



MARKBYGGGANDE I ETT KLIMAT UNDER FÖRÄNDRING

Vi behöver bygga mera, snabbare och mer hållbart för att skapa attraktiva, säkra och hälsosamma bebyggelsemiljöer – samtidigt skapar klimatförändringen nya förutsättningar för markens byggbarhet. **Här ges en överblick över hur klimatförändringen kan komma att påverka markförhållanden och arbetet inom byggbranschen.** Utmaningen med klimatanpassning för en hållbar bebyggelseutveckling behöver antas nu.

TEXT: KERSTIN KONITZER OCH HANNASOFIE PEDERSEN
ILLUSTRATIONER: STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

För att motverka klimatförändringens effekter på markförhållandena, kan beslut om åtgärder för befintliga byggnader och nyexploatering behöva tas utifrån andra bedömningsgrunder än vad som tidigare har ansetts nödvändigt. Eftersom erosion och andra georisker har en nära koppling till översväm-

ningsrisker behöver geotekniska experter samarbeta mer med översvämningssamordnare för att effektivt möta båda utmaningarna. Nya angreppssätt för att utforma, hantera och finansiera åtgärder för att säkra markens stabilitet kan komma att krävas för att möta de nya påfrestningar som klimatförändringen för med sig.

Det finns många lösningar och tekniker för att mildra konsekvenserna av extrema

väderförhållanden och för att anpassa bebyggelsen till ett föränderligt klimat. Det är dags att både kravställare och husbyggare säkrar en klimatanpassning och ett hållbart markbyggnad.

VARFÖR BEHÖVER VI ANPASSA MARKBYGGANDET?

För att utveckla och anpassa en bebyggd miljö som kan klara den pågående klimatförändringen, behöver planerare, arkitekter och ingenjörer hitta nya, innovativa lösningar för att säkerställa att byggnader och anläggningar är robusta och till exempel klarar att hantera vatten under extrema förhållanden, både vid torka och vid översvämning men kanske också vid tyngre snölast och kraftigare vindar. En stor del av Sveriges kustnära samhällen och infrastruktur är även på väg att hamna under havsnivån. Planerare och andra experter behöver samarbeta kring hur de bästa lösningarna ser ut för att hantera det. Troligtvis är nya finansieringslösningar nödvändiga för att klara de investeringar som krävs.

Dagens klimatpolitik är till stor del inriktad på att minska utsläppen av växthusgaser för att därmed begränsa omfattningen av klimatförändringen. Sverige agerar lång-

VAD HÄNDER MED KLIMATET?

I Sverige kan vi förvänta oss:

- Varmare och blötare vintrar
- Varmare och torrare somrar
- Höjda havsnivåer
- Fler extrema väderhändelser

Inget av dagens klimatscenarier visar på att klimatförändringen kommer stabiliseras under det här århundradet. Det betyder att klimatförändringen ska ses som ständigt pågående, och alltså inte som ett avgränsat steg eller händelse av förändring.

samt på det faktum att klimatförändringen trots det kommer att få stora konsekvenser för bebyggelse och annan infrastruktur - klimatförändringen kommer påtagligt påverka våra bebyggelsemiljöer.

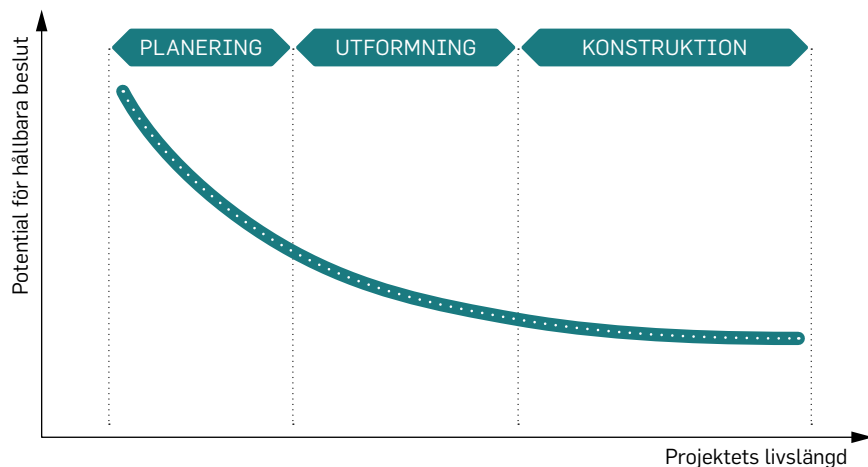
Effekterna av klimatförändringarna är särskilt relevanta för byggbranschen med tanke på den förväntade livslängden för våra byggnadsverk. Vi kommer att behöva anpassa både nybyggnation och den befintliga bebyggelsen så att invånare fortsatt kan bo och leva under säkra förhållanden i det klimat som avsevärt kan komma att skilja sig från det i vilken bebyggelsen utvecklades.

VAD BEHÖVER VI ANPASSA BYGGANDET TILL?

Klimatet håller på att förändras - blötare vintrar och torrare somrar kommer att påverka markens stabilitet i redan

SKILLNADEN MELLAN KLIMAT OCH VÄDER

Klimat avser genomsnittligt väder under en rimligt lång tidsperiod. Väder är mycket föränderligt. Från en dag till en annan kan vädret förändras kraftigt. Klimat är inget annat än medelvädret under en längre period. En särskilt kall vinter kan t ex inte tas som bevis för att den globala uppvärmningen är en myt. Det finns alltid extremer av varmt och kallt i vädermönster men när väderdata räknas ut som medelvärden över tid, framträder en trend. I globala sammanhang brukar medelvärdet av meteorologin under perioden 1961 till 1990 klassificeras som normalt klimat. Om det uppstår en klimattrend, det vill säga att antalet extremår blir fler och fler ju längre tiden går, kan det bero på att en klimatförändring sker (läs mer hos SMHI).



Figur 1. Typiska steg i geotekniska projekt (efter Basu et al. 2014).

bebyggda områden och det blir än viktigare att markens stabilitet säkras vid nyexploatering. Det ställer också nya krav på bland annat byggmaterial och hur hela stadsdelar utformas. Vi behöver anpassa våra städer och byggnader till att klara av högre temperaturer, mer extremt väder och förändringar i nederbörd.

HUR PÅVERKAR KLIMATFÖRÄNDRINGEN MARKENS STABILITET?

Markförhållanden och markens stabilitet påverkas av temperatur, nederbörd, vind och vågor, och dessutom av fysiska faktorer såsom vägbyggen eller vegetation. Klimatförändringen kommer att ge betydande effekter på markförhållandena i vissa områden. Metoder för att hantera ändrade markförhållanden behöver ta hänsyn till risken för sättningar, uppflyt, erosion och jordskred/-ras och föroreningsspridning. Under längre, varmare somrar kommer lerjordar sannolikt att torka ut och krympa, vilket gör byggnader och gamla rörledningar sårbara för sprickbildning. Blötare vintrar med mer nederbörd kan orsaka förhöjda grundvattennivåer med försämrad stabilitet av marken som följd.

VARFÖR BEHÖVER VI ANPASSA BEBYGGELSEN?

Klimatförändringen har redan, och kommer få en än mer betydande inverkan på våra byggnaders säkerhet och prestation. Mer påtagliga klimatförändringar än de vi ser idag kommer sannolikt att inträffa under andra hälften av det här århundradet. Det kommer också att ge en motsvarande större effekt på säkerheten för våra byggnader och anläggningar. Med tanke på förväntad livslängd av byggnader och anläggningar är det viktigt att planera och bygga klimatanpassat redan idag.

Klimatanpassning innebär en fundamental förändring i hur vi ser på planering och

design. Det handlar om att utveckla metoder, som bygger på tidigare erfarenheter, till sådana som är baserade på beräknade scenarier om framtida klimat och nya förutsättningar. Ju tidigare i planerings- och byggprocessen beslut tas om att beakta klimatförändringens konsekvenser, desto bättre blir resultaten eftersom möjligheten att välja hållbara alternativ från planeringsstadiet till byggstadiet (Figur 1). Ett områdes markförhållanden och lämplighet för det ändamål det planeras för behöver generellt komma in betydligt tidigare i byggplaneringsprocessen än vad som sker idag.

RENOVERA BEFINTLIG BEBYGGELSE OCH ANPASSA BYGGNADER MED TIDEN

I likhet med svårigheterna att minska dagens utsläpp av växthusgaser från äldre befintlig bebyggelse, är även klimatanpassning av befintlig bebyggelse en verklig utmaning. Till stor del är bebyggelsen inte ens anpassad till dagens klimat. Vi behöver utveckla strategier för att renovera och anpassa byggnader och stadsdelar till ett föränderligt klimat men vi kan också behöva definiera kritiska trösklar där praktiska åtgärder och kostnader för anpassning inte är försvarbart. Att ersätta en byggnad blir då det enda hållbara alternativet.

Aktuella scenarier visar att klimatet kommer att fortsätta att förändras efter slutet av århundradet. Det betyder att även byggnader som byggs idag, och som inte är anpassade till ett föränderligt klimat, kan komma att behöva införliva strategier för ytterligare uppgradering och anpassning med tiden.

Olika delar av byggnader har olika medellivslängd och även olika bytes- samt underhålls- och grundläggning och husets stomme utformas som regel för en längre tidsperiod än vissa andra delar av byggnaden. Exempelvis kan en byggnads fasad behöva bytas ut redan efter 30 år,

» långt tidigare än husets stomme kan antas vara uttjänt. Behovet av löpande underhåll ger möjligheter och kan utnyttjas för att kontinuerligt klimatanpassa byggnader till minsta möjliga kostnad.

SKADEORSAKER OCH KOSTNADER

Redan idag uppskattas geotekniska skadekostnader i bygginvesteringar och anläggningar uppgå till *omkring 10 miljarder per år (SGI 2013)*. De största skadekostnaderna rör bristande kunskap, bristande geoinformation och brister i beslutsprocessen. Att inte planera och bygga för nya förhållanden kan leda till en betydande ökning i skadekostnader.

HUR KOMMER KLIMATFÖRÄNDRINGEN PÅVERKA MARKENS BYGGBARHET?

Effekterna av klimatförändringen på den bebyggda miljön kan delas in i tre typer

- sådana som påverkar komfort och energiprestanda - varmare vintrar kan minska behovet av uppvärmning men att hålla svalt på sommaren utan att öka energianvändningen och koldioxidutsläppen kommer att vara en utmaning (tas inte upp mer i det här sammanhanget),
- sådana som påverkar konstruktionen - motståndskraft mot extrema förhållanden, design och beteendet hos material,
- sådana som påverkar hanteringen av vatten - både för mycket (översvämning) och för lite (torka och sättningar).

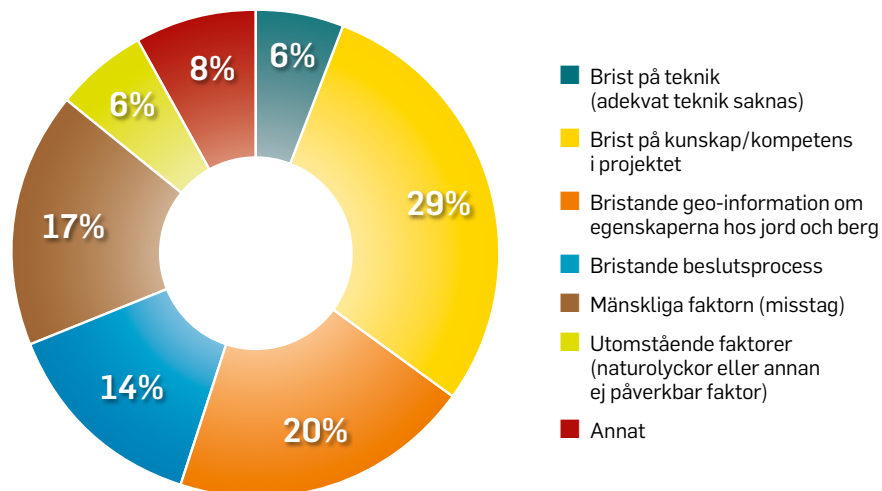
Här belyser vi några av konsekvenserna för markbyggandet där effekterna på konstruktionen och hanteringen av vatten kan bli högst påtagliga om inte planerings- och byggprocessen anpassas till klimatförändringen.

KLIMATANPASSAD BYGGKONSTRUKTION

Det är ett grundläggande krav att vår bebyggelse ska bestå av byggnader som är väder-tåliga och tillräckligt robusta för att tåla fler förväntade extrema väderförhållanden. Material, standarder och byggmetoder har historiskt sett utvecklats stegvis utifrån tidigare mindre bra erfarenheter eller från extrema händelser. Det är viktigt att befintliga regelverk och standarder anpassas så att hänsyn tas till belastningar som uppstår till följd av ett förändrat klimat (ökade snölast, högre vattennivåer et cetera).

Att tänka på och planera för är att:

- Många byggnader och strukturer används längre än 100 år. Det är ofta relevant med längre tidsperspektiv än år 2100.
- Det finns möjligheter för vidareutveckling, exempelvis vad gäller hur olika



Figur 2. Sammanställning över procentuellt bedömd skadeorsak (SGI 2013).

byggmaterial beter sig under andra klimatförhållanden.

- Ändrade nederbördsmonster med förlängda torrperioder kan komma att öka sättningarna på lerjordar. Omvänt kan den periodvis ökade nederbörden och blötare markförhållanden göra att markens stabilitet försämras.
- Naturliga slänter, bankar och andra strukturer som strandvallar eller andra skyddsbarriärer kan bli mer instabila som följd av ökad nederbörd (och därigenom höjd grundvattennivå och portrycksökning), ökade flöden i våra vattendrag och stigande havsnivåer (och därigenom ändrade erosionsförlopp).
- Grundläggningen måste anpassas till byggnadens livstid och potentiellt kontinuerligt förändrade klimat- och markförhållanden i förhållande till bland annat stigande havsnivåer och fortsatt löpande ökad risk för fler extremvädersituationer med till exempel översvämning som följd.
- Lokala förutsättningar avgör; så beakta alltid så kallade tilläggfaktorer. De kan handla om kombinationseffekter som ger förstärkt problematik vid till exempel högvattenföring i vattendrag samtidigt med högt vattenstånd i havet. Markens stabilitet kan försämras efter en översvämning.
- Ledningar kan komma att påverkas av mer instabila markförhållanden eftersom de anläggs relativt nära markytan där förändrade markförhållanden kan förväntas i det förändrade klimatet. Moderna flexibla rörledningar för sådant som dränering och dricksvatten bör vara resistenta mot sprickbildning redan idag

men äldre rörledningar kan vara sårbara.

Det är också viktigt att tänka på att förhållanden på själva bygg- och anläggningsplatsen kan komma att förändras. Kriterier för bland annat grundläggning kan komma att behövas även sommartid precis som nu för vintertid vad gäller väderförhållanden. Det kan gälla att se över maxtemperaturgränser för vissa anläggningsprocesser och gränser för maximal nederbörd för att säkra stabiliteten i byggkonstruktionen. Uppmärksamhet och planering krävs även för mer extrema väderhändelser, som skyfall, under hela byggnadsfasen om inte dränerings- och avloppssystem är anlagda än.

PLATS FÖR VATTEN

Med scenarier för mer sommartorka, mer frekventa extrema nederbördstillfällen och ökad risk för översvämningar, kommer även vattenförvaltningen att bli en stor utmaning för byggbranschen. Ett ökat samarbete mellan översvämningsexperten och byggbranschens intressenter kommer bli nödvändigt. På Portalen för översvämningshot presenteras översvämningsskarteringar som visar områden som hotas av översvämning när vattenflödena når en viss nivå. Portalen förvaltas av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

SÄKERHETSNIVÅER FÖR BYGGANDE I BLEKINGE

För att nya hus och vägar inte ska drabbas av översvämningar i framtiden har till exempel Länsstyrelsen i Blekinge län beslutat om säkerhetsnivåer för byggande. Säkerhetsnivåerna är framtagna för att utveckla ett robust samhälle som fungerar väl även

» vid högvatten i framtida klimat. Utmed Blekingekusten innebär säkerhetsnivåerna att till exempel bostäder ska byggas på markområden som ligger högre än nivån +3,0 meter (höjdsystem RH2000). Om byggnader ska användas för till exempel restaurang eller kontor accepteras högre översvämningsrisk. Då gäller säkerhetsnivån +2,5 meter. Riktlinjerna är avsedda att förhindra att man bygger in sig i förutsägbara problem som i framtiden blir svåra och kostsamma att lösa.

STANDARD I FÖRÄNDRLIGT KLIMAT

På uppdrag av Europeiska kommissionen arbetar det europeiska standardiseringsorganen CEN och CENELEC med en översyn av standards inom bygg-, energi- och transportsektorn för att bedöma vilka som behöver klimatanpassas. För byggnader har cirka 20 standards identifierats som behöver anpassas till nya klimatförutsättningar. CEN och CENELEC har även tagit fram en guide för hur standards ska revideras för att ta hänsyn till klimatförändringen: CEN-

CENELEC Guide 32 'Guide for addressing climate change adaptation in standards'.

Det svenska standardiseringsorganet SIS har under 2016 inom den tekniska kommittén för miljöledning (TK207) skapat en arbetsgrupp (AG4) för standards kopplade till klimatanpassning. Arbetsgruppen leds av SGI.

Den internationella standardiseringsorganisationen, ISO, tar för närvarande fram ett ramverk för klimatanpassningsstandards, ett så kallat "High Level Framework on Adaptation".

Även om standards har börjats ses över för att ta hänsyn till mer extrema väderförhållanden och ett föränderligt klimat, kommer det att ta tid att analysera och sedan komma överens om graden av extrema förhållanden som till exempel byggnader och annan infrastruktur ska anpassas till.

GRANSKAR DETALJ- OCH ÖVERSIKTSPLANER

Statens geotekniska institut, SGI, granskar detalj- och översiktsplaner vad gäller geotekniska säkerhetsfrågor med koppling till PBL och med hänsyn till ett förändrat klimat. Ju tidigare bedömning av markens lämplighet kommer in i planeringsprocessen, desto bättre kan planeringen styra markanvändningen mot ökad säkerhet och minskade kostnader.

Idag kontrollerar SGI följande i en geoteknisk utredning för en detaljplan avseende ett föränderligt klimat

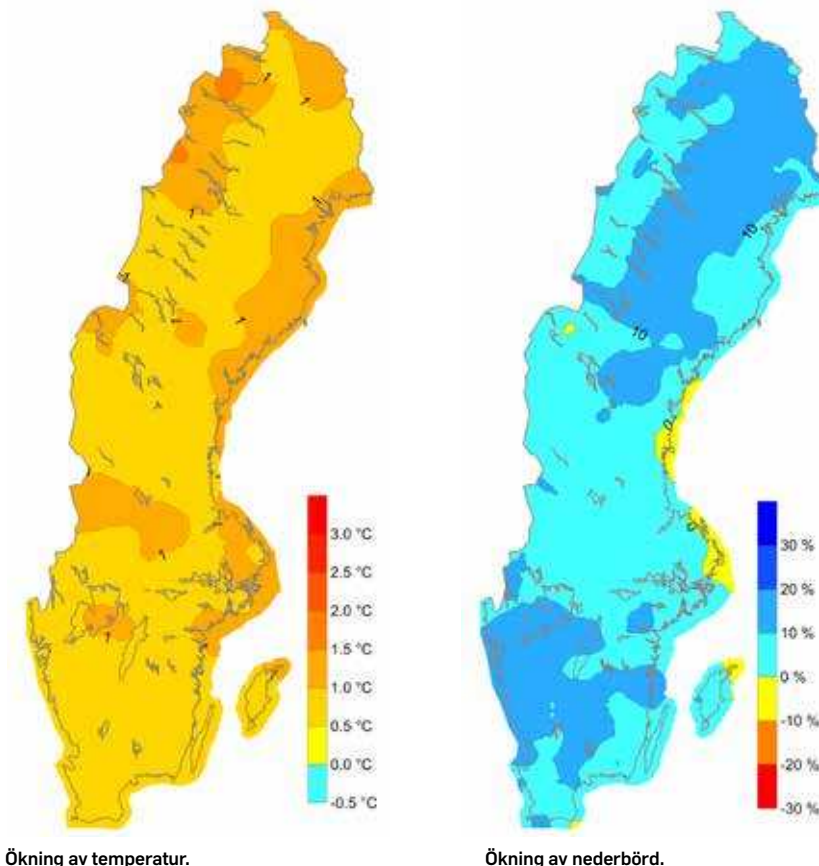
- Att bedömning av pågående erosion görs för planområden i anslutning till sjöar och vattendrag.
- Att en avstämning görs mot SGI:s och övriga myndigheters underlagsmaterial för de fall kartunderlag finns framtaget.
- Att stabilitetsberäkningar görs och en bedömning av hur stabiliteten påverkas då erosion/borttransport av massor förekommer.
- Att bedömning görs om erosionsskydd bör upprättas.
- Att känslighetsanalys med avseende på förhöjda porttryck görs i samband med släntstabilitetsutredningar.
- Att, om behov finns, en prognostisering av maximala porttryck görs.
- Att stabiliteten kontrolleras om plan finns att anlägga översvämningskydd i form av exempelvis vallar.

FORSKNING OCH UTVECKLING

SGI bedriver även forskning och utveckling för att minska risker för ras, skred och erosion samt för att effektivisera plan- och byggprocessen. Exempelvis har verktyget Geokalkyl utvecklats hos SGI för planering av bebyggelse i tidiga skeden. Geokalkylsys-



Källa: MSB och SMHI.



temet är tänkt att användas för översiktlig kostnadsbedömning av grundläggning och markarbeten. Det är möjligt att jämföra kostnader för alternativa placeringar av byggnader och infrastruktur. Kalkylen tar hänsyn till geotekniska förhållanden på platsen, inverkan av klimatförändring och eventuella markföroreningar. Just nu testas verktöget i några kommuner för att det ska kunna vidareutvecklas ytterligare ur ett användarperspektiv.

HANDLINGSPLAN FÖR HÅLLBART MARKBYGGANDE

Under 2016 tar SGI fram en handlingsplan för hållbart markbyggnad i ett föränderligt klimat. Handlingsplanen tas fram i samverkan med byggbranschen, forskarsamhället och den offentliga förvaltningen. Handlingsplanen ska skapa förutsättningar för en mer samordnad och effektiv klimatanpassning inom markbyggnadssektorn.

Handlingsplanen för hållbart markbyggnad ska inspirera och stärka samarbetet mellan näringsliv, myndigheter, kommuner och forskning för att alla ska kunna bidra i

arbetet med att forma en långsiktigt hållbar samhällsutveckling.

Handlingsplanen ska visa vägen för ett hållbart markbyggnad i ett föränderligt klimat genom att peka på möjligheterna att:

- genom integrering och ökad hänsyn till klimatförändringens effekter i plan- och byggprocessen skapa en nationell samsyn kring ett hållbart markbyggnad
- genom att ta fram och sprida kunskap om hållbart markbyggnad öka efterfrågan på klimatanpassat boende, fastigheter och annan infrastruktur
- genom att klimatanpassa och utveckla infrastruktur, bebyggelsemiljöer och andra skyddsvärda områden säkra en god, hälsosam och attraktiv livsmiljö för landets invånare.

ANPASSNING TILL REGIONALA VARIATIONER

Klimatet skiljer sig redan idag betydligt mellan olika svenska regioner och skillnaderna förväntas öka. Anpassningsåtgärder måste ta hänsyn till lokala förhållanden - det som kan vara viktigt i ett område kan vara

mycket mindre viktigt i ett annat. Till exempel kommer markproblem orsakade av torrperioder på sommaren vara ett mindre problem i norr än i söder. Vi kan behöva anpassa både konstruktioner och material för specifika platser. Idag saknas fortfarande bra underlag om hur markförhållanden kommer att förändras.

Det är viktigt att kunna tillhandahålla underlag som är användbara för kommunerna eftersom markbyggnad och förändringar i marken är viktiga delar i planeringsprocessen enligt PBL.

VAD BEHÖVER GÖRAS?

Samhället är nu i ett tidigt skede att utveckla praktiska lösningar för att anpassa stadsmiljöer, byggnader och andra anläggningar till ett förändrat klimat. Det är nödvändigt att göra snabba framsteg. Vi måste komma överens om klimatanpassade standarder som vi ska använda, täppa till luckor i klimatscenarier - inte minst vilka konsekvenserna förväntas bli för markförhållanden i olika delar av Sverige. Det blir allt viktigare att hänsyn till markens byggbarhet tas tidigt i planeringsprocessen. Klimatanpassningen kommer att ställa höga krav på geotekniska undersökningar av rätt kvalitet, anpassade för ändamålet. Effektiva designprocesser med nära samarbete mellan olika intressenter inom byggbranschen blir allt viktigare för att kunna optimera både förstärkningsåtgärder och konstruktioner. En av utmaningarna ligger i att ta hand om de ökade belastningar som klimatanpassningen medför i kombination med ett mer effektivt materialanvändande och en strävan mot minskad påverkan från transporter.

Det gäller också att få ihop underlag om förändrade markförhållanden med andra riskbaserade metoder. Vi behöver utveckla och arbeta med nya validerade verktyg samt övervakningssystem som ger data anpassade till våra praktiska behov. Här finns även utrymme för att utveckla nya material och ny beräkningsmetodik. ■



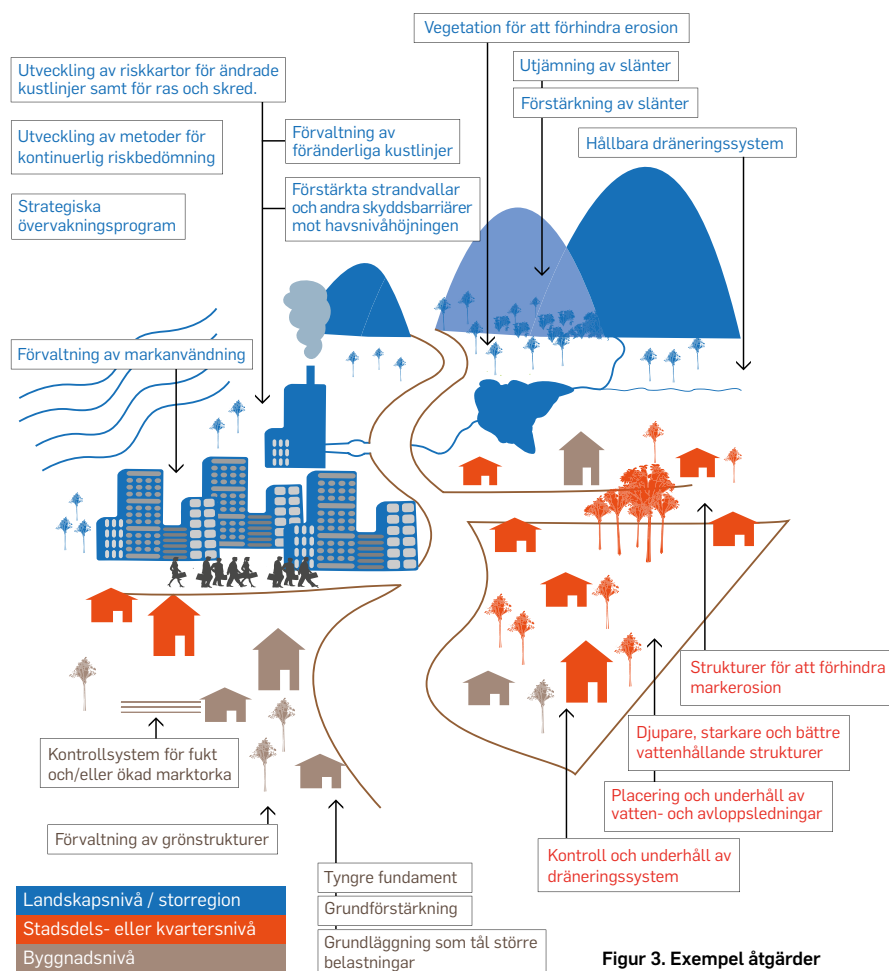
KERSTIN KONITZER

Strateg klimatanpassning
Statens geotekniska institut



HANNASOFIE PEDERSEN

Enhetschef Myndighetsfunktionen
Statens geotekniska institut



Figur 3. Exempel åtgärder klimatanpassning.