

Klimat- och sårbarhetsanalys

Byggnaders utsatthet för översvämning och försämrad markstabilitet

Fastighetskontoret i Stockholms stad



Uppdragsnamn: Klimat- och sårbarhetsanalys. Byggnaders utsatthet för översvämning och försämrade markstabilitet. Fastighetskontoret i Stockholms stad

Uppdragsnummer: M1600161

Dokument: Slutrapport

Upprättad av: Christina Frost, Josef Nordlund, Maria Berg Lissel, samtliga Structor Miljöbyrå Stockholm AB, Christof Ågren, Structor Geoteknik AB, Anders Obäck, Anders Obäck AB

Granskad och godkänd av: Jenny Lindgren, Structor Miljöbyrå Stockholm AB

Datum: 2017-02-27

Reviderad: 2017-02-27

Plats: Stockholm

Sammanfattning

Structor Miljöbyrå har på uppdrag av Stockholms stads Fastighetskontor utfört en klimat- och sårbarhetsanalys avseende Fastighetskontorets byggnaders lokalisering och utsatthet för ett förändrat klimat.

Ett regionalt klimatunderlag för Stockholms län togs fram år 2015 av SMHI. Underlaget visar att en rad klimathot, så kallade klimatindex, kommer förändras på ett sätt som innebär att byggnader och bebyggelse inom Stockholms stad kommer bli mer utsatta för betydande konsekvenser under detta sekel. Förändringarna kan medföra olika typer av utsatthet för byggnader, som översvämning, försämrade markstabilitet, ökat slitage, höga inomhustemperaturer m.m.

Denna analys fokuserar på översvämningar och försämrade markstabilitet. Den har utgått från befintliga karteringar för höga vattennivåer i Östersjön, Mälaren, mindre sjöar och vattendrag, intensiv korttidsnederbörd (i dagligt tal kallat skyfall) samt tillgängligt underlag gällande geologiska förutsättningar inom Stockholms stad. Kartläggning gällande vilka av Fastighetskontorets byggnader som är i konflikt med dessa hot har utförts med stöd av GIS-analyser.

Resultatet av kartläggningen visar att ett stort antal byggnader är i konflikt med hot till följd av ett förändrat klimat. Resultat visar även vilka byggnader som är utsatta för mer än ett av de nämnda hoten. Antal byggnader utsatta för respektive hot är följande:

<i>Klimathot</i>	<i>Antal byggnader i konflikt</i>
<i>Skyfall – 100-årsregn år 2100</i>	484
<i>Höga vattennivåer i Östersjön</i>	8
<i>Höga vattennivåer i Mälaren</i>	22
<i>Höga vattennivåer i vattendrag och sjöar</i>	7
<i>Försämrade markstabilitet</i>	19 (+2 ¹)
<i>Byggnader i konflikt med mer än ett hot</i>	30

Med höga vattennivåer i Östersjön, Mälaren, övriga vattendrag och sjöar avses nivåer i enlighet med Stockholms länsstyrelses rekommendationer för grundläggning av ny bebyggelse. För skyfall avses vattendjup större eller lika med 0,1 m.

Att en byggnad är i konflikt med ett eller flera hot medför inte per automatik någon konsekvens för byggnaden när konflikten inträffar. Faktorer som avgör vilka konsekvenser en konflikt leder till är byggnadens lokalisering i förhållande till omgivande bebyggelse och höjdsättning, vilket hänger samman med översvämningens varaktighet, byggnadens grundläggning samt konstruktionens utformning avseende exempelvis materialval, öppningar m.m. Andra faktorer av betydelse för konsekvenser är till vad byggnaden används, om samhällsviktig verksamhet bedrivs i byggnaden, byggnadens tillgänglighet för t.ex. räddningstjänst, byggnadens kulturvärde m.m. Om Fastighetskontoret i ett nästa steg ska kunna ta fram relevanta åtgärdsförslag och prioritera klimatanpassningsåtgärder behöver även dessa faktorer studeras för de utsatta byggnaderna. Bedömningar bör göras gällande vilka konsekvenser som kan innebära stora samhällsekonomiska kostnader och påverkan på framförallt viktiga samhällsfunktioner. Denna bedömning kräver kännedom om verksamheten i byggnader, kunskap om redundans och byggnaders utformning.

Inom kommunen finns ytterligare sjöar och vattendrag som idag inte är karterade. För att få en mer komplett bedömning av byggnadsbeståndets utsatthet bör dessa sjöar och vattendrag också karteras och analysen kompletteras med eventuella tillkommande konfliktobjekt.

¹ Två byggnader är lokaliserade på platser med dåliga geologiska förutsättningar. Förstärkningsåtgärder har utförts för att förbättra stabiliteten inom området.

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	5
1.1	UPPDRAGET	5
1.2	BAKGRUND OCH SYFTE	5
1.3	ARBETSGRUPP	5
1.4	LÄSANVISNINGAR	5
2	GENOMFÖRANDE.....	6
2.1	METOD	6
2.2	AVGRÄNSNINGAR	7
2.3	UNDERLAGSMATERIAL.....	8
3	FASTIGHETSBESTÅNDET OCH KLIMATETS BETYDELSE.....	9
3.1	KLIMATBESKRIVNING	9
3.2	BYGGNADERS KÄNSLIGHET FÖR KLIMATETS FÖRÄNDRING	19
3.3	FASTIGHETSKONTORETS FASTIGHETSBESTÅND	22
4	FASTIGHETSBESTÅNDETS UTSATTHET FÖR KLIMATETS FÖRÄNDRING	24
4.1	HÖGA NIVÅER I ÖSTERSJÖN	25
4.2	HÖGA NIVÅER I MÅLAREN OCH ÖVRIGA SJÖAR OCH VATTENDRAG	26
4.3	SKYFALL.....	33
4.4	FÖRSÄMRAD MARKSTABILITET	40
5	KATEGORISERING AV BYGGNADER UTSATTA FÖR FLER ÄN ETT KLIMATHOT	46
6	RESULTAT, SLUTSATSER OCH DISKUSSION	48
6.1	SAMMANFATTNING AV RESULTAT	48
6.2	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	48
6.3	FORTSATT ARBETE	50
7	REFERENSER.....	52
8	BILAGA A. HAV, KARTOR	53
9	BILAGA B. MÅLAREN, KARTOR	53
10	BILAGA C. ÖVRIGA SJÖAR OCH VATTENDRAG, KARTOR	53
11	BILAGA D. KONFLIKTOBJEKT SKYFALL KLAS 1 OCH 2, TABELLER	53
12	BILAGA E. SKYFALL, KARTOR	53
12.1	BILAGA E1. SKYFALL KLAS 4	53
12.2	BILAGA E2. SKYFALL KLAS 3	53
13	BILAGA F. FÖRSÄMRAD STABILITET, KARTOR.....	53
14	BILAGA G. ÖVERLAGRADE KLIMATHOT	53
14.1	BILAGA G1. ÖVERLAGRADE KLIMATHOT KATEGORI A.....	53
14.2	BILAGA G2. ÖVERLAGRADE KLIMATHOT KATEGORI B.....	53

1 Inledning

1.1 Uppdraget

Uppdraget omfattar att ta fram en klimat- och sårbarhetsanalys fokuserad på Fastighetskontorets byggnaders lokalisering och utsatthet för ett förändrat klimat.

1.2 Bakgrund och syfte

Utifrån delmål till det övergripande målet i Stockholms stads Miljöprogram om hållbar mark- och vattenanvändning ska sårbarheter i stadsmiljö till följd av ett klimat i förändring förebyggas. Fastighetskontoret har, som ett första steg i detta arbete, påvisat ett behov av att identifiera sårbarheter i sitt fastighetsbestånd relaterat till ett förändrat klimat.

Analysen omfattar en identifiering av fastighetsbeståndets lokalisering i förhållande till hot på kort och lång sikt av extrema och gradvisa förlopp. Hoten gäller översvämning av olika slag och försämrad markstabilitet. Uppdraget omfattar, utöver listor med fastigheter utsatta för ett hot, listor över fastigheter utsatta för två respektive tre hot med hänsyn tagen till valda tidsperspektiv. Som underlag till analysen ingår flera karteringar, bl.a. en skyfallskartering för Stockholms stad, digitalt kartmaterial samt en databas över Fastighetskontorets fastighetsbestånd.

Rapporten innehåller också en kort beskrivning av vilka byggnadsdelar inom en fastighet som generellt är känsliga för olika typer av klimathot. Någon konsekvensanalys av dessa byggnadsdelars känslighet ingår inte i uppdraget. En beskrivning ges också av de klimathot som bedöms relevanta för fastighetsbeståndet samt hur detta klimathot förändras över seklet.

1.3 Arbetsgrupp

Uppdraget har genomförts av en arbetsgrupp inom Structor. I gruppen har ingått: Christina Frost (uppdragsledare), Josef Nordlund, Maria Berg Lissel, Christof Ågren och Anders Obäck (underkonsult).

I december 2016 hölls ett avstämningsmöte med Fastighetskontorets representanter. Vid mötet presenterades resultat från analysen av fastighetsbeståndets utsatthet för olika hot. Stockholms stad har under arbetets gång varit behjälpliga med underlagsmaterial.

1.4 Läsanvisningar

Rapporten utgör ett underlag för Fastighetskontorets fortsatta diskussioner om fastighetsbeståndets sårbarhet mot klimatrelaterade hot. Den tjänar som ett underlag för planering av studier för att fördjupa analyserna av de objekt som befinner sig i konflikt med vatten och/eller med försämrad markstabilitet liksom angående vilken verksamhet som bedrivs i fastigheterna och verksamhetens betydelse för beståndets utsatthet.

Kapitel 3 innehåller en övergripande beskrivning av fastighetsbeståndet i sin helhet samt de byggnadsdelar som generellt är känsliga och utsatta för olika typer av klimathot. Kapitlet innehåller också en beskrivning av för byggnader relevanta klimathot och klimathotens förändring över tiden. Kapitel 4 beskriver byggnadsbeståndets utsatthet för översvämning av olika slag samt försämrad markstabilitet. Kapitel 5 utgör underlag för listor över utsatta fastigheter avseende två eller tre hot. I kapitel 6 förs en diskussion om resultat samt förslag på fortsatt arbete.

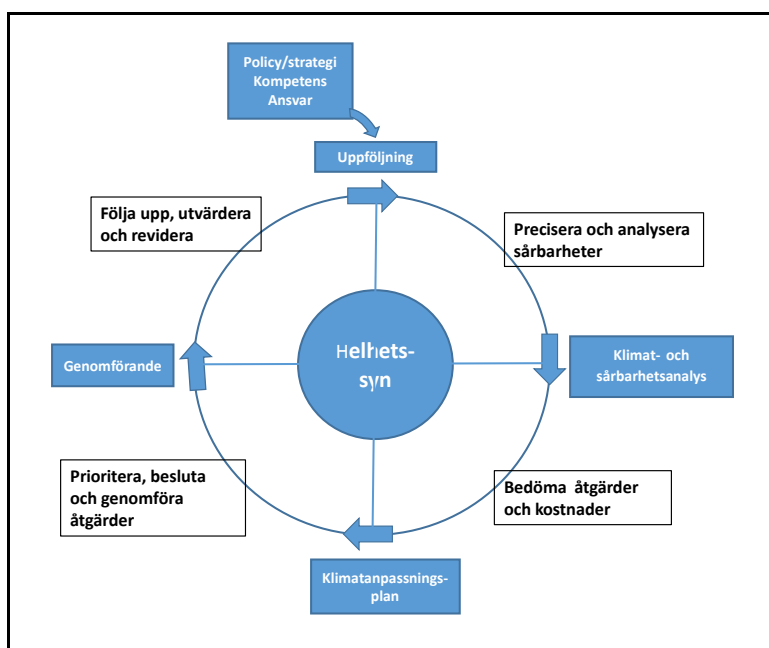
2 Genomförande

2.1 Metod

Grunden i den genomförda klimat- och sårbarhetsanalysen utgår från det processverktyg som beskrivs i länsstyrelsernas skrift ”Klimatanpassning i fysisk planering”². Processverktyget omfattar fyra huvudsteg:

- Precisera och analysera sårbarheter,
- Bedöma åtgärder och kostnader,
- Prioritera, besluta och genomföra åtgärder,
- Följa upp, utvärdera och revidera.

I figuren nedan visas de fyra huvudstegen i förenklad version. Detta förvaltningsövergripande klimatanpassningsarbete präglas av en helhetssyn, nödvändig för att kunna beakta de aspekter och system som påverkas av ett förändrat klimat.



Figur 2.1. Processverktyg för klimatanpassning, Länsstyrelserna, 2012.

Föreliggande klimat- och sårbarhetsanalys omfattar delar av det första steget i processverktyget ”Precisera och analysera sårbarheter”. En konsekvensanalys består traditionellt av tre delar: beskrivning av vilka hot (orsak/risk) som finns inom aktuellt område, vilka system som exponeras och hur de ser ut samt en bedömning av hur hoten påverkar systemen, alltså vilka konsekvenser som kan uppstå.

Hotet, i detta fall klimatet, respektive systemet, här fastighetsbeståndet, beskrivs i de delar som är viktiga och relevanta för problemet. För hotet är index som nederbörd, temperatur, havsnivåer, flöden osv. viktiga tillsammans med förändringar i intensiteten, varaktigheten, frekvensen, tidsperspektiven. För fastighetsbeståndet är byggnadens klimatskal och underhåll liksom grundläggning och tillhörande VA-system viktigt utöver lokalisering, livslängd, vikt, redundans. Konsekvenser kan uttryckas på olika sätt, som direkta och indirekta, vilket innebär att de kan spridas. Konsekvenser kan vara både positiva och negativa och uttryckas på olika sätt genom

²Klimatanpassning i fysisk planering – Vägledning från länsstyrelserna, 2012. Kapitel 4 beskriver processverktyget för klimat- och sårbarhetsanalyser, framtagandet av en klimatanpassningsplan samt genomförandet av åtgärder. Verktöget processsteg är likvärdigt det verktyg för klimatanpassningsprocessen som EU senare utvecklat.

t.ex. omfattning, utbredning, varaktighet, frekvens. För att avgöra om konsekvenserna innebär sårbarheter eller ej görs bedömningar utifrån olika aspekter, som ett objekts eller systems vikt för andra system och för samhället i stort, beroendeförhållanden, redundans och resiliens.

En analys kan utföras med olika detaljeringsgrad, detaljerad i sin helhet vilket innebär ett mer omfattande och djupare arbete från start, eller en stegvis, vid behov, ökande precisering, för att undvika onödig detaljrikedom från start. Denna analys fokuserar på objektens lokalisering, inte på respektive objekts utformning. Den utgör därmed den första delen i en fortsatt stegvis fördjupning.

De klimathot som är analyserade i denna rapport har stor betydelse för fastighetsbeståndet och kan generera olika typer av översvämningar och försämrad markstabilitet och hänger direkt samman med byggnaders lokalisering. De innebär både extremer och gradvisa förlopp. Lokaliseringen av byggnadsobjekt i konflikt med vatten och brister i markförhållanden görs utifrån karteringsunderlag och jordartskarta samt med stöd av GIS. Resultatet överlagras också i GIS för att hitta utsatthet för flera hot. Resultat blir beskrivande texter, kartor och listor över byggnader belägna i konflikt av ett eller flera hot.

Tidsdimensionen är viktig och behandlas i förhållande till respektive klimatrisk beroende på hur hotet förändras. Tiden har också betydelse vad gäller byggnaders livslängd och när åtgärder bedöms lämpliga att vidta.

2.2 Avgränsningar

Klimathot

Klimatscenario RCP 4,5 respektive RCP 8,5 från FN:s klimatpanel (IPCC) ligger till grund för konsekvensanalysen (scenarier över hur strålningsdrivningen utvecklas). Eftersom den senaste regionala klimatanalysen från SMHI för Stockholms län³ från år 2015 inte innehåller alla klimatindex av betydelse har ytterligare några klimatindex tagits med från SMHI:s tidigare regionala klimatanalys för Stockholms län från år 2010⁴. Den analysen är baserad på en tidigare typ av klimatscenario, utsläppsscenario, då främst A1B (SRES).

Tidsperspektiv

Analysen har flera tidsperspektiv: Idag, i mitten på seklet samt vid seklets slut. Det är viktigt med ett långt tidsperspektiv både vad gäller klimatets förändring och med tanke på byggnaders långa livslängd. Normalt är ca 100 års sikt för både byggnader och klimatet. Vissa klimatindex uppvisar en tydlig successiv förändring under seklet. Det gäller för temperatur, nederbörd, flöden, medan man för andra inte ser effekten av förändringen förrän under seklets andra halva, exempelvis för havsnivåer.

Geografi

Hela Stockholms stads yta ingår i konsekvensanalysen.

System

Analysen fokuserar på Fastighetskontorets fastighetsbestånd avseende byggnader/ byggnadsdelar som är känsliga för klimatet, inklusive grundläggning och avlopp/dagvattensystem anslutet till byggnaderna. Fastighetsbeståndet omfattar byggnader av många olika slag. En avgränsning är gjord till byggnader ovan mark.

³ Framtidsklimat i Stockholms län - enligt RCP-scenarier. SMHI, 2015.

⁴ Regional klimatsammanställning - Stockholms län. SMHI, 2010.

Karteringar

Karteringar görs för följande nivåer/flöden/regn:

- Östersjön: 100-årsnivån år 2010 (+1,20 m), 100-årsnivån år 2100 (+1,75 m) samt länsstyrelsens rekommenderade lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse år 2100 (+ 2,70 m) (RH2000).
 - Mälaren: BHF (+2,7 m) och 100-årsnivån (+1,5 m) i enlighet med Länsstyrelsens rekommenderade lägsta nivåer för ny bebyggelse (RH2000). Nivåerna gäller dagens klimat.
 - Övriga vattendrag och sjöar: BHF och 100-årsnivån i enlighet med Länsstyrelsens rekommenderade lägsta nivåer för ny bebyggelse (RH2000). 100-årsnivån gäller för år 2098.
 - Skyfall: 100-årsregn med klimatindex 1,25, vilket motsvarar en ökning med 25 % till år 2100. Skyfallsscenarioet motsvarar scenario C i Stockholms stads skyfallskartering.⁵
- Karteringen är utförd som en hydraulisk modellering.

Analysens detaljeringsgrad

Analysen innebär identifiering av fastighetsbeståndets utsatthet i förhållande till olika hot, och ska kunna ligga till grund för att bedöma konsekvenser av klimatets påverkan på respektive byggnad. Analysen har inte fokus på byggnaders utformning, inte på samhällsviktiga funktioner eller samhällsviktiga verksamheter som bedrivs i byggnaderna. Att fördjupa analysen avseende detta utgör lämpliga fortsatta steg som föreslås längre fram i rapporten.

2.3 Underlagsmaterial

Följande underlag ligger till grund för klimatbeskrivning och analys av utsatthet av klimathoten:

- Digitalt kartmaterial över fastighetsbeståndet och fastigheternas geografiska position (tillhandahållen av Fastighetskontoret). Underlaget är i format som kan anpassas till ArcGIS
- Databas över fastighetsbeståndet (tillhandahållen av Fastighetskontoret)
- Regionalt klimatunderlag⁶
- Skyfallskartering inom Stockholm stad (tillhandahållen av Fastighetskontoret)⁷
- Översvämningskarteringar längs kusten och Mälaren⁸
- Rekommendationer från Länsstyrelsen om lägsta grundläggningsnivåer längs Mälaren, havet, sjöar och vattendrag^{9,10,11}
- Laserscannat höjddata (raster anpassat för ArcGIS)
- Stockholms stads byggnadsgeologiska karta
- Lista över Fastighetskontorets totala byggnadsbestånd uppdelat efter en kategorisering av kostnadsställen för att erhålla en övergripande bild av hur beståndet är fördelat (1032 kostnadsställen)
- GIS-fil över Fastighetskontorets byggnader och dess lokalisering (815 byggnader)

Övrigt underlagsmaterial, som systembeskrivningar, kartunderlag m.m. refereras löpande till som fotnot. Samtligt underlagsmaterial återfinns i referenslistan, kapitel 7.

⁵ Val av skyfallsscenario är gjort i dialog mellan Fastighetskontoret och Stockholm Vatten. Karteringen är utförd av WSP, den består av fyra fall med olika grundförutsättningar om ex-vis hårdgjordhet, markinfiltration, dagvattensystemets kapacitet, samtliga baserade på ett regn med 100-års återkomsttid.

⁶ Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier. Klimatologi Nr 21. SMHI, 2015 samt SMHI:s hemsida, framtidens klimat.

⁷ Skyfallsmodellering för Stockholms stad, 2015.

⁸ Karteringarna är hämtade från Stockholms länsstyrelses hemsida.

⁹ Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjöskusten i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämnning. Fakta 2015:14. Länsstyrelsen Stockholm

¹⁰ Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämnning. Länsstyrelserna Stockholm, Uppsala, Södermanland, Västmanland, 2015.

¹¹ Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämnning, 2017.

3 Fastighetsbeståndet och klimatets betydelse

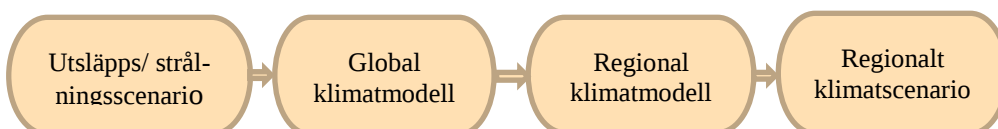
Ett flertal klimathot, så kallade klimatindex, har betydelse för byggnader och bebyggelse, sett som en helhet. De kan medföra olika typer av konsekvenser, som översvämning, bristande markstabilitet, ökat slitage, höga inomhustemperaturer m.m. Vi har i detta kapitel sammanställt dessa index med betydelse för byggnader och bebyggelse. I kapitlet ingår också en kort beskrivning av vilka byggnadsdelar inom en fastighet som generellt är känsliga för olika typer av klimathot. Inledningsvis ges en sammanfattande beskrivning av det regionala klimatets förändring fram till slutet på seklet. Avslutningsvis lämnas en sammanställning över Fastighetskontorets fastighetsbestånd.

3.1 Klimatbeskrivning

Förändringar i temperatur, nederbörd och flöden är hämtade från SMHI:s senaste klimatanalys för Stockholms län¹². Uppgifterna om förändrade havsnivåer, nollgenomgångar, snö, grundvatten och vind är hämtade från SMHI:s tidigare klimatanalys för Stockholms län¹³.

3.1.1 Kort klimatbakgrund

Ett klimatscenario beskriver en möjlig utveckling av klimatet och är uppbyggt av flera delar. I grunden finns antingen ett scenario för hur utsläppen av växthusgaser kommer att utvecklas eller ett scenario för hur strålningsdrivningen¹⁴ utvecklas. I FN:s klimatpanels (IPCC) senaste rapport¹⁵ används scenarier för strålningsdrivning (så kallade RCP¹⁶), medan IPCC i de föregående rapporterna använde utsläppsscenario. Dessa scenarier används som indata till en eller flera globala klimatmodeller som sedan producerar ett globalt klimatscenario. För att få högre upplösning för användning regionalt används det globala klimatscenario som indata till en regional klimatmodell, figur 3.1. Det regionala klimatscenario används därefter för beräkning av hydrologiskt klimatunderlag.



Figur 3.1. Från globalt utsläpps- eller strålningsscenario till regionalt klimatscenario.

Beskrivningen av klimatindexen i det här uppdraget utgörs av två regionala klimatscenarier. De bygger på två av IPCC:s scenarier för strålningsdrivning, RCP 4,5 och RCP 8,5. Det är viktigt att visa på båda då osäkerheter finns om hur utvecklingen framöver kommer att se ut. Bakgrunden till RCP 4,5 är bl.a. att en kraftfull klimatpolitik förs så att de globala utsläppen kulminerar kring år 2040 för att därefter minska. I RCP 8,5 fortsätter utsläppen att öka under hela det innevarande århundradet i likhet med idag och klimatpåverkan blir då väsentligt större.

Skillnaderna i effekterna på klimatet i Stockholms län enligt RCP 4,5 och RCP 8,5 till mitten av seklet blir inte så stora, de följs åt i stor utsträckning. Det beror dels på att utsläppen för båda scenarierna fortsätter att öka fram till 2040. Dels på att effekterna fram till mitten av seklet i stor utsträckning hänger samman med de utsläpp som redan har skett eller som sker nu. Under seklets andra halva framträder sedan skillnader i effekterna på klimatet.

¹² Framtidsklimat i Stockholms län - enligt RCP-scenarier. SMHI, 2015.

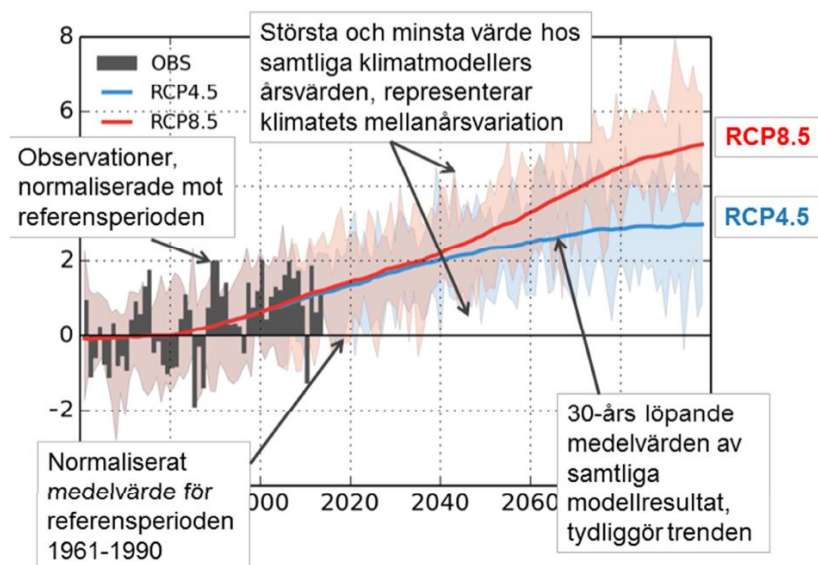
¹³ Regional klimatsammanställning - Stockholms län. SMHI, 2010.

¹⁴ Strålningsdrivningen är skillnaden mellan hur mycket energi solstrålningen som träffar jorden innehåller och hur mycket jorden strålar ut i rymden igen. Denna energi mäts i enheten watt per kvadratmeter, W/m². Strålningsdrivningen ökar då mängden växthusgaser ökar i atmosfären, vilket resulterar i en global temperaturökning.

¹⁵ IPCC, 2014, Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

¹⁶ <http://www.smhi.se/klimatdata/framtids-klimat/vagledning-klimatscenarier/vad-ar-rcp-1.80271>

Den globala klimatmodelleringen är gjord med en relativt grov upplösning, storleken på rutorna vid jordytan kan vara ca 200×200 km². Den regionala klimatmodelleringen utförs med högre upplösning, ca 50×50 km², och ger mer detaljerade beräkningar. För analyser på lokal skala, exempelvis hydrologiska beräkningar, krävs data med högre geografisk upplösning. De index som berör temperatur och nederbörd presenteras i det regionala klimatunderlaget från SMHI med 4×4 km² upplösning. De hydrologiska indexen, som berör tillrinning och markfuktighet, presenteras för avrinningsområden. Beräkningarna av korttidsnederbörd är utförda direkt på regional klimatdata. I figur 3.2 förklaras hur diagrammen som visar klimatindex är uppbyggda.



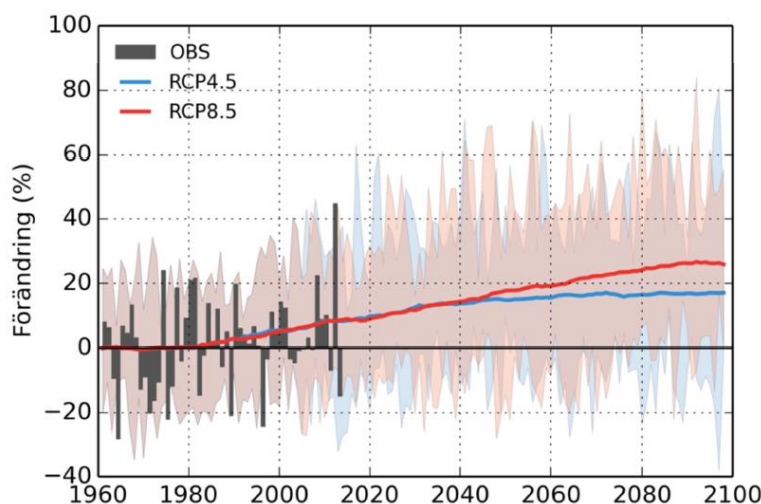
Figur 3.2. Beskrivning av klimatdiagrammens struktur.

3.1.2 Klimatets förändring

Medelnederbörd¹⁷

Årsmedelnederbörd är tillsammans med årsmedeltemperatur det mest använda indexet för att beskriva klimatet. Årsmedelnederbörden i Stockholms län var 609 mm under perioden 1961-1990. Figur 3.3 visar att mellanårsvariationen är stor, 20 % mer eller mindre än medelvärdet är inte ovanligt. Under de senaste dryga 20 åren har nederbörden ökat marginellt. I ett framtida klimat väntas den öka med mellan 20-30 % till slutet av seklet. Medelnederbörden ökar under alla säsonger, främst under vintern, se tabell 3.1. Det ska noteras att under sommaren kommer även avdunstningen att öka p.g.a. ökad temperatur, vilket kan innebära torrare perioder.

¹⁷Framtidens klimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier, SMHI, 2015



Figur 3.3. Årsmedelnederbörd till år 2100, RCP 4,5 och RCP 8,5.

Tabell 3.1. Medelnederbörd och dess förändring till år 2040 respektive år 2100, redovisad per årstid.

År	RCP 4,5				RCP 8,5			
	Vinter	Vår	Sommar	Höst	Vinter	Vår	Sommar	Höst
1961-1990 (mm)	132	100	187	182	132	100	187	182
2040 (%)	15-20	20	20	10	15-20	30	20	10
2100 (%)	15-20	20	20	10	30-40	30	20	25

Kraftig nederbörd, maximal dygnsnederbörd, skyfall, långvarig nederbörd¹⁸

Under referensperioden 1961-1990 uppmättes dagar med nederbörd med mer än 10 mm (så kallad kraftig nederbörd) 13 gånger per år. Antal dagar med kraftig nederbörd ökar enligt RCP 4,5 med ca 5 och enligt RCP 8,5 med ca 8 till slutet på seklet.

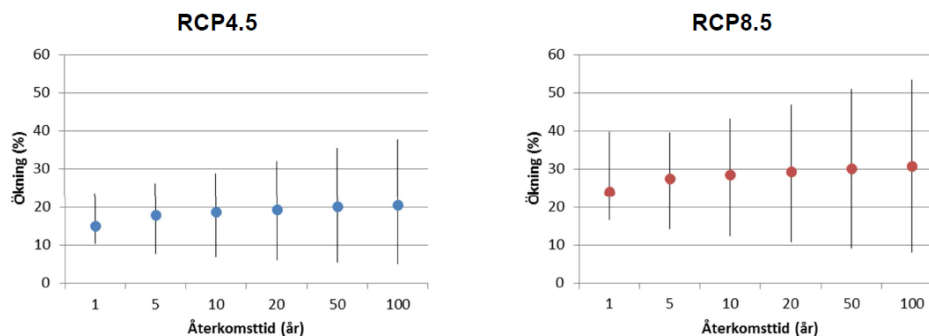
Till slutet av seklet ökar den maximala dygnsnederbörden med 20 respektive 30 % enligt RCP 4,5 och 8,5. Indexet indikerar risken för skyfall. Det geografiska medelvärdet av årets största dygnsnederbörd för referensperioden 1961-1990 är 28 mm. Mängden varierar mycket från år till år och ett enskilt regn kan lokalt ge betydligt större regnmängder. Nederbörden är även oregelbundet fördelad geografiskt. Nederbördstypen har betydelse för översvämningar.

Även den intensiva nederbörden med kort varaktighet kommer att förändras¹⁹. I figur 3.4 visas förändringen för Stockholms län av extrem nederbörd med en timmes varaktighet relaterad till referensperioden 1961-1990. RCP 8,5 visar på större förändring än RCP 4,5. Ökningen är störst för de längre återkomsttiderna. Den intensiva nederbörden under kort tid, skyfallen²⁰, innebär främst risker för översvämningar i urban miljö.

¹⁸ Framtidens klimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier, SMHI, 2015

¹⁹ Sveriges framtida klimat – underlag till Dricksvattenutredningen, SMHI, 2015

²⁰ I denna analys används genomgående begreppet skyfall istället för intensiva nederbörd med kort varaktighet. Ett skyfall har enligt SMHI en mer avgränsad definition. De beskriver skyfall som en situation med minst 50 mm regn inom en timme eller minst 1 mm regn inom en minut. I Stockholms stads skyfallskartering motsvarar skyfall ett regn med 100-års återkomsttid i ett framtida klimat (klimatfaktor 1,25).



Figur 3.4. Procentuell förändring av nederbörd med varaktigheten en timme perioden 2069-2098 jämfört 1961-1990. Punkterna representerar medianvärden och vertikala streck visar spridningen mellan de olika modellberäkningarna.

Den långvariga medelnederbörden, så kallad 7-dygnsnederbörd, beräknas öka med ca 25 % för både RCP 4,5 och 8,5 till slutet på seklet. Värdet för referensperioden 1961-1990 är 62 mm, men varierar mycket mellan åren. Den långvariga nederbörden påverkar vattenflöden i små och medelstora vattendrag.

Snö och grundvatten²¹

Medelvärde på observerat största snödjup under referensperioden 1961-1990 var för Stockholms län ungefär 30-40 cm. Klimatscenarierna visar att största snömängd kommer att minska för Stockholms län. Medianförändringen av klimatmodelleringarna visar ca 40 % minskning till mitten av seklet och ca 70 % mot seklets slut.

Grundvattenbildningen och grundvattennivåerna förväntas förändras. Vintertid sker en höjning av grundvattennivån, beroende på mildare väder med mer nederbörd som regn än idag. Under årets varmare period sker en sänkning. Snösmältningen inträffar tidigare på året och perioden då avdunstningen är högre än nederbörden, då lite eller ingen grundvattenbildning sker, blir längre. Avsänkningen under sommaren bedöms bli svagare än höjningen under vintern.

Luftfuktighet²²

En ökad temperatur innebär att avdunstningen kommer att öka. Därmed förväntas också mängden vattenånga (den absoluta fuktigheten, g vatten/m³ luft) öka i atmosfären vilket förstärker växthuseffekten. Vid större mängd vattenånga finns också risk för att nederbörden kan bli intensivare. Den absoluta fuktigheten är i snitt tre till fyra gånger högre under sommaren jämfört med vintern och är som i genomsnitt högst i södra Sverige. Den avtar norrut och med avståndet från kusten. Medelvärdet av den absoluta fuktigheten från tio mätstationer i hela Sverige har ökat något under perioden 1951-2012 för maj, augusti och för årsvärdet. Orsaken till ökningen är att det blivit varmare.

Den relativa luftfuktigheten beskriver mängden vattenånga i luften vid en viss temperatur i förhållande till den maximala mängden vattenånga vid samma temperatur. Det är mer osäkerhet om och hur den relativa fuktigheten kommer att förändras framöver. I Stockholmsområdet är den relativa fuktigheten 75-80% utomhus under juli, och under januari 85-90%. En hög relativ luftfuktighet kan förorsaka problem med mögelangrepp i byggnader.

Medeltillrinning samt tillrinningens årssynamik

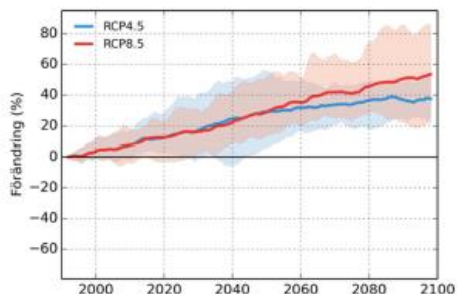
En total tillrinning innebär det sammanlagda bidraget av flöden från alla avrinningsområden som ligger uppströms. Indexet kan vara av intresse vid planering av markanvändning kring sjöar

²¹ Regional klimatsammanställning - Stockholms län, SMHI, 2010

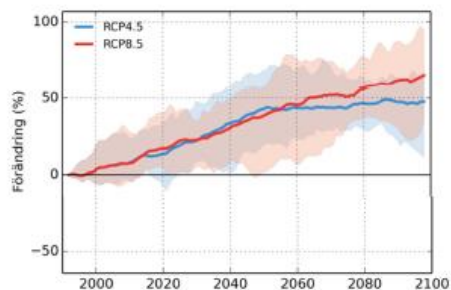
²² <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet>

och vattendrag. Inom Stockholms stad är Mälaren och Tyresån karterade. Tillrinningen väntas öka kraftigt under vintern med en ökande nederbörd och att en större del av nederbörden faller som regn. Under sommaren väntas den minska kraftigt beroende på ökad avdunstning. Se figurerna 3.5 och 3.6.

Mälaren mynning Stockholm

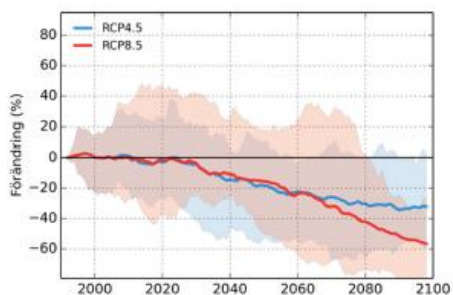


Tyresån

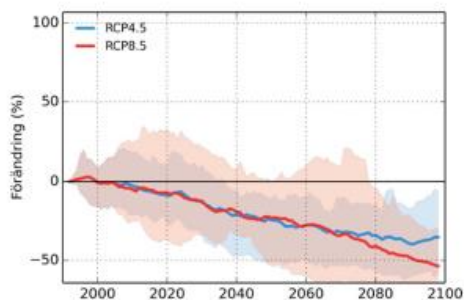


Figur 3.5. Förändrad total medeltillrinning under vintern för Mälaren och Tyresån, RCP 4,5 och RCP 8,5, till år 2100.

Mälaren mynning Stockholm

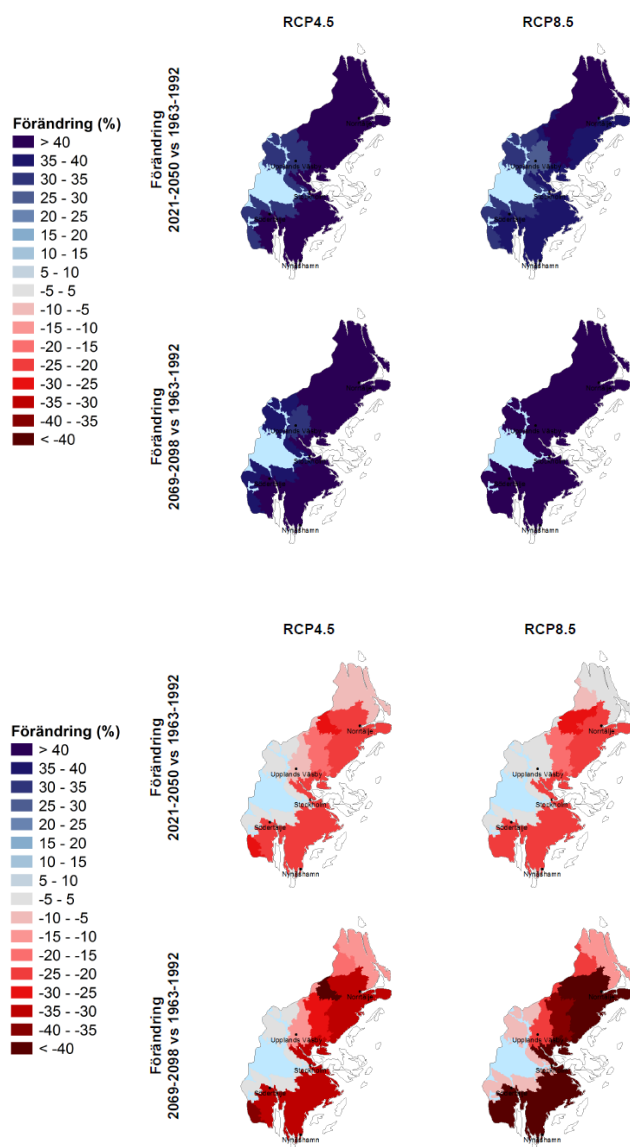


Tyresån



Figur 3.6. Förändrad total medeltillrinning under sommaren för Mälaren och Tyresån, RCP 4,5 och RCP 8,5, till år 2100.

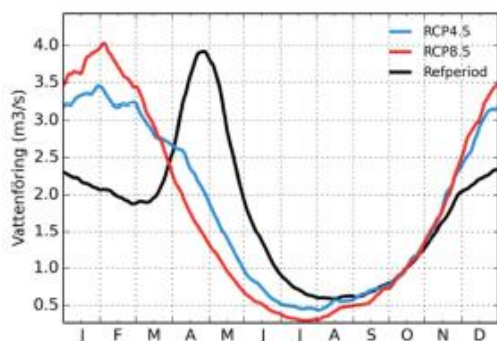
Tillrinningen till mindre vattendrag påverkas enbart av lokala förhållanden, alltså enbart av det vatten som rinner från varje enskilt avrinningsområde. Den lokala medeltillrinningen är för bebyggelse mest intressant att studera årstidsvis, se figur 3.7.



Figur 3.7. Lokal medeltillrinning under vinter och sommar i Stockholms län för perioderna 2021-2050 respektive 2069-2098 jämfört referensperioden 1963-1992, RCP 4,5 och RCP 8,5.

Flödets säsongsdynamik kommer alltså att ändra karaktär. Tillrinningen beror på hur nederbörd, temperatur, snötäcke, markfuktighet och avdunstning varierar och samspelar. I figuren 3.8 visas medelvärden för årstidsmönstret i Tyresån. Svart linje visar referensperioden 1963-1992. Blå linje anger beräkningar för RCP 4,5 och röd för RCP 8,5, båda för perioden 2069-2098. Framtidsscenarierna visar högre vinterflöden och lägre sommarflöden, vårflodestopparna är borta. Vårfloden kan snarast sägas ha ersatts av en lång period med höga vinterflöden.

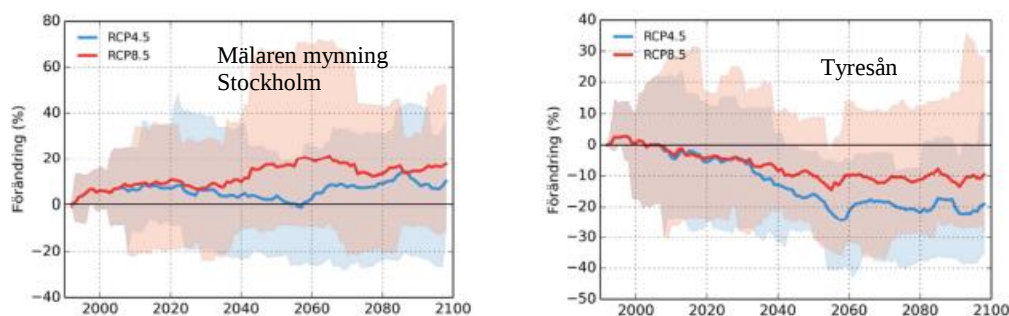
Tyresån



Figur 3.8. Tillrinningens årsskiftet i Tyresån, RCP 4,5 och RCP 8,5.

Höga flöden

Nedanstående kartor och diagram visar hur den totala dygnsmedeltillrinningen med återkomsttid 100 år kommer att öka eller minska under seklet och var det sker. Figurerna visar den procentuella förändringen jämfört med medelvärdet för referensperioden. Mälaren utgör ett specialfall. Tillrinningsområdet till Mälaren är mycket större än vad som framgår av figurerna. Det är därför inte enbart de lokala förhållandena i Stockholms län som visas.



Figur 3.9. Förändring av total 100-årstillrinning för perioderna 2021-2050 respektive 2069-2098 jämfört referensperioden 1963-1992, RCP 4,5 och RCP 8,5 samt förändrad 100-årstillrinning för Mälaren och Tyresån, RCP 4,5 och RCP 8,5, till år 2100.

Figurerna uppvisar stora likheter med 10-årstillrinningen. 10-årstillrinning kan betraktas som relativt vanliga höglöden och är av intresse för områden som idag lätt översvämmas.

Beräknad högsta nivå för Mälaren är + 2,69 m (RH2000) i dagens klimat och med nuvarande förhållanden. 100-årsvattenståndet är beräknat till 1,50 m för samma förhållanden.²³ Föreliggande analys tar inte hänsyn till kommande sluss och ny regleringsstrategi. Ombyggnationen med ny reglering, som bedöms träda i kraft kring år 2025, kommer innebära att risken för översvämningar minskar betydligt under innevarande sekel och under den nya slussens livslängd²⁴. Ett förändrat klimat kan dock innebära att kusten utmed Saltsjön får en höjning av havsytan med

²³ Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning, Länsstyrelserna Stockholm, Södermanland, Uppsala, Västmanland, 2015.

²⁴ I huvudalternativet för slussens ombyggnad gäller följande: Nivån i Mälaren vid tillrinning av storleken FLK1 (dimensionerande flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer) och förhöjt Saltsjövattenstånd på nivån +0,27 respektive +0,77 m är +1,36 respektive +1,48 m. Vid tillrinning av storleken 100 års återkomsttid och samma förhöjda Saltsjövattenstånd är nivåerna +1,27 respektive +1,28 m; SMHI, 2011. Projekt Slussen – Förslag till ny reglering av Mälaren. Rapport nr 2011-64.

ca en halv meter fram till slutet av seklet, med hänsyn tagen till landhöjning. Havsnivån kommer därefter att fortsätta stiga, vilket kommer att påverka Mälaren. En långsiktig strategi saknas idag för hur man ska hantera dessa stigande havsnivåer.

Tabell 3.2 anger nivåer för 100-årsflöde och beräknat högsta flöde för ytterligare vattendrag inom Stockholms län, beräknat för år 2098.

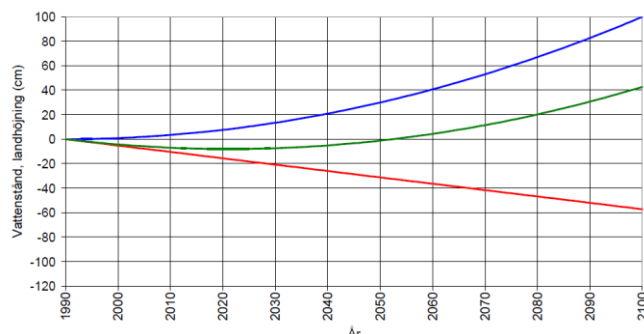
Tabell 3.2. BHF och 100-årsflöde och dess nivåer längs vattendrag i Stockholms län år 2098 (RH 2000)²⁵.

Sjöar	BHF [m]	100-årsflöde [m]
Vallentunasjön	9,3	8,9
Norrviden	6,6	5,1
Edssjön	6,4	4,0
Oxundasjön	2,7	2,1
Lissmasjön	26,8	26,1
Lycksjön	25,4	24,4
Orlängen	23,2	22,0
Magelungen	23,2	22,0
Drevviken	22,8	21,9
Långsjön	22,2	21,2
Tyresö-Flaten	21,0	20,5
Albysjön	15,5	14,9
Fatburen	15,4	14,8
Norrtäljeån	6,2	5,2

Havsnivåer²⁶

Förändringen av havsnivån beror av många index. Globalt sett är de viktigaste den termiska expansionen samt tillskott av vatten från smältande glaciärer och de stora landisarna på Grönland och Antarktis. Havsytan har globalt stigit i medel drygt 3 mm per år under perioden 1991-2003, dessförinnan, under 1900-talet, ca 1,7 mm per år. Internationella sammanställningar och bedömningar pekar på att en övre gräns för hur mycket havsnivån kan komma att stiga under perioden 1990-2100 är ungefär 1 m sett som ett globalt medelvärde. Den absoluta landhöjningen i Stockholm är 0,52 cm/år. Detta innebär för Stockholm att medelvattenståndet hittills sjunkit.

Förändringen av havsnivån, landhöjning och nettoändringen av medelvattenståndet i Stockholm för perioden 1990- 2100 visas i figur 3.10. En global havsnivåhöjning på +30 cm från 1990-2050 och +1 m från 1990-2100 ligger till grund för beräkningarna. Observera att medelvattenståndet just nu ligger lägre än vid år 1990, vilket beror på att landhöjningen hittills går snabbare än höjningen av havet.



Figur 3.10. Havsnivåhöjning (blå), landhöjning (röd) och nettoändring av medelvattenstånd (grön) förutsatt global höjning +0,3 m till 2050 och +1,0 m till 2100. Diagrammet gäller för Stockholm.

²⁵ Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning, Länsstyrelsen Stockholm, 2017.

²⁶ Regional klimatsammanställning - Stockholms län, SMHI, 2010

De viktigaste index som skapar variationer i vattenståndet i Östersjön är lufttryck och vindar. Lågtryck och pålandsvind ger högre vattenstånd, högtryck och frånlandsvind lägre. De höga nivåerna varar vanligen några timmar. Hur hög denna nivå blir beror även på utgångsläget. Vågor kan lokalt ge överspolning. Vågstorleken beror på lokala förhållanden som strandens lutning etc. En ytterligare index som kan ge tillfälligt högre lokala vattenstånd lokalt är vinduppstuvning. Vatten pressas i den ena riktningen på ytan av vinden och strömmar sedan tillbaka i den andra riktningen utmed botten. Både bottendjup och övrig topografi är viktiga för lokala uppstuvningseffekter. I Stockholm är risken för uppstuvningseffekt relativt liten på grund av att bottendjupet är relativt stort från Saltsjön och ut mot öppet hav. Det högsta vattenståndet i Stockholm uppmättes januari 1983, 117 cm över medelvatten.

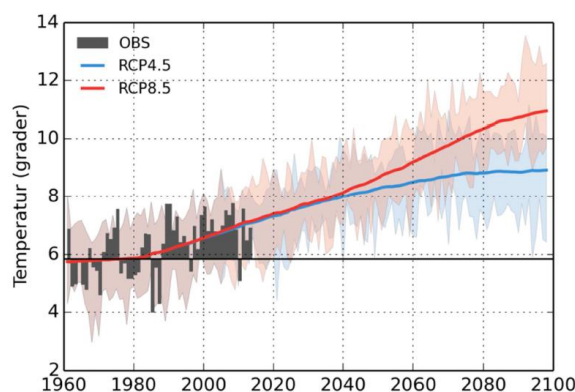
Tabell 3.3 visar extrema vattenstånd med 100 års återkomsttid år 2100 och 2100 för Stockholm (RH2000), vågpåslag och/eller vinduppstuvning ingår ej.

Tabell 3.3. Vattenstånd med 100 års återkomsttid för Stockholm år 2010 och 2100, RH2000.

Kustområde	2010	2100
Stockholm	120 cm	175 cm

Årsmedeltemperatur²⁷

Under perioden 1961-1990 var årsmedeltemperaturen i Stockholms län 5,8°C. Under perioden 1991-2013 har temperaturen ökat med ungefär en halv grad. Trenden att det blir varmare är tydlig under hela perioden fram till slutet på seklet, se figur 3.11. Utvecklingen i de båda RCP-scenarierna är likartad fram till mitten av seklet medan det för seklets senare halva framträder tydliga skillnader. Både RCP 4,5 och RCP 8,5 visar att det blir varmare under alla årstider fram till slutet av seklet. Temperaturen ökar mest under vintern med 3 respektive 6 grader för respektive scenario. Observerade och modellerade medeltemperaturer visas i tabell 3.4.



Figur 3.11. Årsmedeltemperatur för Stockholms län till år 2100, RCP4.5 och RCP8.5.

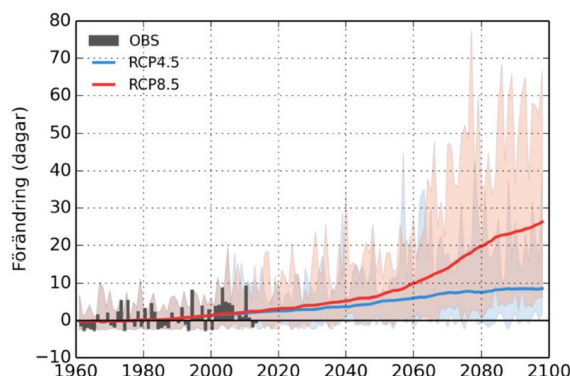
Tabell 3.4. Medeltemperatur för referensperioden, 2040 och 2100, redovisad per årstid.

År	RCP 4,5				RCP 8,5			
	Vinter	Vår	Sommar	Höst	Vinter	Vår	Sommar	Höst
1961-1990 (grader)	-3	4	15	7	-3	4	15	7
2040 (grader)	0	7	18	8	0	7	18	8
2100 (grader)	0	7	18	9	3	9	20	11

²⁷Framtidens klimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier, SMHI, 2015

Värmebölja, graddagar, nollgenomgångar, tjäldjup^{28,29}

Värmebölja definieras här som årets längsta sammanhängande period med dygnsmedeltemperatur över 20 °C. Under referensperioden fanns bara ett fåtal tillfällen varje år, medelvärdet var 3 dagar. Under de senaste drygt 20 åren har antalet sammanhängande dagar med medeltemperatur över 20 °C ökat med ett par dagar per år. Scenarierna visar att antalet kommer att fortsätta öka, se figur 3.12. I RCP 8,5 blir värmeböljorna ca 25 dagar långa i slutet av seklet, medan det i RCP 4,5 blir vanligt med ca 10 dagar.



Figur 3.12. Förändring i värmeperiodernas längd till år 2100, RCP 4,5 och RCP 8,5.

Ett varmare klimat innebär en förändring i värme- och kylbehov³⁰. Antalet graddagar med uppvärmningsbehov minskar kraftigt för både scenario RCP 4,5 och RCP 8,5 – en minskning med ca 1000 respektive 1500 vid seklets slut. Kalla vintrar likt de som inträffade under 1980-talet kan dock förekomma ytterligare något årtionden. Kylbehovet kommer att öka från referensperiodens 7 graddagar i medel till ca 150. Byggnaders kylbehov påverkas även av andra index, som byggnadens orientering i förhållande till väderstreck, glasytor, färgsättning och isoleringsgrad.

Nollgenomgångar är när två på varandra följande dagar har en skillnad i temperatur som korsar 0 °C. Trenden är att antalet nollgenomgångar minskar i ett framtida varmare klimat. Mot slutet av seklet kommer de att vara mer ovanliga och inträffa vid 10-20 tillfällen per år istället för cirka 30 som idag. Vissa år kommer helt att sakna dylika. Nollgenomgångar används framförallt vid analyser av konstruktioners hållfasthet.

Tjäldjupet är känsligt för både en ökning av temperatur och en minskning av det isolerande snötäcket. Säsongen för tjäle bedöms framöver bli kortare.

Vind³¹

För Sveriges del kommer det även i framtiden att finnas mer eller mindre stormrika år eller årtionden. De regionala klimatscenarierna bekräftar den bilden med generellt små ändringar i vindklimatet, t.ex. förväntas den maximala byvinden vara lika stor i slutet av seklet som under perioden 1971-2000, oberoende av vilket scenario som används.

²⁸Framtidens klimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier, SMHI, 2015

²⁹Regional klimatsammanställning - Stockholms län, SMHI, 2010

³⁰ Graddagar för värmebehov beräknas genom att för varje dag under året när temperaturen är lägre än 17 grader beräkna skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och 17 grader och sedan summera detta årsvis. Kylbehov räknas på liknande sätt, men då används 20 grader som en undre gräns.

³¹ Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget. SMHI tillsammans med Naturvårdsverket och Energimyndigheten, 2014.

3.2 Byggnaders känslighet för klimatets förändring

3.2.1 Viktiga klimatindex för byggnader och bebyggelse

I tabellerna 3.5 och 3.6 visas de klimatindex som är viktiga att ta hänsyn till vid analyser av byggnadskonstruktioner med avseende på klimatskal, grundläggning, VA och inneklimat samt för byggnaders/bebyggelses lokalisering.^{32, 33}

Tabell 3.5. Viktiga klimatindex – Översvämning och markstabilitet.

Översvämning hav	Översvämning vattendrag/sjöar	Översvämning skyfall	Ras, skred, erosion	Kusterosion
Medelvattenstånd	Kraftig nederbörd	Kraftig nederbörd	Medelnederbörd	Medelvattenstånd
100-årsvatten- stånd	Långvarig neder- börd	Intensiv kort- varig nederbörd	Kraftig neder- börd, intensiv kortvarig nederbörd	Höga vattenstånd
Hänsyn bör även tas till:	Nederbördsmonster		Avrinning	Vind (styrka/- riktning)
Vinduppstuvning ³⁴ och vågor	Avdunstning		Medelflöden	Hänsyn bör även tas till:
	Medelflöden		Höga flöden	Våg/strömför- hållanden
	100-årsflöde och BHF ³⁵		Grundvattennivå	

Tabell 3.6. Viktiga klimatindex – Klimatskal, inneklimat m.m.

Temperatur	Nederbörd	Vind
Medeltemperatur	Medelnederbörd	Byvind
Värmebölja	Kraftig nederbörd och skyfall	Vindriktning
Nollgenomgångar	Långvarig nederbörd	
Graddagar	Slagregn (vind i kombination med regn)	
Soltimmar	Snötjocklek/vattenhalt	
	Luftfuktighet	

3.2.2 Byggnadskonstruktioners känslighet

Stigande temperatur, ökad nederbörd, ökade flöden och stigande havsnivå kommer att medföra konsekvenser för byggnader och bebyggelse genom ökad risk för översvämningar, ras, skred och erosion, men även på grund av att byggnadskonstruktioner i sig är känsliga och utsatta för ändrade klimatförhållanden. I detta avsnitt beskrivs kort känsligheten hos byggnaders klimatskal

³² SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.

³³ Systemtyper och klimatfaktorer. Lathund som stöd vid konsekvens- och sårbarhetsanalyser. Länsstyrelsen i Stockholms län, 2010.

³⁴ Snedställning av vattenytan p.g.a. vind och batymetri.

³⁵ Beräknat högsta flöde

(tak och fasader), grundläggning, inneklimat, drift och underhåll samt generellt avseende mögelangrepp. Den omkringliggande marken och dess beskaffenhet har också stor betydelse när man betraktar bebyggelsen utifrån ett förändrat klimat. Viktiga faktorer är topografiska förhållanden, vegetation, hårdgjorda ytor och geologiska förhållanden. Att analysera varje fastighet utifrån nedanstående aspekter ingår i en möjlig fördjupning/fortsättning på Fastighetskontorets klimat- och sårbarhetsanalys, se vidare avsnitt 6.3.

Klimatskalet – Tak, utformning och olika tätskiktsmaterial

Följande aspekter och byggnadsdelar är viktiga att beakta vad gäller tak och dess utformning:

- Lutningar, tätskikt
- Kallvindar, luftspalter, parallelltak
- Takavvattningssystem
- Genomföringar
- Funktioner på taket som medför att snö hålls kvar exempelvis snörasskydd etc.

Materialpåverkan genom nedbrytning av material ökar vid större variationer i temperatur och nederbörd. Temperaturintervall runt 0° C innebär belastning med frysning och upptining om vartannat. Material som skiffer etc. är särskilt känsligt liksom låglutande tak där vattnet kan bli kvarstående. Välisolerade låglutande tak, där det inte finns ett skyddande värmeläckage, kan även vara extra utsatta i situationer där det fryser och tinar om vartannat. Takavvattningssystem kan vid ökande nederbördsmängder bli underdimensionerade och riskerar att bredda över oftare med ökad risk för att fasad och takfot får ökad fuktbelastning.

Tak med stora spännvidder och långt mellan upplag såsom ekonomibyggnader, sporthallar etc. är känsliga för stora snölaster med risk för takkollaps. Snölaster hänger samman med mängden snö och med snöns vatteninnehåll, vilken är temperaturberoende.

På/i kallvindar och luftspalter som ventileras med uteluft finns risk för mögel och röta. Ett fuktigare klimat kan komma att öka denna risk. Fuktigare klimat innebär även att uttorkningsperioder under året blir kortare vilket har betydelse för påverkan. Vid relativa fukthalter över 70 % börjar tillväxt av mögel som kan växa på alla typer av material, även på tegel, betong etc. där rester finns av organiskt material. Vanligtvis startar mögeltillväxten på organiskt material såsom trä, kartongklädda skivor och träfiberskivor.

Vid takgenomföringar, ventilationsöppningar och installationer, fogar etc., beroende på konstruktiva utformningar, finns alltid risk för vatteninträngning. Mer nederbörd i form av regn påverkar risken för inträngning.

Takkonstruktioner med takmaterial såsom papp, plåt, takpannor är känsliga för vind och kan riskerar att blåsa av. Denna påverkan orsakad av kraftiga vindar är viktigt att beakta.

Klimatskalet – Fasader

Angående fasader är det viktigt att beakta fasaders material, öppningar och genomföringar.

Liksom för takkonstruktioner har temperaturintervall och växlingar runt 0° C stor betydelse för fasader. Belastningen innebär frysning och upptining om vartannat. Fasader med puts, natursten och murtegel är särskilt utsatta.

Fasader av trä är känsliga för angrepp av mögel. Som nämnts ovan ökar denna risk vid ett fuktigare klimat och med kortare torktider. Svampangrepp får bättre förutsättningar att angripa byggnader. Förekomsten av skadedjur förändras då de kan få gynnsammare förhållanden.

Extrem solstrålning på fasader och fönster av trä (fasader mot söder) påverkar slitaget. Träet torkar ut med sprickbildning som följd, vilket ställer större krav på underhåll. Detta gäller likaså för belastning av nederbörd/regn. Genomföringar och öppningskompletteringar såsom fönster och dörrar är känsliga för regn med risk för läckage. Underhållsintervall kan behöva kortas.

Grundläggning

Undergrund och dränering, plintgrundläggning, utbredda plattor på mark är viktiga konstruktioner att betrakta vid förändringar i klimatet. Källare och souterrängplan är byggnadsdelar som är särskilt utsatta.

Byggnadsdelar under mark är känsliga för ökad belastning av dräneringssystem på grund av ökade vattenflöden i mark. Risk finns också för sättningar med bakfall och ledningsbrott. Vid ökade flöden riskerar underdimensionerade ledningar och kombinerade ledningar för spill- och dagvatten backströmning vilket kan orsaka översvämningar av källar- och souterrängplan. Grundläggningsutförande med otillräckligt kapillärbrytande lager/skikt medför att grundkonstruktioner fuktas upp, med följd att invändiga rum i källar- och markplan skadas. Grundmurar till källar- och souterrängplan, eventuella outgrävda utrymmen (torpargrunder) är känsliga för inträngning av vatten utifrån och/eller ökad fuktbelastning med skador som följd.

Mögelangrepp generellt

De skador som kan förväntas uppträda är egentligen inga nya skadetyper. Klimatets förändring medför dock gynnsammare förutsättningar för angrepp som orsakar skador. Det handlar om ökad fuktighet i byggnadsmaterial på grund av både nederbörd och ökad luftfuktighet. Kraftigare regn i kombination med vind så kallat slagregn kan också komma att orsaka direkt vatteninträngning genom fasad, tak och grundmurar. Förutsättningarna för angrepp av svamp vid ett fuktigare klimat (mögel- och rötsvamp) ökar liksom att förhållandena för skadedjur blir gynnsammare.

Drift- och underhåll

Drift- och underhållsarbete blir än viktigare i ett blötare klimat. Det är viktigt med personal som känner byggnaderna samt att de inspekterar byggnader vid olika typer av väderförhållanden. De bör observera hur vattnet rinner från tak, via takavvattnings- och stuprör eller via invändiga ledningar ned till mark och vidare. De bör notera om det finns delar av byggnad eller mark där vattnet samlas eller riskerar att bredda över med lokala översvämningar och påverkan på fasader etc. som följd. Takavvattningsystem som breddar över kan t.ex. medföra att fasad och grundmur fuktas upp. Det bör också planeras för ökade underhållskostnader framförallt för tak, avvattningsystem, fasader.

Inneklimat

Inneklimatet påverkas av en rad faktorer med koppling till klimatet, bland annat högre utetemperatur, långa perioder med hög temperatur, så kallade värmeböljor, och solinstrålning. Ökad temperatur under vinterhalvåret innebär minskat uppvärmningsbehov medan värmeböljor under sommaren ger ökat behov av kylning av inomhusluften. Kylning kan ske på olika sätt, genom t.ex. solavskärmning och kylinstallationer. Andra exempel är gröna (och blå/gröna) åtgärder som ökad växtlighet i närmiljön, gröna väggar och tak, byggnaders och fönsters placering i förhållande till väderstreck m.m. Mest angeläget är att speciella boenden och servicefunktioner beaktar dessa förhållanden, som äldreboenden, servicelägenheter, vårdinrättningar.

3.3 Fastighetskontorets fastighetsbestånd

Fastighetskontorets fastighetsbestånd består av ca 375 fastigheter och ca 1170 ägda byggnader. Fastighetsinnehavet har en stor bredd. Det består av såväl stora kontor, offentliga och kommersiella lokaler som slott, torp, bergrum, konstnärsateljéer, brandstationer, idrottsanläggningar, förskolor, saluhallar och salutorg, restauranger, herrgårdar, bostäder m.m. Analysen som presenteras i kapitel 4 behandlar de byggnader som Fastighetskontoret valt ut och levererat i en GIS-fil. Detta antal byggnader skiljer sig något från det antal som redovisas i tabell 3.7 och 3.8 nedan.

I tabell 3.7 anges Fastighetskontorets totala byggnadsbestånd uppdelat efter en kategorisering av kostnadsställen, en ekonomisk/administrativ enhet, vilket ger en övergripande bild av hur beståndet är fördelat i olika typer. Kategoriseringen är inte alltid helt överensstämmande med byggnaden/verksamheten i verkligheten. Antal kostnadsställen totalt är 1032. Ett kostnadsställe kan innefatta flera byggnader. Även mark ingår. De kostnadsställen som inte utgör byggnader (bergrum, bollplaner, vägar, markupplåtelser av olika slag) anges i tabell 3.2.³⁶

Tabell 3.7 Fastighetskontorets fastighets/byggnadsbestånd indelat efter en kategorisering av kostnadsställen, totalt 675. Observera att ett kostnadsställe kan innefatta flera byggnader. Antalet byggnader kan skilja sig från analyserade byggnader i kapitel 4.

Beteckning	Kategorier av fastigheter/byggnader	Antal	Summa kategori
101	Externa kontor	22	
102	Interna kontor	12	
			34
201	Butik och restaurang	27	
202	Saluhallar	4	
			31
301	Permanentbostad	42	
302	Fritidsbostad	28	
304	Bostadsrätt, gruppboende	54	
305	Bostadsrätt, övriga	28	
			152
401	Industriell fastighet	26	
			26
501	Föreningslokaler	58	
502	Ateljéer	11	
503	Parklekar	56	
507	Garage	7	
508	Sommargårdar	1	
509	Behandlingshem	3	
510	Speciallokaler	36	
511	Förråd/lokaler	17	
512	Verkstad	3	
515	Brandstation	9	
517	Inhyrd förskola/fritids	54	
518	Barnstuga	1	
519	Övriga lokaler	72	
520	Kulturhuset	1	
521	Monumentalbyggnad	10	
551	Bassängbad	6	
553	Idrottshallar	24	
554	Idrottsplatser	28	
555	Ridanläggningar	5	
556	Sim- och idrottshallar	12	
557	Simhallar	3	
558	Övriga idrottsanläggningar	7	
			424
706	Upplåtelser, miljöfritid	8	
			8

³⁶ Underlag från Fastighetskontoret, Johanna Wikander, mejl 2016-11-15.

Tabell 3.8 Fastighetskontorets bestånd indelat efter en kategorisering av kostnadsställen, enbart bestånd som ej innefattar byggnader, totalt 357. Observera att ett kostnadsställe kan innefatta flera byggnader.

Beteckning	Kategorier av fastigheter	Antal	Summa kategori
514	Bergum	49	
552	Bollplaner	89	
			138
601	Vägar, samfällighet	8	
602	Vägar, egna stadsbidrag	1	
603	Vägar, egna	6	
			15
701	Upplåtelser, torg	58	
702	Upplåtelser, mark	94	
703	Upplåtelser, p-platser	1	
704	Upplåtelser, jakt	7	
705	Upplåtelser, fiske	1	
708	Jordbruk-gårdsarrende	6	
709	Jordbruk-Sidoarrende	29	
730	Markförvaltning	1	
			197
803	Skog med egen förvaltning	1	
806	Naturvård/friluftsliv egen	6	
			7

I Fastighetskontorets databas över fastighetsbeståndet finns klassning angiven under kategorin Kulturklass. I databasen finns ibland också byggår angivet. Byggnader kulturklassade som "blå" är ofta äldre byggnader, men inte alltid, och långt ifrån alla byggnader är klassade. I ytterstaden saknas ofta klassning. Idrottshallar, som utgör en betydande del av det bestånd Fastighetskontoret förvaltar, är ofta, men inte alltid, något modernare jämfört med exempelvis blå byggnader. Simhallar är ofta från 1960-70-talen. Även parklekarna är från denna tid.

Underlaget från Fastighetskontoret anger inte utformning av byggnader i förhållande till byggnadstyp. Detta ingår inte i detta uppdrag men är av intresse att studera i en fördjupad analys.

Enligt förvaltarorganisationen utformas och uppdateras underhållsplaner regelbundet av respektive förvaltare beroende på fastighetens behov. Underhållsprinciper/strategier är, liksom byggnaders utformning, av betydelse att studera i en fördjupad analys.

4 Fastighetsbeståndets utsatthet för klimatets förändring

I detta kapitel studeras fastighetsbeståndets utsatthet för ett antal utvalda klimatindex. Analysen utgår från Fastighetskontorets fastighetsbestånd och dess lokalisering i förhållande till klimat-hotens utbredning. I tabell 3.5 och 3.6 beskrivs alla de klimatindex som är viktiga att beakta vid analys av konsekvenser för byggnader. De klimatindex som är relevanta vad gäller lokalisering, alltså avseende översvämning och försämrade markstabilitet som utgör fokus i denna analys, framgår av nedanstående tabell 4.1. Konfliktpunkter mellan byggnader och karterade klimatindex identifieras för att ge en bild av vilka byggnader som bedöms utsatta. Tidsperspektivet för det karterade underlaget framgår av tabellen. Samtliga vattennivåer är angivna i höjdsystem RH2000.

Tabell 4.1. Sammanställning av de klimatindex/nivåer som används i analysen. Nivåerna är angivna i RH2000. Vattennivåer gällande Östersjön, Mälaren, övriga sjöar och vattendrag är hämtade från Stockholms länsstyrelsens rekommendationer om lägsta grundläggningsnivåer.

Översvämning/Stabilitet	Analyserade index/ nivåer	Nivå	Tidsperspektiv (år)
<i>Höga vattennivåer Östersjön</i>	100-års havsnivå	+ 1,20 m	2010
	100-års havsnivå	+ 1,75 m	2100
	Rekommenderad lägsta grundläggningsnivå	+ 2,70 m	2100
<i>Höga vattennivåer Mälaren</i>	100-årsnivå	+ 1,5 m	Dagens klimat
	Vattennivå vid beräknat högsta flöde (BHF)	+ 2,7 m	Dagens klimat
<i>Höga vattennivåer övriga karterade vattendrag och sjöar</i>	100 - årsnivå		2098
	Vattennivå vid beräknat högsta flöde (BHF)		Dagens klimat
<i>Vattendjup vid skyfall</i>	Nivåer vid 100-årsregn		2100
<i>Försämrade markstabilitet</i>	Erosion		Dagens klimat/ framtida klimat
	Skred/ras		Dagens klimat/ framtida klimat

De kartor som redovisas i kapitel 4 och 5 är i förminskat format vilket gör att läsbarheten påverkas. Kartorna redovisas därför i större format i bilaga A-G. På grund av olika färgsättning i kartornas grundlager varierar färger på inringningar och numreringar för att uppnå största möjliga kontrast och tydlighet. Endast den färgsättning som förklaras i teckenförklaringen i respektive karta har betydelse.

Förutom i kartform redovisas även resultaten av hotanalyserna i kapitel 4 och 5 i tabellform. Samtliga tabeller innefattar numrering som refererar till numreringen i sammanhörande karta. Övrig information som finns i tabellerna är fastighetskontorets eget identifikationsnummer för byggnaderna, fastighetsbeteckning för den fastighet där respektive byggnad är belägen samt information om hotet byggnaderna är utsatta för.

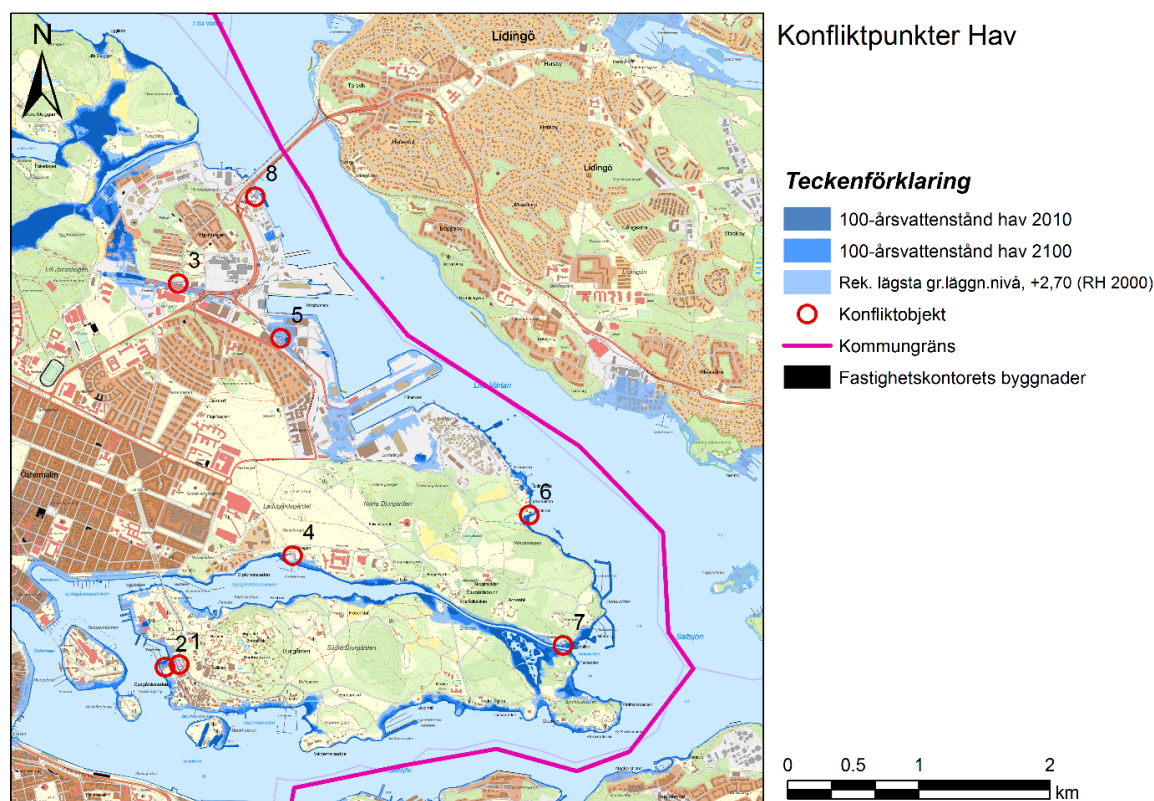
I tabellerna för hav, Mälaren och övriga sjöar och vattendrag (tabell 4.2, 4.3, 4.5) finns det fler än en vattennivå byggnader kan vara utsatta för. I dessa tabeller är de byggnader som är utsatta för en viss nivå markerad med "1" i nivåns spalt och om byggnaden INTE är utsatt för den nivån är den markerad med "0". Utsattheten har att göra med hur högt upp en byggnad är belägen i höjdsystemet. En byggnad som är lågt placerad blir alltså utsatt för flera nivåer och får sammantaget fler 1:or än en byggnad som är högt placerad. Är en byggnad utsatt redan vid den

lägsta vattennivån (100-årsvattenstånd) är det givet att den också utsätts vid en högre vattennivå, exempelvis lägsta grundläggningsnivå enligt länsstyrelsens rekommendationer, men inte tvärtom.

4.1 Höga nivåer i Östersjön

Havsnivån har under en längre tid kontinuerligt stigit. Landhöjningen i Stockholmsområdet har hittills gått snabbare än höjningen av Östersjön och kommer så att göra fram till cirka år 2050 enligt klimatunderlaget. Därefter kommer Östersjön att stiga snabbare än landhöjningen. År 2100 beräknas nettohöjningen av medelvattenståndet i Stockholm vara 40 cm. Nettohöjningen är Östersjöns höjning 1,0 m borträknat landhöjningen 0,6 m.

För att analysera Östersjöns betydelse för fastighetskontorets byggnader har tre olika vattennivåer analyserats; Lägsta rekommenderade grundläggningsnivå +2,70 m, 100-årsvattenstånd år 2100 +1,75 m samt 100-års vattenstånd år 2010 +1,20 m. Byggnader som är lokaliserade på en plats som är i direkt kontakt med en av vattennivåerna klassas som att vara i konflikt med nivån. Med kontakt menas att någon pixel i länsstyrelsens lager för respektive vattennivå överlappar någon del av Fastighetskontorets lager med byggnader. Byggnad som ej är i kontakt med någon vattennivå klassas som ej i konflikt. Figur 4.1 visar de åtta byggnader som är i konflikt med någon av nivåerna för klimathotet höga vattennivåer i havet. Kartor i större skala för de byggnader som är i konflikt havet finns i bilaga A. Tabell 4.2 ger information om var och en av de byggnader som är utsatta för hotet höga nivåer i havet.



Figur 4.1. Konfliktpunkter Hav – byggnader som är i konflikt med en eller flera av nivåerna för höga vattennivåer i havet. Havsnivåerna är 100-årsvattenstånd år 2010 +1,20m och 2100 +1,75m, samt rekommenderad lägsta grundläggningsnivå +2,70m.

Tabell 4.2. Byggnader i konflikt med de olika nivåerna för höga vattennivåer i havet; rekommenderad lägsta grundläggningsnivå +2,7m , 100-årsvattenstånd år 2100 +1,75m och 100-årsvattenstånd år 2010 +1,20m. 1 = konflikt, 0 = ingen konflikt.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Rekommenderad lägsta grundläggningsnivå	VST100 2100	VST100 2010
1	12845	Restaurang Bl	Konsthallen 1	1	0	0
2	10165	Vattenmuseum	Skeppsholmsviken 9	1	1	1
3	10179	Fanérkompaniet	Starkströmmen 1	1	0	0
4	10688	Parklagslokal	Norra Djurgården 1:1	1	0	0
5	10714	Skeppet	Ladugårdsgärdet 1:9	1	0	0
6	10257	Sjöstugan	Ladugårdsgärdet 1:2	1	1	0
7	10395	Sjötullen Kontor -	Ladugårdsgärdet 1:1	1	1	0
8	10721	Förvaltn up	Shanghai 1	1	0	0

4.2 Höga nivåer i Mälaren och övriga sjöar och vattendrag

De klimatindex som påverkar nivån i sjöar och vattendrag är olika typer av nederbörd, nederbördsmönster, temperatur, snötäcke, markfuktighet, flöden och avdunstning. Dessa klimatindex resulterar i en tillrinning till den specifika sjön/vattendraget. Tillrinningen tillsammans med avbördningen³⁷ bestämmer sjöns/vattendragets vattennivå. Medeltillrinningen väntas framöver öka kraftigt under vintern och minska kraftigt under sommaren (se avsnitt 3.1.2).

Mälaren

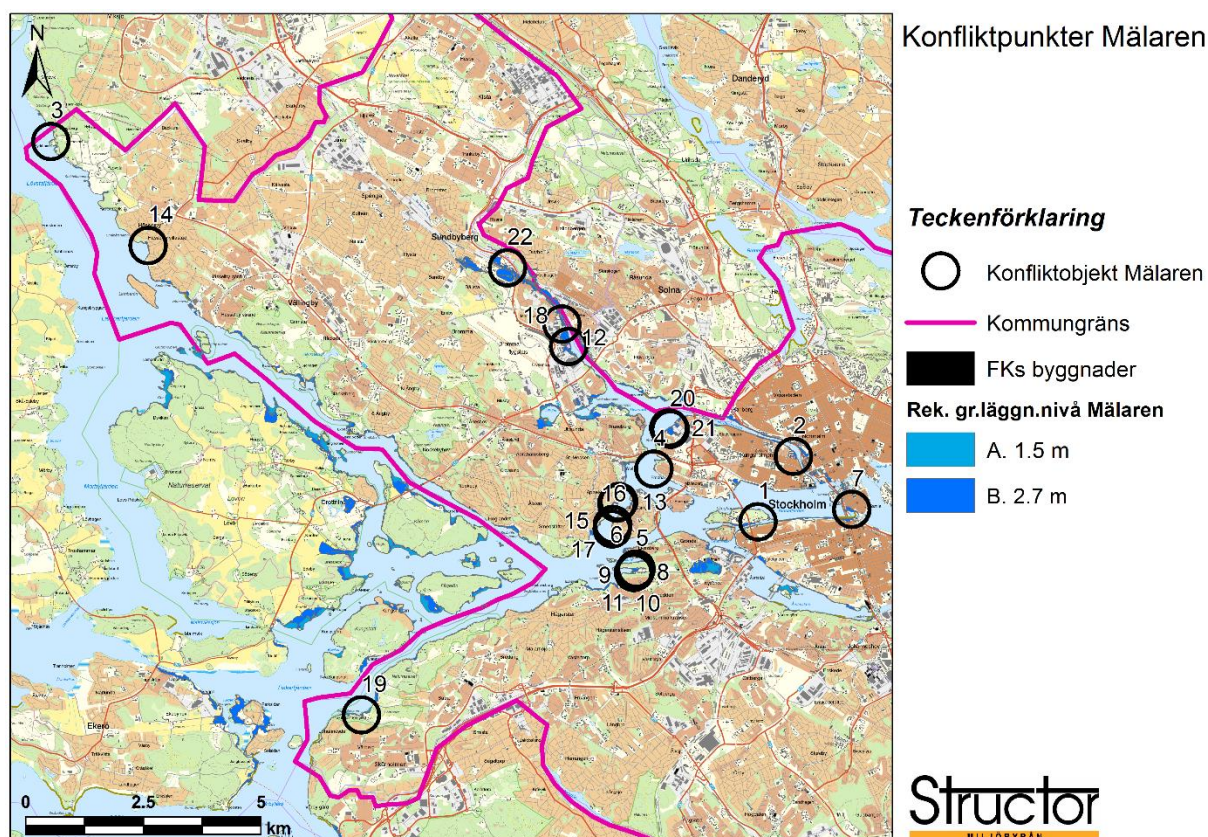
Mälaren är en reglerad sjö med ett stort tillrinningsområde på cirka 22 600 km² vilket gör att det inte enbart är de lokala förhållandena i Stockholms län som bestämmer dess tillrinning. Mälaren väntas fram till år 2100 få en ökad total medeltillrinning under vintern med drygt 40 % och en minskad total medeltillrinning på sommaren med ca 40 %.

Mälaren tappas ut i Östersjön på åtta olika ställen. Hur mycket vatten man kan tappa till Östersjön är beroende av vattennivån i Mälaren i förhållande till nivån i Östersjön, ju större nivåskillnad desto mer vatten kan man tappa ut.

Vid analys av fastighetskontorets byggnader i förhållande till höga nivåer i Mälaren vid dagens förhållanden har nivåer som anges i Länsstyrelsens rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse använts. Rekommenderad grundläggningsnivå A är 100-årsnivån i Mälaren +1,50 m, och ner till den nivån kan enstaka mindre värdefulla byggnader (exempelvis uthus och garage) placeras. Rekommenderad lägsta grundläggningsnivå B är vattennivå vid beräknat högsta flöde +2,70 m och ovan den nivån behöver ny sammanhållen bebyggelse samt samhällsfunktioner av betydande vikt placeras³⁸. Nivå A och nivå B har överlagras med fastighetskontorets byggnader. Byggnader som är i direkt kontakt med en vattennivå klassas som i konflikt med den aktuella nivån av hotet. Med kontakt menas att någon pixel i Länsstyrelsens lager för vattennivåer överlappar någon del av Fastighetskontorets lager med byggnader. Byggnad som ej är i kontakt med någon vattennivå klassas som ej i konflikt. Figur 4.2 visar en översikt över de totalt 22 byggnader som är i konflikt med någon av nivåerna. Figur 4.3, 4.4 och 4.5 visar kartbilder över utvalda områden i större skala. Kartor i större skala finns i bilaga B. Tabell 4.3 ger information om konfliktobjekten.

³⁷ Mått på hur mycket vatten som per tidsenhet passerar genom en tvärsektion av ett vattendrag eller ett utlopp från en sjö.

³⁸ Enstaka byggnader av mer värde än uthus och garage ska enligt Länsstyrelsens rekommendationer bedömas från fall till fall.

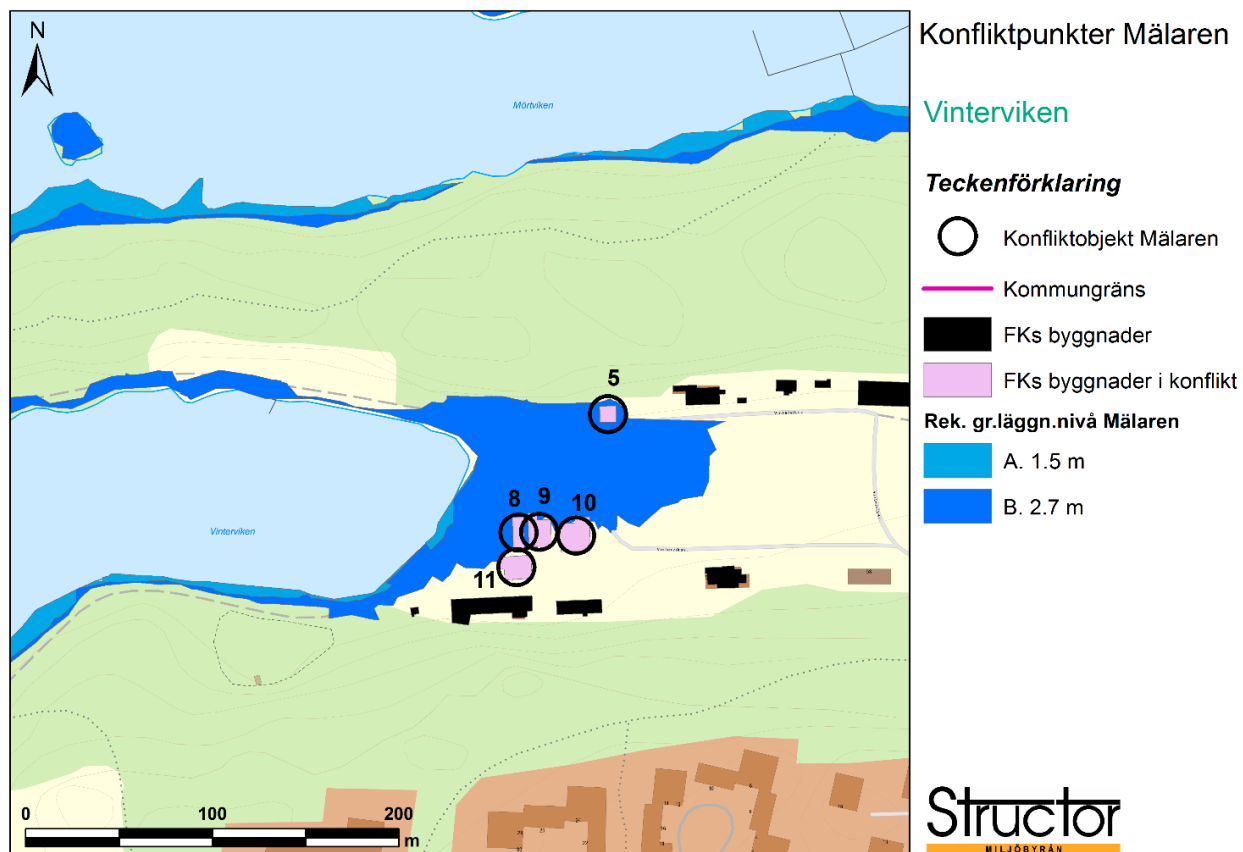


Figur 4.2. Konfliktpunkter Mälaren – byggnader som är i konflikt med ett eller flera av nivåerna för höga nivåer i Mälaren. Nivåerna avser dagens klimat. Ett antal byggnader ligger nära varandra geografiskt vilket gör att ringarna som markerar konfliktojekt kan överlappa varandra i figuren..

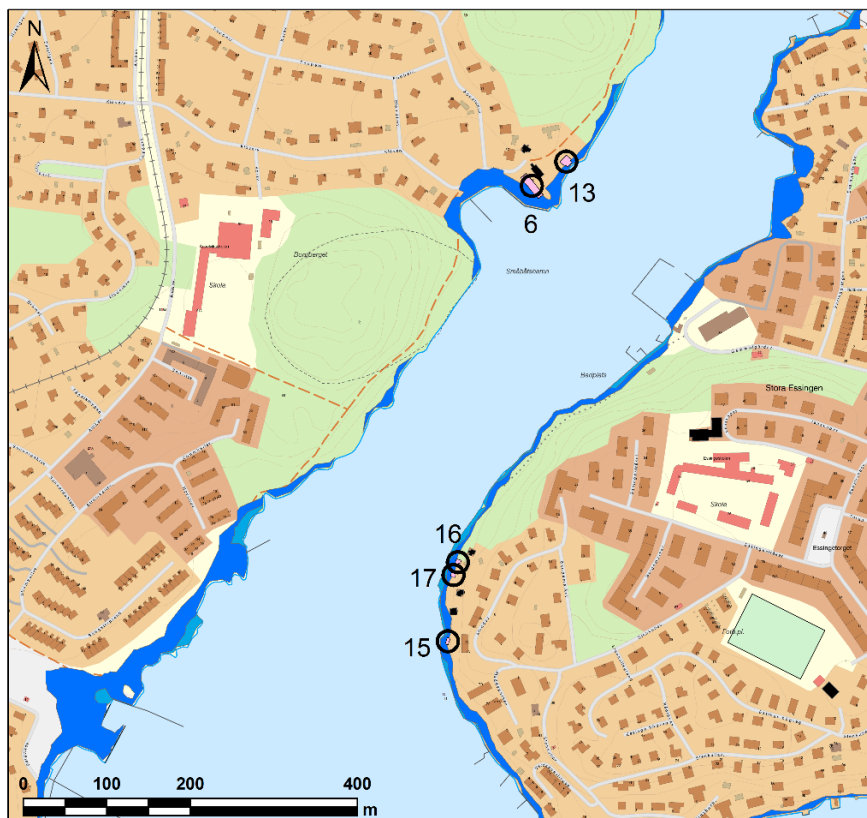
Tabell 4.3. Byggnader i konflikt med de olika nivåerna i Mälaren; lägsta rekommenderad grundläggningsnivå A, +1,5 m och lägsta rekommenderad grundläggningsnivå B, + 2,7 m. 1 = konflikt, 0 = ingen konflikt.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Rekommenderad grundläggningsnivå A, 1,5 meter	Rekommenderad grundläggningsnivå B, 2,7 meter
1	10129	Sjömansskolan	Mälarvarvet 3	0	1
2	10103	Tekniska Nämndhuset	Klamparen 7	0	1
3	10559	Kyrkö.-Lövsstaån, fd	H	0	1
4	12219	Bastuanläggning	Fredhäll 1:1	1	1
5	12176	Tvättstuga	Svavelsyran 1	0	1
6	10221	Stora Sjövillan	Äppelviken 1:7	0	1
7	12254	Förskola/Fritidsverksamhet	Charon 1	0	1
8	10565	G:a Nobels Fabriker Hus 6	Vinterviken 4	0	1
9	10547	G:a Nobels Fabriker Hus 5	Vinterviken 4	0	1
10	10515	G:a Nobels Fabriker Hus 4	Vinterviken 4	0	1
11	10462	G:a Nobels Fabriker Hus 3	Vinterviken 4	0	1
12	12482	Gjutmästaren 3	Gjutmästaren 3	0	1
13	10464	Lilla Sjövillan	Äppelviken 1:7 Hässelby Villastad	0	1
14	10096	Bost	11:25	0	1
15	12432	Fritidsbostad	Stora Essingen 1:26	0	1
16	10450	Sombost	Stora Essingen 1:24	0	1
17	10180	Sombost	Stora Essingen 1:24	0	1
18	10631	Rupertsberg	Mariehäll 1:10	0	1

19	12846	Sjövillan	Åkerholmen 2:1	0	1
20	12466	Nätrullaren parkbyggnad Nätrullaren	Nätrullaren 1	0	1
21	12412	Kristinebergspav./Restaurang Sundbybergskopplet	Nätrullaren 1	0	1
22	10327	Byggnader Förv uppdr	Bromsten 9:2	0	1



Figur 4.3. Konfliktpunkter i Vinterviken, byggnader som är i konflikt med ett eller flera av nivåerna för höga nivåer i Mälaren, dagens klimat.



Konfliktpunkter Mälaren

Essingen

Teckenförklaring

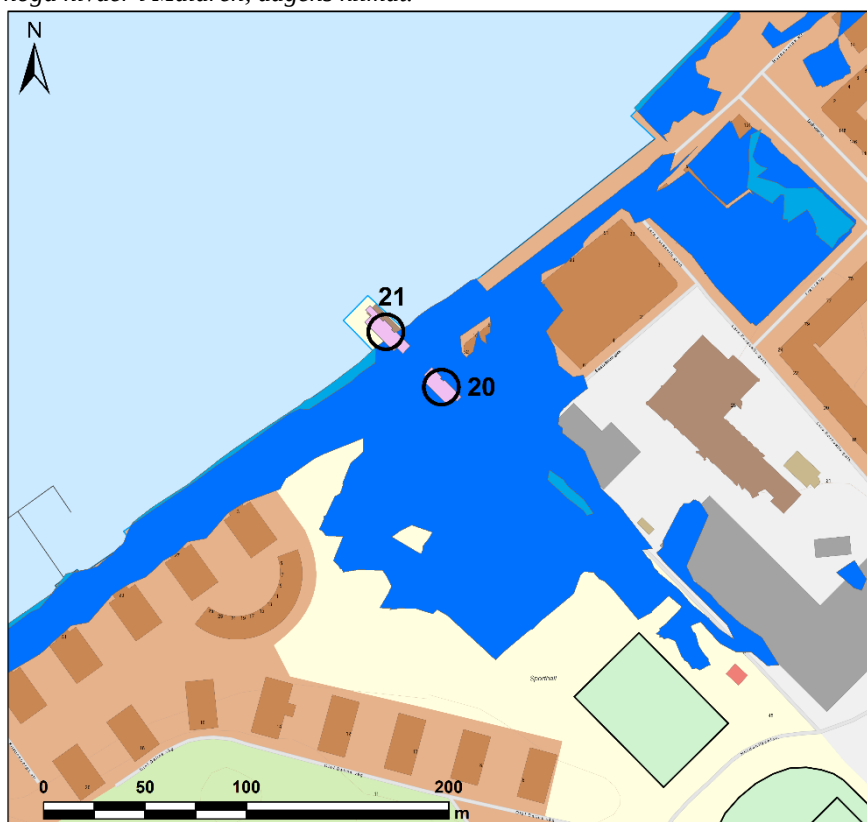
- Konfliktobjekt Mälaren
- FKs byggnader
- FKs byggnader i konflikt

Rek. gr.lägg.nivå Mälaren

- A. 1.5 m
- B. 2.7 m

Structor
MILJÖBYRÅN

Figur 4.4. Konfliktpunkter vid Essingen, byggnader som är i konflikt med ett eller flera av nivåerna för höga nivåer i Mälaren, dagens klimat.



Konfliktpunkter Mälaren

Kristineberg

Teckenförklaring

- Konfliktobjekt Mälaren
- Kommungräns
- FKs byggnader
- FKs byggnader i konflikt

Rek. gr.lägg.nivå Mälaren

- A. 1.5 m
- B. 2.7 m

Structor
MILJÖBYRÅN

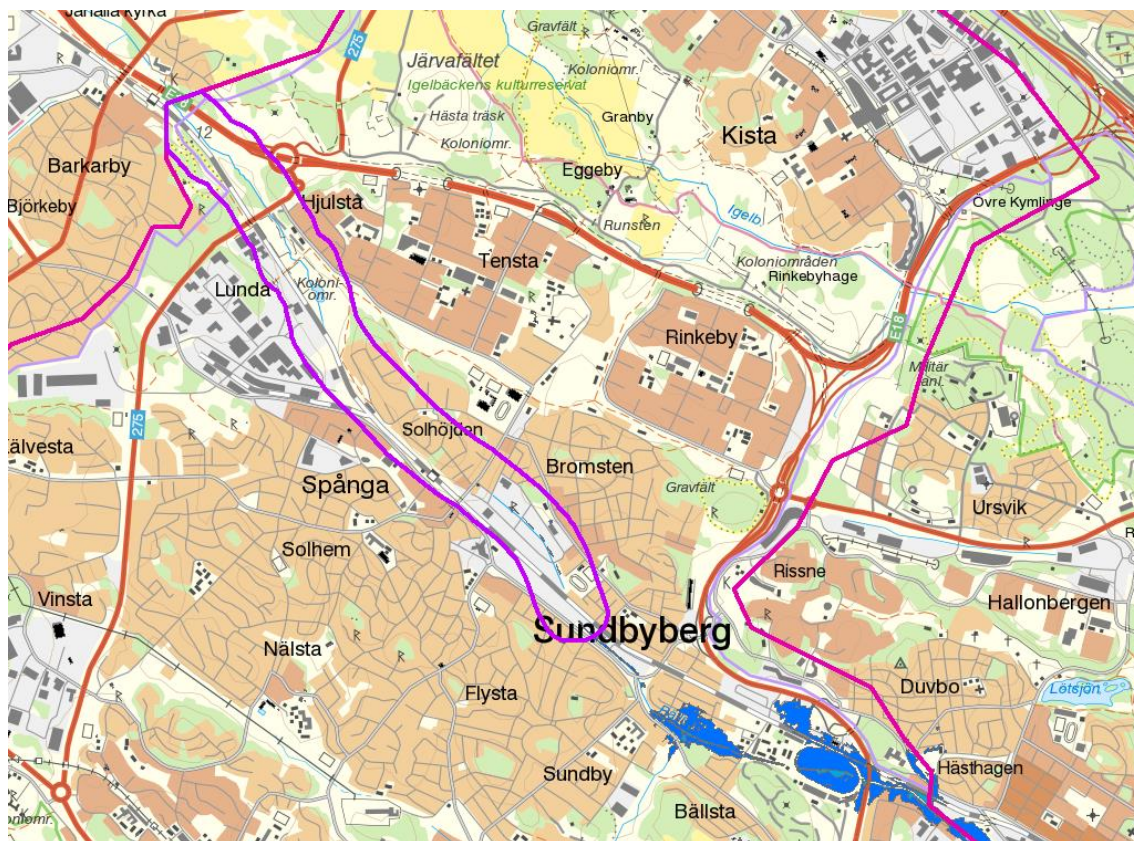
Figur 4.5. Konfliktpunkter i Kristineberg, byggnader som är i konflikt med ett eller flera av nivåerna för höga nivåer i Mälaren, dagens klimat.

Övriga sjöar och vattendrag

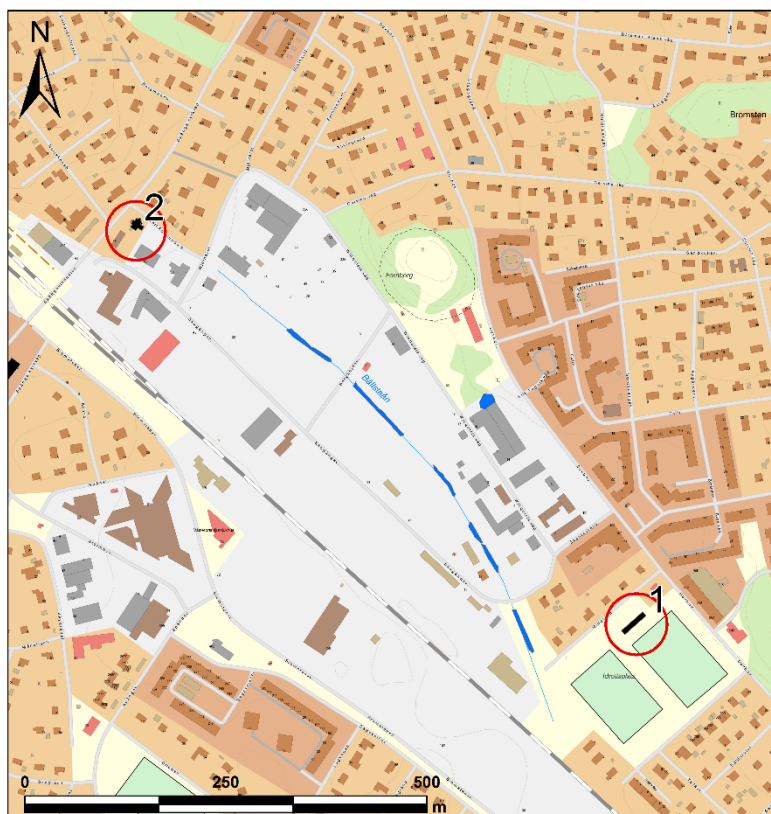
Bällstaån

En modell för Bällstaån är uppsatt och modellering är utförd på uppdrag av Stockholm Vatten, utförare DHI. Flödesberäkningar är gjorda men ingen översvämningsskartering (alltså utbredning) är ännu framtagen inom Stockholms stad. Delar av Bällstaån täcks in av karteringen för Mälaren. För sträckning av Bällstaån som inte täcks in av karteringen för Mälaren har byggnader valts ut som ligger inom 200 meter från icke-kulverterad del av ån. Detta är alltså en uppskattad avgränsning i plan av vilka byggnader som kan tänkas ligga i konflikt och tar inte hänsyn till vilken nivå fastighetskontorets byggnader kring Bällstaån ligger på jämfört med vattennivåer som kan förväntas i Bällstaån. Lämpligen bör denna analys kompletteras med konfliktpunkter med Bällstaåns nivåer för 100-årsflöde och BHF när en sådan kartering tas fram.

Lila markering i figur 4.6 visar för vilken sträcka av Bällstaån objekten inom 200 meter har beaktats. Området är den sträcka av Bällstaån som ligger inom Stockholms stad men inte omfattas av karteringen för Mälaren. Figur 4.7 visar de två objekt som påträffats inom området. Då byggnader inom denna avgränsning inte är avgjort utsatta för höga vattennivåer behandlas de separat i utvärderingen och prioriteringen. Tabell 4.4 ger information om de byggnader som ligger inom 200 meter från okulverterad del av Bällstaån.



Figur 4.6. Bällstaån. Lila markering visar sträckan på Bällstaån där objekt inom 200 meter har valts ut, rosa markering visar kommungränsen. De blå områdena sydöst om utredningsområdet visar vilket område som täcks in av karteringen av Mälaren.



Objekt i närheten av Bällstaån

Teckenförklaring

- Fastighetskontorets byggnader
- Objekt Bällstaån

= de av Fastighetskontorets byggnader som ligger < 200 meter från en icke kulverterad del av Bällstaån inom Stockholms kommun.

Bällstaån mynnar ut i Bällstaviken vilken ingår i kartering av Mälaren. Objekt i närheten av Bällstaån som omfattas av karteringen av Mälaren tas inte upp här.

Structor
 MILJÖBYRÅN

Figur 4.7. De två objekt som ligger inom 200 meter från okulverterad del av Bällstaån.

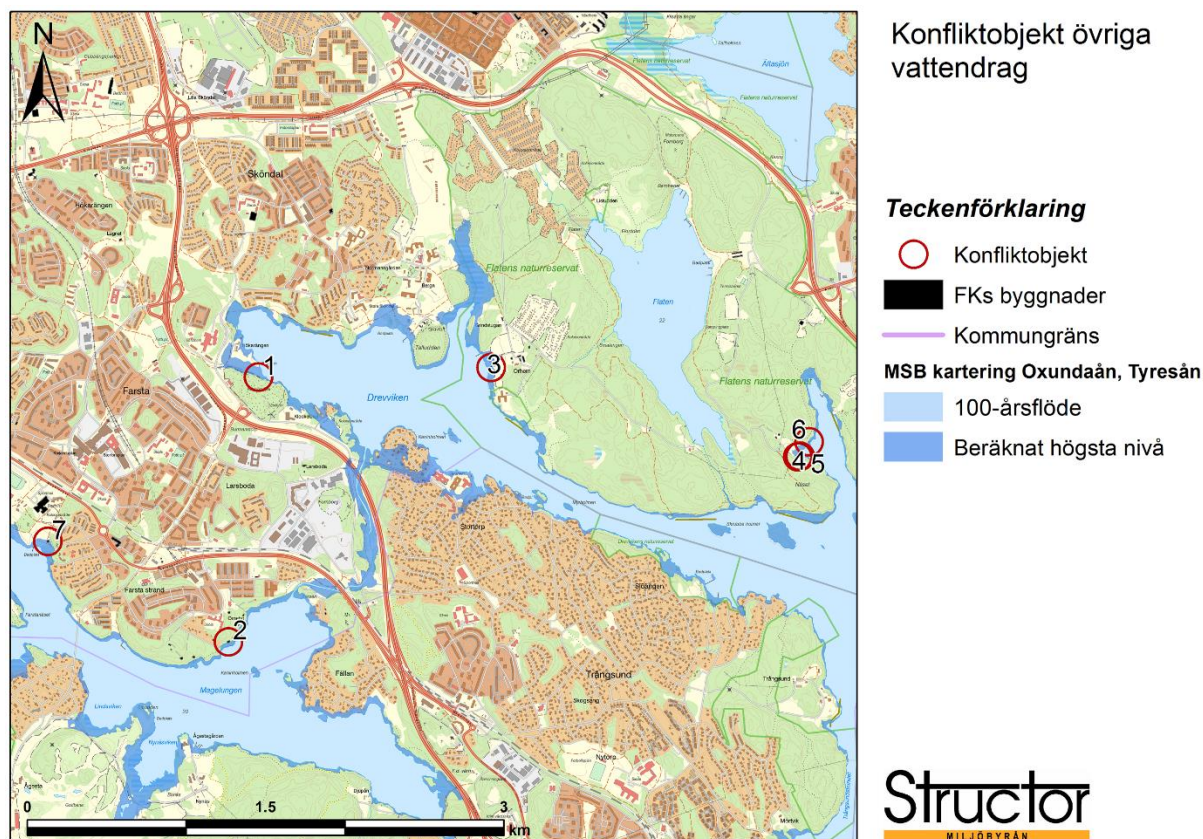
Tabell 4.4. Beskrivning av objekten inom 200 meter från okulverterad del av Bällstaån.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning
1	12530	Bromstens IP, omklädning och personal	Bromsten 8:26
2	10198	Kontor-industri	Tobbe 1

Magelungen och Drevviken

Två sjöar som fastighetskontorets byggnader står i konflikt med är Magelungen och Drevviken, båda belägna i Stockholms södra delar. Sjöarna ligger inom Tyresåns avrinningsområde.

Översvämningskartering, som anger nivåerna vid 100-årsflöde år 2098 samt beräknat högsta flöde, jämförs med fastighetskontorets byggnader för att se vilka byggnader som hamnar i konflikt med vattennivåerna (den beräknade högsta flödet ger en motsvarande högsta nivå). Figur 4.8 visar de 7 byggnader som är i konflikt med höga nivåer i övriga sjöar och vattendrag. Figur 4.8 samt kartbilder över utvalda områden för övriga sjöar och vattendrag finns i större skala i bilaga C. Tabell 4.5 ger information om de byggnader som är i konflikt.



Figur 4.8. Övriga karterade vattendrag. Kartan visar de sju objekt som är i konflikt med höga nivåer i övriga sjöar och vattendrag. Det beräknade högsta flödets motsvarande vattennivå är den som visas i kartan.

Tabell 4.5. Byggnader i konflikt med de olika nivåerna i övriga sjöar och vattendrag; 100-årsflöde år 2098 och beräknat högsta flöde.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	100-årsflöde år 2098	Beräknat högsta flöde
1	12190	Hökarängsbadet	Farsta 2:1	0	1
2	10217	Gyllings villa	Vytl 16	1	1
3	10140	Orhems Gård, Sjövillan	Orhem 1:3	1	1
4	12419	Flatenstugan, förråd 2	Skrubba 1:1	0	1
5	12418	Flatenstugan, förråd 1	Skrubba 1:1	0	1
6	12417	Flatenstugan, bastu	Skrubba 1:1	1	1
7	12180	Kiosk Farsta strandbad	Farsta 2:1	0	1

4.3 Skyfall

Skyfall med 100 års återkomsttid kommer att öka med ca 20 - 30 % fram till år 2100. Låga och instängda områden med bristande avrinning kommer att få ökade problem med lokala översvämningar samt även med ytligt strömmande vatten. Låga bebyggda områden, med stor andel hårdgjorda ytor, kommer att drabbas värst på grund av att vattnet snabbt rinner på ytan till lågpunkterna istället för att fördröjas genom infiltration.

De områden som kommer att bli drabbade vid skyfall med 100 års återkomsttid framgår av genomförd skyfallskartering³⁹. Karteringen är gjord utifrån en ökning med 25 % till år 2100. I karteringen redovisas maximalt vattendjup enligt en indelning i fyra nivåer. Dessa fyra nivåer benämns härafter klass 1-4 där klass 1 är den lägsta nivån (0,1 - 0,3 m) och klass 4 den högsta (> 1 m):

- Klass 1: 0,1 – 0,3 m, körbart med vanligt fordon och räddningsfordon, möjlighet att vada
- Klass 2: 0,3 – 0,5 m, möjlighet att vada
- Klass 3: 0,5 – 1,0 m, fara för allmänheten
- Klass 4: > 1,0 m, stor fara för allmänheten

Karteringen redovisas i form av 4x4 m pixlar, där medelvärde, av det maximala vattendjupet, inom varje ruta bestämmer inom vilken nivå pixeln hamnar. Ligger byggnader i kontakt med eller överlappas av en pixel med vattendjup över 0,1 m bedöms byggnaden vara i konflikt med skyfall av den klassen. Är byggnaden till exempel i konflikt med en pixel av den lägsta nivån 0,1-0,3 m, är den i konflikt med klimathotet skyfall av klass 1. Är byggnaden i konflikt med fler än en nivå så delas den in i den högsta av klasserna. Är byggnaden inte i kontakt med någon pixel med vattendjup över 0,1 m klassas byggnaden som ej i konflikt.

Byggnader som är i konflikt med klimathotet skyfall enligt karteringen är med största sannolikhet i konflikt även i dagens klimat, även om utsattheten blir något lägre än vad karteringen visar.

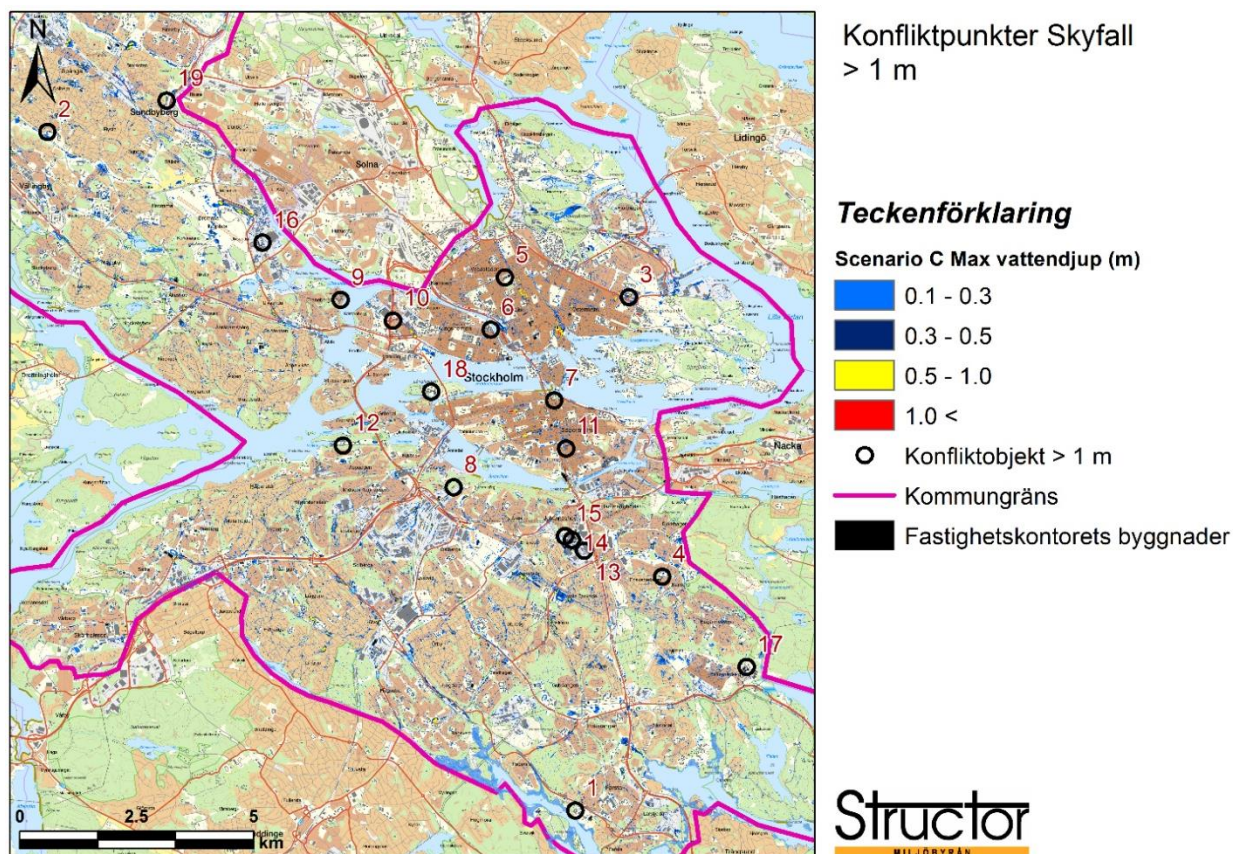
I det här kapitlet redovisas de byggnader som står i konflikt med skyfall klass 3 och 4 i kartor och tabeller. Även konfliktpunkter med skyfall klass 1 och 2 visas översiktligt i detta kapitel samt redovisas i resultattabeller i bilaga D. Tabell 4.6 redovisar hur många byggnader som står i konflikt med respektive nivå av klimathotet skyfall.

Tabell 4.5. Antal byggnader som är utsatta för respektive klass av klimathotet skyfall. Fördelning per klass av de totalt 484 byggnader som är utsatta för någon nivå/klass av skyfall.

Hot	Nivå	Antal utsatta byggnader
Skyfall	Klass 1. (>) 0,1-0,3 m	302
	Klass 2. (>) 0,3-0,5 m	102
	Klass 3. (>) 0,5-1 m	61
	Klass 4. >1 m	19

Figur 4.9 visar de 19 byggnader som är i konflikt med klimathotet skyfall klass 4. Tabell 4.7 ger information om konfliktobjekten. I bilaga E finns kartor över konfliktobjekten i större skala.

³⁹ WSP, 2015, Skyfallsmodellering för Stockholms stad.

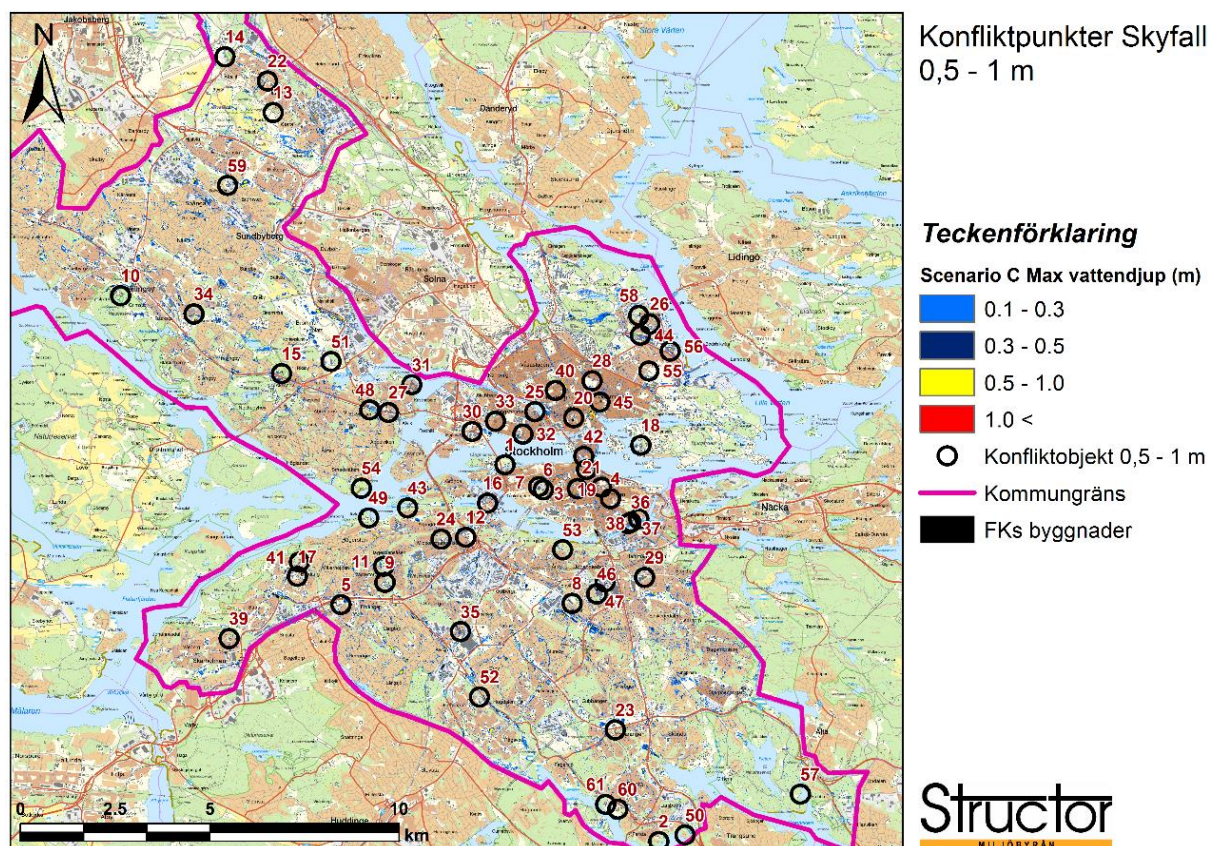


Figur 4.9. Konfliktpunkter (19 st) med klimathotet skyfall klass 4 (maximalt vattendjup på mer än 1 m).

Tabell 4.7. Byggnader i konflikt med klimathotet skyfall, klass 4, maximalt vattendjup på mer än 1 m.

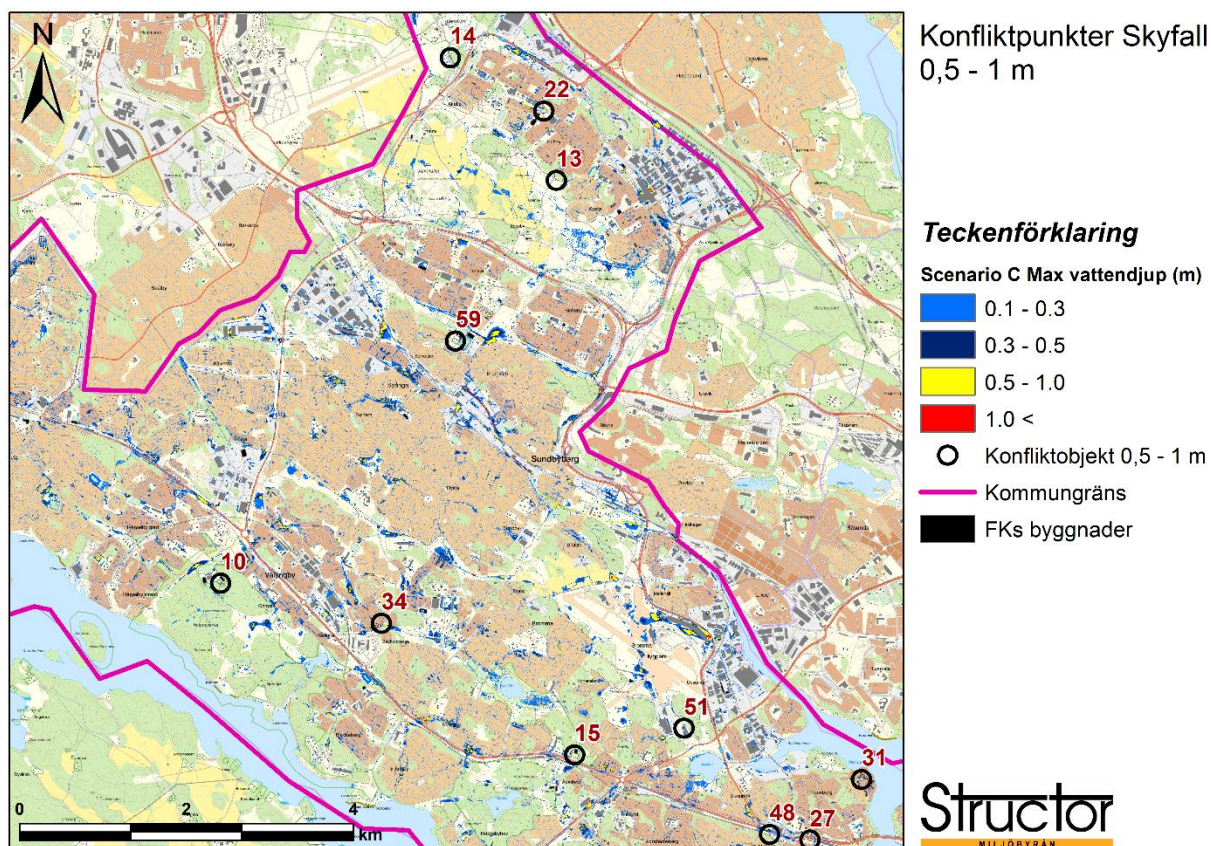
Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Skyfall, klass
1	12550	Farsta IP, ishall	Farsta 2:1	4
2	12643	Nälstabadet, underhåll, personal	Nälsta 5:1	4
3	12584	Gärdeshallen, Idrottshall	Tre Vapen 8	4
4	12631	Kärrtorpsshallen, skolidrottshall	Hävrings 3	4
5	10175	Utbildn.lokal	Spelbomskan 3	4
6	10103	Tekniska Nämndhuset	Klamparen 7	4
7	10141	Gamla Sjömanshemmet, fd Södermalm 6:39	Ormen 9	4
8	10598	Röda länkan	Årsta 1:1	4
9	10275	Bosträtt-handik.lgh	Minneberg 5	4
10	12849	Alsiskan 1	Alsiskan 1	4
11	12248	Förskola/Fritidsverksamhet	Obelisk 2	4
12	10213	Garage för boende	Vinterviken 3	4
13	10019	Hus 12	Styckm	4
14	10011	Hus 25	Johanneshov 1:1	4
15	10002	Hus 01	Johanneshov 1:1	4
16	12805	Induktorn C	Induktorn 33	4
17	10583	fd Panncentral	Skarpnäcks Gård 1:1	4
18	10528	Kronohäktet	Alstavik 1	4
19	10615	Förr	Bromsten 9:2	4

Figur 4.10 visar de 61 byggnader som står i konflikt med skyfall klass 3.

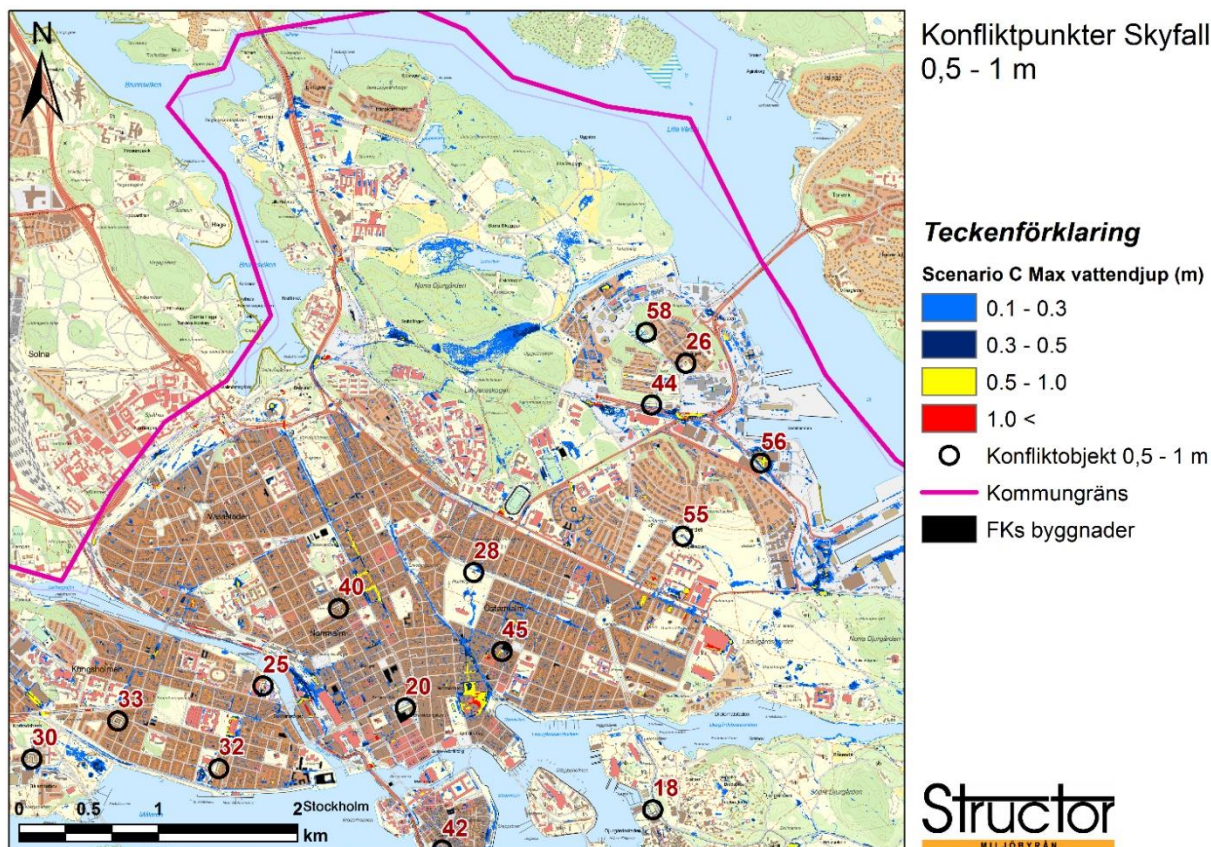


Figur 4.10. Konfliktpunkter (61 st) med klimathotet skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m).

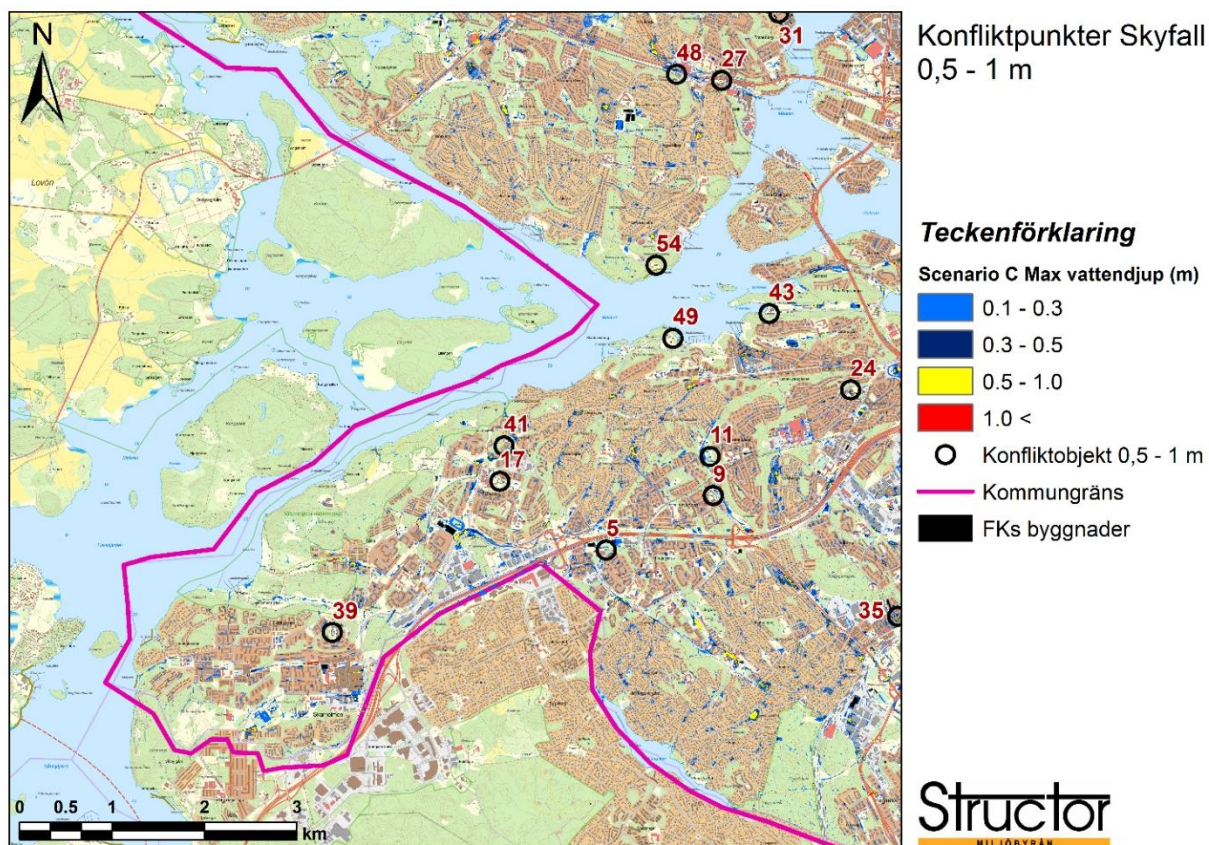
Figur 4.11-4.15 visar kartor i större skala för konfliktpunkter för skyfall klass 3 i områdena norra Stockholm, östra Stockholm, västra Stockholm, södra Stockholm samt Södermalm. Tabell 4.8 ger information om de 61 konfliktobjekten för skyfall klass 3.



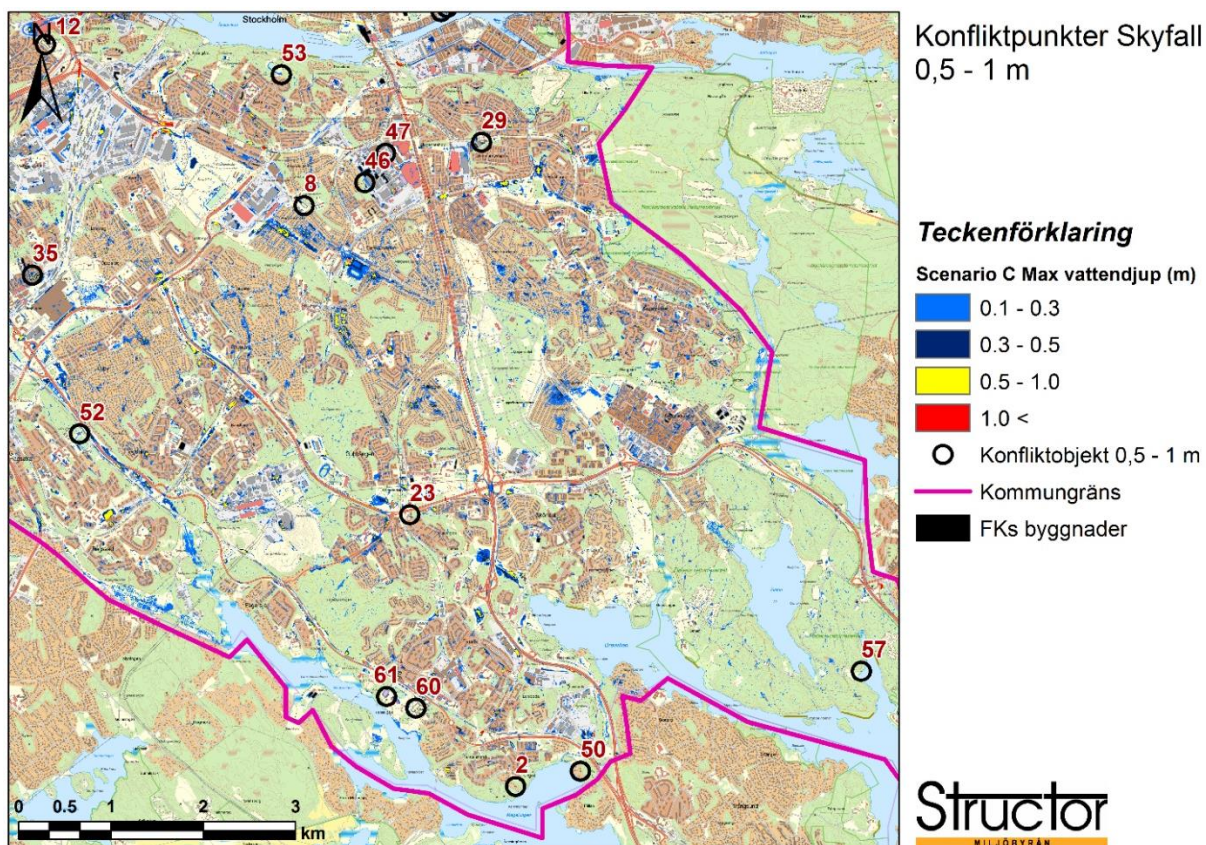
Figur 4.11. Konfliktpunkter skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m) norra Stockholm.



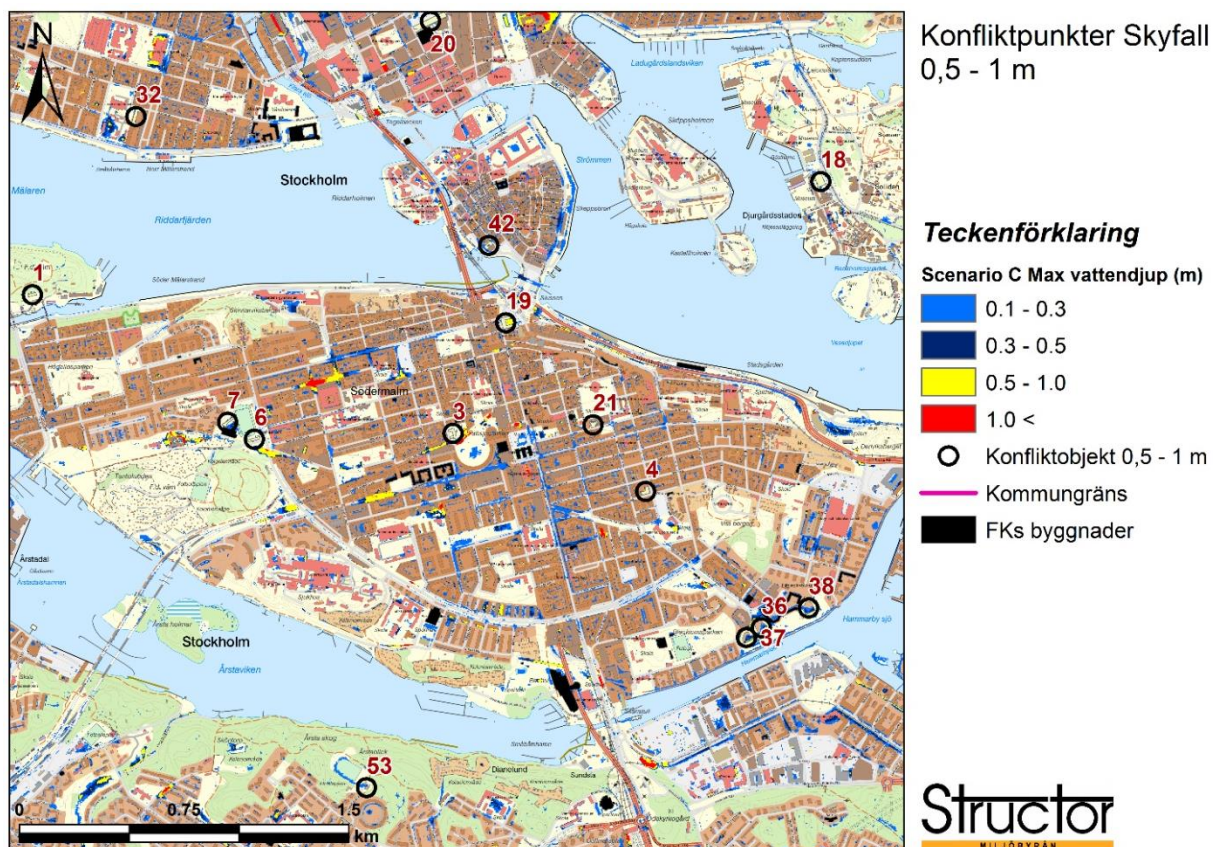
Figur 4.12. Konfliktpunkter skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m) östra Stockholm



Figur 4.13. Konfliktpunkter skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m) västra Stockholm.



Figur 4.14. Konfliktpunkter skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m) södra Stockholm.



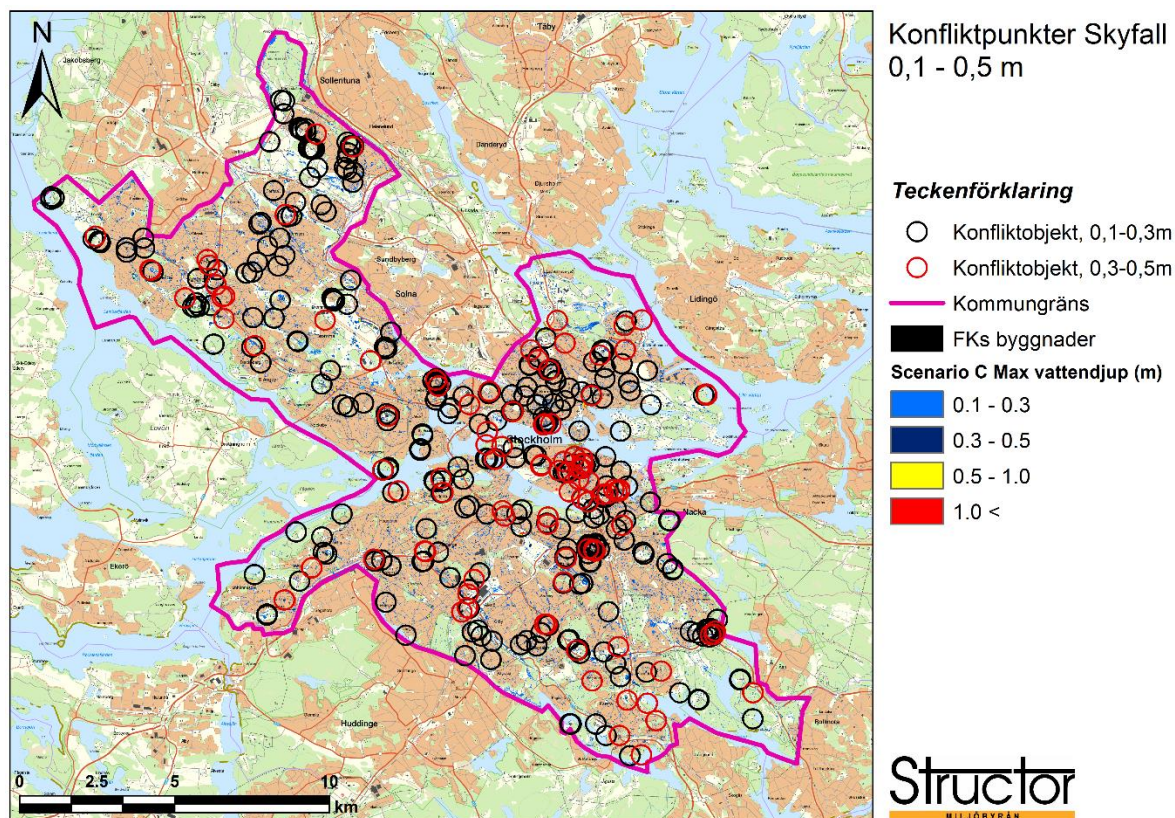
Figur 4.15. Konfliktpunkter skyfall klass 3 (maximalt vattendjup på 0,5-1,0 m) Södermalm.

Tabell 4.8. Byggnader i konflikt med klimathotet skyfall, klass 3; maximalt vattendjup på mellan 0.5 och 1,0 m.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Skyfall, klass
1	10718	Plåthagen	Långholmen 1:13	3
2	10385	Gyllings villa-Tr	Vytl 16	3
3	12435	Oscar I Minne	Stiftelsen 1	3
4	12246	Förskola/Fritidsverksamhet	Bonden Mindre 14	3
5	12635	Mälarhöjdens IP, omklädning	Västberga 1:1	3
6	12716	Zinkensdamms IP, kylmaskinrum, garage	Södermalm 2:23	3
7	12714	Zinkensdamms IP, omklädning, kansli	Södermalm 2:23	3
8	12539	Enskede ridanläggning, ridhus	Kronärtskockan 1	3
9	12709	Västertorps sim- och idrottshall	Isprinsessan 5	3
10	12568	Grimsta ridanläggning, stall- och personal	Ridhuset 1	3
11	12606	Hägerstensåsens BP, omklädning	Hägerstensåsen 1:4	3
12	12531	Brännkyrkahallen, Idrottshall	Herbariet 2	3
13	12796	Byggnad Granby BP	Akalla 4:1	3
14	10304	Hägårstalunds/Sofia Hogs	Akalla 4:1	3
15	12733	Ekeshovs sim- och idrottshall	Futharken 3	3
16	10113	Folkskolan	Lilla Katrineberg 2	3
17	12529	Bred	Concordia 6	3
18	12845	Restaurang BI	Konsthallen 1	3
19	10178	Stadsmuséet	Stadsgården 1	3
20	10163	Kulturhuset	Skansen 23	3
21	12421	Katarina Brandstation	Sturen Minsta 1	3
22	12600	Husbybadet, simhall	Nidaros 2	3
23	12424	Farsta Brandstation	Mjölösäcken 1	3

24	10505	Enbackens parklek	Midsommarkransen 1:1	3
25	10102	Hus 9 tillbyggnaden	Klamparen 11	3
26	10081	Ateljé, studio, parklek	Hagelbössan 2	3
27	10047	Alviks kommunalhus	Biografen 2	3
28	10651	Humlanhuset	Östermalm 1:61	3
29	12296	Förskola/Fritidsverksamhet	Yrkesläraren 1	3
30	10196	Barnstuga-bostr. (2s	Taffelberget 8	3
31	10187	Bosträtt-Gruppbostr	Svartvik 6	3
32	12274	Förskola/Fritidsverksamhet	Mullbärsträdet 5	3
33	12365	Förskola/Fritidsverksamhet	Slaggen 1	3
34	12449	Bosträtt-Gruppbostr	Råknestickan 2	3
35	10152	Bostadsrätt	Prästgårdsåker 1	3
36	10087	Bosträtt-Gruppbostr	Hamnvakten 9	3
37	10086	Bosträtt-Gruppbostr	Hamnvakten 8	3
38	10085	Bosträtt-Gruppbostr	Hamnvakten 12	3
39	10074	Barnstuga-del av byg	Granholmen 5	3
40	10209	Strindbergsmuséet-BI	Vingården 35	3
41	10133	Bostadsrätt	Nordens Vänner 3	3
42	12254	Förskola/Fritidsverksamhet	Charon 1	3
43	10214	G:a Nobels Fabriker Hus 1	Vinterviken 4	3
44	10179	Fanérkompaniet	Starkströmmen 1	3
45	10154	Kontor	Riddaren 13	3
46	10025	Hus 56	Sandstuhagen 6	3
47	10017	Hus 6	Sandhagen 2	3
48	10176	Verkstad	Spiselhällen 2	3
49	10603	Trädgårdsvillan	Hägersten 2:5	3
50	10061	Bostad ev. försälj	Farsta Strand 2:4	3
51	10645	Verkstad/Lager	Ullsunda 1:1	3
52	12586	Hags	Älvsjö 1:1	3
53	12738	Årsta IP, personal, omklädning	Årsta 1:1	3
54	12203	Solviksbadet, Motionscentral	Ålsten 1:1	3
55	10476	Gärdesstugan/Magdis Café	Norra Djurgården 1:1	3
56	10714	Skeppet	Ladugårdsgården 1:9	3
57	12417	Flatenstugan, bastu	Skrubba 1:1	3
58	12596	Hjorthagen IP, omklädning	Hjorthagen 1:13	3
59	12656	Spånga IP, ishall	Akalla 4:1	3
60	12558	Farsta sim- och idrottshall	Farsta 2:1	3
61	12552	Farsta IP, omklädning	Farsta 2:1	3

Figur 4.16 visar en översikt över de 102 byggnader som står i konflikt med skyfall klass 2 samt de 302 byggnader som står i konflikt med skyfall klass 1. Samtliga objekt som är i konflikt med skyfall klass 2 och 1 listas i bilaga D.



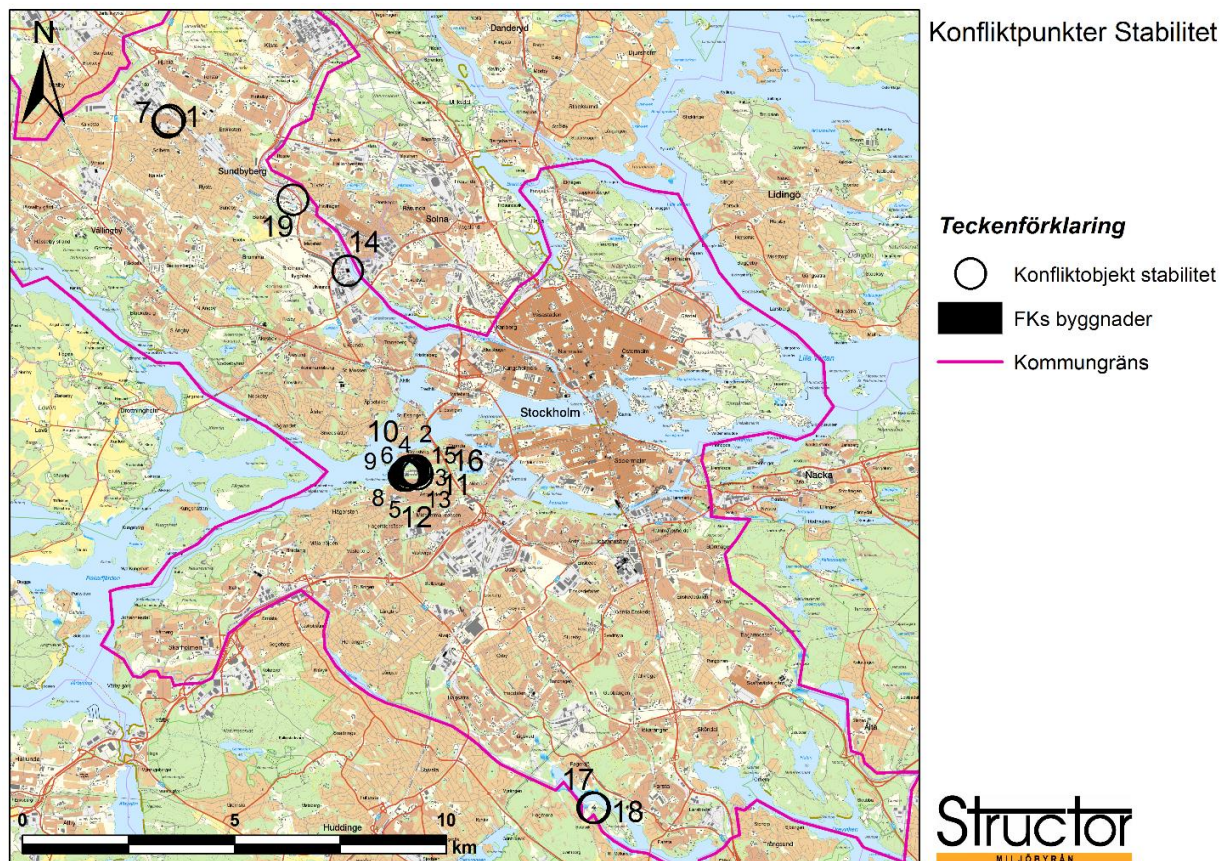
Figur 4.16. Konfliktpunkter skyfall klass 1 och klass 2 (maximalt vattendjup på 0,1-0,3 m (svart ring) respektive 0,3-0,5 m (röd ring))

4.4 Försämrade markstabilitet

De klimathot som nämns ovan i form av havsvattenstånd, tillrinning och skyfall kan komma att ha inverkan på grundläggningen av byggnader. Det är främst fler och intensivare skyfall samt förändringen i nederbördens årsdynamik med blötare vintrar och ökad markmättnad i kombination med låg avdunstning som kan leda till skador. Dessa förhållanden kan också bidra till att markens stabilitet försämras genom högre vattenhalt/ökat portryck i finkorniga jordar, framförallt i leror.

Lera förekommer i stor omfattning inom Stockholm stad, och då även som undergrund för byggnader tillhörande Fastighetskontoret. Stockholms lerområden är normalt mycket flacka (gammal sjöbotten) och ligger generellt i terrängens lågpunkter och är med några undantag inneslängda av fastmarkområden. Det saknas därför i stort topografiska och geotekniska förutsättningar för instabilitet och spontana skred. Klimatförändringar med ökad nederbörd och förändrade grundvattennivåer och portryck i leror kan visserligen förändra de geotekniska egenskaperna till det sämre, men inte de topografiska förhållandena.

En genomgång av Fastighetskontorets byggnadsbestånd ger följande lista över byggnader som hotas eller kan komma att hotas av klimatförändringar, och där fördjupade analyser av förändrade stabilitetsförhållanden erfordras. Figur 4.17 visar de 19 byggnader som utsätts för hotet försämrade stabilitet. I Bilaga F redovisas samtliga kartor från avsnittet i större skala. Tabell 4.9 ger information om de 19 konfliktobjekten för hotet försämrade markstabilitet.



Figur 4.17. Konfliktpunkter stabilitet, byggnader som är i konflikt med hotet försämrade stabilitet. Kartor i större skala återfinns senare i detta kapitel.

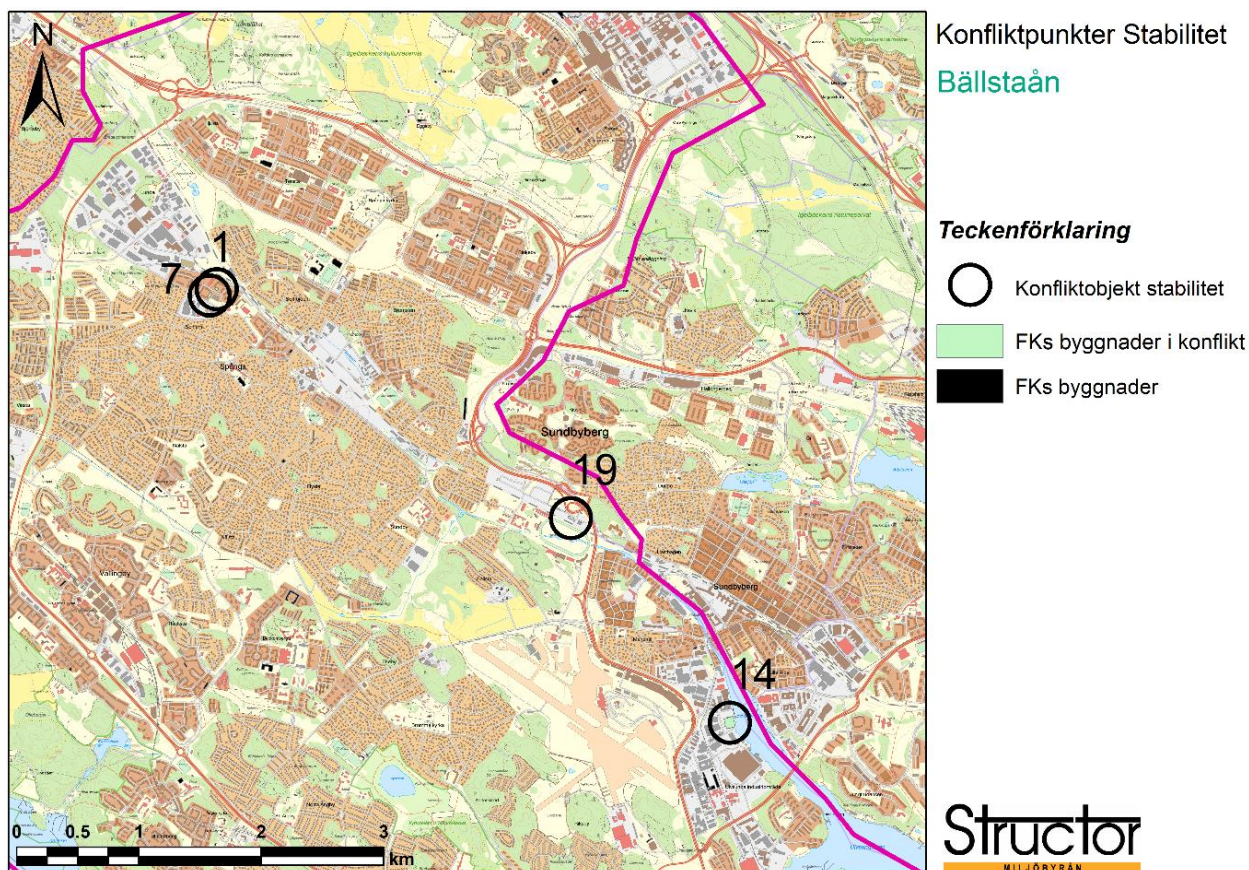
Tabell 4.9. Byggnader i konflikt med hotet försämrade markstabilitet. Mer ingående förklaringar om hotet för respektive byggnad eller områden beskrivs i avsnitten som följer efter denna tabell.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning
1	10735	Bosträtt-Gruppbo	Finnbo 3
2	12042	Panncentralen	Portvaksstugan 2
3	12041	Nobelfabriken	Svavelsyran 3
4	12176	Tvättstuga	Svavelsyran 1
5	10452	Lusthus	Svavelsyran 1
6	10188	Bostad	Svavelsyran 1
7	12314	Bosträtt-Gruppbo	Gunnebo 11
8	10597	Patroneringshuset	Vinterviken 4
9	10565	G:a Nobels Fabriker Hus 6	Vinterviken 4
10	10547	G:a Nobels Fabriker Hus 5	Vinterviken 4
11	10515	G:a Nobels Fabriker Hus 4	Vinterviken 4
12	10462	G:a Nobels Fabriker Hus 3	Vinterviken 4
13	10214	G:a Nobels Fabriker Hus 1	Vinterviken 4
14	12482	Gjutmästaren 3	Gjutmästaren 3
15	10374	Bostadshus	Svavelsyran 4
16	10189	Förr	Svavelsyran 4
17	12556	Farsta ridanl	Farsta 2:1
18	12555	Farsta ridanl	Farsta 2:1
19	10327	Sundbybergskopplet Byggnader Förv uppdr	Bromsten 9:2

Hotet förändrad stabilitet ser olika ut beroende på platsspecifika förutsättningar. Följande stycken beskriver hotet i olika områden.

Västerort (Brommalandet, Spånga-Vällingby-Hässelby och Järvafältet)

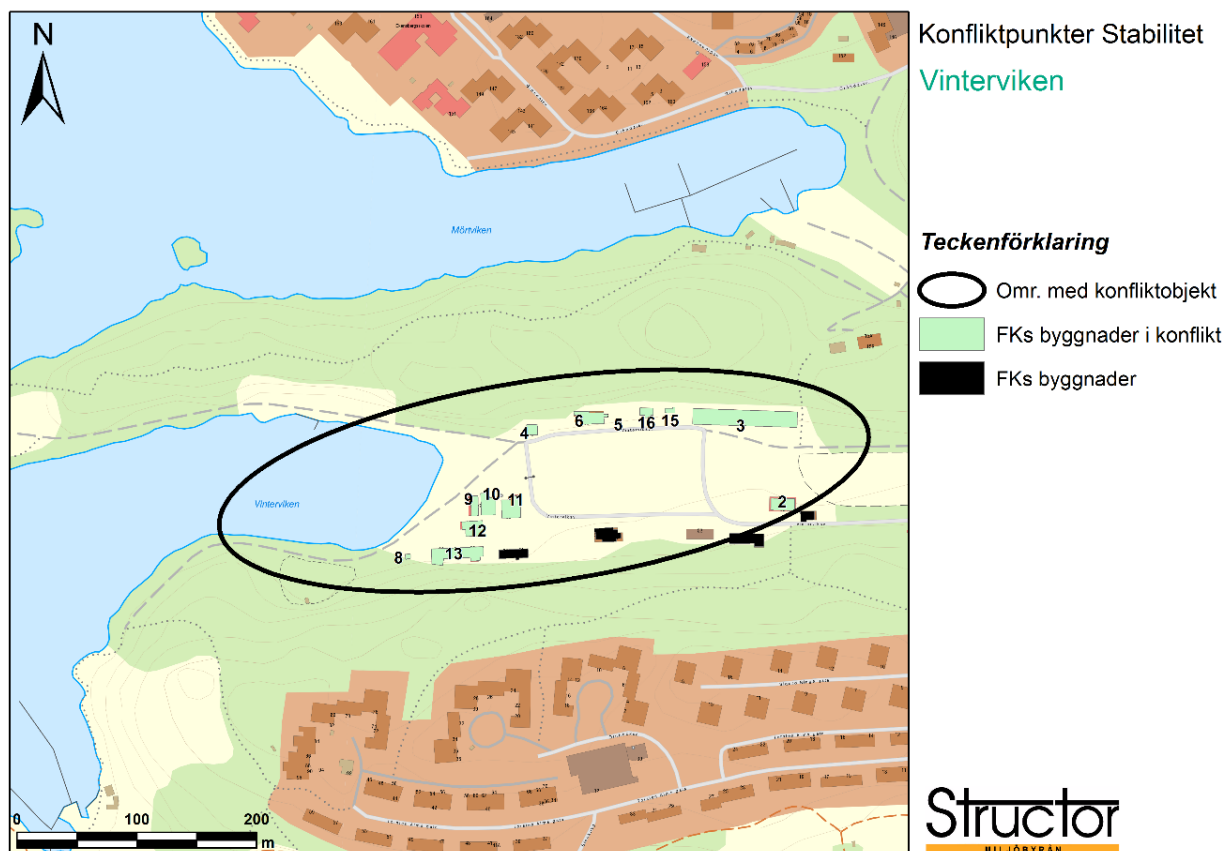
Byggnader inom Bällstaåns dalgång vid Lunda industriområde och utmed Bällstaviken i Ulvsunda industriområde. Bällstaån och Bällstavikens stränder har redan idag på långa sträckor otillfredsställande stabilitetsförhållanden för mark i anslutning till befintliga byggnader. Utlösta skred kan dra med sig pålade eller på annat sätt fastgrundlagda och idag säkra byggnader i skredet, med totalförstörelse av byggnaderna som följd. Figur 4.18 visar de fyra konfliktobjekten i området runt Bällstaån.



Figur 4.18. Konfliktpunkter försämrad stabilitet i området runt Bällstaån. Byggnader som är i konflikt med hotet försämrad stabilitet, Västerort.

Centrala Stockholm, Vinterviken

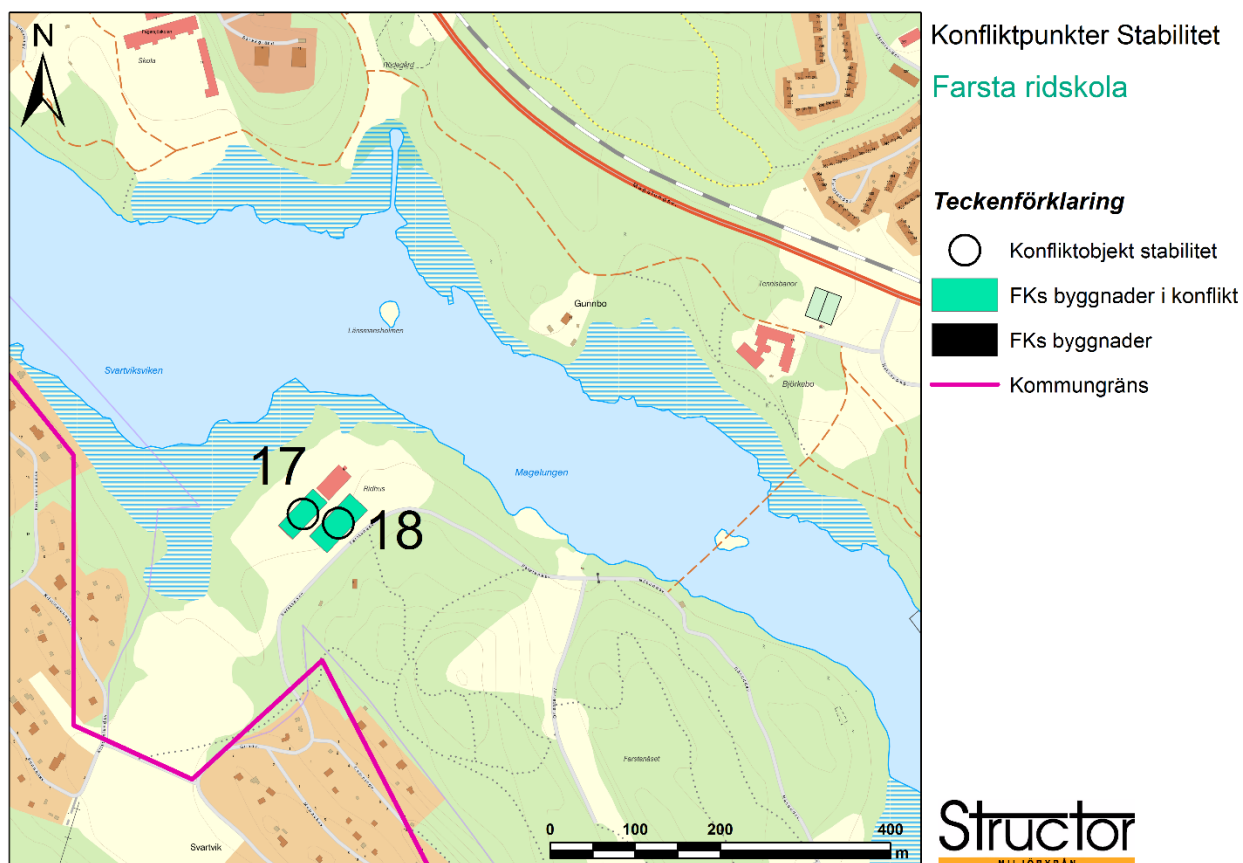
Vintervikenområdet kan få försämrade geotekniska förhållanden till följd av höjd grundvattennivå/ökat porttryck som kan ge skred ut i Vinterviken, vilket kan ta med sig hela eller delar av det befintliga byggnadsbeståndet. Figur 4.19 visar byggnader i Vinterviken som är i konflikt med hotet förändrad stabilitet.



Figur 4.19. Konfliktpunkter stabilitet, byggnader som är i konflikt med försämrad stabilitet, Vinterviken. Byggnader markerade med grönt och svart i kartan är Fastighetskontorets byggnader. De gröna byggnaderna är utsatta, de svarta är det inte.

Östra Söderort

Farsta ridskola kan få försämrade geotekniska förhållanden till följd av höjd grundvattennivå/-ökat portryck som kan ge skred ut i Magelungen. Detta kan medföra konsekvenser för hela eller delar av det befintliga byggnadsbeståndet. Figur 4.20 visar konfliktobjekten i Östra Söderort.

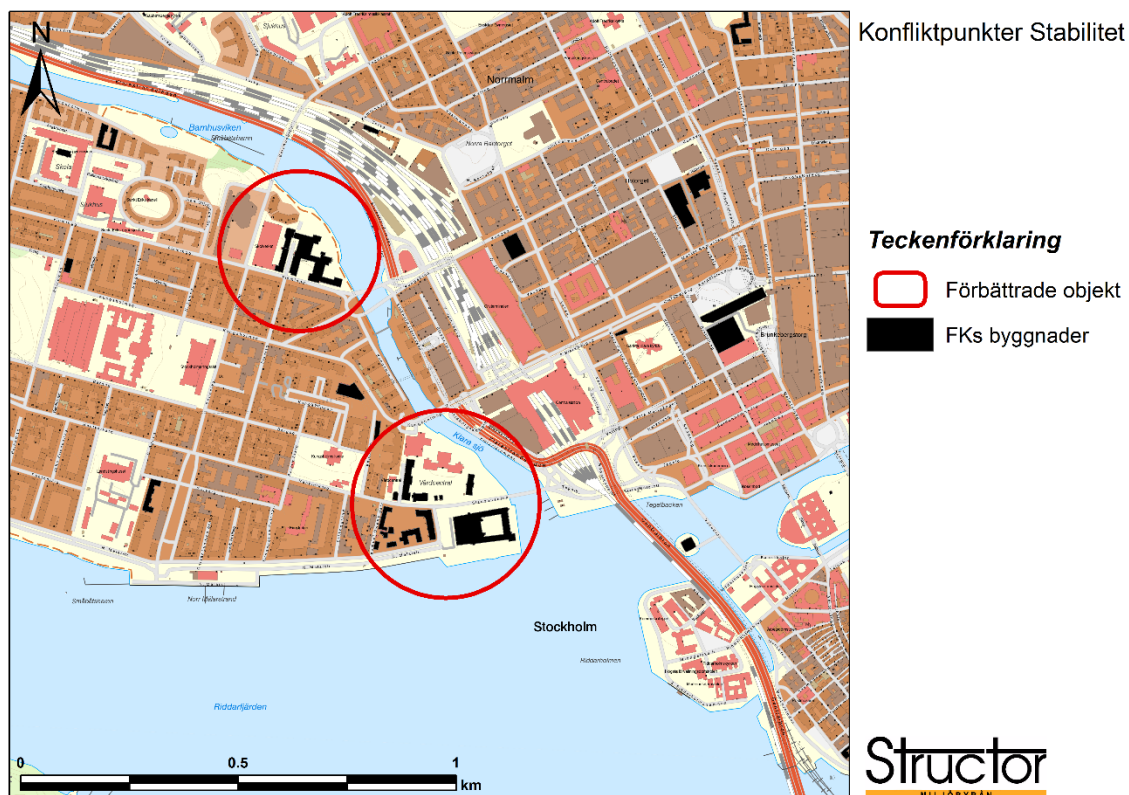


Figur 4.20. Konfliktpunkter stabilitet, byggnader som är i konflikt med försämrad stabilitet. Konfliktojekt nr 17 och 18, Östra Söderort.

Stadshusområdet och tekniska nämndhuset

Stadshusområdets försämrade geotekniska förhållanden till följd av höjd grundvattennivå/ökat porttryck kan ge skred ut i Riddarfjärden. Här är dock de geotekniska förhållandena kraftigt åtgärdade och sannolikt förbättrade av utförda utfyllningar och grundläggningsarbeten.

Områden kring Tekniska Nämndhuset kan få försämrade geotekniska förhållanden till följd av höjd grundvattennivå/ökat porttryck vilket kan ge skred ut i Klara sjö. De geotekniska förhållandena är dock kraftigt åtgärdade och sannolikt förbättrade av utförda utfyllningar och grundläggningsarbeten. Figur 4.21 visar konfliktpunkterna för förändrad stabilitet i dessa åtgärdade områden.



Figur 4.21. Byggnader som är i konflikt med hotet försämrade stabilitet men där åtgärder har vidtagits för att förbättra förutsättningarna.

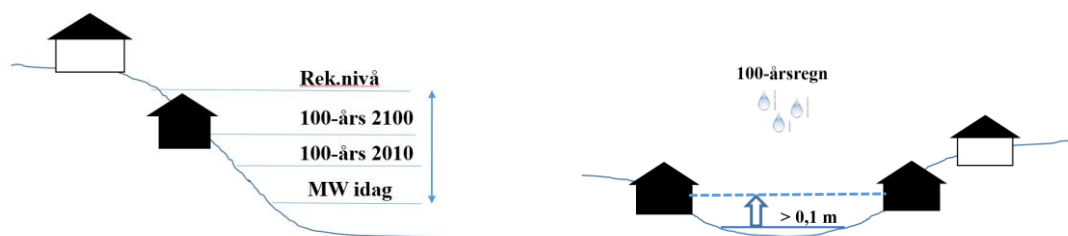
5 Kategorisering av byggnader utsatta för fler än ett klimathot

Fastighetskontorets byggnader har delats in i två kategorier utifrån antal klimathot byggnaderna är utsatta för. Tre typer av klimathot styr inom vilken kategori byggnaderna hamnar.

Dessa tre är:

- Bristande geotekniska förutsättningar
- Vattendjup lika med eller större än 0,1 meter orsakat av skyfall
- Lokalisering på en nivå lägre än rekommenderad lägsta grundläggningsnivå intill Östersjön, Mälaren, mindre sjöar och vattendrag

Skyfall och vattennivåer är indelade i ett antal intervall (se avsnitt 4.1 och 4.2). Kategoriseringen nedan avgränsas till om byggnaden är i konflikt med två eller tre klimathot. Om en byggnad är utsatt för tre hot redovisas de i kategori A och om den är utsatt för två hot så redovisas de i kategori B. Är byggnaden i kontakt med minst vattendjupet 0,1 m i samband med skyfall och/eller är belägna på lägre eller som högst lägsta rekommenderade grundläggningsnivå för havet/Mälaren (+2,70 RH2000 för både havet och Mälaren) eller nivå för BHF för mindre sjöar och vattendrag innebär detta en konflikt. Se principfigurer nedan.



Figur 5.1. Principfigurer för byggnader i konflikt med vatten avseende Östersjön/Mälaren/vattendrag/sjöar respektive skyfall. För Mälaren/vattendrag/sjöar ingår ej 100-årsnivå 2010.

Kategori A

Byggnaderna inom kategori A är i konflikt med tre av ovan nämnda klimathot. I tabell 5.1 redovisas byggnaderna tillsammans med de hot byggnaden är utsatt för. Angående hav och vattendrag där flera nivåer av respektive klimathot förekommer så anges den lägsta nivå där byggnaden blir utsatt. Det är underförstått att byggnaden då också översvämmas om den utsätts för en högre nivå av samma klimathot.

Tabell 5.1. Information om de byggnader som indelas i kategori A, tre klimathot.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Skyfall	Hav/Vattendrag	Stabilitet
1	10565	G:a Nobels Fabriker Hus 6	Vinterviken 4	Klass 1	Mälaren + 2,7 m	Utsatt
2	12482	Gjutmästaren 3	Gjutmästaren 3	Klass 1	Mälaren + 2,7 m	Utsatt
3	10327	Sundbybergskopplet Byggnader Förv uppdr	Bromsten 9:2	Klass 1	Mälaren + 2,7 m	Utsatt

Kategori B

Byggnaderna inom kategori B är i konflikt med två av ovan nämnda klimathot. I tabell 5.2 redovisas byggnaderna tillsammans med de hot byggnaden är utsatt för. När det kommer till hav och vattendrag där flera nivåer förekommer så anges den lägsta nivå där byggnaden blir utsatt likt vad som beskrivs under kategori A. Det är underförstått att byggnaden då också översvämmas om den utsätts för en högre nivå av samma hot.

Tabell 5.2. Information om de byggnader som indelas i kategori B, två klimathot.

Nr	Byggnad	Benämning	Fastighetsbeteckning	Skyfall	Hav/vattendrag	Stabilitet
1	12190	Hökarängsbadet	Farsta 2:1	Klass 2	Övrigt vatten BHF	
2	10735	Bosträtt-Gruppbo	Finnbo 3	Klass 1		Utsatt
3	10217	Gyllings villa	Vytl 16	Klass 2	Övrigt vatten, VST100	
4	12041	Nobelfabriken	Svavelsyran 3	Klass 2		Utsatt
5	12845	Restaurang Bl	Konsthallen 1	Klass 3	Hav +2,7 m	
6	10103	Tekniska Nämndhuset	Klamparen 7	Klass 4	Mälaren +2,7 m	
7	10165	Vattenmuseum	Skeppsholmsviken 9	Klass 1	Hav, VST100 2010	
8	12176	Tvättstuga	Svavelsyran 1	-	Mälaren +2,7 m	Utsatt
9	10221	Stora Sjövillan	Äppelviken 1:7	Klass 1	Mälaren +2,7 m	
10	12314	Bosträtt-Gruppbo	Gunnebo 11	Klass 1		Utsatt
11	12254	Fritidsverksamhet	Charon 1	Klass 3	Mälaren +2,7 m	
12	10547	G:a Nobels Fabriker	Vinterviken 4	-	Mälaren +2,7 m	Utsatt
13	10515	Hus 4	Vinterviken 4	-	Mälaren +2,7 m	Utsatt
14	10462	G:a Nobels Fabriker	Vinterviken 4	-	Mälaren +2,7 m	Utsatt
15	10214	Hus 1	Vinterviken 4	Klass 3		Utsatt
16	10179	Fanérkompaniet	Starkströmmen 1	Klass 3	Hav +2,7 m	
17	10450	Sombost	Stora Essingen 1:24	Klass 1	Mälaren +2,7 m	
18	10688	Parklagslokal	Norra Djurgården 1:1	Klass 1	Hav +2,7 m	
19	10714	Skeppet	Ladugårdsgärdet 1:9	Klass 3	Hav +2,7 m	
20	10257	Sjöstugan	Ladugårdsgärdet 1:2	Klass 2	Hav, VST100 2100	
21	12846	Sjövillan	Skärholmen 2:1	Klass 1	Mälaren +2,7 m	
22	12418	Flatenstugan, förråd 1	Skrubba 1:1	Klass 1	Övrigt vatten BHF	
23	12417	Flatenstugan, bastu	Skrubba 1:1	Klass 3	Övrigt vatten, VST100	
24	10721	Kontor - Farvaltn up	Shanghai 1	Klass 2	Hav +2,7 m	
25	12556	Farsta ridanl	Farsta 2:1	Klass 1		Utsatt
26	12555	Farsta ridanl	Farsta 2:1	Klass 1		Utsatt
27	12180	Kiosk Farsta strandbad	Farsta 2:1	Klass 1	Övrigt vatten BHF	

6 Resultat, slutsatser och diskussion

6.1 Sammanfattning av resultat

Den utförda analysen visar att ett stort antal av Fastighetskontorets byggnader är utsatta för hot vid ett förändrat klimat. Utsattheten beror av byggnadernas lokalisering, placering och höjdsättning. En fastighet/byggnad påverkas även av andra klimatindex såsom fukt, regn, vind och värme relaterat till dess konstruktion och inneklimat. Dessa aspekter är enbart kort behandlade i föreliggande rapport, se vidare avsnitt 3.2.

Nedan sammanfattas de klimathot som analyserats och det antal byggnader som är i konflikt med respektive klimathot.

<i>Klimathot</i>	<i>Antal byggnader i konflikt</i>
<u>Skyfall – 100-årsregn år 2100</u>	484
(>)0,1 - 0,3 m	302
(>)0,3 - 0,5 m	102
(>)0,5 - 1,0 m	61
> 1,0 m	19
<u>Höga vattennivåer i Östersjön</u>	8
≤ Rekommenderad lägsta grundläggningsnivå	8
≤ 100-årsnivå år 2100	3
≤ 100-årsnivå år 2010	1
<u>Höga vattennivåer i Mälaren</u>	22
≤ Nivå BHF	22
≤ 100-års nivå dagens klimat	1
<u>Höga vattennivåer i vattendrag och sjöar</u>	7
≤ Nivå BHF	7
≤ 100-årsnivå år 2098	3
<u>Försämrade markstabilitet</u>	19 (+2⁴⁰)
<u>Byggnader i konflikt med mer än ett hot</u>	30
Byggnader i konflikt med två hot	27
Byggnader i konflikt med tre hot	3

Siffrorna som anges för byggnader i konflikt med mer än ett hot är framtagna genom att hoten delats in i förhållande till deras utsatthet för skyfall, försämrade markstabilitet respektive höga vattennivåer. Med höga vattennivåer avses här antingen någon av nivåerna i Östersjön, Mälaren eller övriga vattendrag och sjöar. Överlagring beaktas inte avseende de tre sistnämnda sinsemellan av naturlig anledning.

6.2 Diskussion och slutsatser

Resultatet från kartläggningen visar att det klimathot som klart drabbar flest av Fastighetskontorets byggnader, i ett framtida klimat, är skyfall. Byggnader som är i konflikt med klimathotet skyfall enligt karteringen är med största sannolikhet i konflikt även i dagens klimat, även om utsattheten blir något lägre än vad karteringen visar. I karteringen av skyfall har klimatkraftorn 1,25 använts, vilket betyder 25 % förändring av nederbörd med varaktigheten en timme för perioden 2069-2098 jämfört med 1961-1990.

⁴⁰ Två byggnader är lokaliserade på platser med dåliga geologiska förutsättningar. Förstärkningsåtgärder har utförts för att förbättra stabiliteten inom områdena.

För Mälaren har analysen utgått från dagens förhållanden, alltså dagens klimat och befintlig sluss. Av resultatet framgår att endast ett objekt ligger i konflikt med 100-årsnivån. Vad gäller nivån för beräknat högsta flöde tillkommer 21 byggnader. Efter en ombyggnad av slussen samt en ny regleringsstrategi kommer risken för översvämningar att minska betydligt under den nya slussens livslängd och under innevarande sekel⁴¹. Nivån i Mälaren kommer då, vid tillrinning av storleken FLK1⁴² och förhöjt Saltsjövattenstånd på +0,27/+0,77 m, bli +1,36/+1,48 m. Detta innebär att endast en byggnad, den lägst liggande av ovan nämnda, kommer att vara i konflikt med vattennivån för FLK1. Ett förändrat klimat kan dock innebära att kusten utmed Saltsjön får en höjning av havsytan med ca en halv meter fram till seklets slut, landhöjning inräknad. Havsnivån kommer därefter att fortsätta stiga, vilket kommer att påverka Mälaren med bland annat ökade risker för översvämning. En långsiktig strategi saknas idag för hur man ska hantera dessa stigande havsnivåer.

De byggnader som är i konflikt med fler än ett klimathot är känsliga vid fler situationer och sannolikt oftare utsatta jämfört med de byggnader som bara är i konflikt med ett klimathot. Detta behöver dock inte betyda att konsekvenserna blir större för den byggnad som är i konflikt med fler hot. Exempelvis kan enbart klimathotet skyfall ge förödande konsekvenser för en byggnad som är placerad inom ett instängt område med dålig infiltration/avledningsförmåga och med en byggnadskonstruktion som inte klarar stående vatten, medan en byggnad som är utsatt för höga nivåer vid exempelvis Mälaren tillsammans med försämrad markstabilitet kan vara grundlagd, konstruerad och utformad på ett sätt som gör att den tål dessa två hot utan betydande skador. Analysen visar att många byggnader som är utsatta för betydande vattendjup vid ett skyfall inte är utsatta för fler hot då de ligger på en plats med goda geologiska förhållanden och på ett säkert avstånd från hav, sjö och vattendrag. De tre byggnader som faller under kategori A i kapitel 5, alltså utsatthet för tre hot, är samtliga utsatta för den lägsta nivån av hotet skyfall (> 0,1-0,3 m). Slutsatsen är att det är viktigt att studera hoten var för sig, se kapitel 4, och beakta hotets olika nivåer, inte bara antalet hot, för att få den sammantagna bilden av byggnadernas utsatthet. Samma resonemang gäller när man jämför en byggnad utsatt för ett hot med en annan byggnad utsatt för ett annat hot. Som nämnts ovan har även byggnadernas utformning stor betydelse.

Byggnader kan givetvis vara utsatta för flera vattennivåer av ett och samma hot. Detta gäller för klimathotet hav, Mälaren respektive övriga sjöar och vattendrag. Utsattheten har alltså att göra med på vilken nivå en byggnad är belägen i höjdsystemet. En byggnad som är lågt placerad blir utsatt för flera nivåer. Det är här angeläget att ha kunskap om typ av byggnad och vilken verksamhet som bedrivs inom byggnaden som ligger inom respektive nivå. Det är klart allvarigare om en byggnad klassad som samhällsviktig eller en sammanhållen bebyggelse är lågt belägen jämfört med om en enkel byggnad ligger lågt, till exempel ett garage. Likaså är det allvarigare om den samhällsviktiga byggnaden ligger under exempelvis 100-årsnivån, jämfört med om den ligger i intervallet över (upp mot nivån för BHF).

För vattendrag och sjöar, utöver Mälaren, har det för analysen delvis saknats karterade vattennivåer. Bällstaån, exempelvis, är idag modellerad, men detta resultat har ännu inte karterats. Det är viktigt att fortsätta karteringsarbetet så kompletta utredningar av konfliktpunkter kan göras även för dessa övriga vattendrag och sjöar.

Karteringen av vattennivåer utgår från en höjdmodell som innebär att det på vissa ställen ges utslag för konflikt då byggnader ligger under den karterade nivån, men där det i praktiken inte

⁴¹ I huvudalternativet för slussens ombyggnad gäller följande: Nivån i Mälaren vid tillrinning av storleken FLK1 (dimensionerande flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer) och förhöjt Saltsjövattenstånd på nivån +0,27 respektive +0,77 m är +1,36 respektive +1,48 m. Vid tillrinning av storleken 100 års återkomsttid och samma förhöjda Saltsjövattenstånd är nivåerna +1,27 respektive +1,28 m; SMHI, 2011. Projekt Slussen – Förslag till ny reglering av Mälaren. Rapport nr 2011-64.

⁴² Dimensionerande flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer.

är troligt att byggnaden skulle kunna nås av vatten av olika anledningar. Exempel på detta är högre liggande vägar som utgör barriär. Detta förhållande kan alltså innebära att antalet utsatta byggnader och utbredning av översvämmade områden kan vara något överskattat i kustnära områden.

Analysen beskriver Fastighetskontorets byggnaders utsatthet både vid ett framtida förändrat klimat och i dagens klimat. Underlagsmaterialet i form av befintliga karteringar har gjort att tidsperspektivet för analysen inte har kunnat hållas enhetlig. Tillsammans med klimatunderlaget i avsnitt 3 ger analysen ändå en tydlig bild av hur utsattheten kommer att förändras från idag till slutet av detta sekel.

Viktigt att hålla i minnet är att klimatförändringar innebär klimathot av mer extrem karaktär, av så kallad hög intensitet som skyfall och värmeböljor, men också av mer långsamt framväxande förändringar av ökad medeltemperatur och medelnederbörd. Den mer långsamma förändringen får betydelse för byggnader och deras så kallade klimatskal som nämns i avsnitt 3.2. Vissa av hoten ger även positiva konsekvenser, som minskat uppvärmningsbehov, vilket är intressant att analysera.

6.3 Fortsatt arbete

För Fastighetskontorets fortsatta arbete är det angeläget att fördjupa de analyser som här har utförts. Det är också angeläget att fullfölja arbetet med karteringar av de vattendrag och sjöar som ännu inte karterats, som Bällstaån.

- Konfliktobjekt med Bällstaån samt övriga sjöar och vattendrag bör utredas efter att ytterligare karteringar tagits fram.

För att kunna bedöma behovet av och prioritera klimatanpassningsåtgärder för fastighetsbeståndet är det nödvändigt att ha kännedom om följande:

- Konfliktpunkter mellan byggnader och respektive hot och dess nivåer
- Överlagrade klimathot inkl. konfliktpunkter med byggnader
- Den verksamhet m.m. (samhällsvikt, kulturvärde, föroreningar) som bedrivs i byggnaderna
- Byggnaders utformning (grundläggning, klimatskal m.m.)

Denna analys fokuserar på byggnaders utsatthet för ett antal klimathot. För att bedöma konsekvenser för Fastighetskontorets byggnader är det viktigt att diskutera de ovan nämnda aspekterna för att kunna göra rätt prioritering. Exempelvis kan det vara lämpligt att starta med att kartlägga den verksamhet som bedrivs i respektive byggnad som är i konflikt med något av klimathoten. Verksamheten har betydelse för hur uppkomna konsekvenser viktas utöver ekonomiska konsekvenser. Om en samhällsviktig verksamhet finns i en byggnad kan det betyda att den klassas med högre prioritet än när enbart ett enskilt klimathot betraktas. Utöver samhällsvikt är det viktigt att väga in byggnader med kulturvärde samt förorenade områden/objekt.

Vidare kan byggnader som bedömts angelägna utifrån verksamhetsanalysen studeras avseende utformning (grundläggning, klimatskal m.m.). Detta bör göras för samtliga enskilda klimathot, eventuellt med viss urskiljning gällande nivåer samt för byggnader utsatta för flera hot. Redundans kan finnas, som källarlös konstruktion, vattentät betong, vallar osv. Andra risker kan där emot tillkomma, som brist på säkra tillfartsvägar. Det bör också diskuteras huruvida byggnader skulle kunna vara prioriterade enbart utifrån hög samhällsvikt/kulturvärde och utsatt konstruktion vad gäller t.ex. klimatskal. Med detta avses alltså byggnader som inte är översvämningshotade eller utsatta för försämrad markstabilitet utan istället utsatta för klimatets långsamma förändring.

När konsekvenser har analyserats utifrån ovanstående aspekter behöver åtgärder analyseras och värderas. I detta arbete är det lämpligt att väga in andra viktiga aspekter, som effekt och synergieffekt av en åtgärd, restriktioner och möjligheter för genomförandet som lagstiftning och målbilder, bedömningar av kostnad och nytta, tidsaspekter i förhållande till klimatets förändring och byggnaders livslängd samt ansvar.

I åtgärdsarbetet är det viktigt att merutnyttja redan framtagna underlag. Arbete med klimat- och sårbarhetsanalyser och RSA-arbete kan innehålla underlag om byggnaders utsatthet och sårbarhet, deras vikt och redundans. Andra dokument av betydelse är VA-planer, dagvattenpolicy, kommande detaljplaner. Eventuella åtgärder kan lämpligen planeras gemensamt i ett större perspektiv i stället för att skydda enbart en enskild byggnad. Ett exempel på detta är området kring Vinterviken, där ett stort antal utsatta byggnader ligger inom ett begränsat område (se figur 4.19).

De byggnader som inte ingår i arbetet ovan är de som inte klassas som samhällsviktiga/kulturvärden/förorenade områden och objekt. För dessa uppstår enbart ekonomiska konsekvenser på grund av utsattheten för olika hot. Dessa byggnader prioriteras rimligen lägre, men kan, beroende av hur allvarligt klimathot de utsätts för, behöva skyddsåtgärder. Det är viktigt att en förebyggande åtgärd står i relation till den skadekostnad som annars skulle uppstå.

De analysresultat som tas fram utifrån ett förändrat klimat bör omsättas i kommunens övriga processer, planer och program, som i översiktsplanarbetet, i detaljplaner och i kommunens arbete med krisberedskap och skydd mot olyckor. Det är också viktigt att konsekvensanalysen hålls aktuell. Förhållanden förändras inom kommunen som kan ha betydelse för sårbarheten i både positiv och negativ bemärkelse. Ny kunskap erhålls löpande både gällande klimatets förändring och om åtgärder. Genom kontinuerlig uppföljning och revidering hålls dokumentet aktuellt och relevant.

- Analyser kring ett förändrat klimat bör arbetas in i kommunens planering och processer. Fördjupade analyser kan lämpligen ingå i en klimatanpassningsplan med åtgärdsförslag.

En tydlig målbild av hur ett förändrat klimat ska hanteras är betydelsefullt för kommunens arbete. En sådan målbild kan innebära att ange en nivå för acceptabla konsekvenser och vilka hot som bör vara styrande, som val av återkomsttid för skyfall och högsta vattennivåer vad gäller hav, vattendrag och sjöar. Strategier bör gärna utvecklas utifrån målbilden och användas som stöd i tidigt skede i översikts- och detaljplanering. Structor vill framhålla att det är viktigt att ta ställning till vilka rekommendationer och restriktioner som bör beaktas så att de vägs in tidigt i planeringen för att ökad sårbarhet och ökade kostnader undviks. Förebyggande åtgärder i den befintliga bebyggelsen och vid nybyggnation behöver också vägas mot beredskapsåtgärder för att acceptabel risknivå ska uppnås över tid. Sammantaget innebär förhållningssättet en aktiv riskstyrning.

- Viktigt att målbild, strategier, rekommendationer och restriktioner utvecklas och beaktas.

7 Referenser

Fastighetskontoret, 2016 (mejl J. Wikander). Fastighetskontorets fastighets/byggnadsbestånd

Länsstyrelsen Stockholm, 2015. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning. Fakta 2015:14

Länsstyrelserna Stockholm, Uppsala, Södermanland, Västmanland, 2015. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå för ny bebyggelse vid Mälaren – med hänsyn till risken för översvämning.

Länsstyrelsen Stockholm, 2017. Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län – med hänsyn till risken för översvämning. Fakta 2017:1

Länsstyrelsen Stockholm, 2010. Systemtyper och klimatfaktorer. Lathund som stöd vid konsekvens- och sårbarhetsanalyser

Länsstyrelserna, 2012. Klimatanpassning i fysisk planering – Vägledning från länsstyrelserna

SMHI, 2010. Regional klimatsammanställning - Stockholms län

SMHI, 2011. Projekt Slussen – Förslag till ny reglering av Mälaren. Rapport nr 2011-64

SMHI, 2015. Framtidsklimat i Stockholms län – enligt RCP-scenarier. Klimatologi Nr 21

SMHI, 2015. Sveriges framtida klimat – underlag till Dricksvattenutredningen

SMHI:s hemsida, framtidens klimat

SMHI:s hemsida, <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet>

SMHI tillsammans med Naturvårdsverket och Energimyndigheten, 2014. Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget

Stockholms länsstyrelses hemsida, 2016. Länsstyrelsens Webb-GIS, översvämnings- och stabilitetskarteringar, <http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>

Stockholms stad, Kart- och geodataservice, 2016. Jordartskartor över Stockholms stad

Stockholm Vatten/WSP, 2015. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100), inklusive Bilagor A-H

SOU 2007:60 Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter

8 Bilaga A. Hav, kartor

9 Bilaga B. Mälaren, kartor

10 Bilaga C. Övriga sjöar och vattendrag, kartor

11 Bilaga D. Konfliktobjekt skyfall klass 1 och 2, tabeller

12 Bilaga E. Skyfall, kartor

12.1 Bilaga E1. Skyfall klass 4

12.2 Bilaga E2. Skyfall klass 3

13 Bilaga F. Försämrade stabilitet, kartor

14 Bilaga G. Överlagrade klimathot

14.1 Bilaga G1. Överlagrade klimathot kategori A

14.2 Bilaga G2. Överlagrade klimathot kategori B

Samtliga bilagor (A-G) bifogas i ett separat dokument.