



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE



Åtgärdsförslag vid ett förändrat klimat i Sverige

Förändrad nederbörd och vattenståndsnivåer

Ramona Bergman
Yvonne Andersson-Sköld
Jan Fallsvik
Carina Hultén
AnnLouise Elliot

Varia 618

LINKÖPING 2011



STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT
SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE

Varia 618

Åtgärdsförslag vid ett förändrat klimat i Sverige **- Förändrad nederbörd och vattenståndsnivåer**

Ramona Bergman
Yvonne Andersson-Sköld
Jan Fallsvik
Carina Hultén
AnnLouise Elliot



The Interreg IVB
North Sea Region
Programme



LINKÖPING 2011

Varia	Statens geotekniska institut (SGI) 581 93 Linköping
Beställning	SGI – Informationstjänsten Tel: 013–20 18 04 Fax: 013–20 19 09 E-post: info@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se
ISSN	1100-6692
ISRN	SGI-VARIA--11/618--SE
Dnr SGI	1-0812-0884
Uppdragsnr SGI	13895

Innehåll

1	Förord	4
2	Inledning.....	4
3	Planering och uppföljning	6
3.1	Underlag för fysisk planering	6
3.2	Verktyg som kan användas vid fysisk planering	7
3.3	Allmänna mjuka åtgärder.....	7
3.4	Uppföljning och underhåll	7
4	Resistance.....	9
4.1	Öppningsbar barriär.....	10
4.2	Fast barriär	11
4.3	Jordvall	12
4.4	Vall av betong/sten	13
4.5	Höj- och sänkbar vall/barriär	14
4.6	Hus som vall.....	15
4.7	Reglera vattendrag	16
4.8	Temporära skydd.....	17
5	Resilience	18
5.1	Byggnader på pelare	18
5.2	Flytande byggnader/vägar	20
5.3	Byggnader som tål vatten	21
5.4	Permeabel asfalt/beläggning	22
5.5	Transport/hantering av infiltrerat dagvatten	23
5.6	Ytlig transport/hantering av dagvatten	24
5.7	Återhållande reservoarer	25
5.8	Multifunktionella ytor/ Översvämningsytor	26
5.9	Gröna tak.....	27
5.10	Markväxter.....	28
5.11	Våtmarker	29
6	Åtgärder för enskilda fastigheter och i hemmet.....	30
6.1	Hårda.....	30
6.2	Mjuka.....	31
7	Referenser	32
8	Bildreferenser	35

1 Förord

Denna rapport är en mycket enkel genomgång av åtgärder som kan vidtas för att minska risker förknippade med förändrat nederbördsmonster, och framförallt översvämningar till följd av ökad nederbörd, och havsyttnivåökning. För respektive åtgärd ges en mycket kort övergripande beskrivning, vad som är generellt positivt respektive negativt med respektive åtgärd samt var man kan finna mer information/tidigare erfarenheter. Sammanställningen innehåller ingen detaljerad information för respektive åtgärd utan avsikten är att man skall få en överblick över några av de åtgärder som man kan vidta. Listan som har tagits fram inom ramen för EU Interreg IVB projektet Strategic Alliance for integrated Water Management Actions (SAWA) är tänkt att kunna användas av allmänheten och som ett första steg av kommunplanerare. Därefter bör man gå vidare för att finna mer detaljerade beskrivningar och analys för ett urval relevanta åtgärder.

2 Inledning

I Sverige, liksom globalt, kommer vi under det närmaste århundradet att få en förhöjd temperatur till följd av förväntade klimatförändringar (SOU 2007:60). Globalt kommer det att bli en havsyttnivåhöjning, i norra Sverige kompenseras denna av landhöjningen medan det blir en netto havsyttehöjning i övriga Sverige. I stora delar av Sverige kommer man att påverkas av ökad årsnederbörd samt ett förändrat nederbördsmonster. De förväntade klimatförändringarna ger i sin tur följd effekter (ex. skred, skogsbränder, ökad smitto- och förorenings spridning mm) (SOU 2007:60). Enbart påverkan av kraftig nederbörd kan för vissa städer skapa överfulla dagvattensystem och översvämmade gator. Nederbörd och vårflooder kan även skapa ett högt flöde i vattendrag som i sin tur svämmas över områden och i kombination med höjda havsvattennivåer kan problemen dessutom bli ännu större. Samhället kommer att behöva anpassas och anpassningen kan göras på flera olika sätt beroende på vilket problemområde det gäller.

Framtagandet av denna lista görs inom ramen för EU interreg projektet SAWA (Strategic Alliance for integrated Water management Actions) och fokus ligger således på de åtgärder som är relaterade till förändring i nederbördsmängd och havsvattennivåer, inklusive sekundära effekter såsom skred och erosion.

Ett första steg för att anpassa ett samhälle är att identifiera sårbara objekt och i vilken omfattning de kan bli påverkade och för detta kan olika verktyg användas. Efter att ha identifierat stadens eller sin fastighets sårbara punkter, kan man välja en viss strategi att jobba vidare med. Vi har valt att fokusera på följande tre strategier (3R): resistance (motstå), resilience (återhämtningsförmåga) och retreat (retirera). Strategierna/åtgärderna kan fungera olika bra beroende på de lokala förutsättningarna.

- **Resistance (motstå)**

Resistance är ett systems förmåga att undvika störningen. Det är en viktig faktor innan ett system drabbas av en störning (Klein, et al, 1998). Resistance beskrivs också som den grad ett system förändras när omgivningen förändras. (Knapp et al, 2001) Om systemet har en god resistance påverkas och förändras det inte av en störning. Med strategin väljer man att hålla vattnet borta från staden eller sitt hus.

- **Resilience (elasticitet, återhämtningsförmåga)**

Resilience är ett känsligt systems förmåga att klara konsekvenserna av en störning. Det är en faktor som är viktig efter att ett system har blivit påverkat (Klein et al, 1998). Efter att en störning försvunnit beskrivs resilience också som den grad och den hastighet som ett system kan återgå till det stadium det hade innan störningen (Knapp et al, 2001). Ett exempel är att man kan tillåta vatten att komma in i ett område som under en begränsad period påverkas av störningen. Med en

god resilience kan det område som påverkats snabbt återgå till sitt ursprungliga tillstånd efter störningen.

Attack

Attack innebär att man inte bara tillåter (resilience) utan även utnyttjar vattnet för bebyggelse eller annan verksamhet. Till exempel kan man, som i ett av de koncept man diskuterar för Frihamnen i Göteborgs stad (Moback, 2011), utnyttja vattnet genom att använda innovativ och beprövad teknik. Vattnet hanteras som en byggbar yta genom till exempel flytande hus. Många av de lösningar som används är de samma som beskrivs under resilience men det kan kräva mer genomtänkta och komplicerade konstruktioner som innebär större krav på uppföljning, underhåll och kontroll.

- **Retreat (retirera, dra sig undan)**

Genom denna strategi drar man undan en stad eller stadsdel från områden med översvämningsrisk (SPUR, 2011). Exempelvis tillåter man bara nybyggnationer inom en säker zon och kan eventuellt flytta de mest sårbara och värdefulla byggnaderna och anläggningarna till ett säkert avstånd eller höjdnivå. Man utnyttjar bland annat mjuka åtgärder med införande av en lägsta byggnivå, strandskydd och andra restriktioner. Det ger ett långvarigt och säkert skydd, dock kan kostnaden bli hög om staden redan är väl etablerad och utbyggd nära vattenlinjen. Det viktigaste verktyget för denna, liksom för de andra åtgärdsformerna, är planering.

Denna sammanställning av åtgärder beskriver först allmänna åtgärder för att anpassa ett samhälle. Dessa ligger under rubrikerna planering, resistance och resilience. Många av de åtgärder som beskrivs under resilience går som nämnts att använda även vid attack men de kan kräva mer genomtänkta och komplicerade konstruktioner. Efter de mer allmänna åtgärderna följer fysiska åtgärder som kan vidtas för enskilda fastigheter. Sist följer exempel på mjuka åtgärder som kan vidtas med fokus på enskilda fastigheter. Med mjuka åtgärder avses exempelvis planer, ett sätt att agera, ekonomiska skydd med mera och med motsatsen, hårda åtgärder, avses således konkreta förebyggande konstruktioner.

Målet är inte att fullständigt beskriva utan att ge en övergripande sammanställning på möjliga åtgärder som kan vidtas, kort ange dess kända för och nackdelar samt var man kan finna mer information och erfarenheter.

Tabell 1 Tre olika strategier med exempel på hot och på åtgärder

Strategi	Exempel på hot	Exempel på typ av hård åtgärd
Resistance	- Vattenståndsnivå	- Vall - Barriär - Damm
Resilience	- Vattenståndsnivå - Mycket eller kraftig nederbörd	- Anpassade byggnader - Optimerat dagvattensystem
Retreat	- Vattenståndsnivå - Mycket eller kraftig nederbörd	- Flytta verksamheter, bygga på tillräckligt avstånd från hotet - Våtmark som barriär

3 Planering och uppföljning

Utöver specifika hårda åtgärder kan en genomtänkt planering i sin helhet vara mer effektiv, hållbar och säker i ett långsiktigt perspektiv och vissa kostsamma säkerhetsåtgärder kan undvikas. I Nordlander (2006) ges konkreta förslag på säkerhetshöjande åtgärder i detaljplaner.

Utifrån hot mot till exempel en stad med avseende på vatten har två primära faror identifierats som inefattas inom projektet SAWA: direkt (kraftig eller ihållande) nederbörd samt höjd vattenståndsnivå i hav/sjö/vattendrag. För att minska risken kan man minska faran, konsekvensen eller båda. För att mildra risken har passande strategier angetts. I strategierna resilience och retreat planerar man bebyggelse mer effektivt och långsiktigt. Man kan här också ge restriktioner och byggnadsrekommendationer. Dessa strategier lämpar sig bland annat för en kommuns översiktsplanering. Inom strategin resilience kan man till exempel även mildra effekterna av direkt nederbörd genom att optimera dagvattensystemen.

Man kan också vidta en åtgärd som innebär att faran minskar på en plats genom att vidta åtgärder på andra platser. Exempelvis kan man anpassa ett vattensystem genom att vidta åtgärder som fördröjer (retention), lagrar (storage) eller minskar utflödet (discharge) uppströms så att de stora vattenmassorna inte påverkar en mer sårbar plats nedströms. Detta kan göras genom en god regional eller nationell planering. Ibland krävs till och med gemensam internationell planering för vissa vattendrag. Flera av de åtgärder som i denna rapport beskrivs på lokal nivå (vallar, fördröjningsdammar, multifunktionella ytor etc.) kan användas även för betydligt större områden. Om stora avrinningsområden skall hanteras krävs en mycket god planering som sker i samverkan mellan olika kommuner och andra aktörer som berörs av de åtgärder som vidtas.

I planering för nybebyggelse föreslås främst en mix av de tre strategierna (resist, resilience och retreat). För befintlig bebyggelse föreslås strategin resistance men även resilience. Till exempel ett förbättrat dagvattensystem kan vara en passande strategi för vissa områden.

3.1 Underlag för fysisk planering

Det finns olika underlag och verktyg som kan användas i planeringsprocessen. Viktiga underlag är tidigare planer och utredningar men även att ta tillvara på ny kunskap och den kunskap som finns inom området. Denna kan utgöras av speciell kunskap som beror av lokalkännedom hos till exempel fastighetsägare, verksamhetsutövare och tjänstemän. Den kan också bestå av underlag i form klimatscenarier, inventeringar, karteringar och andra lokalspecifika data. Till exempel kan en höjddatabas vara en bra grund att utgå från i planeringen för att anpassa en stad, eller ett specifikt område, för ett översvämningshot (Boverket, 2010a; MSB, 2010c).

En översvämningskarta visar vilka områden som kan drabbas vid höga vattenstånd. Kartan kan även markera ut blue spots, det vill säga där vatten ansamlas vid mycket regn eller när vattenståndet sjunker. Kartan kan nyttjas i flera syften. Den kan bland annat användas för markering av områden som kan nyttjas som fördröjningsmagasin eller vilka vägar som kan användas som vattenvägar. I Danmark kallas kartorna "mulighedskort" och används vid prioritering i samband med de krav som ställs om fördröjning av vatten vid nybyggnation (Boverket, 2010b; MSB, 2010b; Terra Firma, 2011).

Andra bra underlag är till exempel kartor som visar till vilken grad marken är hårdgjord i anslutning till ett vattendrag (t.ex. "Towards a Green Infrastructure Framework for Greater Manchester"). Till kartan kan en översvämningskartering kopplas (Boverket, 2010b; Pasche, 2009).

Underlagen kan ytterligare förfinas eller utvecklas genom dataprogram där olika scenarier med vattenstånd och nederbörd simuleras och visualiseras.

3.2 Verktyg som kan användas vid fysisk planering

För att prioritera och kunna välja lösning kan olika beslutsstödsverktyg och kombinationer av sådana användas. Dessa verktyg kan användas tillsammans med relevanta underlag för att ta fram de mest hållbara lösningarna.

Kommunikationen under processen kan också vara avgörande för hur hållbart ett beslut är. Exempel och förslag på verktyg som kan användas för att underlätta kommunikations- och därmed även beslutsprocessen med fokus på ett föränderligt klimat finns sammanställda i verktygslådor (t.ex. Andersson-Sköld m.fl., 2011a; Jonsson och Simonsson, 2011; MSB, 2006).

Utöver metoder och verktyg som beskriver, underlättar och systematiserar själva beslutsprocessen är lagar och förordningar viktiga verktyg. Översiktsplaner och detaljplaner enligt PBL (plan och bygglagen) är bland de viktigaste instrumenten. I Boverkets rapport "Klimatanpassning i planering och byggande – analys, åtgärder och exempel" (Boverket, 2010a) och SGI Varia 608 (Rydell m.fl., 2011) finns sammanställning av gällande lagstiftning som man dels kan dra nytta av men också måste ta hänsyn till vid planering. I lagen om skydd mot olyckor anges att kommunen ska upprätta handlingsprogram för förebyggande verksamhet och räddningstjänst. Ett handlingsprogram har tre huvudsakliga syften: vara ett styrdokument, vara en handling där medborgarna får insyn och information och verka som planeringsunderlag. Eftersom handlingsprogrammen ska utgå från de lokala förutsättningarna finns det inget facit för hur ett sådant ska se ut men en gemensam grund är att de bör utformas med utgångspunkt från den lokala riskbilden (Boverket, 2010a).

3.3 Allmänna mjuka åtgärder

Utöver fysisk planering av ett område eller en stad kan man planera insatser för att öka kunskapen, medvetandet och beredskapen för att förebygga och minska konsekvenserna av eventuell översvämning. Exempel på mjuka insatser är:

- Ta fram en handlingsplan för översvämning
- Planera tydlig ansvarsfördelning, samverkan och agerande inom och utanför kommunorganisationen
- Information, utbildning och övning
- Prognoser och Varningssystem
- Övervakning
- Försäkringar och annan ekonomisk beredskap
- Evakueringsplan
- Förvaltningsplaner för flytande skräp/material
- Återhämtningsplan

Dessa åtgärder är organisationsberoende och behöver liksom de kommunala handlingsplanerna byggas upp av, med och för lokala nyckelaktörer.

3.4 Uppföljning och underhåll

Lika viktigt som planering är uppföljning, kontroll, översyn och underhåll. Detta gäller samtliga åtgärder som föreslås, det vill säga såväl hårda som mjuka. Samtliga större konstruktioner som exemplifieras i denna sammanställning kräver kontinuerligt underhåll och kontroll. Desto mer komplex konstruktion, eller organisation, ju mer frekvent bör uppföljning, översyn, test, kontroll och underhåll av konstruktionen respektive organisationen vara. Vid utförande av en åtgärdsplan måste därför även en plan för uppföljning, kontroll och underhåll ingå. Denna bör i princip sträcka sig ända till konstruktionens slutfas och sluthantering. Detta kanske inte är rimligt för konstruktioner med mycket lång livslängd men i princip skall planen även innefatta hantering av risker på lång sikt.

Även för relativt enkla åtgärder krävs underhåll och kontroll. Till exempel kan såväl skräp, växtmaterial, jord och annat material såsom is föras nedströms, eller på annat sätt täppa till vattenpassager vilket kan leda till översvämning. För att undvika detta måste man regelbundet rensa trånga passager. För att förhindra isproppar kan man också reglera biflöden för att skjuta upp islossningen. Man kan även ha kanaler vid sidan om passager samt muddra kritiska områden. Om en ispropp ändå bildas kan sprängning behöva genomföras. Manuell isbrytning och sågning är ytterligare metoder som kan användas (MSB, 2010a). Även om det kräver kontinuerlig insats är detta en relativt billig åtgärd.

4 Resistance

Resistance är ett känsligt systems förmåga att undvika störningen. De klassiska metoderna utgörs av hårda metoder såsom barriärer, vallar och dammar. Dessa åtgärder är oftast mycket stora och komplexa konstruktioner vars grundläggning kräver väl genomtänkta och ofta avancerade åtgärder.

Ofta lokaliseras dessa konstruktioner dessutom där markförhållandena är komplicerade med mäktiga jordlager bestående av lera, silt och sand samt organisk jord. Till exempel lokaliseras de oftast i de yttre delarna av fjärdar, i vattendrags mynningar och andra vattenområden.

Vid en långvarig översvämning infiltrerar vattnet ner i marklagren i slänten mot vattendraget och ger en förhöjd grundvattennivå, vilket försämrar jordens hållfasthet. Då vattnet mot den översvämmade slänten sjunker undan sänks inte den förhöjda grundvattenytan av i samma takt. Särskilt långsamt sjunker grundvattenytan undan i täta, finkorniga jordar som lera och silt.

Om en tung konstruktion anläggs tillkommer vikten av konstruktionen som en last som kan påverka stabiliteten negativt och även sättningar kan uppkomma. Förutom att det kan uppstå brister i konstruktionen kan sättningar medföra att den avsedda skyddsnivån inte uppnås.

Kombinationen av en tung konstruktion, som till exempel en jordvall, och förhöjd grundvattennivån kan utlösa skred. På samma sätt kan stabilitetsproblem uppstå om man höjer ett områdes marknivå med tunga jordmassor i syfte att förhindra översvämning.

Om en konstruktion placeras på en fyllning utan tätande skärm kan inläckage ske via jordskikt under konstruktionen och därmed inverka negativt på stabiliteten.

Stabilitetsproblemen kan även uppkomma bakom en konstruktion, som till exempel en jordvall, om höga flöden eller vattenstånd inträffar i kombination med mycket regn vilket medför att marken bakom vallen kan få en förhöjd grundvattennivå.

Dessutom kan jordlagren på de platser som konstruktionen utförs på vara kontaminerade. Detta medför risker för att föroreningar sprids i omgivningen i samband med att grundläggningsarbetet utförs.

För samtliga konstruktioner som beskrivs under detta avsnitt är det därför mycket viktigt att markförhållandena är väl undersökta, att stor hänsyn tas till stabilitets- och sättningsproblematik och att grundläggningen är mycket väl genomtänkt och flera av dem kräver avancerade grundläggningsåtgärder. Det vill säga för alla tunga konstruktioner (barriärer, stationära vallar etc.) gäller att de dimensioneras så att inte skred kan uppkomma och att sättningar undviks.

För specifik information om åtgärder mot ras, skred och erosion se hemsida hos MSB, Boverket och SGI (MSB, 2011; Boverket, 2010a; SGI, 2011).

4.1 Öppningsbar barriär



Figur 1 Barriär i Themsen (Worldsteel, 2011)



Figur 2 Maeslantbarriären vid Rotterdam (Delta Marine Consultants, 2011)

En öppningsbar barriär kan exempelvis vara placerad vid mynningen av ett vattendrag som ligger i anslutning till ett hav eller större sjö. Barriären kan då skydda ett samhälle mot en mer temporär vattennivåhöjning av havet eller sjön. Det kan finnas flera olika tekniska utformningar av en öppningsbar barriär. Maeslantbarriären vid Rotterdam består av två flytande bågformade stålportar som automatiskt förs ut i älvfåran när vattnet är på gång att stiga, Figur 2 (Keringhuis, 2010). I Themsen (London) finns en öppningsbar barriär som utgörs av 9 betongpirar tillsammans med 10 rörliga portar som ligger i fördjupningar på flodbotten, Figur 1. När en prognos visar på stundande högvatten kan portarna vridas upp 90 grader och forma en barriär (Environmental Agency, 2010).

Generellt positivt: Barriären kan skydda en stad från tillfälliga översvämningsrisker utan att permanent ändra förhållandena kring älven. Ekosystem, fartygstrafik och ev. dricksvattenförsörjning behöver inte bli påverkade i så stor omfattning jämfört med en permanent barriär. Det är även en åtgärd som skyddar en hel stad.

Generellt negativt: Åtgärden innebär i viss utsträckning förändringar i ekosystemet. Det kan även uppstå problem genom att andra vattendrag, än det som barriären skall skydda mot, under vissa förhållanden kan föra in så mycket vatten att det är omöjligt att hålla barriären stängd utan att området istället svämmas över inifrån. En rörlig barriär kräver fungerande elförsörjning, är kostsam, komplicerad och kräver kontinuerligt underhåll. Bristande underhåll kan medföra brister i konstruktionen. Stora brister kan leda till oönskade konsekvenser såsom att barriären brister.

Geotekniska aspekter: Öppningsbara barriärer är tunga och mycket komplicerade konstruktioner vars grundläggning kräver att stor hänsyn tas till stabilitet och sättningar samt väl genomtänkta åtgärder, vilka kan bli avancerade.

Information/erfarenhet:

- Information om barriären i Themsen från Miljömyndigheten i Storbritannien: <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/floods/38353.aspx>
- Keringhuis (2010), http://www.keringhuis.nl/engels/home_flash.html
- I Arvika kommun finns det ev. planer för en barriär mellan Kyrkviken och Glafs fjorden: MKB för Arvika kommun (Arvika kommun, 2010) och rapport från Nätverket för älvsäkerhet: <http://www.arvika.se/download/18.28d09043124fe680ea280004986/Effekter+p%C3%A5+By%C3%A4lvens+vattensystem.pdf>

4.2 Fast barriär



Figur 3 Afsluitdijk i Nederländerna (Nedwater, 2011)

En fast barriär är konstruerad så att vattnet innanför och utanför barriären blir helt avskilda från varandra. Det innebär att det vatten som ev. flödar in i viken eller vattensystemet via älvar med jämna mellanrum får tappas ut utanför barriären. Det kan till exempel göras via de slussar som används för att fartyg ska kunna ta sig in och ut. Barriären kan byggas så bred så att dess ovansida kan nyttjas för andra ändamål. Exempel på en fast barriär är Afsluitdijk i Nederländerna där en vik har skiljts av från Nordsjön, figur 3. Ovanpå barriären, som är 32 km lång, går en europaväg (Deltawerken, 2010; Wikipedia, 2010).

Generellt positivt: En fast barriär kan fungera bra för en vik där tillströmningsflödena är låga. Ovan sidan av barriären kan till exempel användas som transportled och därmed fås ytterligare nytta av barriären. Det är en fast och robust konstruktion som med rätt underhåll kommer att finnas på plats vid ett översvämningstillfälle. Möjligheten att bygga nära vatten blir större då man vet att man har skyddet av en fast barriär.

Generellt negativt: Ekosystem kan påverkas i stor omfattning då utbytet mellan vattenmassorna försvåras eller blir omöjligt och vattenkvaliteten kan därmed försämrats. Skydds nivån kan vara lägre än avsett till exempel till följd av sättningar. Konstruktionen kan innebära att man upplever en falsk trygghet. Det kan vara en kostsam konstruktion som kräver kontroll och underhåll. Bristande underhåll kan leda till att barriären brister med mycket stora oönskade konsekvenser som följd. Bassängen innanför kan även riskera att fyllas på om det är höga flöden i tillrinnande vattendrag. Pumpsystem kan då behövas, vilka kan utgöra en svaghet i systemet om det till exempel blir strömavbrott.

Geotekniska aspekter: Fasta barriärer är tunga dammkonstruktioner där grundläggningen är känslig för sättningar som kan innebära att avsedd nivå inte uppnås. Konstruktionen kräver att stor hänsyn tas till stabilitet och sättningar och vars grundläggning kräver väl genomtänkta åtgärder, vilka kan bli avancerade.

Information/erfarenheter:

- DeltaWerken (2010), <http://www.deltawerken.com/Why-this-twist/307.html>
- Wikipedia (2010), <http://sv.wikipedia.org/wiki/Afsluitdijk>

4.3 Jordvall



Figur 4 Jordvall (Trelleborgs kommun, 2010)

Jordvall är en annan permanent åtgärd som ger ett skydd upp till en viss vattennivåhöjning. En jordvall kan vara uppbyggd med geotextilduk, utfyllnadsmaterial och ett grövre material ytterst som förhindrar erosion (Trelleborg AB, 2010). De vattenledningar som mynnar utanför vallen måste kunna täppas till manuellt eller eventuellt vara försedda med backventiler så att inte läckage sker innanför vallen (MSB, 2010a). I samband med att man anlägger en vall så behövs även pumpsystem för att få ut det vatten som flödar in bakvägen (ex. via regn, avlopp). Pumpsystem kräver i sin tur underhåll och beroende på hur mycket vatten som behöver pumpas varierar livslängden.

Generellt positivt: Jämförelsevis en billig åtgärd som relativt enkelt kan tas bort eller byggas på. Beroende på utformning så kan den eventuellt vara ett positivt inslag som till exempel promenadstråk och ge en positiv känsla genom grönska.

Generellt negativt: Jordvall passar eventuellt inte in i alla slags stadsmiljöer och det kan bli stora konsekvenser om en vall brister. Om det behövs sättningsreducerande åtgärder, såsom t.ex. KC-pelare eller pålar, kan det bli kostsamt och mer problematiskt att bygga för att uppnå en viss höjd.

Geotekniska aspekter: En jordvall är en tung konstruktion med risk för sättningar som kan leda till att avsedd höjd inte uppnås. Konstruktionen kräver att stor hänsyn tas till stabilitet och sättningar och vars grundläggning kräver väl genomtänkta åtgärder, vilka kan bli avancerade.

Information/erfarenheter:

- MSB (2010a), Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap, <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamning/Begransa-skador/>
- Sandviken kommuns översvämningsskyddsplan för Gysinge bruk, <http://www.terrafirma.se/%C3%96SP%20-%20Gysinge%20bruk.pdf>
- Information om Kristianstads planer med skyddsvallar, <http://www.kristianstad.se/Upload/R%C3%A4ddning%20S%C3%A4kerhet/dokument/Skydd%20mot%20C3%B6versv%C3%A4mningar/Nordv%C3%A4stra%20vallprojektet/Information%2009.pdf>
- Trelleborg AB (2010), <http://www.trelleborg.com/sv/Media/Trelleborgs-varld/Hemligheten-som-haller-Hamburg-torrt/>

4.4 Vall av betong/sten



Figur 5 Betongvall (USACE, 2011)

Ett sätt att hålla vattnet borta är att sätta upp en traditionell mur/barriär som kan bestå av betong eller sten. I samband med konstruktion av permanent mur måste även de vattenledningar som mynnar utanför muren kunna täppas till manuellt eller vara försedda med backventiler så att inte läckage sker innanför muren (MSB, 2010a).

Generellt positivt: Det är en robust lösning som man vet finns på plats och ger ett säkert skydd under förutsättning att den underhålls på rätt sätt och att brister åtgärdas. Risken är mindre för att mänskliga eller tekniska fel ska uppstå i akutfasen jämfört med en rörlig eller temporär barriär. Skapar man en bred betong/sten mur kan den även fungera som promenadstråk och kan estetiskt passa i stadsmiljö.

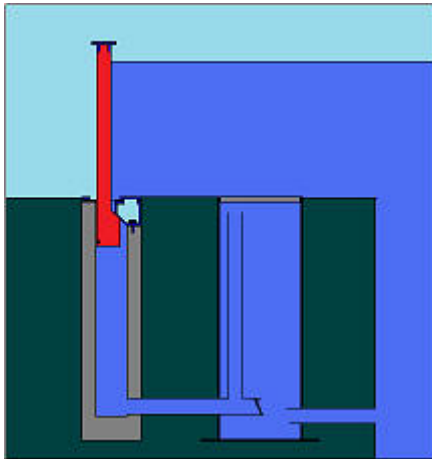
Generellt negativt: En betong/sten vall kan beroende på utformning skapa en avskärmning mellan människor och vattnet och göra ett område mindre attraktivt. Det kan bli stora konsekvenser om en vall brister.

Geotekniska aspekter: Möjliga effekterna av vallen är desamma som för en jordvall.

Information/erfarenheter:

- MSB (2010a), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvanning/Begransa-skador/>
- Sandvikens kommun har en översvämningsskyddsplan för Gysinge bruk där vall i betong diskuteras i planen. <http://www.terrafirma.se/%C3%96SP%20-%20Gysinge%20bruk.pdf>
- New Orleans skyddas av ett vallsystem som är 200 engelska mil långt och består delvis av betongvallar. År 2005 drog stormen Katrina över staden vilket ledde till att delar av vallsystemet brast och det blev en storskalig katastrof. Erfarenheter och lärdomar finns samlade: http://www.ce.berkeley.edu/projects/neworleans/report/CH_1.pdf
- About.com Architecture (2010),
<http://architecture.about.com/od/damsresevoirs/ss/floodcontrol.htm>

4.5 Hög- och sänkbar vall/barriär



Figur 6 Hög- och sänkbar vall
(Flood barrier, 2011)

Ett alternativ till permanent vall och som heller inte behöver hanteras manuellt är en konstruktion som höjer sig automatiskt vid högvatten och skapar ett skydd, Figur . Det kan finnas flera olika konstruktioner som fungerar med samma grundprincip, det vill säga att barriären automatiskt höjs med hjälp av det stigande vattnet (Terra Firma, 2008). I samband med barriärens konstruktion måste även de vattenledningar som mynnar utanför vallen kunna täppas till, till exempel genom att vara försedda med backventiler så att inte läckage sker innanför vallen (MSB, 2010a).

Generellt positivt: Det är en temporär lösning som inte behöver (akut) mänskligt ingripande för att fungera. Den fungerar även utan el. Vid lågvatten behöver konstruktionen eventuellt inte vara synlig och den kan utformas estetiskt passande för att ha i till exempel stadsmiljö.

Generellt negativt: Konstruktionen kräver löpande kontroll och underhåll för att upprätthålla barriärens funktion. Det kan bli stora konsekvenser om den inte fungerar. Eftersom en hög- och sänkbar barriär kan vara hopsatt i sektioner kan det bli läckage i skarvar. Det är osäkert hur konstruktionen fungerar i kallt klimat och med isbildning. Elektriska trådar kan eventuellt användas för att avisa konstruktionen.

Geotekniska aspekter: Även denna kan eventuellt ha tunga konstruktionsdelar som i sig kan bidra till sättningar eller påverka så att ett skred orsakas.

Information/erfarenheter:

- MSB (2010a), <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvanning/Begransaskador/>
- Terra Firma (2008), http://www.goteborg.se/wps/wcm/connect/4fedc300421651cc936ef73d2a09bb7a/Extremt+v%C3%A4der+Tepor%C3%A4ra+skyddsvallar.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=URL&CACHEID=4fedc300421651cc936ef73d2a09bb7a

4.6 Hus som vall



Figur 7 Venedig (Foto R Bergman, 2009)



Figur 8 Venedig (Foto R Bergman, 2009)

Ett sätt att bygga nära vattnet är att konstruera husgrunden så att den kan fungera som skydd vid högt vatten, som exempelvis i Lauenberg Tyskland eller Venedig. Vid ombyggnad eller nykonstruktion kan man konstruera byggnaden för att klara av mycket vatten genom att anpassa första våning till att antingen vattenfyllas eller stå emot vatten. Mellan vissa byggnader kan man konstruera så kallade twietes (gränder) med trappor som gör det möjligt för människor att bättre ta sig ner till vattnet både vid hög- och lågvatten. De vattenledningar som mynnar utanför vallen måste kunna täppas till. Detta kan göras manuellt eller så kan de vara försedda med backventiler så att inte läckage sker (MSB, 2010a).

Generellt positivt: Åtgärden kombinerar ett attraktivt läge för byggnader med ett skydd mot vattennivåhöjning. Med sina twietes är åtgärden anpassad att skapa närhet till vattnet både vid låg- och högvatten. Vid lågvatten kan man ha promenadstråk längs husgrunderna. Det är en stabil lösning med sten och betong och har vid gott underhåll en generellt lång livslängd.

Generellt negativt: Om inte speciella åtgärder vidtas för att öka dess flexibilitet, är åtgärden inte flexibel. Det vill säga den kan liksom för vallar, barriärer och andra komplexa lösningar ofta inte (på ett enkelt sätt) i efterhand anpassas till förändrade förutsättningar såsom förändrat klimat. Det kan eventuellt gå att bygga en vall mellan husen i gränderna för att ytterligare skapa en högre gräns för vattennivåskyddet. Perioder med ofta förekommande högvatten kan eventuellt göra att husgrunderna och promenadstråken kan bli täckta av alger och andra vattenorganismer vilket kan göra att området vid lågvatten blir mindre attraktivt att vistas vid.

Geotekniska aspekter: Beroende på husets tyngd kan skred orsakas på samma sätt som av vallar/barriärer på grund av ökad belastning på marken. Liksom för alla byggnadskonstruktioner är konstruktionens grundläggning beroende av jordens egenskaper och komplexa lösningar med höga grundläggningskostnader kan krävas.

Information/erfarenheter:

- MSB (2010a), <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvanning/Begransa-skador/>
- Manojlovic N., Pasche E. (2008), <http://library.witpress.com/pages/PaperInfo.asp?PaperID=19304>

4.7 Reglera vattendrag



Figur 9 Ett mindre vattendrag som kan regleras (Willem Vervoort, 2010)

Dammar kan användas för att reglera vattendrag. För vissa städer och områden kan de små vattendragens flöden spela aktiv roll för översvämningsproblemet och därmed kan det underlätta om dessa flöden tillfälligt kan hindras uppströms. Såväl mindre som större vattendrag kan regleras med damm för att minska risken för översvämning av områden som ligger nedströms.

Generellt positivt: Man kan kontrollera vattenflödet och reglera det efter behov.

Generellt negativt: En dammkonstruktion kräver underhåll och tillsyn. Ett reglerat vattendrag kan ge en negativ påverkan på det naturliga ekosystemet. Det behövs även ytor för att ansamla vatten uppströms dammen. Det finns risk att dammen brister.

Geotekniska aspekter: En damm kan vara av mycket olika storlek. Dammens konstruktion måste anpassas till rådande geotekniska förhållanden. Funktionen av dammen, det vill säga att stoppa flödet eller släppa på det leder till att vattennivåerna både uppströms och nedströms dammen kan variera kraftigt. Denna fluktuation kan påverka markens stabilitet negativt. Se geotekniska aspekter sidan 10.

Information/erfarenheter:

- Boyer D. (2009), <http://www.wpuda.org/publications/connections/hydro/Chehalis%20River.pdf>

4.8 Temporära skydd



Figur 10 Temporära pallar
(Geodesign AB, 2010)



Figur 11 Tubvall med luft
(Geoline Ltd. 2010)

Temporärt skydd kan vara ett komplement till permanenta åtgärder och även vara ett alternativ om marken inte klarar av tyngre permanenta lösningar. Det kan också vara en billigare lösning. Det kan finnas flera olika typer av temporära skydd, till exempel pallar, jordsäckar, mindre jordvall, tubvall med luftkuddar (Terra Firma, 2008). Val av teknik kan bero av den förväntade vattennivån, materialtillgång inom lämpligt avstånd, grundläggningsförhållanden och utbredning av skyddet (MSB, 2010a). Man kan antingen ha planerat och införskaffat sig ett lager med material för vissa sträckor eller avtal kan tecknas med någon som transporterar dit och temporärt bygger upp vallarna vid behov (Terra Firma, 2011). I samband med ett temporärt skydd så behövs även pumpar för att få bort det vatten som flödar in bakvägen (exempelvis via regn, avlopp).

Generellt positivt: Det är en relativt billig åtgärd som inte ger en permanent förändring för miljön. Eftersom den används under kortare perioder så slits den inte lika mycket som en permanent och eventuellt krävs mindre underhåll vilket är enklare att genomföra när den är nedmonterad.

Generellt negativt: Det kan ta tid att installera/uppöra åtgärden och mänskligt felande kan göra att den inte fyller sin funktion. Det är möjligt att ett temporärt skydd inte klarar av höga vattennivåer under lika lång tid som en permanent. Om det ofta behövs sättas upp ett temporärt skydd så kan driftkostnader och utsläpp i samband med upp och nedmontering bli relativt höga.

Geotekniska aspekter: För de temporära skydd som är lätta utgör de ett bättre alternativ än jordvallar, men det beror på de geotekniska förutsättningarna. För tyngre alternativ, såsom t.ex. sandsäckar, kan dessa bidra till påverkan så att skred orsakas.

Information/erfarenheter:

- MSB (2010a), Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap har en lista med olika metoder. <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvanning/Begransa-skador/>
- Terra Firma (2008), http://www.goteborg.se/wps/wcm/connect/4fedc300421651cc936ef73d2a09bb7a/Etremt+v%C3%A4der+Tepor%C3%A4ra+skyddsvallar.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=URL&CACHEID=4fedc300421651cc936ef73d2a09bb7a
- Åsele kommun fick hjälp av Aqua Barrier att temporärt skydda med pallar. <http://www.geodesign.se/old/seaqasele.shtml>

5 Resilience

Resilience innebär lösningar där systemet under en period kan tillåtas att vara påverkat av en negativ händelse för att sedan återhämta sig till normal kapacitet och verksamhet. Ett exempel är att man kan tillåta vatten att komma in i ett område som under en begränsad period påverkas av störningen. Med en god resilience kan det område som påverkats snabbt återgå till sitt ursprungliga tillstånd efter störningen.

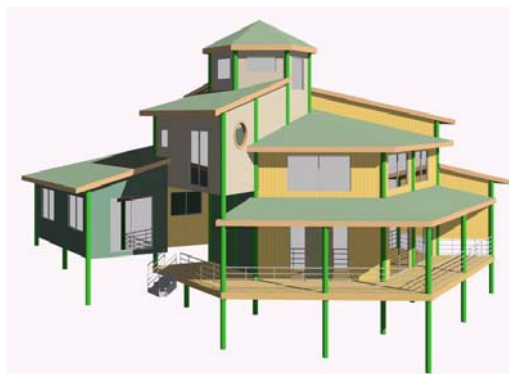
I detta avsnitt ges exempel på lösningar som innebär att ett område tillåts påverkas under en begränsad period. Det kan göras på flera olika sätt, till exempel genom att det finns buffertområden med översvämningsytor och/eller att de mest skyddsvärda objekten konstrueras så att de tål eventuell exponering. Här ges exempel på flera olika typer av åtgärder som kan användas för att skapa goda resilienta lösningar. En kombination av olika åtgärder kan ge de mest effektiva och hållbara lösningarna. Den mest hållbara mixen av åtgärdslösningar är områdesspecifik.

Beroende på grundläggningsförhållanden kan flera av dessa åtgärder, liksom de resistance åtgärder som beskrevs i föregående avsnitt, kräva stora, komplicerade och väl genomtänkta grundläggningsåtgärder som därmed också innefattar stora kostnader.

5.1 Byggnader på pelare



Figur 12 Hus på pelare (Inhabitat, 2010)



Figur 13 Hus på pelare (John Koch, 2011)

Hus kan placeras på pelare vilket gör att de kan komma nära vattnet utan att påverkas av vattenståndsvariationerna. Åtgärden förutsätter att bakomliggande områden är planerade för att klara att översvämmas och att de kan återgå till sitt ursprungliga tillstånd efter störningen. Det vill säga åtgärden skyddar byggnaden i sig, men utgör en del av en resilient lösning för ett område. Husen på pelare kan konstrueras så att de alltid står i vatten eller så att de periodvis har fri mark under sig. Dessa konstruktioner kräver att husgrunden/pelarna anpassas för att klara förväntade förhållanden. Alternativt kan huset konstrueras så att vattnet inte kan nå upp till grunden. Byggnaderna kan vara konstruerade så att de står på en plattform med pelare eller har pålar som är inbyggda i själva husgrunden (Pole Houses, 2011). Med olika modifiering kan de utföras både i kallt och varmt klimat (Inhabitat, 2010c).

Generellt positivt: Med en välgenomtänkt planering kan ett område som placeras på pelare skapa en intressant och estetiskt spännande utveckling av staden. Hus på pelare tillåter vattnet att fluktuera fritt och naturligt. Transportsystem kan anpassas med båttrafik och broar. Ur turismsynpunkt kan det bidra till en positiv utveckling för en stad.

Generellt negativt: Det krävs underhåll, framför allt om konstruktionerna påverkas av saltvatten. När det är lågvatten kan området ev. se tråkigt ut, lukta, inneha djur och vara sankt. Det är inte en flexibel lösning som på ett enkelt sätt kan anpassas till ändrade förutsättningar i framtiden. Konstruktionen måste även vara dimensionerad för att klara av kallt klimat så att isskjutning som kan skada eller

knäcka pålarna undviks. Kostnaden för att minimera risken kan bli hög och försäkringen på huset kan bli hög på grund av att risken verkar större än för traditionella byggnader. Transport till och från byggnaderna måste fungera vid olika vattenstånd och VA-systemet måste konstrueras på ett hållbart sätt. Konstruktionen lämpar sig inte för områden med höga vågor.

Geotekniska aspekter: Beroende på grundläggningsförhållanden kan det krävas stora grundläggningsåtgärder och därmed även stora kostnader. Grundläggningskonstruktionen måste även klara stora variationer i vattenstånd.

Information/erfarenheter:

- Pole Houses (2011), http://www.polehouses.com/index.cfm?fuseaction=page.display&page_id=19
- Inhabitat (2010c), <http://www.inhabitat.com/2005/09/28/pole-houses/>

5.2 Flytande byggnader/vägar



Figur 14 Flytande hus
(Inhabitat, 2011)



Figur 15 Flytande hus i Maasbommel
(Gouden Kust, 2011)

I stället för att förhindra att vattnet ska nå byggnaderna kan man låta byggnaderna stå i kontakt med vatten hela tiden genom att flyta. Det finns ett holländskt projekt i Maasbommel där man konstruerat hus som ständigt flyter och hus som flyter upp när det blir högvatten, figur 15 (Kengen, 2011) Det finns flera företag som har teknik och design för flytande byggnader. En teknik för denna åtgärd kan vara vattentäta källare som ger lyftkraft vid höjda vattennivåer. Husen kan vara förankrade vid pelare, med kedjor eller i gummikablar som kan förlängas efter behov. Istället för vattentäta källare kan man även ha husen stående på flytande plattformar (Svenska Sjöhus, 2010).

Generellt positivt: Många olika sorters anläggningar kan byggas på flytande plattformar. Lösningen gör att man enklare kan kombinera vattenområden med utvecklingen av en stad. Konstruktionen är flexibel och kan anpassas till oförutsedda vattennivåhöjningar. Om det blir problem med ett flythus så skapar det inte problem för hela staden.

Generellt negativt: En risk med flytande hus är att plattformen kan gå sönder med risk att huset sjunker. Kostnaden för att minimera risken kan bli hög och försäkringen på huset kan bli hög på grund av att risken verkar större än för traditionella byggnader. Transport till och från byggnaderna måste fungera vid olika vattenstånd och VA-systemet måste konstrueras på ett hållbart sätt. Konstruktionen lämpar sig inte för områden med höga vågor.

Geotekniska aspekter: Denna åtgärd har i stort sett ingen negativ inverkan på markförhållandena. Beroende på typ av konstruktioner och förankring kan olika grundläggnings konstruktioner krävas och därmed kan kostnaderna variera. Omgivningens säkerhet mot skred måste vara tillfredställande för att inte byggnaderna ska påverkas sekundärt.

Information/erfarenheter:

- Kengen GAL(2010), http://www.verenigingbwt.nl/ufc/file/bwti_sites/028e4669606d529492fc11fc2a11ae1f/pu/W1_8_maasbommel_floating_houses_22november2007.pdf
- Svenska Sjöhus ger idéer om olika flytande anläggningar:http://www.svenskasjohus.com/index.php?option=com_content&view=article&id=124&Itemid=144&lang=sv
- Metrohippie har bl.a. en filmsekvens om konstruktionen: <http://metrohippie.com/as-modest-mouse-sings-float-on/>
- Exempel med flytande väg/byggnader från Dutch Docklands: <http://www.dutchdocklands.com/page/70>
- Inhabitat (2010a), <http://inhabitat.com/2010/06/23/six-flood-proof-buildings-that-can-survive-rising-tides/>

5.3 Byggnader som tål vatten



Figur 16 Garage i strandhus
(Monolithic, 2011)



Figur 17 Ett strandhus
(Monolithic, 2011)

Man kan konstruera hus som antingen är våt- eller torrskyddade. Med våtskydd innebär det att källaren tillåts översvämmas till en viss nivå och man använder vattentäta material samt flyttar känsliga inventarier till en högre nivå. Det finns hus designade för att klara av mycket vatten genom att anpassa första våning till att vattenfyllas, se figur 16 och figur 17 (Monolithic, 2011). Med torrskydd så förhindras vattnet att komma in i byggnaden (Ander m.fl., 2009). Skillnaden till hus som vall är att denna åtgärd bara är ett skydd för ett hus och inte för ett större område.

Generellt positivt: Vid torrskydd kan källaren alltid användas.

Generellt negativt: Med torrskydd så får inte vattnet utanför byggnaden stiga allt för mycket. Om vattennivåskillnaden är alltför stor mellan in och utsida så finns det risk att husets flytkraft blir för stor. För att undvika det måste dimensionering utifrån förväntade vattennivåer göras.

Geotekniska aspekter: Byggnaderna är tunga konstruktioner och husen i sig tillåter vatten att flöda in på bottenvåningen (garage och liknande). Även marken runt om tillåts översvämmas av vatten. På samma sätt som alternativet med en jordvall och liknande så innebär detta risker för sättningar och skred vilket innebär att det kan krävas speciella grundläggningsåtgärder.

Information/erfarenheter:

- Monolithic har ett annorlunda exempel på hus byggt för att tåla bl.a. vattennivå höjning, <http://www.monolithic.com/stories/beach-front-homes-building-for-wind-water-and-corrosion>
- Pasche E. (2009)

5.4 Permeabel asfalt/beläggning



Figur 18 Permeabel asfalt (Ramsey-Washington Metro Watershed District, 2011)



Figur 19 Permeabel beläggning (Paving Expert, 2011)

Genom att använda genomsläpplig beläggning kan vatten infiltreras ned i marken och magasineras i en reservoar, för att därefter sakta perkolera ner djupare i marken (Pasche, 2009). Om många privata fastighetsägare i en kommun undviker att anlägga hårdgjorda ytor på tomten eller använder permeabel asfalt skulle belastningen på dagvattennätet minska (Boverket, 2010b). Det infiltrerade vattnet kan även transporteras bort till andra områden och lagringsplatser. Åtgärden kan ensam, eller tillsammans med andra åtgärder, utgöra så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Hur väl fungerande metoden är, samt hur den påverkar annan funktionalitet, beror av lokala förhållanden, design, skötsel och teknikval (Bäckström, 2005; Miljösamverkan, 2004).

Generellt positivt: Permeabel asfalt liknar vanlig asfalt och därför gör det ingen skillnad estetiskt sett.

Generellt negativt: Det kan bli problem med tiden då sediment kan fastna i porerna och hindrar genomsläppligheten. Åtgärden är lämpad för måttliga regn, men inte extremregn.

Geotekniska aspekter: Urbanisering medför vanligen att grundvattennivån i området sänks permanent bl.a. på grund av hårdgjorda ytor. I bebyggda områden med sättningsskänsliga jordlager kan därför permeabel asfalt/beläggning minska risken för sättningsskador. Genomsläppligheten underlättar perkolation av vatten till jordlagren så att grundvattennivån lättare kan bevaras på ursprunglig nivå. På grund av sämre infiltration i leror och finjordar har denna åtgärd inte samma effekt i dessa jordar som i grövre jordar. De senare är dock även mindre sättningsskänsliga. Åtgärden kan vara olämplig i eller i närheten av lerslänter med dålig stabilitet då regnvatten lättare infiltreras ned i jordlagren med förhöjning av grundvattentrycket som följd. Ett högre grundvattentryck i jordlagren i kombination med slänter kan medföra dålig stabilitet och kan leda till skred.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b) http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Pasche E. (2009)

5.5 Transport/hantering av infiltrerat dagvatten



Figur 20 Infiltrerande dike
(Sustainable Stormwater Management, 2010)

Diken kan användas för att lokalt infiltrera ned vatten i marken och antingen lagras på plats eller ledas bort med rör (filter drains). Dikena är belagda med genomsläppligt material, exempel gräs (filter strips) eller grus. Vissa diken kan vara utgrävda och fyllda med genomsläppligt material för att bilda en reservoar (filter trenches) (Pasche, 2009). Åtgärden kan ensam, eller tillsammans med andra åtgärder, utgöra så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

Generellt positivt: Det blir en renande effekt av det vatten som infiltreras ner i marken. Åtgärdena är ekonomiskt fördelaktiga för infiltration och fördröjning av dagvatten (Boverket, 2010b).

Generellt negativt: Vid mycket regn blir marken vattenmättad och åtgärdens funktion slutar att fungera för den fortsatta tillströmningen av vatten.

Geotekniska aspekter: Liksom för permeabel beläggning kan dessa åtgärder innebära att förutsättningarna för sättningar minskar. Åtgärdena medför dock att grundvattentrycket lokalt kan öka i allt för hög grad, vilket kan leda till dålig stabilitet i eventuella närbelägna slänter. Om stabiliteten är dålig kräver denna lösning att dagvattnet leds ned i rör och transporteras bort från det känsliga området.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Pasche E. 2009

5.6 Ytlig transport/hantering av dagvatten



Figur 21 Ytlig transport
(BizzBook, 2010)

Det kan finnas mindre konstruktioner som leder dagvatten längs gator och promenadstråk, mellan byggnader osv. för att få vattnet till platser (ex. till fördröjningsmagasin, infiltrationsytor mm) som kan omhänderta det (Pasche E. 2009). Det kan exempelvis vara svårt att planera in gräsbeklädda ytor för hantering av dagvatten i en stad på grund av platsbrist och topografi. I sådana lägen är dagvattenkanaler fördelaktiga (Boverket, 2010b). För transportsystemet behövs ibland kulvertar för att ex. leda vatten genom vägbankar. Även vägar kan konstrueras för att fungera som transportkanal i de extremfall det finns behov av det (SPUR, 2011).

Generellt positivt: Transportsystemet kan konstrueras i olika storlek och anpassas till områdets behov.

Generellt negativt: Systemet kan eventuellt ta upp mycket plats. Material kan också täppa till kulvertar och smala passager. Systemet kräver frekvent och kontinuerlig kontroll och underhåll.

Geotekniska aspekter: Läckande ytliga ledningar eller igensatta öppna ledningar kan leda till att dagvattnet lokalt kan rinna ut över ett markområde, vilket kan leda till ökat grundvattentryck i ett släntområde med dålig stabilitet. Ytliga klenare och lättare ledningar kan generellt vara en fördelaktig lösning för att transportera dagvatten till områden som är mer anpassade att hantera stora mängder vatten.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Pasche E. 2009
- SPUR (2011), http://www.spur.org/publications/library/report/strategiesformanaging_sealevelrise_110109

5.7 Återhållande reservoarer



Figur 22 Dagvattendamm i Växjö
(Veg Tech AB, 2011)



Figur 23 Dagvattendamm med konst
(Göran Nilsson, Movium, 2011)

Mindre bassänger kan vara konstruerade för att ta hand om dagvatten under några timmar. I kombination med dräneringsrör kan de infiltrera vattnet (Pasche, 2009) (Boverket, 2010b). Även större bassänger eller cisterner kan anläggas vilka har som funktion att lagra dagvatten under en viss tid (SPUR, 2011). Åtgärden kan ensam, eller tillsammans med andra åtgärder, utgöra så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Många små bassänger kan behövas för att få en effekt.

Generellt positivt: De är relativt billiga att anlägga och med rätt utformning även relativt lätta att underhålla.

Generellt negativt: En möjlig negativ effekt är att det kan krävas stora ytor.

Geotekniska aspekter: En reservoar med ogenomsläpplig botten och med täta avledningsrör, kan inte nämnvärt påverka marken runt om. Dock kan lasten från en tung reservoar placerad olämpligt nära en slänt orsaka skred. Konstruktionen måste ta hänsyn till de lokala geotekniska förhållandena och åtgärder kan behöva vidtas för att det inte skall uppstå risker för sättningar eller skred. Det finns också risk för upptryckning när behållaren står tom. I bebyggda områden med sättningsskänliga jordlager kan åtgärden med lokal infiltrering av dagvatten under vissa förhållanden minska risken för sättningsskador. Dessa risker är i de flesta fall inte stora.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Veg Tech AB (2011), www.vegtech.se
- Pasche E. (2009)
- SPUR (2011), http://www.spur.org/publications/library/report/strategiesformanaging_sealevelrise_110109

5.8 Multifunktionella ytor/ Översvämningsytor



Figur 24 Område som kan användas för dagvattenuppsamling (Courtesy Fairfax County, 2011)



Figur 25 Parkområde med bäck i Lomma (Lomma kommun, 2011)

En multifunktionell yta kan vara ett område som tillåts att översvämmas utan att områdets främsta funktion permanent förändras (Pasche E. 2009). Man kan välja ut ytor i en stad som kan tillåtas att översvämmas om vattenståndet stiger eller det regnar kraftigt. Ytorna kan antingen vara naturliga grönytor som normalt används till annat (park, fotbollsplan etc.) men som vid behov kan låta vatten infiltreras ner i marken och vid behov även tillåtas att översvämmas. För infiltration fungerar sandjordar bättre än lerjordar och att ha växter på marken gör att vattnet lättare dräneras ner och försumpning förhindras (Boverket, 2010b). Det kan även vara konstruerade ytor, exempelvis underjordisk parkeringsplats, som kan ha en funktion både med och utan vatten (SPUR, 2011). Åtgärden kan ensam, eller tillsammans med andra åtgärder, utgöra så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

Generellt positivt: Det är en yta som kan uppfylla två eller till och med tre syften. Om det finns ett grönområde i en stad så anses det oftast vara positivt och det bidrar även till ett mer jämnt klimat och kan kompensera för temperaturvariationer. Det tredje syftet är att man lär sig leva med vatten genom att man ser inverkan av nederbördsvariationen inom området.

Generellt negativt: Att omhänderta vatten på ytor som annars används till annat gör att de ytorna inte kan fylla sitt syfte som ex. park eller fotbollsplan en tid efter översvämningen. Det finns även en risk att dagvattnet är förorenat och därmed kommer marken vara nersmutsad efter att vattnet har dragit sig undan (SPUR, 2011).

Geotekniska aspekter: Geotekniska risker och fördelar är liknande dem för reservoarer som beskrivits i föregående avsnitt.

Information/erfarenheter:

- Kristianstads kommun har i sin översiktsplan diskuterat översvämningsytor, s. 28. http://www.kristianstad.se/upload/Bo_bygga/Samhallsplanering/PDF/Kristianstad%20v%C3%A4xer/FOP_Forutsattningar_sid26_40.pdf
- Inhabitat (2010b) En översvämningsdamm konstrueras i Rotterdam. <http://www.inhabitat.com/2009/11/30/waterpleinen-rain-reservoirs-a-dynamic-public-spaces/>
- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Pasche E. (2009)
- SPUR (2011), http://www.spur.org/publications/library/report/strategiesformanagingsealevelrise_110109

5.9 Gröna tak



Figur 26 Grönt tak (Scholtens Roofing, 2010)



Figur 27 Grönt tak i Sydney (Water Sensitive Urban Design, 2011)

Gröna tak bidrar till att minska avrinningen och mängden dagvatten. De reducerar även förorenings-spridning. Privatpersoner kan bland annat använda gröna tak på hus och bodar. Det är en del av LOD teknik (lokalt omhändertagande av vatten) (Boverket, 2010b, Pasche, 2009).

Generellt positivt: Mer grönska kan ge en positiv känsla för invånarna. På vintern kan taken ge isole-ring mot kylan och på sommaren kan de minska överhettning.

Generellt negativt: Växter kan vara opålitliga och påverkas av det omgivande klimatet. Livslängden är därmed osäker och de kräver en del underhåll.

Geotekniska aspekter: Byggnaden i sig måste givetvis ligga stabilt och vara rätt grundlagd.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Veg Tech AB, www.vegtech.se
- London Climate Change Partnership (2006)
- Pasche E. (2009)

5.10 Markväxter



Figur 28 Design av Helsingfors (Helsingfors kommun, 2010)

Skog och växter kan under rätt förutsättningar bidra till att ta upp vatten och stabilisera marken. Både enskilda husägare och kommunen kan bidra till LOD tekniken (lokalt omhändertagande av dagvatten) genom att plantera mer träd och växter och undvika användandet av ogenomtränglig markbeläggning (Boverket, 2010b).

Generellt positivt: Mer grönska i en stad anses oftast vara positivt. Det bidrar även till ett mer enhetligt klimat och kan utjämna temperaturvariationer.

Generellt negativt: Växter kan vara opålitliga och påverkas av det omgivande klimatet. Livslängden är därmed osäker och de kräver en del underhåll.

Geotekniska aspekter: Markväxter är en åtgärd som inte påverkar geotekniska förutsättningar. Markväxters rötter binder marken och kan normalt minska erosionen.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- London Climate Change Partnership (2006)
- Veg Tech AB (2011), www.vegtech.se

5.11 Våtmarker



Figur 29 Gångbro i våtmarksområde (Chesco, 2011)



Figur 30 Våtmark i USA (National Park Service, 2011)

Våtmarker är relativt grunda, gräsbeklädda ytor som ständigt håller stora mängder vatten och har kapacitet att tillfälligt fördröja vatten. Dagvattenledningar och markdränering kan ledas till våtmarker. De kan även ta emot slam och rena vatten innan det flödar ut från våtmarken (Boverket, 2010b; Pasche E., 2009). Våtmarker kan vara en naturlig barriär mellan öppet vatten och stad (SPUR, 2011).

Generellt positivt: Våtmarker fungerar som näringsfälla och bidrar därmed till att minska problem med övergödning. De fungerar även som föroreningsfälla samt kan öka den biologiska mångfalden. De bildar även rekreationsområden.

Generellt negativt: Våtmarker är utrymmeskrävande och som barriär mellan vatten och stad kan det krävas en del landområden.

Geotekniska aspekter: Våtmarker är belägna på låglänt mark i anslutning till vattendrag och liknande. De i sig utgör oftast ingen ökad sannolikhet för skred. De kan däremot förbättra förhållandena på andra platser genom att vatten kan ansamlas i våtmarken i stället för att eventuellt transporteras till platser med instabil mark.

Information/erfarenheter:

- Boverket (2010b), http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf
- Pasche E. (2009)
- SPUR (2011)
- Exempel med våtmarker i Sverige, (Boverket, 2010b):
 - *Myrsjöns våtmarkspark* Nacka kommun
 - *Vallentuna våtmarkspark* Vallentuna kommun
 - *Slottskogens dammar* Göteborgs Stad
 - *Vattenparken* Enköping kommun

6 Åtgärder för enskilda fastigheter och i hemmet

6.1 Hårda

6.1.1 Liten pump

Att ha en liten pump i hemmet som pumpar ut snabbare än vatten strömmar in kan vara en säkerhetsåtgärd. Man får se till att trycket mellan ut- och insidan inte innebär att den vattenmättade marken utanför orsakar ett tryck så att den vattentömnda källarens golv brister. Man kan kolla upp om golvet är anpassat för att klara ett sådant vattentryck innan man installerar en länsump (MSB, 2010b) (Aviva, 2011).

6.1.2 Barriär runt fönster, dörrar, luftintag

Barriärer som finns tillpassade och redo att skjutas på plats vid hot om översvämning (Aviva, 2011).

6.1.3 Tätningsmedel i silikon runt fönster, dörrar och andra springor

Små glipor kan behöva tätas så att vatten inte sipprar in under ex. en dörr. Om vattnet dock är djupt utanför huset (> 1 m) borde vattnet tillåtas komma in på grund av trycket som annars kan förstöra byggnaden (Aviva, 2011), men det beror på byggnadens konstruktion.

6.1.4 Balkar kan skyddas genom ett kemiskt fuktighets skydd

Minska risken att vatten sugs in i träkonstruktion med hjälp av kemiskt fuktighetsskydd (Aviva, 2011).

6.1.5 Byta ut material i hemmet till sådant som tål vatten

Spånskivor kan bytas till betong eller behandlat virke, mattor mot kakel, gips mot kalk eller betong. Inredningen i kök och badrum kan bytas ut mot plast eller stål. Trädörrar och fönsterramar kan bytas mot plast och isoleringsmedel mot material som inte ruttnar (Aviva, 2011).

6.1.6 Enkelriktade ventiler vid avlopp i hus/ Proppa för avlopp

Om översvämning hotar så kan man sätta proppar för avlopp och toalett så att inte vatten strömmar in bakvägen. Proppen kan vara en träpropp eller expanderande med gummitätning. Man kan även installera enkelriktade ventiler (MSB, 2010b) (Aviva, 2011).

6.1.7 Placera föremål på säkra platser

Vissa känsliga föremål placeras inte i källare/bottenvåning. Utemöbler och andra ting kan flyttas så att de inte åker iväg med vattnet och proppar igen där vattenflöden behövs (MSB, 2010b). Viktiga dokument och annat vattenkänsligt placeras på högre nivå (MSB, 2010b) (Aviva, 2011).

6.1.8 Elektriska uttag placeras högt upp

(Aviva, 2011)

6.1.9 Höjning av golvnivåer

(Aviva, 2011)

6.1.10 Permeabel asfalt på uppfarten

(Boverket, 2010b)

6.2 Mjuka

6.2.1 Informera sig om vattenstånd och väderprognoser

Vetskap om normalt vattenstånd innebär att det är enklare att se när vattnet stiger. Att även veta om området man bor i har varit översvämmat tidigare kan ge förutsättningar för att förbereda sig bättre. I samband med väderprognoser läses varningar upp som kan vara viktig information att ta del av (MSB, 2010b).

6.2.2 Hemförsäkring

Se över villkoren i hemförsäkringen för att se om skada vid översvämning ersätts. Vid händelse bör man fotografera skadorna och spara kvitton vid inköp i samband med skadetillfället (MSB, 2010b).

6.2.3 Stänga av ström och gas

När översvämningen sker så kan möjliga konsekvenser mildras genom att stänga av ström och gas (MSB, 2010b).

6.2.4 Aktsamhet för håligheter och smutsigt vatten

Förorenat vatten i gropar och andra håligheter, samt ostabil mark och smutsigt vatten kan orsaka skador om man inte är försiktig inom översvämningsdrabbat område (MSB, 2010b).

6.2.5 Ha förnödenheter hemma/förbered evakuering

Om man bor i ett område där det finns risk för naturolycka så är det bra att ha viktiga förnödenheter samlat. Det kan vara hygienartiklar, första förband och mediciner. Radio, ficklampa och tillhörande batterier är praktiskt att ha tillgång till. Inför ev. evakuering kan dessa föremål packas i väska som även inkluderar viktiga värdepapper och dokument. I hemmet kan det även finnas konserver och annan mat med lång hållbarhet, ev. även stormkök och bränsle. Filtar, regnkläder, stövlar samt ljus och tändstickor kan underlätta situationen. Vattendunkar kan behöva fyllas på för att säkra drickvattenförsörjningen (MSB, 2010b). Om man utsätts för att mat eller annat som kan förtäras kommer i kontakt med vatten som beror av översvämningen måste det kokas innan förtäring. Medicin som varit i kontakt med vatten kan behöva slängas för att undvika risker med förorenat vatten.

Fler tips om vad man kan göra vid översvämning:

- MSB, <http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Sakerhet-hem--fritid/Skydda-dig-mot-oversvamning/>
- U.S. Department of Homeland security, http://www.fema.gov/hazard/flood/fl_after.shtm

Referenser

About.com Architecture (2010) "How engineers stop floods: High-Tech solutions for flood control." <http://architecture.about.com/od/damsresevoirs/ss/floodcontrol.htm>

Ander H., Arabshahi P., Forss M., Olausson L., Stålsmeden D., Wegén S. (2009) "Hur stadens avvattning kan anpassas till en framtida klimatförändring - tillämpat på Gullbergsvass i Göteborg." Kandidatarbete inom Väg- och Vattenbyggnad. Institutionen för Bygg- och miljöteknik, Avdelning för Vatten- och miljöteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Andersson-Sköld, Y., Bormann, B., van Oostrom, N., de Lange, G, "Climate adaptation toolbox, tools identified and applied in the EU Interreg IVB projektet CPA (Climate Proof Areas)" CPA rapport/SGI Varia (under bearbetning)

Aviva (2011) "Before the flood – What you can do if the threat of flooding is imminent." <http://www.floodresilienthome.com/before-the-flood.html>

Boverket (2010a) "Klimatanpassning i planering och byggande – analys, åtgärder och exempel" Boverket december 2010. <http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2011/Klimatanpassning-i-planering-och-byggande-webb.pdf>

Boverket (2010b) "Mångfunktionella ytor, Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur" Boverket mars 2010, kapitel 5. http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2010/Mangfunktionella_ytor.pdf

Boyer D. (2009) "Chehalis River. PUD pursues small dams to reduce flooding, generate power" Connections, Wpuda. Spring 2009. <http://www.wpuda.org/publications/connections/hydro/Chehalis%20River.pdf>

Bäckström M. (2005) "Har permeabel asfalt och andra genomsläppliga vägmateriäl oförtjänt dåligt rykte?" Tekniska förvaltningen, Luleå kommun. http://www.swedenviro.com/avlopp&kretslopp/a&kdoku2005/DV_onsdag/Magnus_Backstrom_A&K_2005.pdf

Dahlman M. (2011) Anpassning till ett förändrat klimat. Vad vi kan behöva göra i Kristianstads kommun." Power Point presentation, Internet 2011-03-02. Kristianstad kommun, C4 Teknik.

Deltawerken (2010) "The Afsluitdijk." <http://www.deltawerken.com/The-Afsluitdijk/119.html>

Environmental Agency (2010) "The Thames Barrier" United Kingdom. <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/floods/38353.aspx>

Government of Canada (2004) "Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective" Natural Resources, Canada. http://adaptation.nrcan.gc.ca/perspective/index_e.php

Inhabitat (2010a) "Six flood-proof buildings that can survive rising tides" <http://inhabitat.com/2010/06/23/six-flood-proof-buildings-that-can-survive-rising-tides/>

Inhabitat (2010b) "Waterpleinen: Recreating rain reservoirs as dynamic public parks." <http://www.inhabitat.com/2009/11/30/waterpleinen-rain-reservoirs-a-dynamic-public-spaces/>

Inhabitat (2010c) "Pole houses" <http://www.inhabitat.com/2005/09/28/pole-houses/>

Jonsson A., Simonsson L. (2011) ”Verktygslåda för klimatanpassningsprocesser - från sårbarhetsbedömning till anpassningsstrategi” Centrum för klimatpolitisk forskning, CSFR (under bearbetning).

Kengen Ger A.L. (2011) “Amphibious houses, a sustainable alternative?” Factor Architecten
http://www.vereniging-bwt.nl/ufc/file/bwti_sites/028e4669606d529492fc11fc2a11ae1f/pu/W1_8_maasbommel_floating_houses_22november2007.pdf

Keringhuis (2010) “Maeslant storm surge barrier.” Holland.
http://www.keringhuis.nl/engels/home_flash.html

Klein R.J.T. , Smit M.J., Goosen H., Hulsbergen C.H. (1998) “Resilience and vulnerability: coastal dynamics or Dutch dikes?” The Geographical Journal, Vol. 164.

Knapp R.A., Matthews K.R., Sarnelle O. (2001) “Resistance and resilience of alpine lake fauna to fish introductions” Ecological Monographs: Vol. 71, No. 3, pp. 401-421.

London Climate Change Partnership (2006) “Adapting to climate change: Lessons for London.” Greater London Authority, London. <http://www.safecoast.org/editor/databank/File/adapting-climate-change-london.pdf>

Manojlovic N., Pasche E. (2008) “Integration of resiliency measures into flood risk management concepts of communities.” TUHH (Technical university of Hamburg-Harburg), WIT, eLibrary.
<http://library.witpress.com/pages/PaperInfo.asp?PaperID=19304>

Miljösamverkan (2004) ”Dagvatten – Teknik, lagstiftning och underlag för policy.” Miljösamverkan, Västra Götaland.
http://cf.vgregion.se/miljo/miljosamverkan/dokument/dagvattenvagledning_juni_2004_def.pdf

Moback U. (2011) Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad. Privat kommunikation 2001-03-04.

Monolithic (2011) “Beach front homes: Building for wind, water and corrosion” Originally from *Roundup Journal Winter 1998*. <http://www.monolithic.com/stories/beach-front-homes-building-for-wind-water-and-corrosion>

MSB (2006) ”Risk- och sårbarhetsanalyser vägledning för statliga myndigheter” KBM rekommenderar, 2006:4, Krisberedskapsmyndigheten. <http://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/23479.pdf>

MSB (2010a) ”Metoder för att begränsa skador vid höga flöden” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Internet.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversvamning/Begransa-skador/>

MSB (2010b) ”Säkerhet inom hem och fritid” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Internet.
<http://www.msb.se/sv/Forebyggande/Sakerhet-hem--fritid/Skydda-dig-mot-oversvamning/>

MSB (2010c) ”Naturolyckor, Översiktlig översvämningsskartering” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Oversiktlig-oversvamningskartering/>

MSB (2011) ”Naturolyckor, Skred ras och slamströmmar, Förebyggande åtgärder” Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-erosion/Forebyggande-atgarder-/>

Nordlander, A.(2006) ”Säkerhetshöjande åtgärder i detaljplan. Vägledningsrapport 2006.” Boverket och Räddningsverket, Karlstad. R16-282/06.

<http://www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2008/sakerhetshojande.pdf>

Norrby A., Alsterhag E., Dåverhög M. (2010) ”MKB tillhörande ansökan om vattenverksamhet gällande översvämningsskydd för Arvika stad.” Arvika kommun.

<http://www.arvika.se/download/18.7d111ad129996015bb80001133/Bil-4-0.pdf>

Pasche E. (2009) “Concept for a transnational Strategy in Developing a Flood Risk Management Plan.” TUHH, Wasserbau. Interreg IVb, SAWA.

Pole Houses (2011) “Frequently asked questions about our pole houses.”

http://www.polehouses.com/index.cfm?fuseaction=page.display&page_id=19

Rydell B., Persson M., Andersson M., Falemo S. (2011) ”Hållbar utveckling av strandnära områden, Planerings- och beslutsunderlag för att förebygga naturolyckor i ett förändrat klimat.” Statens Geotekniska Institut (SGI), Varia 608.

Santos N., Tahir S., Al-Abadi W (2007) ”Översvämning som skadekälla på byggnader.” Malmö Högskola, examensarbete.

http://www.trelleborg.se/TrelleborgUpload/Miljo/BalticMaster/Oversvanning_som_skadekalla_pa_byggnader.pdf

SGI (2011) ”Vad är geoteknik?” Statens Geotekniska Institut.

http://www.swedgeo.se/templates/SGIStandardPage_151.aspx?epslanguage=SV

SOU (2007:60) Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen. SOU 2007:60.

SPUR (2011) “Strategies for managing sea level rise.” San Francisco planning and Urban research Association.

http://www.spur.org/publications/library/report/strategiesformanagingsealevelrise_110109

Svenska Sjöhus (2010) ”Flytande boende.” Birkahus. <http://www.svenskasjohus.com/>

Terra Firma (2008) ”Temporära skyddsvallar mot översvämning.” Sigurd Melin, Terra Firma. Internet.

Terra Firma (2011) ”Översvämningsskyddsplan” <http://www.terrafirma.se/oversvanning.htm>

Trelleborg AB (2010) “Marine Solutions“ Internet 2011-06-23.

<http://www.trelleborg.com/sv/Produkter-och-losningar/Marine-Solutions/>

Veg Tech AB (2011) “Veg Tech Teknik“ Internet 2011-03-03 <http://www.vegtech.se/sv/veg-tech-teknik.aspx>

Wikipedia (2010) “Afsluitdijk” Internet 2011-06-23. <http://sv.wikipedia.org/wiki/Afsluitdijk>

Bildreferenser

1. *Öppningsbar barriär 1*
Worldsteel, www.worldsteel.org, 2011-01-18
2. *Öppningsbar barriär 2*
Storm Surge Barrier New Waterway, Delta Marine Consultants, The Netherlands, www.dmc.nl, 2011-03-02
3. *Fast barriär*
Nedwater, www.nedwater.eu, 2011-01-12
4. *Jordvall*
Trelleborgs kommun, www.trelleborg.se, 2010-12-09
5. *Vall av betong/sten*
USACE (2011), US Army Corps of Engineers, www.mvs.usace.army.mil/pa/floodriskmang.html, 2011-03-21
6. *Höj- och sänkbar vall*
Flood barrier, www.floodbarrier.nl, 2011-01-14
7. *Hus som vall 1*
Ramona Bergman, Statens Geotekniska Institut, 2010-12-09
8. *Hus som vall 2*
Ramona Bergman, Statens Geotekniska Institut, 2010-12-09
9. *Reglera vattendrag*
Willem Vervoort, Faculty of Agriculture, Food and Natural Resources, The University of Sydney, <http://blogs.usyd.edu.au/waterhydrosu>, 2010-12-15
10. *Temporära skydd 1*
Geodesign AB, Linköping, Sweden, www.geodesign.se, 2010-12-09
11. *Temporära skydd 2*
Geoline Ltd., www.liningservices.com, 2011-01-18
12. *Byggnader på pelare 1*
Inhabitat, www.inhabitat.com, 2011-01-12
13. *Byggnad på pelare 2*
John Koch Pole Frame Houses, <http://www.kochpolehouses.com>, 2011-03-25
14. *Flytande byggnad 1*
Inhabitat, www.inhabitat.com, 2011-01-12
15. *Flytande byggnad 2*
Gouden Kust, www.goudenkust.nl, 2011-01-14
16. *Byggnad som tål vatten 1*
Monolithic, www.monolithic.com, 2011-01-12

17. *Byggnad som tål vatten 2*
Monolithic, www.monolithic.com, 2011-01-12
18. *Permeabel beläggning 1*
Ramsey-Washington Metro Watershed District, <http://rwmetrowatershed.govoffice.com/>,
2011-01-21
19. *Permeabel beläggning 2*
Paving Expert www.pavingexpert.com 2011-03-25
20. *Filtrerande dike*
Sustainable Stormwater Management, Stormwater Maintenance LCC and T.E. Scott & Associates Inc, www.stormwater.wordpress.com, 2010-12-09
21. *Transportsystem*
BizzBook, www.bizzbook.com/hamnen, 2010-12-09
22. *Återhållande reservoar 1*
Veg Tech AB, www.vegtech.se, 2011-01-19
23. *Återhållande reservoar 2*
Göran Nilsson, Movium Centrum för stadens utemiljö, SLU, www.movium.slu.se, 2011-01-19
24. *Multifunktionell yta 1*
Courtesy Fairfax County, Virginia, Department of Public Works and Environmental Services,
www.fairfaxcounty.gov, 2011-01-18
25. *Multifunktionell yta 2*
Lomma Kommun, www.lomma.se, 2011-01-19
26. *Gröna tak 1*
Scholtens Roofing, www.scholtensroofing.com, 2010-12-14
27. *Gröna tak 2*
Water Sensitive Urban Design, www.wsud.org, 2011-01-19
28. *Markväxter*
City of Helsinki, City Planning Department, www.laituri.hel.fi, 2010-12-09
29. *Våtmark 1*
Chesco, <http://dsf.chesco.org/ccparks/>, 2011-01-18
30. *Våtmark 2*
National Park Service, U.S. Department of Interior, Carolyn Davis, www.nps.gov,
2011-01-18



Statens geotekniska institut
Swedish Geotechnical Institute

SE-581 93 Linköping, Sweden

Tel: 013-20 18 00, Int + 46 13 201800

Fax: 013-20 19 14, Int + 46 13 201914

E-mail: sgi@swedgeo.se Internet: www.swedgeo.se