

Skyfall i Örebro län

En analys av inträffade skyfall och
anpassning inför ett förändrat klimat



Länsstyrelsen
Örebro län

Publ. nr 2011:36

Information

Omslagsfoto: Daniel Bergdahl, Länsstyrelsen (i Örebro län)

Titel: Skyfall i Örebro län. En analys av inträffade skyfall och anpassning inför ett förändrat klimat.

Utgivare: Länsstyrelsen i Örebro län

Projektledare/Redaktör: Daniel Bergdahl och Maria Rydstedt

Beställningsadress: Länsstyrelsen i Örebro län, 701 86 Örebro

Tfn växel: 019-19 30 00

E-post: orebro@lansstyrelsen.se

Kontaktperson: Daniel Bergdahl,
Tfn 019-19 39 75
e-post: daniel.bergdahl@lansstyrelsen.se

Copyright: © Länsstyrelsen i Örebro län 2011

Förord

Extrema väderhändelser väntas i framtiden bli allt vanligare, och troligen kommer skyfallen bli kraftigare och öka i antal i ett framtida förändrat klimat. Redan idag har många tätorter men även jordbruket svårt att hantera skyfall med omfattande skador som följd. Rapporten beskriver flera inträffade skyfall som drabbat Örebro län och vilka skador de har medfört. Rapporten belyser även goda exempel och möjliga åtgärder som är relevanta för myndigheter och verksamheter för att skapa ett säkert och trivsamt samhälle. Fokus ligger på hur vattenavledningens svagheter vid kraftiga flöden kan uppvägas och vilken betydelse de gröna och blå strukturerna har för att minimera samhällets sårbarhet vid skyfall.

Undersökningen och rapportskrivandet har utförts av Maria Rydstedt som en del i hennes praktikperiod på Länsstyrelsen i Örebro län.

Örebro, november 2011



Peder Eriksson

Enhetschef för Vattenenheten,
Länsstyrelsen i Örebro län

Innehållsförteckning

Sammanfattning	4
1. Inledning	5
1.1 Klimatanpassning.....	5
2. Nederbörd Örebro län	6
2.1 Dagens nederbörds klimat	6
2.2 Framtidens nederbörds klimat	8
3. Skyfall	10
3.1 Skyfallens konsekvenser.....	10
3.2 Ekonomiska konsekvenser av skyfall	11
3.3 Tidigare inträffade skyfall i länet	12
3.3.1 Skyfall 2006	12
3.3.2 Skyfall 2010	13
3.3.3 Skyfall 2011	14
3.4 Sammanfattande intryck av tidigare skyfall i Örebro län	14
4. Anpassning av samhället inför framtida skyfall	16
4.1 Vattenledningssystemen	17
4.2 Samhällets gröna och blå strukturer.....	18
4.3 Anpassning av ny och befintlig bebyggelse.....	19
4.4 Exempel på vidtagna åtgärder	20
4.4.1 Örebro kommun.....	20
4.4.2 Hallsbergs kommun	21
4.4.3 Malmö kommun	22
4.4.4 Stockholms kommun	22
5. Källförteckning	24
Bilagor	26
Bilaga 1	26

Sammanfattning

Örebro län har under senare år fått uppleva flera skyfall och konsekvenserna av dessa har varit flera. Samhället har redan idag besvär att hantera så här stora regnmängder vilket leder till konsekvenser för flera samhällsviktiga funktioner såsom vatten- och avloppsnät samt eldistribution och kommunikationer. I takt med att klimatet förändras väntas påfrestningarna i framtiden öka ytterligare då skyfallen beräknas bli allt fler och öka i intensitet.

Problematiken med skyfall är att de har visat sig ha en omfattande påverkan på urbana områden genom att översvämma platser som annars inte anses vara översvämningsbenägna. I dessa områden sker avrinningen främst från hårdgjorda ytor vilket ställer höga krav på vattenavledningen i området. Ledningssystemens dimensioner är av betydelse för uppkomsten av översvämnningar i samband med skyfall och dessa är inte anpassade för de extrema flöden som kan uppstå.

I Örebro län väntas den årliga nederbörden att öka med 10-20 procent till år 2100. Kostnaderna till följd av skyfall kan uppgå till mångmiljonbelopp årligen då vägar och bebyggelse skadas. För att kunna hantera konsekvenserna som skyfallen ger upphov till är det därför viktigt att myndigheter arbetar aktivt med att anpassa samhället. Klimatanpassning är ett viktigt steg som kräver stora insatser från kommuner, landsting och regioner vid planering av ny verksamhet och bebyggelse. Det är viktigt att myndigheter identifierar områden som har drabbats tidigare och som utgör riskområden för att lämpliga förebyggningssåtgärder ska kunna vidtas. Beslutsfattare måste framförallt prioritera hur dagvattnet ska hanteras, urskilja områden som inte är känsliga och som kan hantera ett ökat vattenflöde för att konsekvenserna ska kunna begränsas.

1. Inledning

Kortvariga och intensiva regnskuror, så kallade skyfall, är ett naturligt förekommande fenomen, precis som översvämningar, jordskred och erosion. Sverige har i jämförelse med övriga Europa varit förhållandevis förskonat från den här typen av naturhändelser, men klimatet förändras och troligtvis kommer antalet skyfall att öka i framtiden. Samhället har redan idag svårigheter att hantera skyfall, och i framtiden väntas påfrestningen öka ytterligare om skyfallen blir allt fler och ökar i intensitet. Det är därför viktigt att anpassa samhället så att negativa konsekvenser förebyggs. Planering av infrastruktur och andra samhällsviktiga funktioner behöver ta hänsyn till effekterna av skyfall för att ett hållbart och robust samhälle ska kunna byggas.

Örebro län har under det senaste decenniet upplevt ett flertal skyfall som har medfört kostsamma konsekvenser för de områden som drabbats, se figur 1. Syftet med den här rapporten är att kartlägga omfattningen av skyfall som har drabbat länet med förhoppning att identifiera eventuella problem och risker som kan vara viktiga att ta hänsyn till i framtiden.

Den här rapporten fokuserar på effekterna av skyfall. Konsekvenser från mer ihållande regn eller översvämningar orsakade av snösmältning tas inte upp.



Figur 1. Översvämning i Lindesberg efter ett skyfall i juli 2010 (Foto: Jens Råberg).

1.1 Klimatanpassning

Under de senaste åren har Sverige fått uppleva flera extrema väderhändelser. Konsekvenserna av dessa händelser har vid ett flertal tillfällen orsakat omfattande skador på samhällsviktiga funktioner såsom vatten- och avloppsnät samt eldistribution och kommunikationer. Till följd av detta arbetar myndigheter mer aktivt med att anpassa samhället mot de klimatförändringar som inte längre går att undvika och som

redan idag påverkar oss. Klimatanpassning handlar således inte om åtgärder för att minska klimatförändringarna utan det innebär åtgärder för att anpassa samhället för nya förutsättningar som ett förändrat klimat ger upphov till. (Se figur 2)

Begreppet klimatanpassning definieras olika beroende på inom vilken sammanhang det används. Boverket föreslår i sin rapport, *Klimatanpassning i planering och byggande – analys, åtgärder och exempel* från 2010, att klimatanpassning ska delas in i två perspektiv. Det ena perspektivet utgår från risk och sårbarhet och fokus ligger på att förebygga och minimera de negativa effekter som naturkatastrofer kan medföra. Till exempel måste samhället anpassas så att sårbarheten vid intensiva skyfall begränsas. I det andra perspektivet är det inte enbart minimeringen av de negativa effekterna som prioriteras utan även fördelarna med klimatförändringarna är av stor betydelse. Det handlar om att utnyttja möjligheterna som uppstår när exempelvis växtsäsongen blir längre.



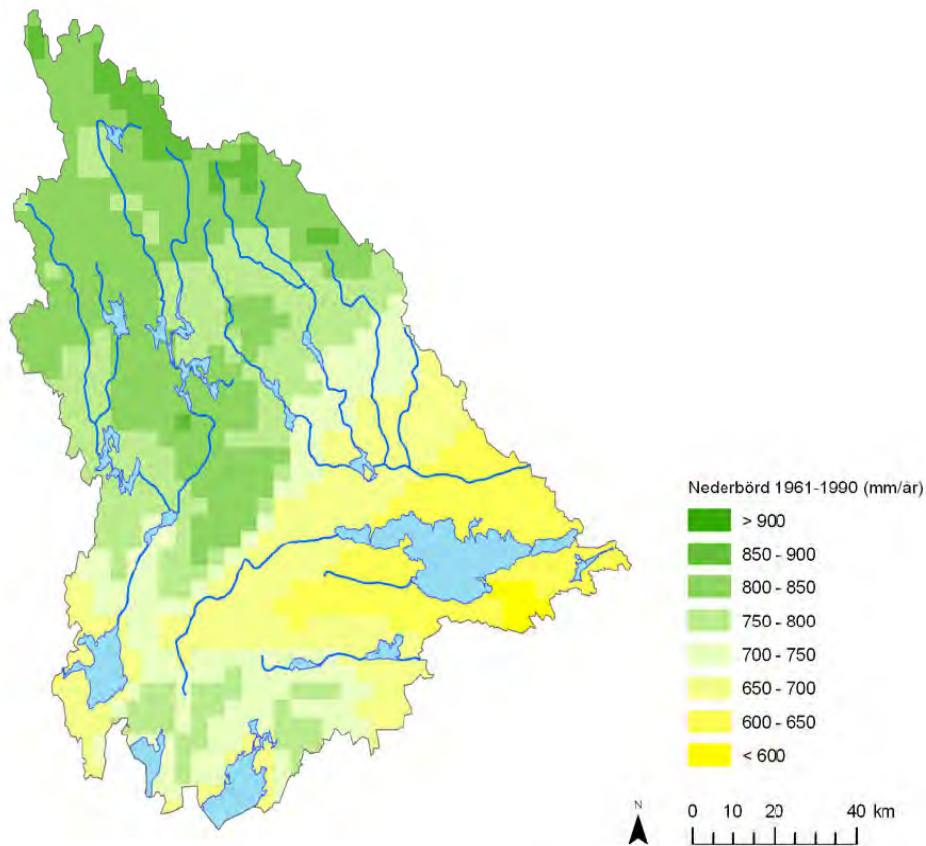
Figur 2. Slamström och översvämning i Brevens Bruk efter skvfall 2006 (Foto: Gunnar Hadders).

Klimatanpassning kräver stora insatser från kommuner, landsting och regioner vid planering av ny verksamhet och bebyggelse. Fokus bör ligga på utformning och anpassning för de nya förutsättningarna. Befintlig bebyggelse bör anpassas på bästa sätt för att kunna stå emot extremare väder såsom kraftiga skyfall. Det är viktigt att myndigheter identifierar områden som har drabbats tidigare och som utgör riskområden för att förebyggande åtgärder ska kunna vidtas. I avsnitt 4 redovisas exempel på hur samhället kan anpassas för att kunna hantera konsekvenserna till följd av intensiva skyfall.

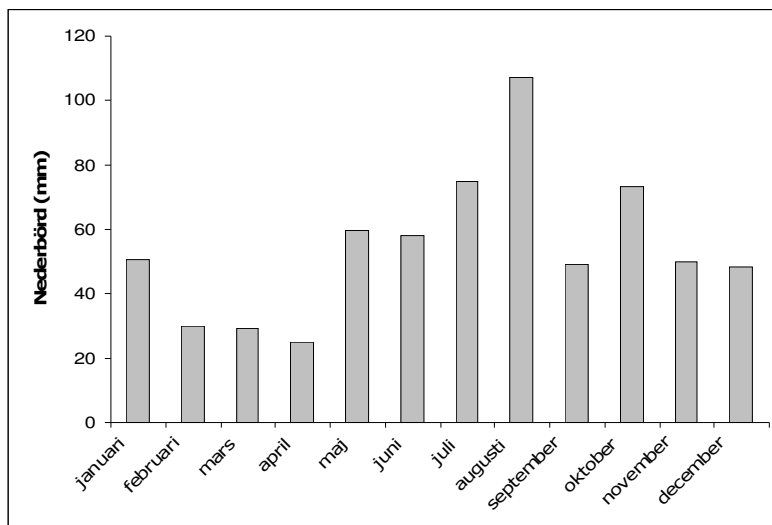
2. Nederbörd Örebro län

2.1 Dagens nederbörds klimat

Örebro län har, trots sin ringa storlek, mycket varierande naturtyper. Länets östra och centrala delar kännetecknas av låglänt uppodlat slättlandskap, medan de höglänta områdena i sydost, sydväst och norr domineras av barrskog. Årsnederbörden i länet varierar mellan 600-900 mm, se figur 3. Nederbörds mängden ökar i regel med stigande höjd vilket medför att länets höglänta områden generellt har en högre årsnederbörd jämfört med de låglänta slättlandskapen. De största regnmängderna faller framförallt under juni till september, se figur 4.

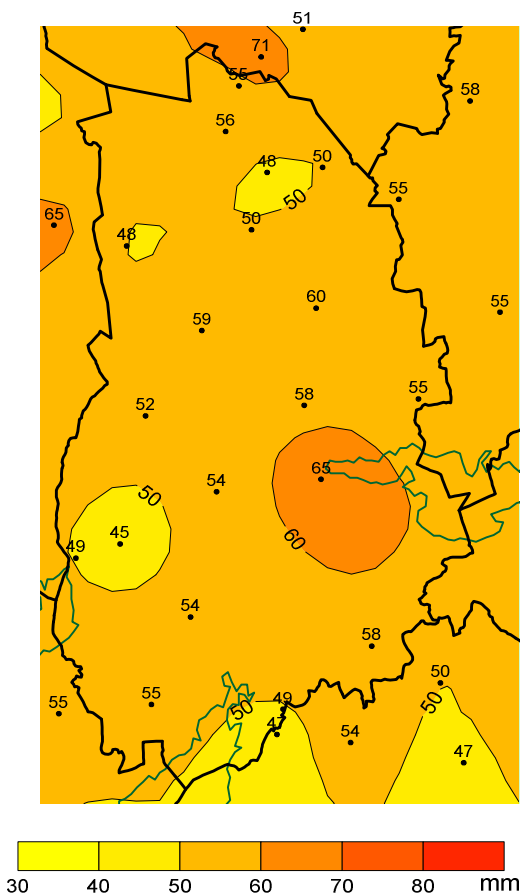


Figur 3. Årsmedelnederbörd år 1961-1990, Örebro län (Källa: SMHI).

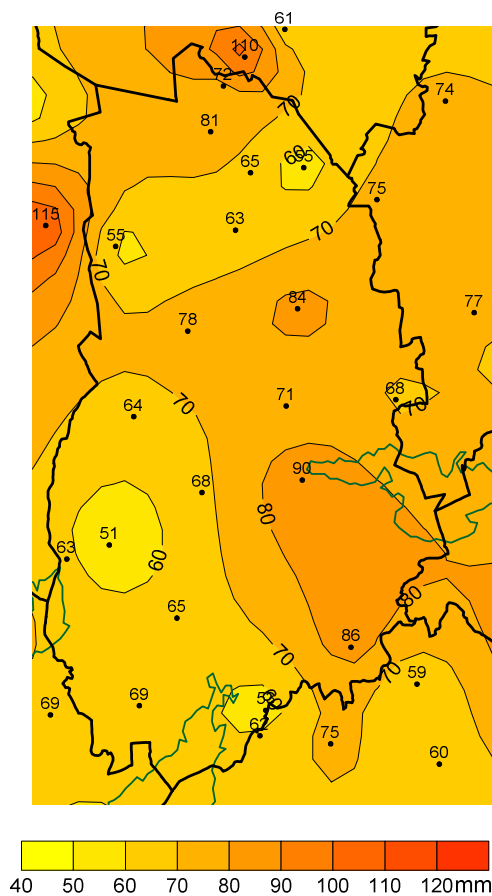


Figur 4. Medelnederbörd under 2004-2008 i Örebro stad. Sammanställningen bygger på data från SMHI:s väderstationer.

I figur 5 och 6 framgår högsta nederbördsmängder under ett dygn med en återkomsttid på 20 respektive 100 år i Örebro län. Ett skyfall som har en återkomsttid på 100 år återkommer vanligtvis en gång på 100 år, se tabell 1. Beräkningarna som gjorts av SMHI bygger på dagliga observationer under åren 1961-2010. Det förekommer dock vissa osäkerheter, dygnsnederbörden blir något underskattad då avläsningarna är gjorda vid fasta tidpunkter under dygnet. Att beräkna återkomsttid 100 år utifrån mätdata från 25 år leder också till vissa osäkerheter. Figur 5 ger trots det en uppskattning av hur stora mängder det kan röra sig om.



Figur 5. Dygnsnederbörd (mm) med 20 års återkomsttid (Källa: SMHI).



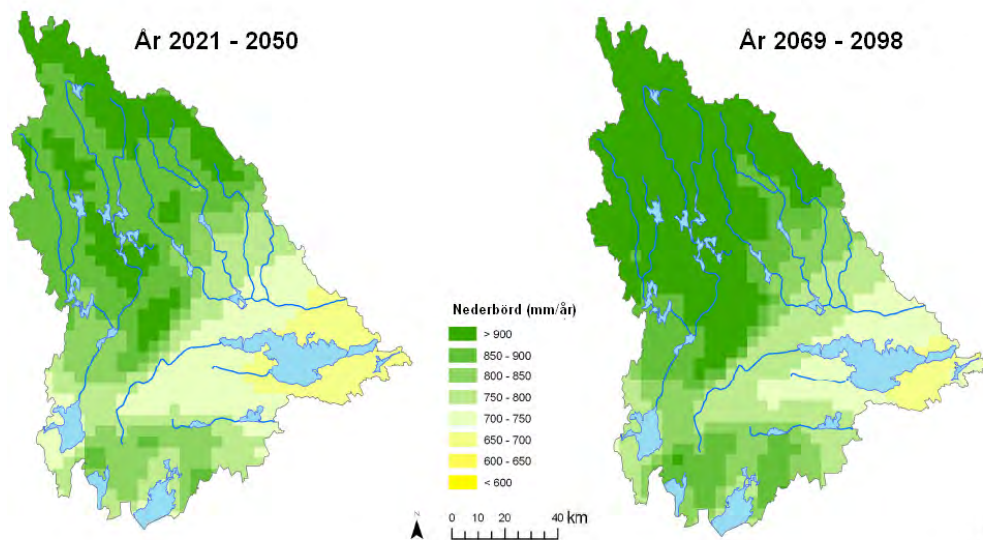
Figur 6. Dygnsnederbörd (mm) med 100 års återkomsttid (Källa: SMHI).

Tabell 1. Medelvärden för korttidsnederbörd (mm) i Sverige (Källa: SMHI).

Varaktighet	Återkomsttid			
	2 år	10 år	50 år	100 år
15-min	8,7	13,1	17,6	19,6
30-min	11,7	18,0	24,7	27,8
60-min	14,5	22,2	30,7	34,6
12-tim	32,0	44,7	57,0	62,2
24-tim	38,6	53,4	67,3	73,1

2.2 Framtidens nederbörds klimat

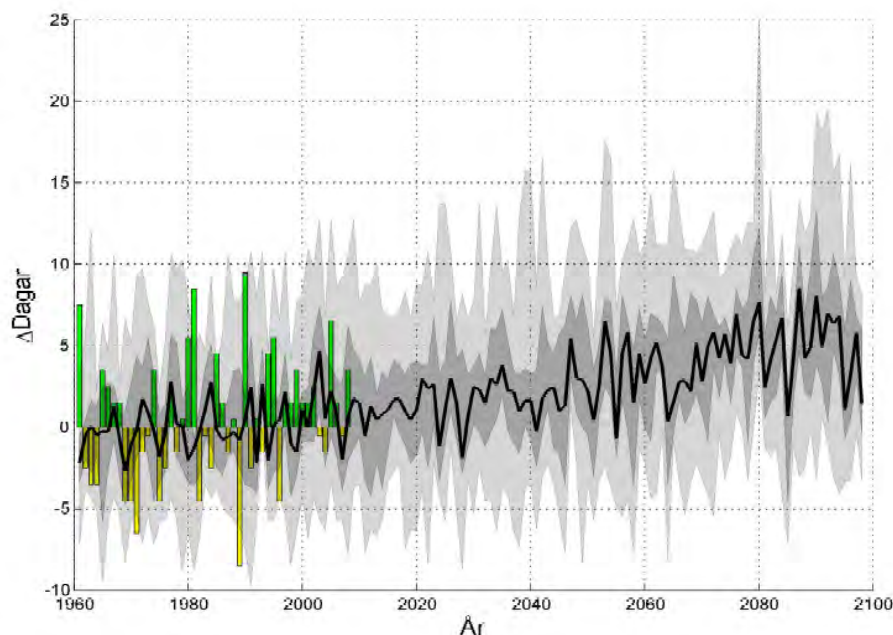
I Örebro län väntas den årliga nederbörden öka med 10-20 procent fram till år 2100. Störst ökning väntas under vinterhalvåret. Generellt kommer hela länet att påverkas, men även i framtiden väntas nederbördsmängderna vara högst i de höglänta områdena i norr, se figur 7.



Figur 7. Prognos för framtida årsnederbörder i Örebro län (Källa: SMHI).

De extrema skyfallen har under de senaste decennierna ökat i antal. En analys av nederbörden mellan 1961 och 2005 visar samtidigt att den största dygnsnederbörden i genomsnitt har stigit med tio procent och ökningen väntas fortsätta även i framtiden. I dagsläget finns det inte någon sammanställning av klimatscenarioer för framtida utveckling av skyfall för Örebro län. För Stockholms län har dock SMHI gjort ett antal klimatscenarioer. Enligt dessa väntas antalet dygn med nederbördsmängder större än 10 mm att öka i framtiden, se figur 8.

När det gäller beräkningar av framtida skyfall förekommer det stora osäkerheter. Det är dock troligt att antalet skyfall kommer att öka med 20 procent under det kommande seklet.



Figur 8. Spridningen av antalet dygn med dygnsnederbörd >10 mm baserat på SMHI:s samtliga klimatscenarioer i jämförelse med referensperioden 1961-1990. Nederbörden är beräknad för hela Stockholm och en nederbörd på 10 mm på en sådan yta motsvarar ett kraftigt regn. Historiska mätningar redovisas som staplar där de gröna är positiva avvikelser från referensperiodens medelvärde medan de gula motsvarar negativa avvikelser. Den svarta linjen anger medianvärdet. Skuggningarna anger spridningen uppdelat i 75:e percentilen och 25:e percentilen. (Källa: SMHI)

3. Skyfall

Uttrycket skyfall används för nederbördsmängder som är korta och intensiva. Enligt Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) rör det sig i regel om mer än en millimeter per minut. Nästintill alla skyfall inträffar under sommarmånaderna och det är vanligt att kraftig nederbörd faller i samband med åska. Eftersom dessa skurar har en liten geografisk spridning blir det ofta lokala områden som drabbas. Den här typen av regn har visat sig ha en omfattande påverkan på urbana områden som annars inte anses vara översvämningsbenägna. I dessa områden sker avrinningen främst från hårdgjorda ytor vilket ställer höga krav på vattenavledningen i området.

Ledningssystemens dimensioner är av betydelse för uppkomsten av översvämningsar i samband med skyfall. Dessa är ofta inte anpassade för de extrema flöden som kan uppstå, se figur 9. Ett annat problem med dessa kraftiga regn är att deras förekomst är relativt slumpmässig. Det är svårt att förutsäga exakt vilka områden som kommer att drabbas.

Den högsta dygnsnederbörden som har registrerats av SMHI:s stationer vid ett skyfall i Sverige uppmättes i Fagerheden i Norrbotten där 198 mm föll 28 juli 1997. Från Daglösen i Gullspångsälvens avrinningsområde uppmättes den största nederbördsmängden under 15 minuter den 5 juli 2000. Då registrerades en nederbördsmängd på 40,2 mm, vilket kan betraktas som en ovanlig händelse med en statistisk återkomsttid större än 100 år, se tabell 1. Större nederbördsmängder än de ovan har dock uppmätts av andra mätstationer. I Karlaby i Skåne uppmättes till exempel 237 mm 6 augusti 1960 och i Fulufjället i Dalarna föll det 276 mm den 30-31 augusti 1997. Den högsta dygnsnederbörden som har uppmätts i Örebro län uppkom i samband med ett kraftigt skyfall år 2006 då 145,5 mm föll vid SAKAB utanför Kumla.

3.1 Skyfallens konsekvenser

Effekterna av ett klimat med intensiv nederbörd är flera. De mest påtagliga är materiella skador på infrastruktur, framförallt transportsystemen. I samhället finns det grupper som är särskilt sårbara vid katastrofer, gamla, sjuka och handikappade har ett stort behov av extra tillsyn och hjälp.

Översvämmade och skadade vägar kan försvåra arbetet att nå ut till nödställda. (Se figur 10)



Figur 9. Översvämningsar på Phragménsvägen i Örebro, juni 2011 (Foto: Johan Henriksson).



Figur 10. Översvämningsar på Rudbecksgatan i Örebro efter skyfall, cirka 50-tal (Foto: Örebro läns museum).

Skador på fastigheter, framförallt låglänta bostäder, är ett återkommande problem när områden översvämmas eller när trycket på ledningssystemen blir så högt att vattnet istället kommer upp i källarbrunnar. I takt med att skyfallen blir fler kan antalet fuktskador på byggnader bli allt vanligare. Människor kommer därmed att utsättas för en ökad exponering från fuktskadat byggnadsmaterial och mögelsporer, i värsta fall kan bostäder bli obrukbara. I rapporten, *Klimatförändring och hälsorelaterad miljöövervakning*, som tagits fram på uppdrag av Naturvårdsverket 2009, framgår det att risken att få astma och luftvägsproblem ökar med 30 till 50 procent i hus som är fuktskadade, trots att mögelallergi är relativt ovanligt.

Höga flöden till följd av skyfall bidrar till att läckage från avloppsledningsnät och markerosion lättare uppstår. Läckage från avloppsledningsnätet in i dricksvattensystem kan direkt leda till mag- och tarmsjukdomar genom att människor exponeras för sjukdomsframkallande organismer och tarmbakterier som finns i avloppsvattnet. Sjukdomsframkallande organismer från kreatur och avloppsvatten drabbar främst enskilda brunnarna som är relativt ytligt placerade, vilket gör dem känsligare mot yttre påverkan. Sker läckage av avloppsvatten till yt- eller grundvattnet kan det ökade mängden organiskt material indirekt öka bakteriehalten i vattnet. Sjöar och vattendrag är känsliga för läckage av näringsämnen och humus vilket kan leda till algblooming och ökade bakteriehalter. Vattnet kan också förorena till exempel grönsaker om det används till bevattning vilket vållar problem om grönsakerna sedan intas råa eller otvättade.

För jordbruket kan ett varmare klimat medföra vissa fördelar då man får möjlighet att odla andra grödor och chansen till högre avkastning ökar med stigande koldioxidhalter. Intensivare regn och översvämningar bidrar dock troligtvis till att skördeskador kommer att öka, vilket kan medföra stora ekonomiska förluster för lantbrukarna, se figur 11.



Figur 11. Översvämmad potatisåker i Lanna år 2000 (Foto: Okänd).

3.2 Ekonomiska konsekvenser av skyfall

I en rapport från MSB beskrivs de ekonomiska konsekvenserna som uppstår till följd av skyfall. Skadesummorna som uppstår i samband med skyfall är relativt låga vid jämförelse med andra scenarier som till exempel bränder. Problemet med skyfall är däremot att sannolikheten att samma plats eller område drabbas flera gånger är betydligt större trots att nederbördsplatsen är relativt slumpmässig. Det beror på att många områden har ett vatten- och avloppssystem som inte är anpassat för så stora regnmängder som kan förekomma vid skyfall.

I rapporten granskas tre olika skyfall som drabbat kommuner i Värmland. Det som var avgörande för hur stora skadesummorna skulle bli var mängden vatten som föll under en begränsad tidsperiod samt om avlopp och vattenledningarna i området hade kapacitet att hantera det ökade flödet. I rapporten framgick det att storleken på skadesummorna vid de olika tillfällena varierade. Kostnaden för den händelse som orsakade störst skador uppgick till 49 miljoner kronor. Att skadorna blev så allvarliga vid detta tillfälle

berodde inte enbart på de höga nederbördsmängderna utan även på förhållandena i mark och omgivning, de bidrog till erosionsskador på vägar och fastigheter. Kostnaderna vid de andra två skyfallen var betydligt lägre, 8,6 miljoner respektive en miljon kronor, där det sista enbart är en uppskattning och saknar flera stora kostnader som inte var fastställda när rapporten publicerades.

3.3 Tidigare inträffade skyfall i länet

Örebro län har drabbats av ett flertal skyfall som orsakat skador. Det är främst de tätbebyggda områdena som drabbats hårt. Se bilaga 1 för en sammanställning av kända skyfall som drabbat länet samt skadorna som de medförde. För att ge en bild av konsekvenserna följer här en sammanställning av nyhetsrapporteringen från skyfall som inträffat under senare år.

3.3.1 Skyfall 2006

Sydöstra delarna av Örebro län drabbades i augusti 2006 av ett kraftigt skyfall. I samband med ovädret uppmätte SAKAB, utanför Kumla, att det fallit 145,5 mm under ett dygn. Det motsvarar ungefär en fjärdedel av den normala årsnederbörden som uppgår till cirka 600 mm. Återkomsttiden för så här stora nederbörsmängder är betydligt längre än 100 år, se tabell 1.

I Nerikes Allehandas (NA) rapportering framgick det att flera översvämningar uppstått i samband med det kraftiga regnet. Flera villor i Sköllersta, Brevens Bruk och

Hällabrottet drabbades av vattenfyllda källare då avloppssystemen inte kunde hantera vattenmassorna. I en villakällare i Hällabrottet uppgick vattennivån till drygt en meter och på vissa platser fick hushåll evakueras. Brandkåren fick på flera platser rycka ut och försöka hjälpa människor med att tömma husen på vatten men det fanns inte kapacitet att hjälpa alla. Flera avloppsledningsnät och avloppsledningsverk bräddade orenat vatten. (Se figur 12)



Figur 12. Översvämmad garagedörr efter skyfall i Brevens Bruk 2006 (Foto: Gunnar Hadders).

Trafikverket rapporterade om sju översvämmade vägar i området, framkomligheten blev på flera platser begränsad och allmänheten uppmanades att vidta försiktighet. I NA rapporterades det även om vägar som regnat sönder då vattenmassorna transporterat bort sand, grus och annat fyllnadsmaterial. Det förekom stora fårar och hål i vägar vilket medförde att boende vid exempelvis Kvarsätter i Svennevadstrakten blev delvis isolerade eftersom vägen var bortspolad, se figur 13. Enligt Trafikverket uppgick kostnaderna för att återställa vägen till drygt 160 000 kronor. Utanför två bostadshus i Brevens Bruk orsakade det kraftiga regnet ett cirka 200 meter långt dike, som på vissa platser uppmätte cirka åtta meter i bredd och en meter djupt, se figur 14. Oro fanns för att husgrunden skulle ha blivit underminerad. I Brevens Bruk och Kvarsätter uppmärksammades även frågan om hur avrinningen påverkats av skogsavverkning och igenlagda diken i området.



Figur 13. Kraftiga regn spolade bort vägmateriäl i Kvarsätter (Svennevad), augusti 2006 (Foto: Bo Rapp).

Det kraftiga regnet slog även hårt mot länets jordbrukare som fick sina skördar förstörda. För en lantbrukare utanför Hallsberg blev konsekvenserna omfattande. Stora delar av årets vårvete låg under en halvmeter vatten. Uppskattningsvis förstördes 150 hektar. Under en tiodagarsperiod kom det uppemot 250 mm regn och skördeförlosterna beräknades uppgå till ungefär en miljon kronor.

Skyfallet i sydöstra länet 2006 är troligtvis det kraftigaste som drabbat länet i modern tid och många verksamheter och enskilda i området drabbades. De direkta skadorna av skyfallet uppgick till flera miljoner kronor.

3.3.2 Skyfall 2010

Under 2010 drabbades länet av flera skyfall. Enligt uppgifter föll det i maj 110 mm i Östansjö. I mitten av juli uppmättes 97 mm under ett dygn vid Lindesbergs reningsverk i samband med ett kraftigt åskoväder.

I samband med skyfallet i maj rapporterade NA om att skolelever i Östansjö fick hålla sina lektioner utomhus då översvämningar orsakat enorma skador på skolbyggnaden. För att undervisningen skulle kunna fortgå fick de ordna med ersättningslokaler. Källarplanen totalförstördes i samband med skyfallet och det uppskattas att 500 kubikmeter vatten runnit in i byggnaden. Renoveringen beräknades ta hela sommaren och kostnaderna uppgå till miljonbelopp.

I NA:s rapportering från skyfallet i mitten av juli gick det att läsa om att flera källare i Lindesberg svämmat över, även delar av E18 utanför Örebro flygplats låg under vatten. Det rapporterades om 19 vattenskadur där räddningstjänsten fått ge sig ut för att pumpa vatten ur villor, hyresfastigheter och affärslokaler. Det kom även in ett antal automatlarm då fukt trängt upp och utlöst larm.



Figur 14. Skyfallet i Brevens Bruk 2006 orsakade ett stort dike i marken (Foto: Gunnar Hadders).

3.3.3 Skyfall 2011

I början av juni drabbades Örebro stad av ett kraftigt åskväder som orsakade översvämningar och materiella skador. Regnet föll mycket lokalt under några timmar i samband med åskan, men omfattningen på det regn som orsakade översvämningen är oklar. Senare i augusti fick Lindesberg uppleva ett skyfall där det under en halvtimme föll 30 mm.

Trots kraftigt regn i juni kom NA:s rapportering främst att fokusera på de skador som uppstod i samband med det stora antalet åsknedslag, 8000 blixnar på enbart några timmar. I samband med ovädret rapporterades det även om kraftiga hagelskurar.

När det gäller det kraftiga regnet rapporterade NA om översvämmade gator. Bromsgatan i centrala Örebro var den gata som drabbades värst, vattennivån uppgick till ungefär en halvmeter, se figur 15. Trots de höga vattenmängderna uppkom inte några allvarligare skador på fastigheterna i närheten. Enbart två av de kontaktade fastighetsbolagen hade fått in vatten i trapphus och i källare via golvbrunnen, men det medförde inga större problem. Till räddningstjänsten inkom det inga anmälningar om problem i samband med översvämningen.



Figur 15. Bromsgatan i centrala Örebro översvämmades i samband med ett skyfall 2011 (Foto: Emil Bergsten).

Skyfallet i Lindesberg orsakade skador på Lindesbergs lasarett där delar av byggnaden fick utrymmas, se figur 16. NA uppmärksammade att den kraftiga regnmängden medförde att vatten trängde upp i golvbrunnar och ut i sjukhuskorridoren. I tidskriften Dagens Sjuksköterska framgick det att regnet rann hela vägen ned genom fyra våningar och längs med lister vilket medförde att vattnet tog sig längre in i rummen. Utöver lasarettet rapporterade NA även om att källare och garage drabbats av översvämningar. Lindenytt skrev att ett tiotal larm om översvämmade källare kommit in till följd av ovädret.



Figur 16. Saneringsföretaget arbetar med att åtgärda skadorna på Lindesbergs lasarett som uppstod i samband med skyfallet i augusti 2011 (Foto: Okänd).

3.4 Sammanfattande intryck av tidigare skyfall i Örebro län

Länet har under det senaste decenniet drabbats av ett flertal skyfall. Trots att det är olika delar av länet som har drabbats så är konsekvenserna snarlika.

I nyhetsrapporteringen har länets vägar varit ett återkommande inslag i samband med att skyfallen dragit fram. Påfallande är dock att effekterna skiljer sig mellan tätorter och landsbygd. I tätorterna bidrar de hårdgjorda ytorna till att översvämningar uppstår då de höga nederbörds mängderna får svårare att rinna undan. Det har till effekt att vägarna kan bli oframkomliga om vattennivån blir tillräckligt hög. På landsbygden vållar de intensiva skyfallen däremot en större skada på vägarna då vägmaterial transporteras bort i de kraftiga vattenflödena. Skadorna kan bli så pass stora att en väg inte går att nyttja och människor blir isolerade. Vid skyfall drabbas däremot inte landsbygden av översvämningar i samma utsträckning som i tätorterna. Vilket kan förklaras av att tillgängligheten till grönområden och därmed markinfiltration är betydligt större utanför städer. Kraftiga skyfall kan dock leda till översvämningar av jordbruksmark när diken och kulvertar inte räcker till. Det bidrar till att skaderisken ökar, en långvarig blötläggning kan i värsta fall leda till att hela skörden förstörs.

Både privata och offentliga fastigheter i länet har drabbats av skador i samband med skyfall. De mest uppenbara problemen är källaröversvämningar, nästintill alla skyfall som har drabbat länet har orsakat den här typen av

skada, se bilaga 1. Att just vattenskadorna i källare är så omfattande beror bland annat på den höga belastning på ledningsnätet som uppstår vid skyfall. Många människor är anslutna till ledningsnätet vilket medför att antalet som kan drabbas ökar. Har inte skyddsåtgärder vidtagits, se avsnitt 4.5, blir det dessutom lättare för vattnet att ta sig in i källare via exempelvis golvbrunnar.

Vid ett tillfälle framgick det att det fanns en oro för att husgrunden skulle ha blivit underminerad. Det är ett problem som kan uppstå då kraftig dränering eller översvämning urholkar markens bärkraft vilket kan leda till svåra sättningskador, se



Figur 18. Ytavrinningen i samband med skyfallet i Brevens Bruk 2006 orsakade djupa fåror i marken (Fotot: Gunnar Hadders).



Figur 17. Det var nära att husets hörnstenar spolades bort i samband med skyfallet i Brevens Bruk 2006, vilket hade resulterat i svåra sättningskador (Foto: Gunnar Hadders).

figur 17. Boende i området uppmärksammade i samband med detta vilken inverkan som skogsavverkning och avsaknaden av diken utgjorde. Förlust av vegetation i framförallt branta områden leder till en ökad ytavrinning, se figur 18. Vegetationen har en viktig funktion för att förebygga små och medelstora översvämningar. Vid långvariga regn och översvämningar påverkas inte flödet på samma sätt men skogen förhindrar erosion och transport av sediment till vattendragen. Slutsatsen blir således att skadorna troligtvis kunnat begränsas om förekomsten av vegetation varit större.

En annan problematik som skyfallen kan ge upphov till är de konsekvenser som kan drabba länets dricksvatten. Det kommunala dricksvattnet kan påverkas då skyfall orsakar exempelvis urlakning av humus och näringsämnen. Det i sin tur kan göra att vattnet blir grumligare och mer färgat, vilket ställer högre krav på filtrering i vattenverken. På landsbygden där det är vanligare med enskilda brunnar kan förändringar i vattenkvalitet vara svårare att upptäcka eftersom kontroller inte görs lika regelbundet i enskilda brunnar. Vid kraftigt regn kan ytvatten rinna ner i en brunn i ett låglänt område. Skulle dricksvattnet påverkas i en enskild brunn är det dock bara ett fåtal hushåll som drabbas i jämförelse med om en kommunal vattentäkt blir obrukbar.

Vid skyfallet som drabbade länets sydöstra delar 2006 uppstod det betydande konsekvenser på landsbygden. Kostnaderna uppgick till miljonbelopp och det skyfallet får klassas som ett av de kraftigaste som drabbat Örebro län de senaste 100 åren. I området som drabbades var vegetationsförekomsten god om man jämför med i en tätort. Detta bidrog troligtvis till att skadorna inte blev så omfattande som de annars skulle kunna bli. Hade ett liknade skyfall drabbat Örebro stad är risken stor att Örebros gator sett ut som de gjorde efter ett skyfall i Köpenhamn under sommaren 2011. Nederbörds mängderna vid de två tillfällena är jämförbara, 145 mm 2006 respektive 135 mm i Köpenhamn 2011 under ett dygn. I Köpenhamn blev skadorna, ur ett skandinaviskt mått mätt, omfattande. Vattennivån uppgick på flera platser till en meter och flera stora motorvägar stängdes av. Nöjesfältet Tivoli fick evakueras och biografer fick utrymmas då det forsade in vatten. Kostnaderna som de enorma vattenmassorna orsakade beräknades uppgå till 3 miljarder danska kronor.

4. Anpassning av samhället inför framtida skyfall

Extrema skyfall kan ha en stor inverkan på viktiga samhällsfunktioner i länet. För att begränsa skadorna som kan uppstå är det viktigt att arbeta förebyggande genom att identifiera och skydda utsatta områden. Det finns ett flertal åtgärder som kan vidtas för att göra samhället mindre utsatt.

Ett förändrat klimat medför nya krav vid lokalisering av ny bebyggelse och infrastruktur. Genom noggrann planering av bebyggelse och infrastruktur kan samhällets sårbarhet begränsas. Möjligheten att på lång sikt bygga ett hållbart samhälle ökar genom att man tar hänsyn till konsekvenser och tar fram bättre planeringsunderlag och tekniska lösningar. Den stora utmaningen för samhället ligger i hur befintlig bebyggelse anpassas och hur man planerar för framtida byggen. För ny bebyggelse är det viktigt att utveckla och anpassa den fysiska planeringen och byggregler inför framtida skyfall. För den befintliga bebyggelsen handlar det däremot om att vidta skyddsåtgärder för att förhindra att skador uppstår, se figur 19. I framtiden är det viktigt att bebyggelse inte planeras eller uppförs på mark som är eller i framtiden kan utgöra ett riskområde. Hänsyn måste



Figur 19. Källaringången översvämmad i samband med skyfall i Brevens Bruk 2006 (Foto: Gunnar Hadders).

tas till de boendes hälsa och säkerhet. Kommunerna ansvarar för hur naturen och samhällets resurser ska nyttjas, om de ska exploateras eller bevaras. Kommuner har samtidigt möjlighet att genom den fysiska planeringen styra användningen av mark- och vattenområden och den bebyggda miljön. Nedan följer ett antal exempel på åtgärder som kan vidtas för att begränsa samhällets sårbarhet.

4.1 Vattenledningssystemen

Länets ledningssystem är mycket utsatta vid kraftiga skyfall eftersom de inte har en kapacitet som klarar av allt för höga flöden. Ledningssystemen är ofta dimensionerade för fem- till tioårsregn och de kan således hantera majoritet av den nederbörd som faller. Intensivare regn, såsom 20 till 100-årsregn, orsakar däremot problem, se figur 20. För att kunna hantera så pass stora mängder vatten skulle ledningskapaciteten behöva öka till en orimlig nivå. Möjligtvis kan en överdimensionering vara lämplig i känsliga områden men det utgör ingen lösning på problemet. Istället är det viktigt att kommunerna planerar hur de vill att dagvattnet ska hanteras. Ska dagvattnet avledas i slutna eller öppna ledningar, vilka möjligheter finns det för lokal infiltration? Finns det platser som kan vara viktiga att avsätta för dagvattenmagasinering vid extrema tillfällen? Har man identifierat några känsliga områden och hur ska en eventuell bräddning genomföras så att det inte leder till risker för omgivningen? Det kan till exempel vara bättre att en fotbollsplan översvämmas än en vägkorsning. Det här är några av frågorna som myndigheter kan behöva ta ställning till för att minska samhällets sårbarhet vid skyfall.

Det är vanligt att avlopps- och dagvatten transporteras i samma ledning, i ett så kallat kombinerat avloppssystem. Kombinerade system förekommer mer i städernas äldre kvarter, nyare områden har istället duplikatsystem där avlopps- och dagvatten transporteras i separata ledningar. Den här lösningen är att föredra för att begränsa uppkomsten av översvämningar och förhindra avloppsvatten från att tränga upp i källarbrunnar vid kraftigt regn. Fördelen med duplikatsystem är att belastningen på reningsverken inte ökar vid höga flöden i samma utsträckning vilket möjliggör bättre rening och minskad bräddning.



Figur 20. Dagvatten forsar upp av det höga trycket i ledningsnätet (Foto: Jens Råberg).

Genom att förebygga överbelastning kan onödiga driftkostnader och påverkan på miljön avvägras. Det kan därför vara lämpligt att informera fastighetsägare i områden med exempelvis kombinerade system om alternativa lösningar för dag- och dräneringsvatten. På så sätt kan man försöka förebygga överbelastning genom att begränsa antalet som kopplar på sitt dag- och dräneringsvatten på avloppsledningarna.

Ett annat alternativ som kan användas för att minska belastningen på ledningsnätet i samband med skyfall är magasin eller bassänger. När ledningssystemet inte kan hantera ett högt vattenflöde kan vattnet transporteras till ett magasin som kan vara placerat under till exempel en parkeringsplats. Där kan stora vattenmängder samlas upp för att sedan tömmas igen allteftersom att vattnet rinner undan.

Renovering av ledningsnät är i dagsläget till stor del händelsestyrd. För att kunna begränsa problemen med ledningsnäten kan det vara lämpligt att upprätta en renoveringsplan. I planen kan sårbara och äldre områden pekats ut och renoveringsarbetet blir mer systematiserat och genomtänkt.

4.2 Samhällets gröna och blå strukturer

Stadsmiljön består övervägande av hårdgjorda ytor vilket kan innebära en ökad risk för översvämning i samband med skyfall. Påfrestningar som uppstår i samband med skyfall kan mildras genom arbete med de gröna och blå strukturerna i samhället. De gröna strukturerna omfattar bland annat grönområden och träd medan de blå utgörs av exempelvis vattendrag och dammar. Den här typen av områden har en god naturlig förutsättning att hantera stora nederbörds mängder och dämpa vattenavrinningen. Hårdgjorda markområden genererar i jämförelse med gröna ytor tio gånger större mängd vattenavrinning och därför bör man sträva efter att de gröna och blå ytorna ska ta emot vattnet. Ju fler grönområden och vattendrag som finns tillgängliga desto större yta är det som kan fördröja vattnet. Genom att ta hänsyn till detta vid planering av markanvändningen kan ett lokalt omhändertagande av dagvattnet (LOD) uppnås istället för en snabb ytavrinning till ledningsnät och vattendrag. LOD innebär att dagvattnet ska tas om hand direkt på plats genom att det till exempel infiltreras i marken, fördröjs i en damm eller ledas till en genomsläpplig yta i närheten. Det sistnämnda kan exempelvis utgöras av en gräsbevuxen sänka, såsom en fotbollsplan eller en park, se figur 21. Kraftiga skyfall i tätorter orsakar i regel ytavrinning och rådande planer bör bestämma vilka ytor som ska drabbas och vilka ytor där det absolut inte får ansamlas vatten.



Figur 21. Till vänster Sveaparken i Örebro och till höger fotbollsplan i Eklundaparken Örebro (Foto: Maria Rydstedt).

Markinfiltration är ett vanligt sätt att hantera dagvattnet lokalt och istället för att det ska transporteras bort i ledningsnätet tillgodoses grundvattnet och växtligheten med vatten. För att infiltrationen ska bli effektiv är det dock viktigt att man identifierar lämpliga platser som är tillräckligt stora och rätt lokaliserade. Ett enkelt och billigt sätt för såväl infiltration och fördröjning är grunda diken med flacka sidor som är klädda med gräs. Flera träd är ytterligare ett kostnadseffektivt sätt att mildra skyfallens effekter. I områden där det är ont om ytor för infiltration till exempel parkeringar eller vägar i centrala tätorten kan exempelvis genomsläppliga rasterplattor användas istället för asfalt eller betong. Ett annat alternativ är att förse tak med vegetation som kan ta upp vattnet. Bara genom att plantera sedumvegetation kan avrinningen från taket minskas med upp

till 50 procent. Det är först vid stora regnmängder som vattnet lämnar taket via stuprören, men även då har de en fördröjande effekt som reducerar flödet. Det är en metod som är att föredra där naturlig infiltration inte är möjlig. (Se figur 22)

När infiltrationen inte ger tillräcklig utjämning av dagvattnet kan fördröjningsmagasin i form av dammar och våtmarker utnyttjas. Det kan således vara lämpligt att gamla våtmarker och vattendrag som har dränerats restaureras. För att gynna naturliga funktioner i nya våtmarker bör de placeras i låglänta förhållanden där översvämningensrisken är som störst. Förutom att våtmarker och vattendrag är viktiga redskap vid klimatanpassning så är de även viktiga för den biologiska mångfalden och som rekreativområde.



Figur 22. Till vänster tak med sedumvegetation. Till höger parkering försedd med rasterplattor (Foto: Maria Rydstedt).

Inom jordbruket kan magasinering vara att föredra i framtiden då somrarna väntas bli torrare samtidigt som regnmängderna troligtvis kommer att falla som kraftiga skyfall i högre utsträckning. Längre torrperioder i kombination med kraftigt regn leder till att ytavrinningen blir högre. Detta bidrar till att efterfrågan på vatten kommer att stiga. Kan man dock magasinera de regnmängder som faller kan det användas som bevattning under torrperioderna.

4.3 Anpassning av ny och befintlig bebyggelse

Bebyggelse är mycket sårbar för stora och intensiva nederbördsmängder och både befintlig och framtida byggnadskonstruktioner kan drabbas. En byggnad har en livslängd på minst 50 till 100 år och det är därför viktigt att infrastruktur anpassas även för ett framtida klimat.

Vid planering av nybyggnation finns det flera faktorer som kan vara viktiga att ta hänsyn till. Fukt- och mögelskador är ett exempel som utgör ett återkommande problem i samband med intensiva regnperioder. Enligt Boverkets byggregler framgår det att byggnader ska utformas så att fukt inte utgör ett otillfredsställande inslag och orsakar skador eller påverkar människors hälsa. Valet av byggmaterial blir därför av betydelse, ett material som är fukt- och vattenbeständigt är att föredra.

Ett annat återkommande problem som kan uppstå vid skyfall är översvämningar i källare. För att i framtiden förebygga skador finns det flera olika lösningar. Genom att anpassa användningen av källaren kan skadorna vid en eventuell översvämning minimeras. Andra alternativ kan vara att bygga källaren i vattentät betong och utan

fönster. Konsekvenserna av tillfällig översvämning kan dessutom minimeras om huset har en öppen plintgrund eller uteluftsventilerad kryppgrund.

För befintliga byggnader finns det flera alternativ som kan användas för att förebygga skador. Till att börja med kan det underlätta om ägaren har kunskap om området som huset ligger i. Ligger det exempelvis i ett riskområde och har det drabbats hårt vid tidigare skyfall? Hur ser ledningssystemets förutsättningar ut, rör det sig om kombinerade avloppssystem eller ligger huset sist på ledningen? Det är exempel på förutsättningar som kan vara bra att veta för att lämpliga skyddsåtgärder ska vidtas.

Skyddsåtgärderna för befintliga byggnader är flera och vissa kan även vara lämpliga vid nyproduktion. För att till exempel undvika att källaröversvämningar uppstår till följd av att vatten från gatuledning tränger upp genom golvbrunnen kan så kallade backventiler installeras. En backventil gör att vattnet enbart kan flöda åt ett håll och inte tillbaka in i källaren. Vatten kan även ta sig in i källaren genom väggar eller golv om fastighetens dräneringsledningar är kopplade till avloppsledningen, vilket är vanligt i äldre fastigheter. Genom att installera en pump för dräneringsvattnet kan den typen av skador förebyggas. För mer information och åtgärder se Örebro kommuns broschyr, *Viktigt att veta om källaröversvämningar*, se figur 23.



Figur 23. Örebro kommuns broschyr om källaröversvämningar.

För att skydda byggnader är även utformningen av marken runt huset av betydelse, en effektiv dränering och dagvattenavvattning som har rätt lutning är viktigt för att förhindra vattenskador, se avsnitt 4.2. Ytterligare information om åtgärder för en hållbar dagvattenhantering finns i Svenskt Vattens rapport *Hållbar dag- och dränvattenhantering – Råd vid planering och utformning*, från 2011.

4.4 Exempel på vidtagna åtgärder

4.4.1 Örebro kommun

Örebro kommun antog år 2005 en dagvattenstrategi som innehåller riktlinjer och vägledning för hantering av kommunens dagvatten. Grundstenarna i strategin är att dagvattenfrågor ska uppmärksammas tidigt i planeringsskeden. Utformningen av dagvattensystemen ska även göras på ett "flexibelt" sätt så att de i framtiden kan hantera utbyggnadsplaner och miljökrav. Kommunens övergripande mål är bland annat att man ska planera för LOD vid ny- och ombyggnation.

Åtgärderna i strategin belyser vikten av att utnyttja infiltration av dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt, i första hand lokala lösningar. Där det inte är möjligt bör vattnet transporteras vidare till större anläggningar för att utjämnas och fördröjas. Strategin tar även upp att dagvattnet, vid bortforsling, ska transporteras i öppna system och genom att utnyttja sänkor i terrängen. Onödigt hårdgörning ska undvikas, vid val av

markbeläggningar bör istället genomsläppliga material såsom grus, gatsten och armerat gräs används.

I Örebro kommuns översiktsplan beskrivs planer för kommunens parker och övriga grönområden, för att förtydliga dessa antogs år 2006, *Örebro grönstruktur*. Dokumentet ska utgöra en grund för en långsiktig hållbar planläggning av Örebro stad och omnejd. Ambitionen är att staden ska präglas av närhet till parker och gröna stråk. Grönområden som ligger i anslutning till bebyggelse ska värnas. Hänsyn ska tas till grönområden vid plan- och exploateringsarbete, vid förlust av grönytor ska nya grönområden anläggas och parkerna i innerstaden ska bevaras.

I Örebro kommun finns det, utefter dagvattenledningarna, sex stycken dagvattendammar. Syftet med dammarna är att de i första hand ska ta emot och rena dagvatten från angränsande områden. Andra fördelar är att de vid kraftiga regn kan fördröja vattenflödet innan det leds

vidare i dagvattenledningarna till vattendragen. Vid Boglundsängens industriområde i Örebro finns det exempelvis en damm som anlades år 2000. Den tar idag emot vatten från omgivande bebyggelse och industriområde innan det förs vidare ut i Lillån. (Se figur 24)



Figur 24. Rening av dagvatten i återskapad våtmark vid Boglundsängen i Örebro (Foto: Maria Rydstedt).

4.4.2 Hallsbergs kommun

Hallsbergs kommun har vid tidigare tillfällen drabbats av översvämningar till följd av kraftiga regn. Därför har en utredning tillsatts för att bedöma översvänningsriskerna.

Rörsättersbäcken har haft en benägenhet att översvämmas vid skyfall, kommunen tar därför upp riktlinjer, i översiktsplanen, om var det är olämpligt att placera ny bebyggelse. Hallsbergs kommun har även upprättat ett inventeringsprogram för kommunens avloppsledningar med syfte att lokalisera läckage och områden där bräddning av orenat vatten förekommer. Ambitionen är sedan att åtgärda dessa genom ombyggnation. Översiktsplanen belyser även möjligheterna till LOD genom att utnyttja stadens växtlighet för att hantera och fördröja dagvattnet.



Figur 25. Förhöjt bräddavlopp vid Sköllersta reningsverk (Foto: Daniel Bergdahl).

På Sköllersta reningsverk i Hallsbergs kommun finns ett antal exempel på hur de har anpassat sin verksamhet för skyfallen. Vid det kraftiga skyfallet 2006 påverkades reningsverket genom höga vattenmassor som orsakade översvämningar runt verket. För att minimera risken för bräddning har de installerat backventiler i utgående ledningar. Dessutom har de höjt bräddavloppet till takvåningen vilket gör att de alltid kan få ut vatten med självfall om nivån på recipienten är hög, se figur 25.

4.4.3 Malmö kommun

Malmö kommun har liksom flera andra kommuner tagit fram en policy för hur kommunens dagvatten ska hanteras. Policyn belyser möjligheterna att, istället för att leda bort vattnet, nyttja det för park- och rekreationsändamål. Flera kommuner har i sin översiktsplan riktlinjer för att fastighetsägare vid ny- eller ombyggnation ska ta hänsyn till LOD. I Malmös dagvattenpolicy framhävs, utöver det, även möjligheterna att gå ut och informera fastighetsägare om LOD trots att de inte planerar någon byggnation. Detta är framförallt av betydelse i områden som är hårt belastade och som har goda förutsättningar för LOD. Öppen avledning är något som kommunen eftersträvar så långt som det är möjligt. Diken, dammar och våtmarker är exempel på öppen avledning som har blivit allt vanligare i Malmö i takt med att staden har expanderat.

Malmö kommun har en relativt begränsad förekomst av gröna ytor. Förutsättningarna för dessa grönområden presenteras i *Grönplan för Malmö*, och den innehåller förslag på hur områdena ska utvecklas. Kommunen har exempelvis som mål att öka den sammanlagda arealen gröna ytor med 19 procent.

För att redogöra hur kommunen kan anpassa sig för ett förändrat klimat har Malmö valt att ingå i projektet GreenClimateAdapt. Projektet belyser bland annat möjligheterna att hantera ett ökat antal skyfall genom att använda sig av gröna lösningar såsom öppen dagvattenhantering och gröna tak. Inom projektet arbetar kommunen bland annat med att hitta nya lösningar för lättare och energieffektivare gröna tak genom att utforma taken lättare och med lokala material.

Ett annat exempel är Fosie industriområde i Malmö där planer finns på att öppna upp de gamla dagvattenledningarna och bygga om dem till öppna dagvattensystem. Syftet är att dagvattnet ska kunna fördröjas och renas innan det når Risbergabäcken som idag tar emot dagvattnet. Ekostaden Augustenborg är ytterligare ett exempel. Området hade tidigare problem med källaröversvämningar vid kraftigt regn då ledningsnätet utgjordes av ett kombinerat system. För att åtgärda problemet avleds idag vattnet i öppna dagvattensystem, se figur 26.



Figur 26. Öppna dagvattensystem i Ekostaden Augustenborg i Malmö (Foto: Ernst Witter).

4.4.4 Stockholms kommun

Dagvattnet i Stockholms kommun är kraftigt påverkat av föroreningar från exempelvis vägar, industriområden och andra hårdgjorda ytor. Kommunen strävar därför efter att dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt ska infiltreras i gröna ytor och inte avledas

till brunnar och ledningar för direkt transport till vattendragen. I översiktsplanen framgår det att dagvattnet i så stor utsträckning som möjligt ska fördröjas och omhändertas lokalt med genomsläppliga ytor. Stockholms kommun har påbörjat ett fördjupningsarbete inom stadens grönstruktur med syfte att öka kunskapsunderlaget. Arbetet har resulterat i en grönkarta där ekologiska, sociala och kulturella värden framgår, och dessa kartor ska fungera som underlag vid planering.

Ett exempel på hur Stockholms kommun arbetar för att anpassa sig för ett klimat med mera nederbörd finns i Hammarby Sjöstad. Där är miljökraven på byggnader, tekniska installationer och trafikmiljö hård och det finns flera exempel på hur de har planerat för en effektiv dagvattenhantering. Allt dagvatten i området hanteras lokalt. Staden innehåller flera gröna rum och gröna korridorer. Grönområdena i området utgörs av alléer, gräsytor, en bevarad ekskog och övriga planteringar. Dagvattnet från hus och gårdar infiltreras i de gröna ytorna eller så leds de i rännor till någon av kanalerna. Vattnet som hamnar i någon av kanalerna transporteras sedan, via en vattentrappa, ut i Östersjön. Vattnet från vägarna hamnar däremot i avsättningsmagasin, det finns två slutna och ett öppet. I de slutna får föroreningarna sedimentera innan det leds ut i kanalerna medan växter tar hand om föroreningarna i det öppna. I området finns det dessutom flera hus som är försedda med sedumväxter som har till uppgift att fördröja en viss mängd av regnvattnet.

5. Källförteckning

Elektroniska källor

Hammarby sjöstad, 2007, *Hammarby sjöstad – en ny stadsdel med vatten och miljö i fokus*, Tillgänglig:

http://www.hammarbysjostad.se/miljo/pdf/Folder_vatten_&_miljo.pdf (2011-10-13)

Klimatanpassningsportalen, *Så påverkas samhället*, Tillgänglig:

<http://www.smhi.se/klimatanpassningsportalen/sapaverkassamhallet> (2011-10-13)

Malmö stad, 2011, *Green Tools for Urban Climate Adapt*, Tillgänglig:

<http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Miljoprojekt/Klimatanpassning/GreenClimeAdapt.html> (2011-10-13)

Malmö stad, 2011, *Gröna tak*, Tillgänglig: <http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Miljoprojekt/Klimatanpassning/GreenClimeAdapt/Grona-tak.html>

(2011-10-13)

Malmö stad, 2011, *Öppen dagvattenhantering*, Tillgänglig:

<http://www.malmo.se/Medborgare/Miljo--hallbarhet/Miljoarbetet-i-Malmo-stad/Miljoprojekt/Klimatanpassning/GreenClimeAdapt/Oppen-dagvattenhantering.html>
(2011-10-13)

SMHI, 2009, *Närkes klimat*, Tillgänglig:

<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/narkes-klimat-1.4922> (2011-10-13)

Rapporter

Boverket, 2009, *Bygg för morgondagens klimat. Anpassning av planering och byggande*, Karlskrona 2009

Boverket, 2009, *Bygg klimatsäkert – Anpassning av planering och byggande*, Karlskrona 2009

Boverket, 2010, *Klimatanpassning i byggande och planering – analys åtgärder och exempel*, Karlskrona 2010

Boverket, 2010, *Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*, Karlskrona 2010

Jordbruksverket, 2010, *Konsekvenser för jordbrukets vattenanläggningar i ett förändrat klimat*, Rapport 2010:27

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2011, *Regional klimatsammanställning – Stockholms län*, Rapportnr:78

Länsstyrelsen i Örebro län, 2011, *Klimatanalys för Örebro län – Modellering av temperatur, nederbörd och flöden i ett framtida klimat*, Rapportnr:2011-25

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2004, *Ekonomiska konsekvenser av kraftiga skyfall*, Publ.nr. MSB 0187-10

Naturvårdsverket, 2009, *Klimatförändring och hälsorelaterad miljöövervakning*
SMHI, 2009, *Korttidsnederbörd i Sverige 1995-2008*, Nr: 139/2009

Världsnaturfonden WWF, 2006, *Översvämningar – Positiva och negativa effekter, samt människans roll*

Kommunala plandokument

Hallsbergs kommun, 2011, *Översiktsplan för Hallsbergs kommun – Kommunomfattande markanvändningsplan*

Kumla kommun, 2007, *Grönplan Kumla kommun*

Kumla kommun, 2011, *Översiktsplan för Kumla kommun – Den Framtida mark- och vattenanvändning*

Malmö kommun, 2000, *Dagvattenpolicy för Malmö*

Malmö kommun, 2003, *Grön plan*

Stockholms kommun, 2002, *Dagvattenstrategi för Stockholms stad*, uppdaterad 2005

Stockholms kommun, 2010, *Översiktsplan för Stockholm*

Örebro kommun, 2005, *Dagvattenstrategi för Örebro kommun*, Dnr:2002-736

Örebro kommun, 2006, *Örebro grönstruktur*, Dnr: A 0166/04

Örebro kommun, 2011, *Översiktsplan Örebro kommun – Grunddrag i mark- och vattenanvändningen*

Tidskrifter och övriga skrifter

Boverket, 2010, *Låt staden grönska - klimatanpassning genom grönstruktur*, Karlskrona 2010

Dagens Sjuksköterska, 2011, *Evakuerade efter skyfall*, Tillgänglig:
<http://www.dagensmedicin.se/dagenssjukskoterska/nyheter/2011/08/10/patienter-evakuerades-efte/index.xml> (2011-10-13)

Nerikes Allehanda; Artikelsökningar för åren 2006, 2010 och 2011.

Rapport, 2011, *Kaos i Köpenhamn efter skyfall*,
http://svt.se/2.22584/1.2470263/kaos_i_kopenhamn_efter_skyfall (2011-10-13)
Stockholms stad, *Ta hand om ditt vatten*

Bilagor

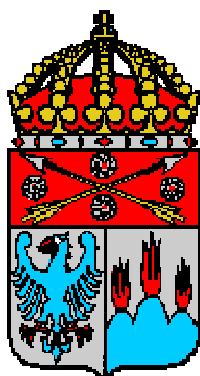
Bilaga 1

Kraftiga skyfall i Örebro län

I tabellen nedan följer en sammanställning av skyfallen som har drabbat Örebro län och konsekvenserna som de medförde.

Tabell 2. Inträffade skyfall i Örebro län under 1900- och 2000-talet.

Datum	Drabbade områden	Nederbörd	Skador
1910-08-03	Stora Mellösa	250 mm/några timmar	
1948-07-16	Åtorp/Kräcklinge	50-130 mm/dygn, 88 mm/90 min i Vretstorp	Översvämmade källare, skördeskador och bortspolade vägar.
1958-08-04	Garphyttan/Frösvidal	76 mm/under en natt	Kraftverksdamm svämmade över, översvämmade ängar och åkrar, skördeskador och bortspolad väg
1960-07-01	Kumla/Hallsberg	Ca 80 mm under en natt	Översvämmade källare, vägar, skolor, industrier och skördeskador.
1979-09-03	Örebro	50-70 mm/6 timmar	Källaröversvämningar och skördeskador.
1982-07-20	Örebro/Lindesberg/Frövi	Ca 100 mm/dygn	Översvämmade vägar och källare. Ca 2000 samtal till SOS Alarm.
1998-07-12	Hallsberg		Källaröversvämningar
1999-07-14	Fjugesta/Kumla	Minst 40 mm	Källaröversvämningar
2000-07-21	Örebro/Karlskoga	31 mm/kvart, 60 mm/några timmar	Mycket regn hela sommaren, översvämningar i hela länet.
2002-07-23	Örebro/Hallsberg	Ca 50 mm under en natt	Källaröversvämningar
2004-08-01	Fjugesta		Översvämningar
2006-08-24	Brevens Bruk/Hällabrottet	Ca 70 mm/timme och totalt ca 145 mm/dygn	Bortspolade vägar, källaröversvämningar och hushåll evakuerades.
2010-05-25	Östansjö	Över 100 mm/kort tid	Översvämningar och höga flöden.
2010-07-13	Örebro/Lindesberg	Ca 97 mm/5 timmar	Översvämningar i källare och på E18
2010-07-29	Örebro/Norra länet	Ca 70-80 mm/dygn	Källaröversvämningar
2011-06-07	Örebro		Översvämningar
2011-08-10	Lindesberg	Ca 30 mm/halvtimme	Översvämningar i källare och garage. Lasarett fick evakueras.
2011-09-09	Lindesberg		Översvämningar i lokaler och bostäder



Länsstyrelsen
Örebro län

En samlande kraft!

Postadress
701 86

Besök
Stortorget 22

Internet
www.lansstyrelsen.se/orebro

E-post
orebro@lansstyrelsen.se

Tfn växel
019-19 30 00