



Kan regnintensitet och lokal topografi förklara försäkringsskador orsakat av översvämning?

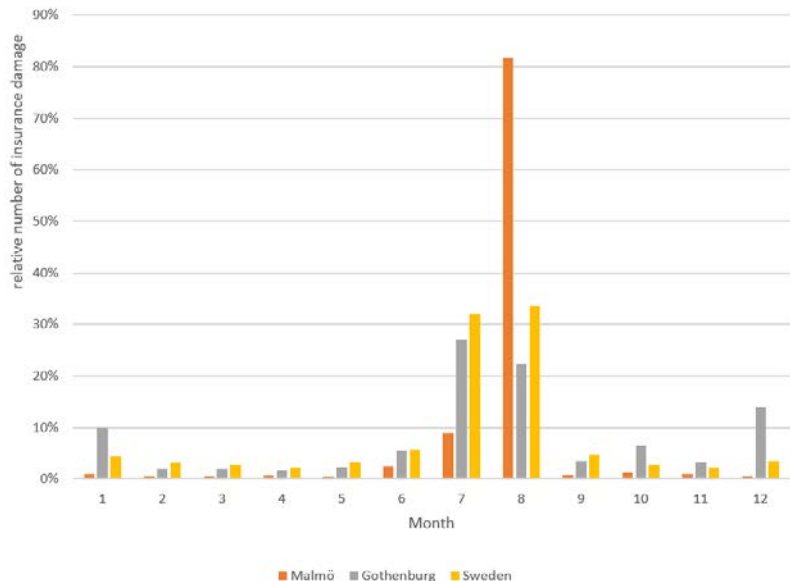
SPLASH 2019-09-04

Barbara Blumenthal och

Jan Haas

CENTRUM FÖR KLIMAT OCH SÄKERHET, CCS
KARLSTADS UNIVERSITET

Påverkan av regnintensiteten på översvämningsskador



Analys av sambanden mellan regnintensiteten och (översvämningsskador) i Malmö och Göteborg.

undersökningstiden sommarmånader **juni, juli och augusti**, åren **2001 – 2015**

- Beräkning av korrelationskoefficienter (Pearson)
- Undersökning av sambanden mellan regnintensitet och skador med regressionsanalys

Relativt antal inträffade översvämningar per månad, 2001-2015, rapporterat av Länsförsäkringar AB.

Datamaterial

- **SMHI:s nederbördsdata** från markstationer-högsta tidupplösning 15 min
- **Länsförsäkringars översvämningsskadedatabas**-högsta rumsliga upplösning på församlingsnivå:
 - Datum där översvämningsskadan har inträffat
 - Typ av översvämningsskada (byggnad, lösöre, butik, industri, lantbruk)
 - Ersättning till försäkringstagaren
 - **Församling** där skadan hade inträffat
- **Geografisk och demografisk information**

Datamaterial

Tre variabler **nederbördsintensitet:**

- **Dygnsnederbörd**
- **maximal timnederbörd per dygn**
- **maximal 15- minutersnederbörd per dygn**

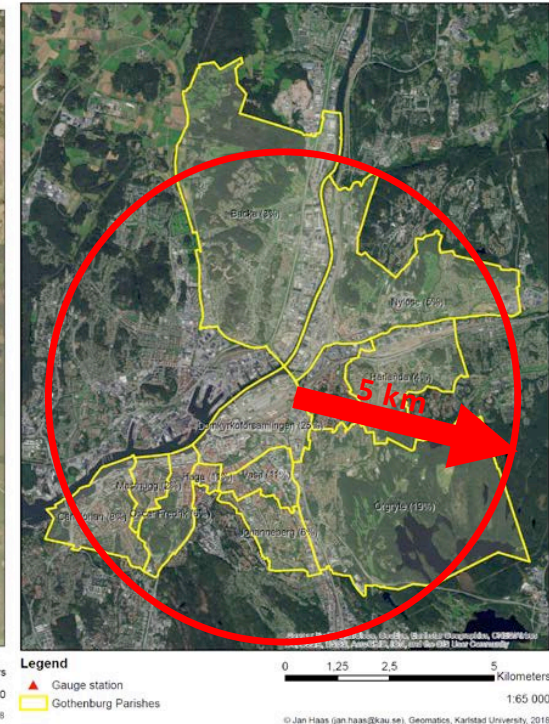
Dygnsvis aggregering av **översvämningsskador** i en **5 km:s-radie** från nederbördsstationen

- **Antal skador per dag**
- **Total skadesumma per dag**
- **Genomsnittlig summa av skadeutbetalningar per enskild skadehändelse och dag**

Malmö Parishes and Rain Gauge Station



Gothenburg Parishes and Rain Gauge Station



Resultat

Vilken påverkan har regnintensiteten på skyfallsskador?

- Pearsons korrelationskoefficient mellan 0,4 och 0,8, (starkt) positivt samband.
- maximala timnederbörden har störst påverkan på antal skador och totala skadesumman.

Ansats till en skadefunktion med regnintensitet som förklarande variabel?

- två ansatser till samband mellan regnintensitet och skador, en logaritmfunktion och en potensfunktion.
- Förklaringsgrader mellan 30% och 78%, beroende på funktion och studieområde, antal skador har störst förklaringsgrad

Resultat

Finns det trösklar för regnintensiteten där skador börjar uppträda?

- Randvillkor (trösklar) för maximal 15 - minutersnederbörd ≥ 2 mm/5 mm/6 mm ledde till en ökning av förklaringsgraden av variabeln RMAX60 (max timsnederbörd).

Stora regnmängder under en timme i kombination med korta perioder med extrem intensitet verkar orsaka skadorna.

Andra faktorer som påverkar skyfallsskador?

Samma studieområden i Malmö och Göteborg

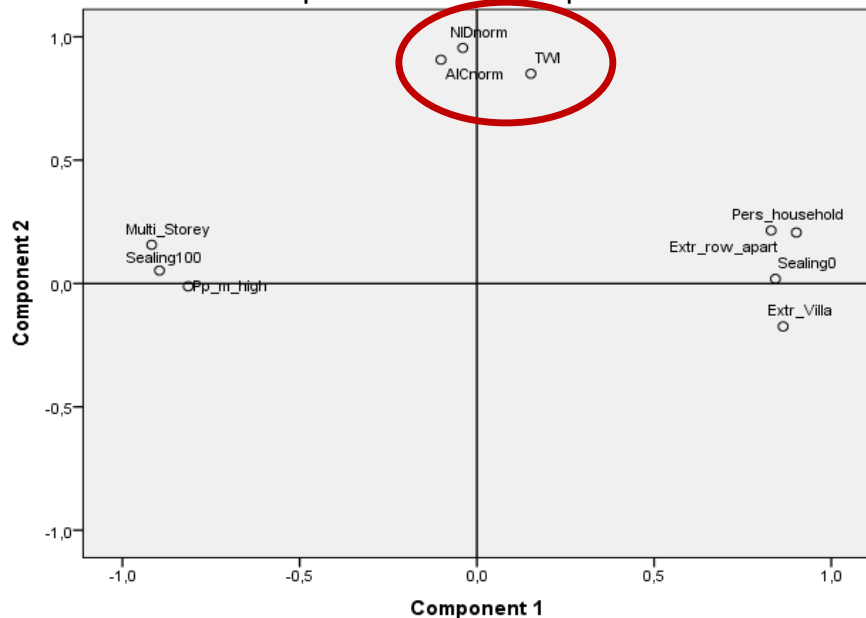
- Topografi
- Socioekonomiska/demografiska faktorer
- Markanvändning/marktäck
- Byggnadstyp

Metod: Principalkomponentanalys (PCA), linjär regression

AVRslope	Lutning i % (Average slope in %)
TWI	Topografisk wetness index (TWI)
Max_Elevation	Maximal höjd i m (Maximum elevation in m)
Min_Elevation	Minimal höjd i m (Minimum elevation in m)
Age	Befolkningens ålder i 7 klasser (ålder 0-6; 7-15; 16-19; 20-24; 25-44; 45-64 and 65+) (Age)
Pers_household	Personer per hushåll (Persons per household)
PP	Hushållens köpkraft, fördelat på 4 klasser (låg, medel låg, medel hög och hög) (Purchasing Power categories (low, medium-low, medium-high and high))
Multi_Storey	Andel flerfamiljhus (Percentage multi-story dwelling)
Villa	Andel småhus friliggande (Percentage villa)
Linked_house	Andel kedjehus (Percentage linked house)
Apartment_house	Andel småhus med flera lägenheter (Percentage Apartment house)
Row_house	Andel radhus (Percentage Row house)
Sealing100	Andel hårdgjord yta kategori (100 %) i % (Surface sealing100)
Sealing50	Andel hårdgjord yta kategori (50%) i % (Surface sealing50)
Sealing0	Andel hårdgjord yta kategori (0%)=grönområden i % (Surface sealing0)
NIDnorm	Normaliserade antal (översvämnings)-försäkringsskador per församling (Number of Insurance Damages, normalized)
AICnorm	Normaliserade totala skadesumman per församling (Amount of Insurance Compensation, normalized)

Studie 2: Resultat

Component Plot in Rotated Space



Komponenttdiagram för variabler för andel hårdgjorda ytor, byggnadstyp, TWI, socioekonomi och översvämningsskador.

	PC 1	PC 2
Multi_Storey	-0.918	
Extr_row_apart	0.901	
Sealing100	-0.896	
Extr_Villa	0.864	
Sealing0	0.842	
Pers_household	0.830	
Pp_m_high	-0.815	
NIDnorm		0.955
AICnorm		0.907
TWI		0.850
Percentage of variance explained (%)	53	26

Loadings för variabler för mark, byggnadstyp, socioekonomi och översvämningsskador.

TWI – topographic wetness index (markfuktighetsindex)- beskriver ett områdes förmåga att ackumulera vatten, bestäms av lutningen och det lokala tillrinningsområde.

Hur påverkar topografi, bebyggelse, och socioekonomiska aspekter skador till följd av intensivt regn?

- TWI enda variabeln med ett geografisk samband till skadevariablerna, sambandet linjärt
- Pearsons korrelationskoefficient 0,68 för antal skador och på 0,63 för skadesumman
- Linjär regressionsmodell förklarar 41% resp 34% av variansen i skadevariablerna

Slutsatser

- Stora regnmängder under en timme i kombination med korta perioder med extrem intensitet orsakar skadorna
- På 68% av dagarna med max timnederbörd > 10 mm uppträder skador
- Skadorna ökar icke – linjärt med regnintensiteten (potens- eller exponentialfunktion)
- Topografi (topographic wetness index) en viktig faktor
- Försäkringsdata är en bra proxy för översvämningsskador

SPLASH - Geodata

Nederbördsdata (SMHI)

- Radardata
- 5 minuter temporal upplösning = 288 bilder/dygn
- Rumsig upplösning: 2km

Skadedata (Länsförsäkringar Jönköping)

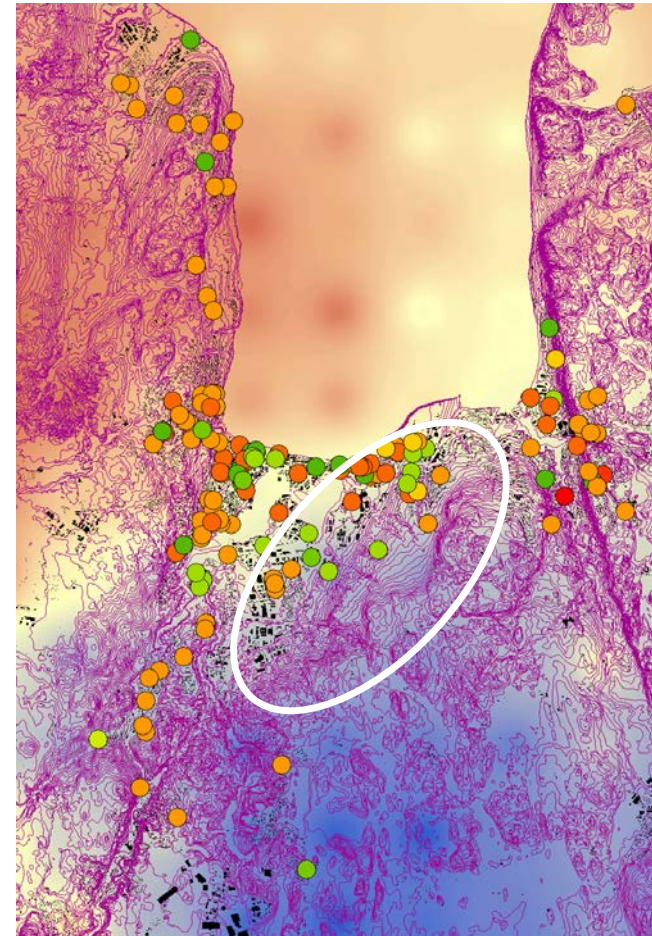
- 164 fastigheter totalt
- 40 skadade byggnader i samband med skyfallet 2013-07-26
- Försäkringstyp (villa, villa-hem...), skadekostnad, skadeorsak, årspremie

Byggnadsdata (Jönköpings kommun)

- Byggnadsålder och ombyggnadsår

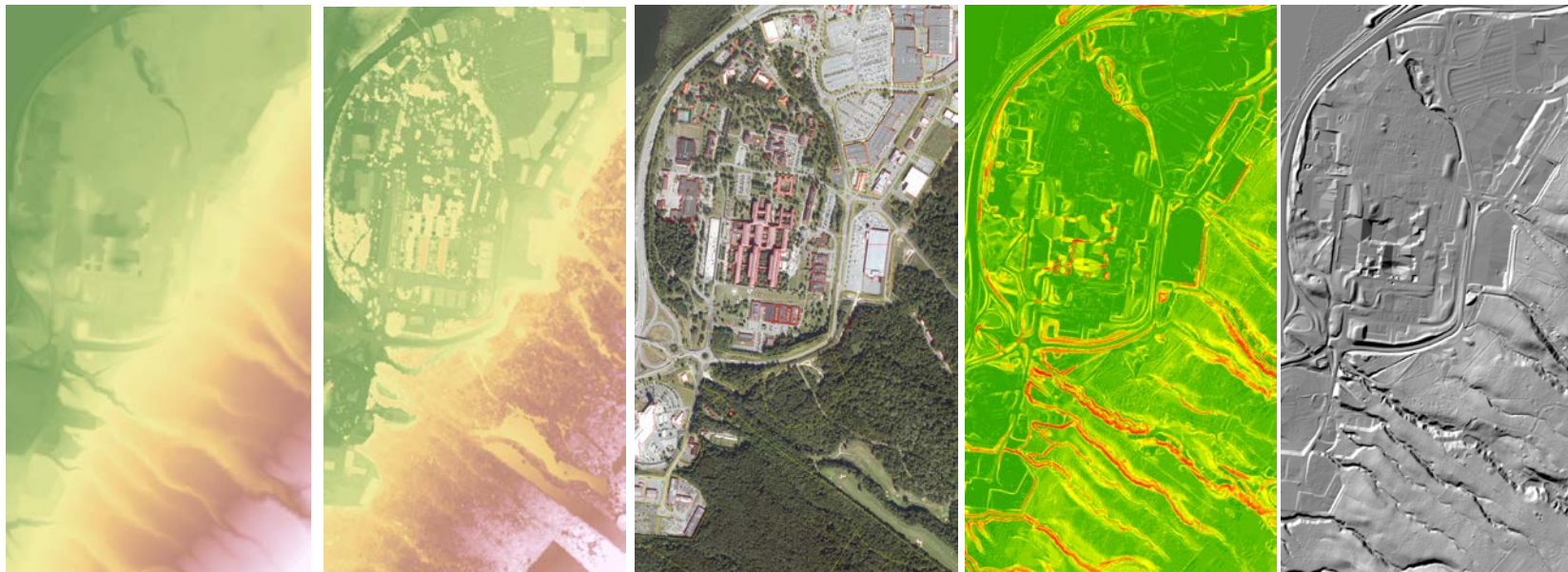
Egen komplettering

- Antal våningar/källare/kort fr. Google Street view/Eniro



Metria

- Byggnadstyp, funktion och ändamål för alla byggnader i studieområdet (ca 57.000)
 - Taxeringsvärde (mark + byggnad) för alla fastigheter samt byggår och om/tillbyggnadsår för samtliga byggnader
- > Matchning mellan fastighetsvärde och byggnad pågår



Lantmäteriet

- Marktäckedata
- Höjddata (DEM) NNH (2m) höjdnoggrannhet 5 cm
- Höjddata (DSM) NNH (2m) höjdnoggrannhet 40 cm
- Ortofoto

Ännu mer data: Marktäcke, byggnadsyta, -höjd, och volym

Topographic Wetness Index

$$\ln\left(\frac{a}{\tan \beta}\right)$$

" a = upslope contributing area per unit contour;
 $\tan \beta$ = local slope angle"



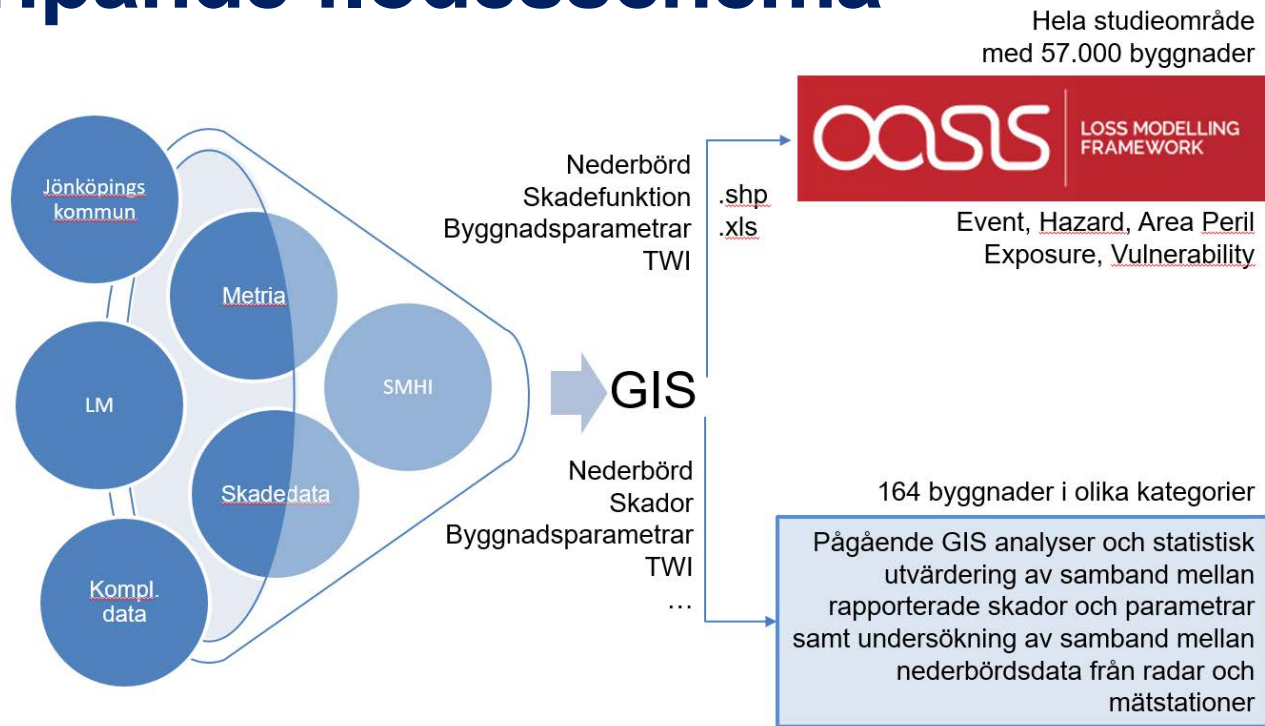
Beskriver en rastercells sannolikhet att ackumulera vatten, dvs lokala lågpunkter, sänkor, flodbassäng etc.

Beräknad på 2m DEM och DSM med script:
Topographic Wetness Index
2013-11-12 Jeffrey Wolf (EEB);
G. Andrew Fricker (GEOG)
UCLA

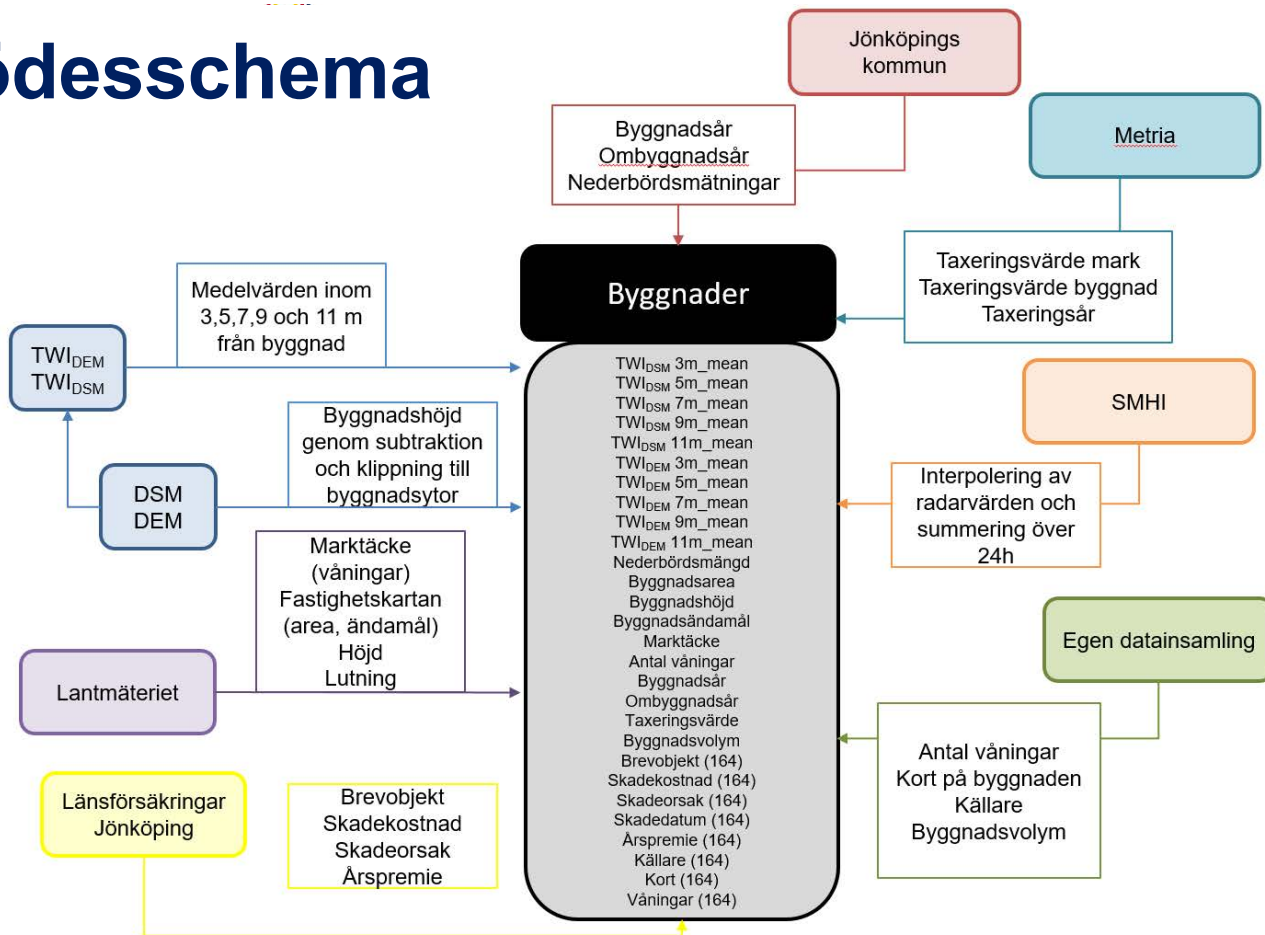
Alternativ till komplexa hydrologiska modeller?

Beven, K. J. and Kirkby, M. J. (1979). "A physically based, variable contributing area model of basin hydrology". Hydrological Science Bulletin. 24(1):43–69. doi: [10.1080/02626667909491834](https://doi.org/10.1080/02626667909491834).

Övergripande flödesschema



GIS flödesschema



Resultat – Samband mellan skador och olika parametrar

Korrelation med variabler (**alla** byggnader, **oberoende** av nederbörd) (PCC)

Skador korrelerar med

- **Årspremie (0,31)**
- **Antal våningar (0,25)**
- Marklutning (0,20)
- Byggnadsändamål (0,19)
- Marktäcke (0,14)

Andra faktorer som taxeringsvärde, byggår, markhöjd, källare, TWI verkar inte spela en viktig roll.

Jämförelse TWI	Skadade byggnader (164)	Alla byggnader (57 408)
TWI DSM aggregerad (3-11m)	2,60	2,68
TWI DEM aggregerad (3-11m)	4,56	4,15

Resultat – Skyfall 26/07-13

Korrelation med variabler (PCC)

Villor (14)

- Marklutning (0,67)
- Byggnadsvolym (0,60)
- Årspremie (0,41)
- Nederbörd radar (0,26)
- Taxeringsvärde Byggnad (0,23)

Korrelation av skadesummor med variabler (PCC)

40 byggnader av olika slag

Skador korrelerar med

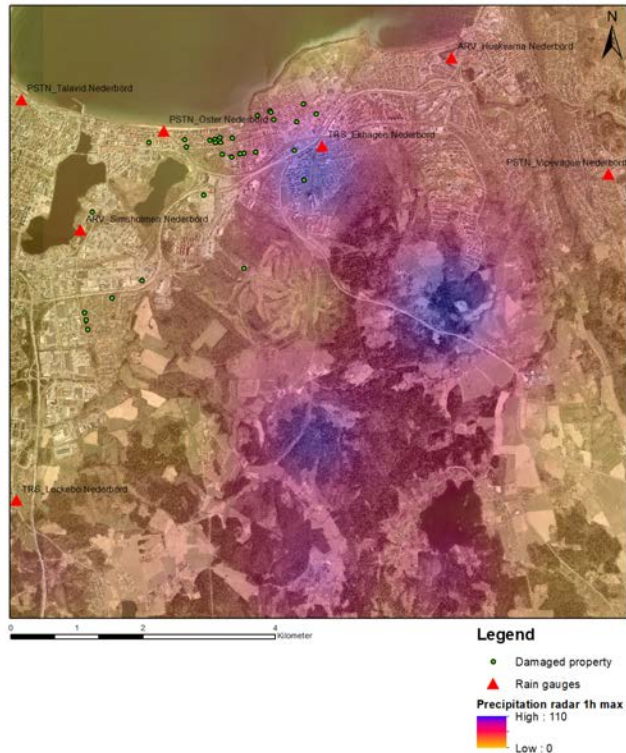
- Marklutning (0,71)
- Årspremie (0,52)
- Marktäcke (0,27)
- Byggnadsändamål (0,25)
- Antal våningar (0,19)
- Byggår (0,15)

Jämförelse med närliggande byggnader (TWI, slope, byggnadsvolym):

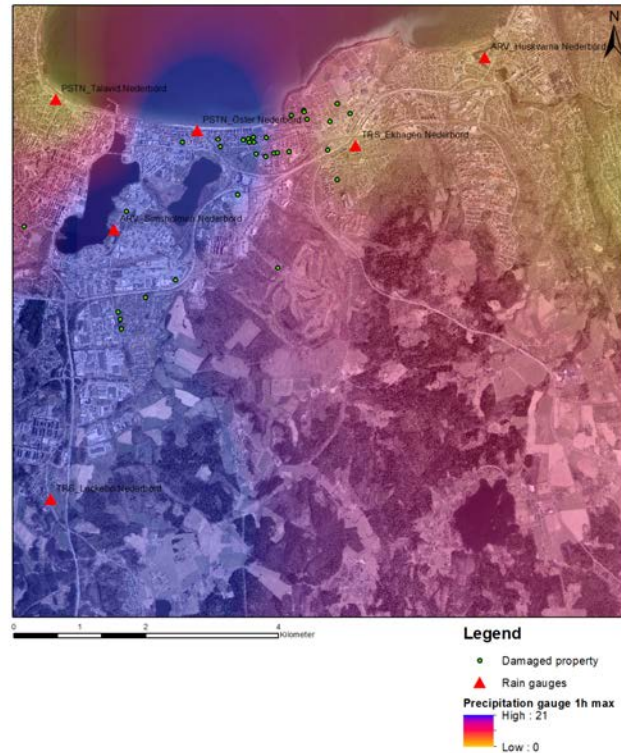
- Enda nämnvärda avvikelser är lutning:
 - 2,17 grader (skadade villor)
 - 3,53 grader (kringliggande oskadade byggnader)

Nederbörd, max 1h ackumulation

Daily hourly maximum precipitation 2013-07-26
measured by ground radar



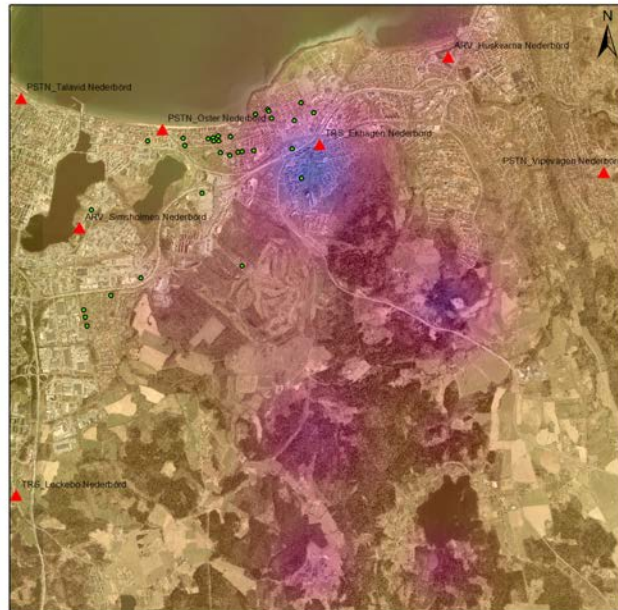
Daily 1h maximum precipitation 2013-07-26
measured by rain gauge



Maximal nederbörd
över skadade
fastigheter (genomsnitt
över 40 byggnader)
Regnmätare: **11 mm/h**
Radar: **19 mm/h**

Nederbörd, max 5-min ackumulation

Daily 5 min maximum precipitation 2013-07-26
measured by ground radar

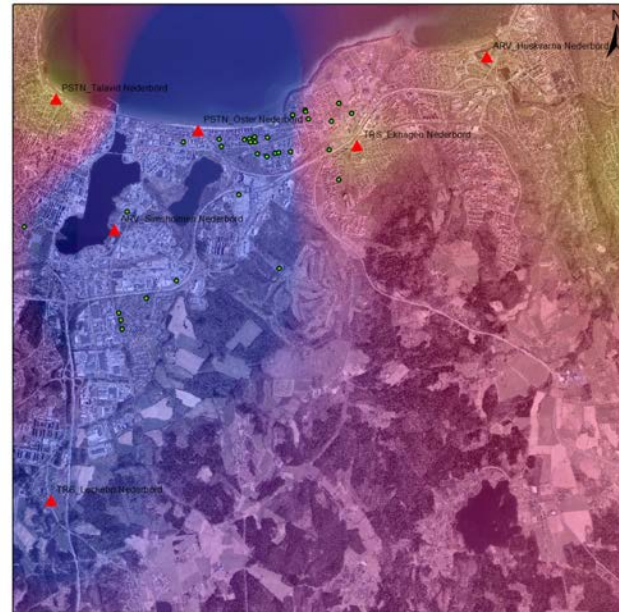


Legend

- Damaged property
- ▲ Rain gauges

Precipitation radar 1h max
High : 26
Low : 0

Daily 5 min maximum precipitation 2013-07-26
measured by rain gauge



Legend

- Damaged property
- ▲ Rain gauges

Precipitation gauge 5min max
High : 9
Low : 0

Maximal nederbörd över
skadade fastigheter
(genomsnitt över 40
byggnader)

Regnmätare: 5 mm/ 5min

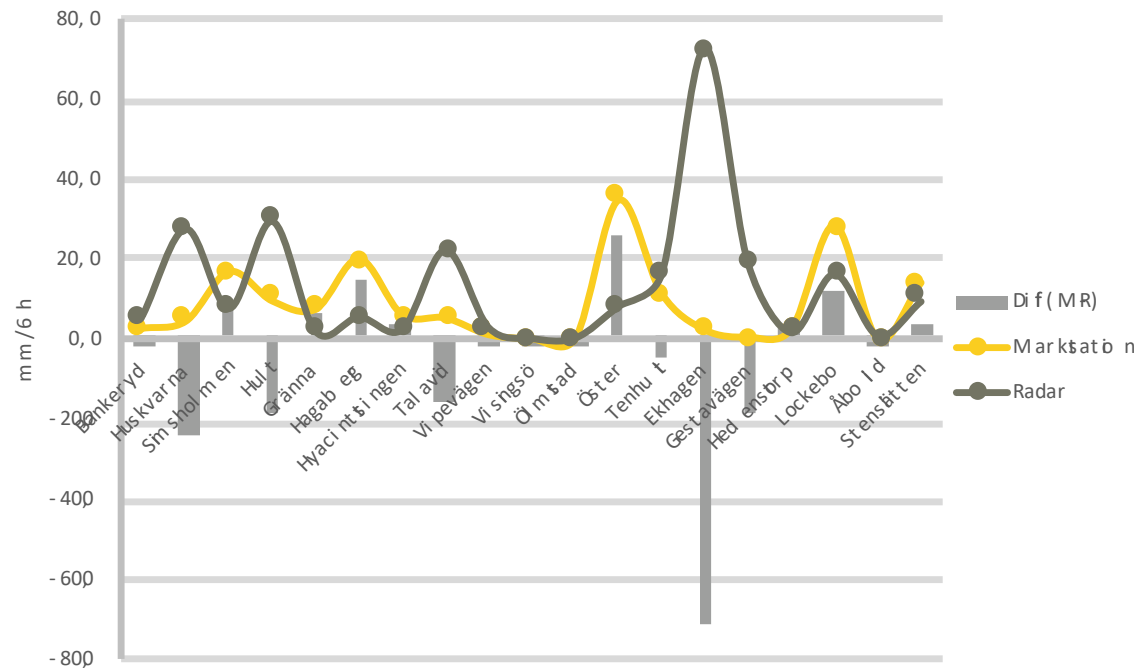
Radar: 5 mm/5min

Jämförelse nederbördsdata, 6h ackumulation

19 stationer 2013-07-26 kl 03 till 09: Radar mäter ca 33 % mer nederbörd

Radar: 248 mm/6h

Markstationer: 166 mm/6h



	Markstation (mm/6 h)	Radar (mm/6 h)
1 Bankeryd	2,6	5,9
2 Huskvarna	4,4	27,4
3 Simsholmen	16,8	7,5
4 Hult	9,4	29,3
5 Gränna	7,4	1,8
6 Hagaberg	20,0	5,4
7 Hyacintstingen	6,0	2,3
8 Talavid	5,2	22,2
9 Vipevägen	1,0	2,8
10 Visingsö	0,0	0,0
11 Ölmstad	0,0	0,1
12 Öster	34,6	8,0
13 Tenhult	11,3	16,1
14 Ekshagen	2,2	72,7
15 Gestavägen	0,4	18,8
16 Hedenstorp	2,4	1,5
17 Lockebo	28,4	16,2
18 Åbolid	0,0	0,8
19 Stenslätten	14,0	9,3
sum	166,1	248,0

Diskussion

- Dataunderlaget, dataset är liten (många unika kombinationer)
- Typ av skador (byggnadsskada, skadat lösöre och hur vattnet kom in i byggnaden)
- Inte alla byggnader försäkrad hos LF – försvårar jämförelse mellan skadat och icke skadat byggnad
- Vad bidrar till skador (tillrinning av regnvatten)
- Kvalité regndata – vilka nederbördsvärden stämmer bättre? Radar eller markstationer?
- Förklarar lutning skador bättre än TWI?
- Kan regnintensitet och lokal topografi förklara skador orsakat av översvämning?

The Road Ahead... och det som pågår just nu

- Analys av sambanden mellan parametrar och skador (PCA, multivariata korrelations-/regressionsanalyser)
- Fortsatt arbete med nederbördsdata

Jämförelse med Dinos resultat

Utveckling av skadefunktion för katastrofmodelleringsbiten (Daniel)

Test av andra faktorer som kunde påverka:

- Hårdgjorda ytor
- Hydrologiska data tex avrinningsområden, grundvattennivåer, utjämningsmagasin (SMHI)
- Geofysiska parametrar som berggrund/bergarter/jordlager (infiltrationskapacitet) (SGU)
- Byggnadsinformation tex material (bygglovsarkiv), lösöre genom kvalitativa studier (intervjuer)
- Socio-ekonomisk statistik (SCB)

Tack!

Barbara Blumenthal och Jan Haas

Centrum för klimat och säkerhet

Karlstads universitet

