävle under tre dagar. I drivor uppmättes snön till tre meter och staden isolerades i nästan en vecka. För kommunen uppstod merkostnader på 48 miljoner kronor, främst för snöröjningen.

Under sommarhalvåret uppstår extrem nederbörd mest i samband med frontpassager eller lokala åskskurar. Statistiskt inträffar skyfall i något större utsträckning i kustområden än i inlandet. Norrlands kustområden har en något högre frekvens än övriga områden.

Extrem nederbörd har hittills inte krävt några dödsoffer, men det har inträffat ett antal incidenter och trafikolyckor i samband med raserade vägar eller djupa vattensamlingar på vägar. En uppmärksammad händelse inträffade i augusti 2006 när vattenmassorna efter ett häftigt skyfall spolade bort både järnväg och

väg E14 längs ett avsnitt på ca 30 m mellan Enafors och Ånn i Jämtland. Ett persontåg med 60 resenärer passerade precis innan banvallen eroderades bort och lämnade rälsen hängandes i luften.

Följderna av extrema nederbördshändelser liknar de vid översvämningar, men ras och erosionsskador inträffar i större utsträckning och sker mer våldsamt, i synnerhet om små vattensystem eller områden med branta topografier drabbas.

I urbana miljöer är dagvattensystemens dimensionering inte anpassat till extremt stora regnmängder som faller under kort tid. Källare översvämmas, husgrunder undermineras och tomter erosionsskadas, när vattnet forsar fram för att söka sig nya vägar.

Extrem nederbörd är relativt svårt att prognostisera i tid, rymd och mängd. När det gäller småskaliga fenomen som enstaka åskceller kan dagens meteorologi bara förutspå en viss sannolikhet för extrema regn, utan exakta prognoser för varken plats eller mängd. Detta innebär att extrem nederbörd vanligen inträffar med en stor överraskningseffekt. Bättre utvecklade prognoser bör kunna generera en förbättrad akut hantering, men i likhet med stormar skulle en bättre prognostiserbarhet inte per automatik generellt leda till mindre sårbarhet i ett skadeperspektiv.

Lokala häftiga skyfall, som mest förekommer på sommarhalvåret, förväntas öka i intensitet över hela landet i framtiden (SOU, 2007). Idag ligger den maximala nederbördsintensiteten vid 2-3 mm per timme och detta värde förväntas öka med minst 1 mm/h till slutet av detta sekel. Även antalet dagar med extrem dygnsnederbörd förväntas öka (Persson et al, 2007).

5.4 Storm

Stormar utvecklas vanligen ute över Atlanten och passerar Sverige i en väst – östlig bana. Under förra århundradet inträffade de allvarligaste stormarna 1902, 1943, 1954, 1967, 1969 och 1999. Sedan millenniumskiftet har två stormar med större omfattning drabbat Sverige 2005 och 2007.

Dödsfall och personskador förekommer i samband med stormar. Stormen Ada 1969, Decemberorkanen 1999, stormen Gudrun 2005 och stormen Per 2007 tog sammanlagt 34 människors liv och flera hundra skadades, inkluderat olyckor under röjningsarbetet i områden där trädfällning förekommit.

Stormen Gudrun omfattade nästan hela spektrat av tänkbara konsekvenser för denna typ av naturolycka. Stormens byvindar på över 30 m/s, orsakade en katastrofal trädfällning, vilket i sin tur innebar omedelbara och omfattande problem för elförsörjning och telekommunikation, samt väg- och järnvägstrafik. 730 000 elabonnenter blev utan ström och 300 000 utan telefon under själva stormnatten. På många håll slogs även mobiltelefonnäten ut av direkta stormskador eller indirekt när elförsörjningen till mobilmasterna

bröts. Stormen fällde ca. 250 miljoner träd, vilket i princip motsvarar den samlade mängden som föll under stormar under hela 1900-talet eller nästan en hel årsavverkning i Sverige.

Stormen visade hur sårbart det moderna samhället är för denna typ av störning. På vissa håll slogs tidvis så gott som alla samhällsviktiga funktioner ut och samhällets beroende av el, transporter och telekommunikation blev mycket tydligt. 12 000 elabonnenter var utan ström i mer än 20 dagar. Återuppbyggandet av det lokala ledningsnätet tog upp till två år. Bristen på vissa resurser såsom röjningspersonal, linjemontörer och elverk, visade hur Sveriges kapacitet att hantera konsekvenserna av en storm som omfattar ett 40-tal kommuner överskreds.

Skadekostnaden för näringsliv och offentlig sektor uppskattas till ca 20,8 miljarder kronor (2005), varav skogskadorna står för den absoluta merparten. Ingen annan enskild naturolycka i Sverige kommer i närheten av den skadekostnaden i modern tid.

Enligt klimat och sårbarhetsutredningen finns det ingen tydlig trend för en ökning av stormfrekvensen. Man räknar med en allmän ökning av medelvindhastigheten med 1- 2 m/s. (SOU, 2007)

5.5 Skogsbrand

I Sverige inträffar varje år i genomsnitt mellan 3 000 och 4 000 bränder i skog och mark (SMHI, 2003). Brändernas antal och omfattning varierar mycket från år till år beroende på bl.a. väderförhållanden, typen av växtlighet som brinner, markfuktighet och hur snabbt branden upptäcks. Skogsbränder uppstår främst genom blixtnedslag och mänsklig påverkan (t.ex. lägereldar, gräseldning, barn som leker med eld, gnistor från maskiner och tåg). Störst antal bränder uppstår i områden nära befolkningstäta regioner och i de något torrare östra delarna av Sverige. Kostnader för släckning som utbetalades enligt Räddningstjänstlagen låg de senaste 15 åren på 7 - 8 miljoner per år i genomsnitt (SOU, 2007). De totala släckningskostnaderna är dock betydligt större.

Brandbekämpningen i samband med större skogsbränder kräver stora resurser i form av räddningstjänstpersonal och material, vilket kan binda dessa i flera veckor tills branden är släckt.

Skogsbranden i Bodträskfors i augusti – september 2006 anses vara den ytmässigt största skogsbranden i modern tid i Sverige. När branden slutligen hade släckts efter 29 dagar hade 1900 ha skog, dvs. 3000 fotbollsplaner, brunnit ner. Kostnaderna för kommun, markägare, stat och försäkringsbolag beräknas till sammanlagt 75 miljoner kronor (2006).

Enligt en studie av SMHI, SLU och Räddningsverket som genomfördes för klimat och sårbarhetsutredningen (SOU, 2007) kan brandfrekvensen komma att öka påtagligt i ett förändrat klimat. Ökningen väntas bli störst i södra

Sverige. Enbart släckningskostnaderna kan årligen komma att uppgå till 200–300 miljoner kr.

5.6 Laviner

Laviner är ett relativt sällsynt fenomen i de svenska fjällen, i alla fall jämfört med andra alpina områden på jorden. Statistiskt omkommer en person per år i laviner (SLAO, 2007). Snölaviner inträffar vanligtvis i naturterräng i sluttningar med 25-45 % lutning.

Riskområdena är relativt välkända liksom vilka faktorer som bidrar till en lavin (stora nysnömängder, milda temperaturer och höga vindhastigheter). Ändå är tidpunkten för en lavin svår att förutse då detta är resultatet av ett komplext samspel mellan terrängens karaktär, snöns egenskaper och vädrets inverkan.

Den 13 februari 1957 inträffade den hittills allvarligaste lavinolyckan i modern tid i Sverige vid Snasahögarna i Jämtland. Lavinen begravde ett 15-tal turister som var ute på skidtur. 6 personer omkom.

Laviner är främst ett problem i relation till vinterturism i de svenska fjällen. Särskilt stora risker finns utanför skidanläggningarnas prepararade åkytor. De materiella skadorna i samband med laviner är små jämfört med andra naturolyckstyper, då de flesta laviner inträffar i obebodda områden, men det har förekommit skador på byggnader och vägar. Malmbanan mellan Abisko och Narvik har drabbats av större laviner 1973 och 1996, vilket orsakade ett avbrott i tågtrafiken under 1-2 dagar.

6. Målgrupper och sårbarhetsobjekt

Genom att studera händelser bakåt i historien som inneburit allvarligare störningar i Sverige, får vi en bild av hur sårbarheterna ser ut i fråga om konsekvenser och hantering, liksom andra aspekter som lärdomar och förebyggande. Nya händelser har påfallande ofta kommit som en överraskning på något sätt och i en framtid med förändrat klimat har vi ytterligare osäkerhetsfaktorer att ta hänsyn till i det förberedande och förebyggande arbetet. Utvecklandet av indikatorer är ett av FN och EU deklarerat sätt att utvärdera historiska fakta och erbjuda vägledning till prioriterade områden. Men hur går man tillväga rent praktiskt, med hänsyn till det vi nu vet om ramverk för sårbarhet och hur stort problemet är i Sverige?

En lämplig utgångspunkt kan vara att beskriva eller mäta sårbarhet för särskilda studieobjekt och/eller geografiska områden. Utan att ta hänsyn till något speciellt valt ramverk kan sårbarhet till sin natur grovt sorteras in under hälsa, politik, miljö, ekonomi eller teknik (Queste & Lauwe, 2006). I ett annat perspektiv kan man utgå ifrån *social sårbarhet* och *kritisk infrastruktur*. Den sociala sårbarhetens minsta beståndsdel är den enstaka individen, men i ett mer hanterligt tillvägagångssätt kan ett lands befolkning sorteras in i sociala undergrupper på olika sätt. Skillnader i ekonomisk välfärd och etniska aspekter ger olika förutsättningar lokalt, regionalt och kanske tydligast mellan nationer. Den sociala sårbarheten påverkas av exempelvis ålder, kön, familjens sammansättning, handikapp, inkomst, yrke, arbetslöshet, typ av bostad, typ av bostadsområde, språkkunskaper, försäkringar, skulder/besparingar, innehav av bil, religösa minoriteter och majoritetens inställning till dem, samt individers sociala kontext (Hajat et al, 2003; Dwyer et al, 2004; Queste & Lauwe, 2006).

Kritisk infrastruktur utgörs av organisationer eller system av stor betydelse för samhället, som vid störningar kan innebära dramatiska och allvarliga konsekvenser (BMI, 2005). Sektorer som omfattas av begreppet utgörs i Sverige av bl.a. energiförsörjning (elnät, lagring och leverans av olja och naturgas, kärnkraft, vattenkraft); tillgång till vatten, mat, sjukvård, akuta insatser i nödsituationer, kommunikation och informationsteknologi; transporter; farliga ämnen; banker och finanssystem; tjänster från myndigheter; media och forskningsinstitut (jmf NOOA, 1999; Queste & Lauwe, 2006). Det finns i vissa fall återkopplingar mellan olika sektorer. Exempelvis är nästan alla beroende av elförsörjningen.

Argumentet att indikatorerna i första hand ska göra planerare i samhällets olika verksamheter medvetna om betydelsen av att integrera sårbarhetsreducerande åtgärder i normala planeringsprocesser, innebär att indikatorerna rimligen bör ha en relevans även för målen med hållbar

utveckling. Kopplingen är särskilt viktig eftersom de bästa hänsynstaganden mellan sociala, ekonomiska och miljömässiga mål inte per automatik är de mest optimala för riskreducering.

Målgrupper för indikatorer som arbetas fram inom ramverk där social sårbarhet, kritisk infrastruktur och hållbar utveckling utgör viktiga beståndsdelar är, från lokal till nationell nivå, politiker, tjänstemän på myndigheter, hjälporganisationer och operatörer inom kritisk infrastruktur.

Indikatorer används idag inom många olika sektorer i viss utsträckning. Flera av de centrala myndigheterna har utvecklat indikatorer i enlighet med deras uppdrag. Målgrupperna för dessa indikatorer är i stort sektorsbundna. Energimyndigheten har som exempel utvecklat indikatorer för elförsörjningstrygghet där målgrupperna bl.a. återfinns inom eldistribution och elproduktion (Statens energimyndighet, 2007). Det finns ett behov av att, i ett samlat perspektiv, kartlägga och utvärdera de befintliga indikatorerna och sårbarhetsmåtten som används i relation till de målgrupper som totalt sett existerar för sårbarhet mot naturolyckor, liksom att i enlighet med åtagandena i ”Hyogo framework for action 2005-2015” utveckla indikatorer som har en länkning till frågor om hållbar utveckling.

7. Referenser

Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. & Eriksen, S., 2004: New indicators of vulnerablity and adaptive capacity. Tyndall Centre for Climate Change Research. Technical Report 7

Adriaanse, A., 1995: In search of balance: A conceptual framework for sustainable development indicators. In MacGillivray, A., (ed). Accounting for change. Papers from an international seminar. October 2004, London: The new economic foundation: 3-10.

Annan, K., 2003: Message for the International Day for Disaster Reduction 8 oct 2003. ttp://www.unisdr.org/eng/public_aware/world_camp/2003/pa-camp03-sg-eng.htm

Birkmann, J., 2005: Danger need not spell disaster – but how vulnerable are we? Research Brief 1. Tokyo. United Nations University (ed).

Birkmann, J., 2006a: Measuring vulnerability. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Birkmann, J., 2006b: Indicators and criteria. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Birkmann, J. & Wisner, B. 2006: Measuring the Un-Measurable. The challenge of vulnerability. SOURCE (Studies of the University: Research, Counsel, Education). Publication series of UNU-EHS, no. 5.

Blaikie, P. Cannon, T., Davis, I. & Wisner, B., 1994: At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters. In Malzahn, D. & Plapp, T. (eds): Disaster and society – from hazard assessment to risk reduction, Berlin: 75-82.

Bogardi, J., & Birkmann, J., 2004: Vulnerability assessment: the first step towards sustainable risk reduction. In Malzahn, D. & Plapp, T., (Ed): Disaster and society – from hazard assessment to risk reduction. Logos Verlag, Berlin.

Bohle, H. G., 2001: Vulnerability and criticality: perspectives from social geography. IHDP Update 2/2001, Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change: 1-7.

Bollin, C. & Hidajat, R., 2006: Community-based disaster risk index. Pilot implementation in Indonesia. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Bundesministerium des Innern (BMI), 2005: Schutz Kritischer Infrastrukturen – Basisschutzkonzept. Berlin.

Busch-Luty, C., 1995: Nachhaltige entwicklung als leitmodel einer ökologischen ökonomie. I Fritz, P. et al (Ed): Naschhaltigkeit: in naturwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher perspektive, Stuttgart.

Cannon, T., Twigg, J. & Rowell, J., 2003: Social vulnerability. Sustainable livelihoods and disasters. Report to DFID Conflict and Humanitarian Assistance Department (CHAD) and Sustainable Livelihoods Supoort Office, tillgänglig på http://www.benfieldhrc.org/disaster_studies/projects/soc_vuln_sust_live.pdf

Cardona, O.D., 1999: Environmental Management and Disaster Prevention: two related topics: A holistic risk assessment and management approach. In Ingleton, J. (Ed.) Natural Disaster Management.

Cardona, O.D., 2004: The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective. In Bankoff, G., Frerks, G. & Hilhorst, D. (Eds.): Mapping vulnerability: disasters, development & people. London. Earthscan.

Cardona, O.D. et al., 2005: System of indicators for disaster risk management. Program for Latin America and Caribbean. Main Technical Report. Inter American Development Bank. http://idea.unalmzl.edu.co

Cardon, O.D. & Barbat, A.H., 2000: el riesgo sismico y su prevencion. Cuaderno Tecnico 5. Madrid: Calidad Siderurgica.

Carreño, M.L., Cardona, O.D. & Barbat, A.H., 2005: Urban seismic risk evaluation: A holistic approach. 250th Anniversary of Lisbon Earthquake, Lisbon

Chambers, R., 1989: Editorial introduction: Vulnerability, Coping and Policy. IDS Bulletin 20(2):1-7.

Chambers, R. & Conway, G., 1992: Sustainable Rural Livelihood: practical concepts for the 21st century. IDS Discussion paper 296. Brighton: Institute of Development Studies.

Cross, J.A., 2001: Megacities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability. Environmenal hazards 3(2): 63-80.

Cutter, S.L., Boruff, B.J. & Shirley, W.L., 2003: Social vulnerability to environment hazards. Social Sciences Quarterly, 84 (2): 242-261.

Davidson, R., 1997: An urban earthquake disaster risk index. The John A. Blume Earthquake Engineering Centre, Department of Civil Engineering, Report 121. Stanford University.

Davidsson, G., Haeffler, L., Ljundman, B. & Frantzich, H., 2003: Handbok för riskanalys. Räddningsverket.

Dilley, M., Chen, R.S., Deichmann, U., Lerner-Lam, A.L., Arnold, M., Agwe, J., Buys, P., Kjekstad, O., Lyon, B. & Yetman, G., 2005: Natural Disaster

Hotspots – a global risk analysis. Disaster Risk Management Series No. 5. The World Bank.

Dwyer, A., Zoppou, C., Nielsen, O., Day, S., Roberts, S., 2004: Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards. Geoscience Australia Record 2004/14.

European Environment Agency (EEA), 2001: Environment Signals 2001: EEA regular indicator report, Copenhagen, EEA, available at http://reports.eea.eu.in/signals-2001/en/signals2001/ .

Fordham, M., 2004: Gendering vulnerability analysis: towards a more nuanced approach. In: Bankoff, G., Frereks, G., Hilhorst, D. (eds). Mapping vulnerability, disasters, development and people. Earthscan Publications. London.

FN, 2005: Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. A/conf. 206/6, extract from the final report of the world conference on disaster reduction.

FN / ISDR, 2004: Living with risk: a global review of disaster reduction initiative. UN Publications

Gallopin, G. C., 1997: Indicators and their use: information for decision-making. Part One: Introduction. In Moldan, B. & Billharz, S. (eds): Sustainability indicators: Report of the project on indicators of sustainable development, SCOPE. New York John Wiley.

Green, C., 2004: The evaluation of vulnerability to flooding. Disaster Prevention and Management 13 (4): 323-329.

Greiving, S., 2006: Multi-risk assessment of Europe´s regions. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Hajat, S., Ebi, K.L., Kovats, R.S., Menne, B., Edwards, S. & Haines, A., 2003: The human health consequences of flooding in Europe and the implications for public health. A review of the evidence. Applied environmental science and public health 1(1): 13-21.

Heijmans, A. (2004): From vulnerability to Empowerment. In: Bankoff, G., Frereks, G., Hilhorst, D. (eds). Mapping vulnerability, disasters, development and people. Earthscan Publications. London.

Hilhorst, D. & Bankoff, G., 2004: Introduction: Mapping vulnerability. In Bankoff, G., Frerks, G. & Hilhorst, D. (Eds.): Mapping vulnerability: disasters, development & people. London. Earthscan.

Johansson, M., 2005: Erfarenheter från naturkatastrofer – en kunskapsöversikt. Räddningsverket / NCO 2005:7.

Kraas, F, 2003: Megacities as global risk areas. In Petermanns Geographische Mitteilungen 147(4): 6-15.

Lago, U. & Pütsep, M., 2007: Har skyddet ökat? – uppföljning och utvärdering på lokal nivå. Räddningsverket.

Maclaren, V.W., 1996: Urban sustainability reporting. Journal of the American planning association, 62: 184-203.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB): Naturolycksdatabasen. www.msbmyndigheten.se

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOOA), 1999: Risk and vulnerability steps. Environmental analysis. Risk and Vulnerability Assessment Tool (RVAT). USA.

Pelling, M., 2003: The vulnerability of cities: social resilience and natural disaster. London, Earthscan.

Pelling, M., 2006: Review of global risk index projects: conclusions for sub-national and local approaches. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Pelling, M., 2007: Urbanisation and disaster risk. Panel contribution to the Population-Environment Research Network Cyberseminar on Population and Natural Hazards (Nov. 2007). http://www.populationenvironmentresearch.org/seminars.jsp

Persson, G., Bärring, L., Kjellström, E., Strandberg, G. & Rummukainen, M., 2007: Climate indices for vulnerability assessment. SMHI.

Queste, A. & Lauwe, P., 2006: User needs: why we need indicators. In Birkmann, J., (Ed.), Measuring vulnerability to natural hazards – towards disaster resilient societies. UN University Press.

Rummukaien M, Bergström S. & Rodhe J., 2002: Extrema är också vanliga händelser, ur Sweclim årsrapport 2002.

Scheuren, J-M., le Polain de Waroux, O., Below, R., Guha-Sapir, D. & Ponserre, S., 2008: Annual disaster statistical review – the numbers and trends 2007. Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). www.emdat.be

Schneiderbauer, S. & Ehrlich, D., 2004: Risk, hazard and people's vulnerability to natural hazards: a review of definitions, concepts and data. Brussels: European Commission – Joint Research Centre (EC-JRC).

SHK (Statens haverikommission), 1995: Forsränningsolycka den 28 maj 1995 i Råneälven. Rapport O 1995:3

Simpson, D.M. & Human, R.J., 2008: Large-scale vulnerability assessments for natural hazards. Natural Hazards, 47:143–155

SLAO (Svenska Liftanläggningars Organisation), 2007: Döda i laviner i Sverige 1950-2006.

SMHI, 2003: Brandrisk. SMHI´s Faktablad nr 14.

SMHI, 2005: Extrem nederbörd. SMHI´s Faktablad nr 4.

SMHI, 2009: www.smhi.se/klimat/klimatindikatorer och observationer/extrem nederbörd.

SNA, 2002: Sveriges Nationalatlas – Berg och Jord. Lantmäteriet.

SOU, 2007: Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkandet av klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2007:60.

Statens energimyndighet, 2002: Guide till indikatordjungeln. Indikatorer inom energiområdet. Energimyndighetens förlag.

Statens energimyndighet, 2007: Indikatorer för försörjningstrygghet. ER 2007:04.

Stenbäck, I, et al, 2007, 'Trygghet och sakerhet i vardagsmiljon – resultat fran enkatundersokningen', NCO 2007:8, Swedish Rescue Services Agency

Svensson, T., Persson H. & Midbøe F., 2005: Effekter i Ångermanälven från skred i nipor nedströms Sollefteå, dokumentation och beräkningar. Rapport, Nätverket för älvsäkerhet.

Turner, et al, 2003: A framework for vulnerability analysis in sustainable science. Proceedings of the national academy of sciences, 100(14): 8074-8079.

Van Ginkel, H., 2005: Introduction speech regarding the Expert Workshop "Measuring vulnerability", 23-24 january 2005, Kobe, in UNU-EHS Working Paper no. 1, Bonn.

Weiland, U., 1999: Indikatoren einer nachhaltigen entwicklung: vom monitoring zur politischen steuerung? In Weiland, U. (eds): Perspektiven de raumund umweltplanung angesichts globalisierung, Europäischer integration und nachhaltiger entwicklung. Berlin. s. 245-262.

Vogel, C. & O'Brien, K., 2004: Vulnerability and global environmental change: rethoric and reality. AVISO – Information Bulletin on Global Environmental Change and Human Security 13.

Villágran De León, J. C., 2006: Vulnerability – a conceptual and methodological review. SOURCE (Studies of the University: Research, Counsel, Education). Publication series of UNU-EHS, no. 4.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. & Davis, I., 2004: At risk: natural hazards, peoples vulnerability and disasters. 2nd edition. Routledge. London.

Wisner, B., 2007: Assessment of capability and vulnerability. In Bankoff et al (Ed): Mapping vulnerability. Earthscan, London.

MSB Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
651 81 Karlstad Tel 0771-240 240 www.msbmyndigheten.se
Publ.nr MSB0110-09 ISBN 978-91-7383-049-2