



Augusti 2023

Klimatriskscreening

Trelleborgs församling





Författare:

Jan Havelka

Uppdragsgivare:

Trelleborgs församling

Granskningsdatum:

2023-10-12

Granskare:

Elin Sjökvist

Dnr:

2022/1861/9.5

Version:

V2

Klimatriskscreening

Trelleborg pastorat

Uppdragstagare

SMHI
601 76 Norrköping

Projektansvarig

Jan Havelka
+46 76 720 19 16
jan.havelka@smhi.se

Uppdragsgivare

Trelleborgs församling
Lunds stift, Box 32, 22100 LUND

Kontaktperson

Helena Holmberg
Helena.Holmberg@svenskakyrkan.se

Distribution

Trelleborgs församling

Klassificering

Allmän Affärssekretess

Innehållsförteckning

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	6
1.1	Klimatförändringar kan innebära risker för fastigheter	6
1.2	Vad innebär en klimatriskscreening?	6
1.3	Vad menar vi med risk?	6
1.4	RCP-scenarier visar utvecklingen av framtida klimat	7
2	TOLKNING AV RESULTAT	8
2.1	Klimatindikatorer	8
2.2	Extrema havsvattenstånd	9
2.3	Risk för översvämning	9
2.4	Ras, skred och erosion	10
3	RESULTAT – REDOVISNING AV KLIMATRISKER.....	11
3.1	Västra kyrkogård	11
3.2	S:t Nicolai kyrka	13
3.3	Norra kyrkogården och kapellet	16
4	SCREENINGENS OLIKA DELAR	19
4.1	Klimatindikatorer - belyser risken för skador på fastighet	19
4.2	Extrema havsvattenstånd	20
4.3	Risk för översvämning från nederbörd	20
4.4	Ras, skred och erosion	20
5	FÖRSLAG PÅ GENERELLA ÅTGÄRDER OCH YTTERLIGARE ANALYS.....	22
6	FÖRDJUPNING.....	27
6.1	Klimatrisker och möjligheter	27
6.2	Klimatmodeller	33
6.3	RCP-scenarier	34
6.4	Klimatindikatorer	35
6.5	Stigande havsnivåer och extrema havsvattenstånd	36
6.6	Underlag	37
7	REFERENSER	40

Bilaga 1 – Ordlista

Bilaga 2 – Resultat klimatindikatorer, alla tidsperioder samt för klimatscenario RCP2,6

1 Inledning och bakgrund

1.1 Klimatförändringar kan innebära risker för fastigheter

De pågående klimatförändringarna är omfattande, går snabbt, och sker i många fall utan motstycke. Den senaste vetenskapliga sammanställningen från FNs klimatpanel IPCC (AR6) slår fast att det är otvetydigt att mänsklig aktivitet har värmt upp atmosfären, havet och marken sedan industrialismens början. Klimatförändringarna påverkar redan många väder- och klimatextremer i alla regioner över hela världen.

Klimatförändringar skapar klimatrelaterade risker av olika slag, och riskerna ökar ju mer växthusgaser vi släpper ut. De risker som uppstår genom att klimatet förändras kan hanteras genom att minska utsläppen av växthusgaser och genom att klimatanpassa. Klimatanpassning handlar om att stärka motståndskraften mot klimatförändringar och om åtgärder för att minska sårbarheten.

1.2 Vad innebär en klimatriskscreening?

För att få en översikt av vilka klimatrelaterade risker som kan vara relevanta för en fastighet görs en undersökning av ett antal olika parametrar, en så kallad screening. Syftet med en screening är att identifiera risker, i vilken grad en fastighet kan komma att bli utsatt för dessa risker, samt utgöra en grund för fortsatt arbete med klimatanpassning.

Klimatriskscreeningar brukar innefatta två typer av risker; fysiska och omställningsrelaterade. En fysisk risk innebär att en tillgång exponeras rent fysiskt på något sätt, exempelvis av en översvämning. Exempel på omställningsrisker är politiska beslut, tekniska framsteg eller klimatmål som skapar ett tryck på verksamhetsutövare att ställa om sin verksamhet. Fokus för den här screeningen är fysiska risker för fastigheter.

De delar som ingår i denna screening är påverkan av följande:

- Beskrivning av klimatförändringen utifrån klimatindikatorer så som exempelvis temperatur och nederbörd
- Översvämning till följd av extrema havsvattenstånd
- Risk för översvämning vid skyfall (analys av lågpunkter och rinnvägar)
- Översvämning vid vattendrag och sjöar
- Ras, skred och erosion

I kapitel 4 beskrivs screeningens olika delar övergripande, och i fördjupningskapitlet (kapitel 6), beskrivs de i större detalj.

Resultatet presenteras i tabellform, där förändringen, och därmed risken, graderas på en tregradig skala där så är möjligt. I övrigt graderas risk i en tvågradig skala. Se vidare hur resultaten ska tolkas i kapitel 2. I screeningen ingår även att ta fram övergripande åtgärdsförslag, se kapitel 5.

Möjliga risker beskrivs generellt och övergripande, utan hänsyn tagen till byggnadens faktiska konstruktion eller hur markobjekten är utformade och sköts.

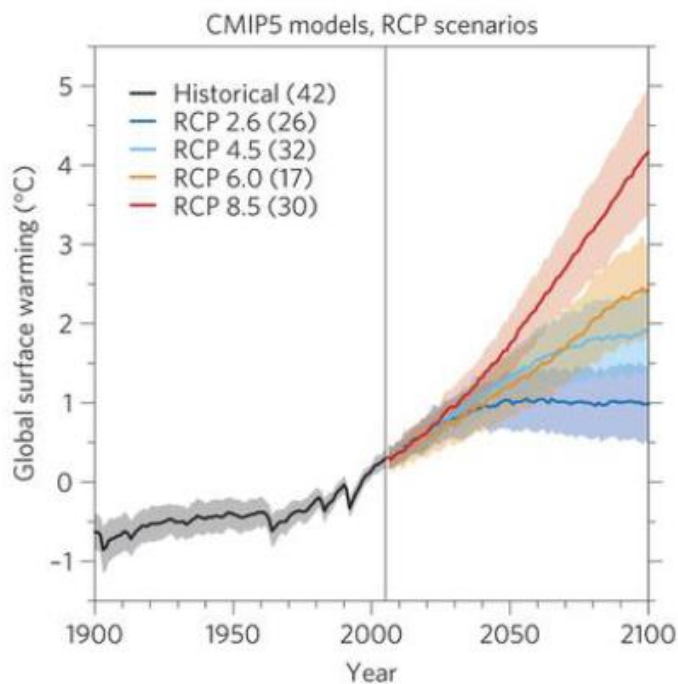
1.3 Vad menar vi med risk?

Med risk i detta sammanhang avses en förändring i klimatet som innebär en "möjlighet" till oönskade skador på fastigheter. Observera att vi i detta uppdrag inte har beräknat sannolikheten för förändringen eller vilken konsekvens förändringen har ekonomiskt.

1.4 RCP-scenarier visar utvecklingen av framtida klimat

Klimatets utveckling i framtiden beror framförallt på hur mänsklig aktivitet påverkar atmosfärens innehåll av växthusgaser. För att kunna studera framtidens klimat behövs därför antaganden om hur stora mänsklighetens utsläpp av växthusgaser kommer att bli. Det finns flera möjliga utvecklingsvägar beroende på förmågan att begränsa utsläppen. FN:s klimatpanel IPCC presenterade i sin femte sammanställning om kunskapsläget gällande framtida klimat antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser, så kallade RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways). RCP-scenarierna ger exempel på utsläppsbanor fram till år 2100. Med hjälp av utsläppsscenarierna kan slutsatser dras om hur människors agerande kan påverka framtiden och hur förändringarna påverkar oss. De olika scenariernas påverkan på den globala medeltemperaturen kan ses i Figur 1.

I screeningen av klimatindikatorer används de tre RCP-scenarierna RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5. RCP2,6 är ett lågutsläppsscenario där utsläppen ligger ungefär i nivå med Parisavtalet. RCP4,5 baseras på antaganden om begränsade utsläpp och en kraftfull klimatpolitik resulterande i minskade utsläpp av växthusgaser efter år 2040. RCP8,5 baseras på antaganden om fortsatt accelererande klimatutsläpp. Mer information om scenarierna finns i den fördjupade delen, avsnitt 6.3.



Figur 1. Global uppvärmning relativt år 2000 för de fyra olika RCP-scenarierna beskriven av ensembler av flera globala modeller (antalet visas inom parentes). Från IPCC AR5 WG1 2013

2 Tolkning av resultat




Generellt kan sägas att redovisning av resultat sker enligt skala +/-1 (grön), +/-2 (gul) och +/-3 (röd). Grön kan tolkas som liten risk eller liten förändring, gul kan tolkas som möjlig risk eller medelstor förändring, medan röd kan tolkas som risk eller stor förändring. Redovisning av resultat har att göra med vilka osäkerheter som underlaget är behäftat med. Tecknet visar om indikatorn ökar eller minskar.

På grund av de osäkerheter som finns i underlaget för lågpunkter/rinnvägar samt för ras, skred och erosion redovisas resultat endast enligt tvågradig skala; 1 (grön) och 2 (gul). På grund av underlagets översiktliga karaktär går det inte att med säkerhet säga att det finns en risk, utan en gul ruta ska tolkas som att det föreligger en möjlig risk, medan en grön ruta ska tolkas som att det sannolikt inte föreligger någon risk.

För extrema havsvattenstånd och översvämningskarteringar från MSB redovisas risken i den tvågradiga skalan 1 (grön) och 3 (röd). På grund av de säkerhetsmarginaler som tas och då underlaget är behäftat med lägre osäkerheter än för exempelvis skred, ska en grön ruta tolkas som att ingen risk föreligger och en röd ruta tolkas som att det föreligger en faktisk risk. I nedanstående avsnitt redogörs hur resultaten redovisas för screeningens olika delar i större detalj.

2.1 Klimatindikatorer

Redovisning av fysiska risker relaterade till framtagna klimatindikatorer görs per fastighet. Resultaten redovisas i en tabell med en legend enligt nedan. Om exempelvis förändringen i nollgenomgångar hamnar i grupp 1 (grön färg) innebär det att förändringen i antalet nollgenomgångar kommer vara så pass liten att den ryms inom vad som kan sägas vara dagens klimat (med dagens klimat avses referensperiod 1971 – 2000), om färgen är gul innebär det en stor förändring från antalet nollgenomgångar som sker idag, och om färgen är röd så ändras antalet nollgenomgångar extremt mycket jämfört med idag.

-  En grön rektangel betyder att förändringen i indikatorn ryms inom dagens klimat. Detta innebär att risken för påverkan är i samma storleksordning som för referensperioden.
-  En gul rektangel betyder att förändringen i indikatorn är större än vad som ryms inom dagens klimat. Detta kan innebära att risken för negativ fysisk påverkan för fastigheterna ökar jämfört med referensperioden.
-  En röd rektangel betyder att förändringen i indikatorn är mycket hög och långt utanför vad som ryms inom dagens klimat. En mycket stor förändring i indikatorn kan innebära att risk för negativ fysisk påverkan ökar kraftigt jämfört med referensperioden.

Färgskalan (grön, gul, röd) ovan visar alltså om en förändring i indikatorn är liten, medel eller stor. Det bör dock noteras att även väderhändelser som ryms inom dagens klimat (liten förändring, grön) kan innebära en negativ påverkan på fastigheter.



För att visa på åt vilket håll förändringen i indikatorn går, åt minskande eller ökande, har minustecken lagts in i resultattabellen. Ett minustecken innebär att en negativ förändring sker, medan plustecknet inte skrivs ut.

Det bör noteras att en stor påverkan i vissa fall kan innebära en minskad risk. En förändring i indikatorn för köldknäpp att risken för kylskador *minskar*, då ett varmare klimat leder till färre dagar per år med köldknäpp. Vidare innebär en minskning i antalet graddagar för uppvärmning ett minskat energibehov, vilket kan ses som en positiv effekt. För övriga indikatorer kan en större förändring ses

som en större klimatrelaterad risk. En röd rektangel för exempelvis kylgraddagar innebär att behovet av kylning kraftigt ökar för den fastigheten.

2.2 Extrema havsvattenstånd



Redovisning av risk för påverkan från extrema havsvattenstånd beskrivs enligt följande:

-  En grön rektangel betyder liten risk för påverkan från extremvattenstånd (tidsperspektiv 2050, högutsläppsscenario SSP5-8,5).
-  En röd rektangel betyder risk för påverkan från extremvattenstånd (tidsperspektiv 2050, högutsläppsscenario SSP5-8,5).

2.3 Risk för översvämning



2.3.1 Översvämningskartering för vattendrag från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Redovisning av risk för översvämning orsakad av höga flöden i vattendrag beskrivs enligt följande:

-  En grön rektangel betyder liten risk för påverkan av översvämning. Inget vattenutbredningslager träffar byggnad.
-  En röd rektangel betyder risk för påverkan av översvämning. Vattenutbredningslager träffar byggnad.

2.3.2 Översvämning till följd av skyfall (Lågpunkter och rinnvägar)

Risk för översvämning orsakad av kortintensivt regn baserat på förekomst av lågpunkter och rinnvägar. Dessa är analyserade med verktyget Scalgo Live. Risken klassas enligt nedanstående skala:

-  En grön rektangel betyder ingen identifierad risk för påverkan av översvämning. Inga rinnvägar eller lågpunkter träffar byggnad. I det fall mindre rinnvägar träffar byggnad men vattnet rinner från byggnad bedöms ingen risk föreligga. Inga större rinnvägar ligger heller i närheten av byggnad (mindre rinnväg = anslutande yta $\geq 500 \text{ m}^2$, större rinnväg = anslutande yta $\geq 0,1 \text{ km}^2$, nära = inom 3 m.)
-  En gul rektangel betyder möjlig risk för påverkan av översvämning. Rinnväg eller lågpunkt träffar byggnad, alternativt ligger en större rinnväg i närheten av byggnad.

Observera att analysen görs baserat på tillgängliga höjdscanningsdata. Markförändringar efter datum för höjdscanning tas inte med i analyserna.

2.4 Ras, skred och erosion

Redovisning av risk för påverkan från skred beskrivs enligt följande:



En grön rektangel betyder liten risk för påverkan. Fastigheten befinner sig inte inom område med förutsättningar för skred.



En gul rektangel betyder möjlig risk för påverkan. Fastigheten befinner sig inom område med förutsättningar för skred.

Vad gäller risk för erosion vid sjöar, havskust och vattendrag redovisas risken enligt följande:



En grön rektangel betyder liten risk för påverkan. Fastigheten befinner sig inte i närheten av sträcka med potentiellt hög eroderbarhet.



En gul rektangel betyder möjlig risk för påverkan. Fastigheten befinner sig i närheten av sträcka med potentiellt hög eroderbarhet.

För de två fastigheter som är aktuella finns inget underlag för ras och redovisning av risk för påverkan av ras beskrivs därför inte.

3 Resultat – Redovisning av klimatrisker

3.1 Västra kyrkogården

Adress: Västergatan 53, 231 64 Trelleborg

Objekt av intresse (SWEREF99 TM (nord, öst)): 6138206, 382814

Tabell 1 ges en översikt av resultatet för screenade klimatindikatorer och övriga parametrar. Tidsperspektivet som indikatorerna avser är år 2050 (vilket infaller under beräkningsperioden 2041 – 2070) jämfört med referensperioden 1971 – 2000. Resultat för fler tidperioder samt lågutsläppsscenarioet RCP2,6 finns i bilaga 2.

Tabell 1. Översikt av resultat.

	Årsmedeltemperatur	Nollgenomgångar	Värmebölja	Markfuktighet (torka)	Vegetationsperiodens längd	Graddagar för uppvärmning	Graddagar för kylning	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd
RCP4,5	1	1	1	1	3	-1	1	-1	1
RCP8,5	2	-1	1	3	3	-2	1	-1	1

	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Extrema havsvattenstånd	Lågpunkter och rinnvågar	Översvämningskartering (MSB)	Ras och skred	Erosion
RCP4,5	1	1	1	3	1	1	1	1
RCP8,5	1	1	1	3	1	1	1	1

Förändringen för de flesta indikatorer hamnar i grupp 1, vilket innebär att förändringen i indikatorn ryms inom vad som kan kallas dagens klimat. Detta innebär att risken för påverkan på objektet är i samma storleksordning som för referensperioden (1971 – 2000)¹.

För indikatorerna årsmedeltemperatur och graddagar för uppvärmning hamnar förändringen i grupp 2 för något av scenarierna. Förändringen i dessa fall är därmed större än vad som ryms inom dagens klimat vilket kan medföra en ökning av de risker som indikatorerna är förknippade med. Minustecken framför resultatet för graddagar för uppvärmning innebär dock ett minskat behov av uppvärmning, vilket kan ses som positivt ur energisynpunkt.

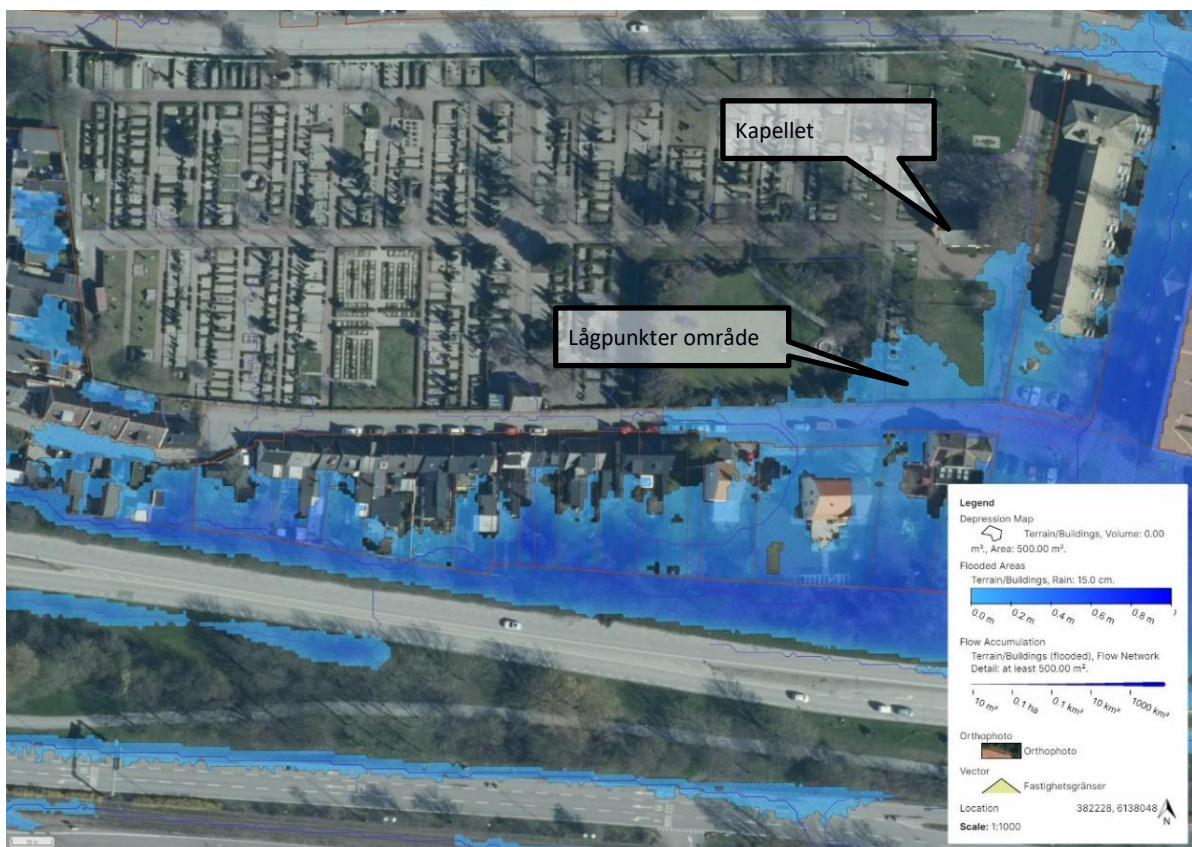
Indikatorn vegetationsperiodens längd hamnar i grupp 3 för båda scenarier, vilket betyder att förändringen i indikatorn är mycket hög och långt utanför vad som ryms inom dagens klimat. Även indikatorn markfuktighet (torka) hamnar i grupp tre för scenario RCP8,5.

Fastigheten bedöms inte vara utsatt för risk för påverkan av erosion och marken har inte förutsättningar för ras och skred enligt karteringar från SGU. Jordarten utgörs av fyllningsmaterial.

Vissa delar av fastigheten kan påverkas vid extrema havsvattenstånd. För byggnaderna samt kapellet på kyrkogården bedöms risken som liten för översvämning från havet. Det finns ingen översvämningsskartering från myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som visar risk för fastigheten.

Inom fastigheten finns ett lågpunktsområde som blir översvämmat vid kraftigt regn. Lågpunkterna ligger i syder östra delen av kyrkogården, de är en del av en större lågpunkt med huvuddelen utanför fastigheten. Lågpunkternas vattendjup är runt 15 cm, och det största djupet på 25 cm återfinns i områdets sydöstra hörn. Alla små rinnvägar som finns på fastigheten rinner bort från området. Intill kapellet finns inga rinnvägar eller lågpunkter.

¹ SMHI använder referensperioden 1971 – 2000 för att definiera dagens klimat. Nya observationer jämförs med medelvärdet för 1971 – 2000 för att säga hur de avviker från det normala. Om t.ex. sommaren är varmare än normalt så betyder det att den är varmare än medelvärdet för somrarna 1971 – 2000.



Figur 2. Översikt lågpunkter och rinnvägar för västra kyrkogården.

3.2 S:t Nicolai kyrka

Adress: Norregatan 14, 231 63 Trelleborg

Objekt av intresse (SWEREF99 TM (nord, öst)): 6138102, 382224 och 6138098, 382325

I Tabell 1 ges en översikt av resultatet för screenade klimatindikatorer och övriga parametrar. Tidsperspektivet som indikatorerna avser är år 2050 (vilket infaller under beräkningsperioden 2041 – 2070) jämfört med referensperioden 1971 – 2000. Resultat för fler tidperioder samt lågutsläppsscenarioet RCP2,6 finns i bilaga 2.

Tabell 2. Översikt av resultat.

	Årsmedeltemperatur	Nollgenomgångar	Värmebölja	Markfuktighet (torka)	Vegetationsperiodens längd	Graddagar för uppvärmning	Graddagar för kylning	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd
RCP4,5	1	1	1	1	3	-1	1	-1	1
RCP8,5	2	-1	1	3	3	-2	1	-1	1

	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Extrema havsvattenstånd	Lågpunkter och rinnvägar	Översvämningskartering (MSB)	Ras och skred	Erosion
RCP4,5	1	1	1	1	2	1	1	1
RCP8,5	1	1	1	1	2	1	1	1

Förändringen för de flesta indikatorer hamnar i grupp 1, vilket innebär att förändringen i indikatorn ryms inom vad som kan kallas dagens klimat. Detta innebär att risken för påverkan på objektet är i samma storleksordning som för referensperioden (1971 – 2000)².

För indikatorerna årsmedeltemperatur och graddagar för uppvärmning hamnar förändringen i grupp 2 för något av scenarierna. Förändringen i dessa fall är därmed större än vad som ryms inom dagens klimat vilket kan medföra en ökning av de risker som indikatorerna är förknippade med. Minustecken framför resultatet för graddagar för uppvärmning innebär dock ett minskat behov av uppvärmning, vilket kan ses som positivt ur energisynpunkt.

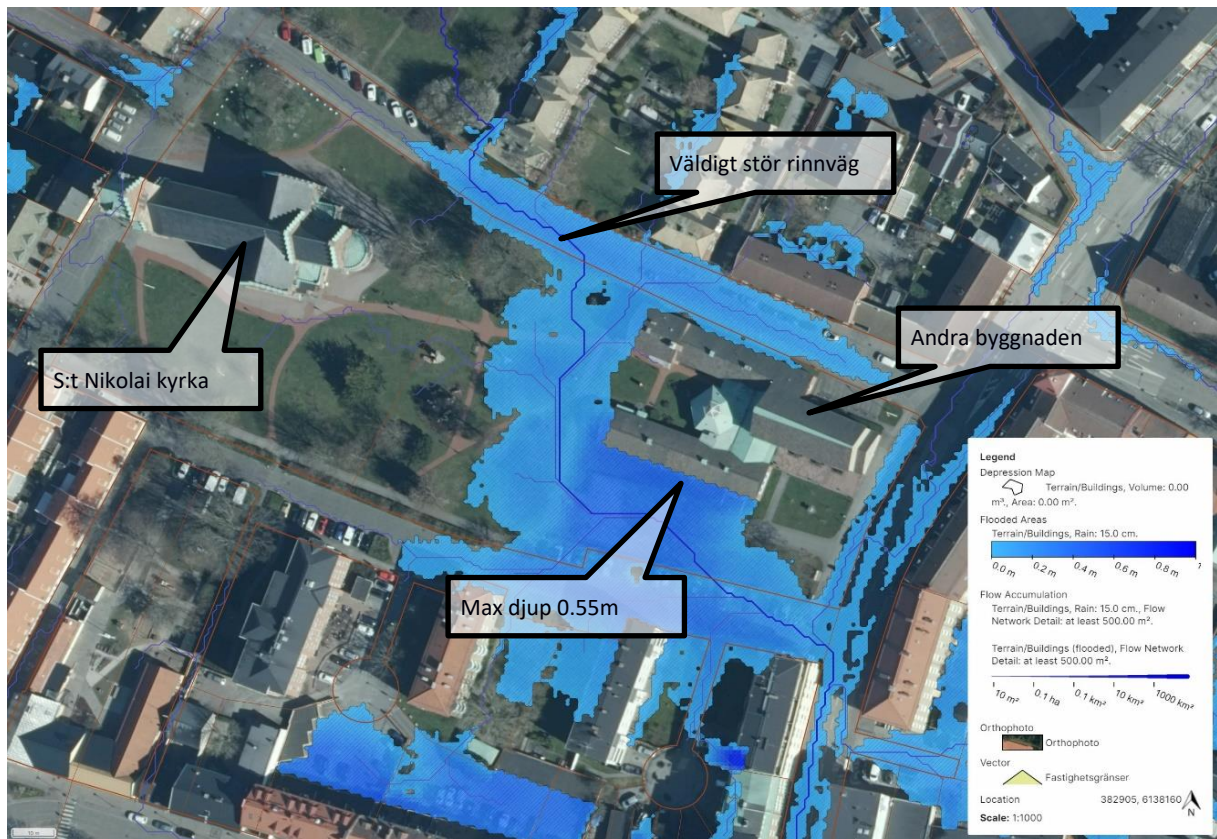
Indikatorn vegetationsperiodens längd hamnar i grupp 3 för båda scenarier, vilket betyder att förändringen i indikatorn är mycket hög och långt utanför vad som ryms inom dagens klimat. Även indikatorn markfuktighet (torka) hamnar i grupp tre för scenario RCP8,5.

Fastigheten bedöms inte vara utsatt för risk för påverkan av erosion och marken har inte förutsättningar för ras och skred enligt karteringar från SGU. Jordarten utgörs av fyllningsmaterial.

Fastigheten kan inte påverkas vid extrema havsvattenstånd. Det finns ingen översvämningskartering från myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som visar risk för fastigheten.

På tomten ligger två viktiga fastigheter; S:t Nikolai kyrka och kontorsbyggnader tillhörande Trelleborgs församling. Lågpunktskarteringen visar att S:t Nikolai kyrka inte påverkas vid kraftiga regn. Alla rinnvägar rinner bort från området och det finns inga lågpunkter i närheten av fastigheten. Byggnaderna som tillhör Trelleborgs församling står i närheten av en stor rinnväg som samlar vatten från ett stort område norr om fastigheten. Runt byggnaderna finns stora lågpunkter som har maximalt djup på ungefär 0,5 meter intill fastigheterna. Byggnaden kan vara signifikant påverkade vid kraftiga regnhändelser.

² SMHI använder referensperioden 1971 – 2000 för att definiera dagens klimat. Nya observationer jämförs med medelvärdet för 1971 – 2000 för att säga hur de avviker från det normala. Om t.ex. sommaren är varmare än normalt så betyder det att den är varmare än medelvärdet för somrarna 1971 – 2000.



Figur 3. Översikt lågpunkter och rinnvägar S:t Nikolai kyrka och kontor tillhörande Trelleborgs församling.

3.3 Norra kyrkogården och kapellet

Adress: Fredsgatan 24 och Rännevägen 6, 231 51 Trelleborg

Objekt av intresse (SWEREF99 TM (nord, öst)): 6138102, 382224 och 6138098, 382325

I Tabell 1 ges en översikt av resultatet för screenade klimatindikatorer och övriga parametrar. Tidsperspektivet som indikatorerna avser är år 2050 (vilket infaller under beräkningsperioden 2041 – 2070) jämfört med referensperioden 1971 – 2000. Resultat för fler tidperioder samt lågutsläppsscenarioet RCP2,6 finns i bilaga 2.

Tabell 3. Översikt av resultat.

	Årsmedeltemperatur	Nollgenomgångar	Värmebölja	Markfuktighet (torka)	Vegetationsperiodens längd	Graddagar för uppvärmning	Graddagar för kylning	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd
RCP4,5	1	1	1	1	3	-1	1	-1	1
RCP8,5	2	-1	1	3	3	-2	1	-1	1

	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Extrema havsvattenstånd	Lågpunkter och rinnvägar	Översvämningskartering (MSB)	Ras och skred	Erosion
RCP4,5	1	1	1	1	2	1	1	1
RCP8,5	1	1	1	1	2	1	1	1

Förändringen för de flesta indikatorer hamnar i grupp 1, vilket innebär att förändringen i indikatorn ryms inom vad som kan kallas dagens klimat. Detta innebär att risken för påverkan på objektet är i samma storleksordning som för referensperioden (1971 – 2000)³.

För indikatorerna årsmedeltemperatur och graddagar för uppvärmning hamnar förändringen i grupp 2 för något av scenarierna. Förändringen i dessa fall är därmed större än vad som ryms inom dagens

³ SMHI använder referensperioden 1971 – 2000 för att definiera dagens klimat. Nya observationer jämförs med medelvärdet för 1971 – 2000 för att säga hur de avviker från det normala. Om t.ex. sommaren är varmare än normalt så betyder det att den är varmare än medelvärdet för somrarna 1971 – 2000.

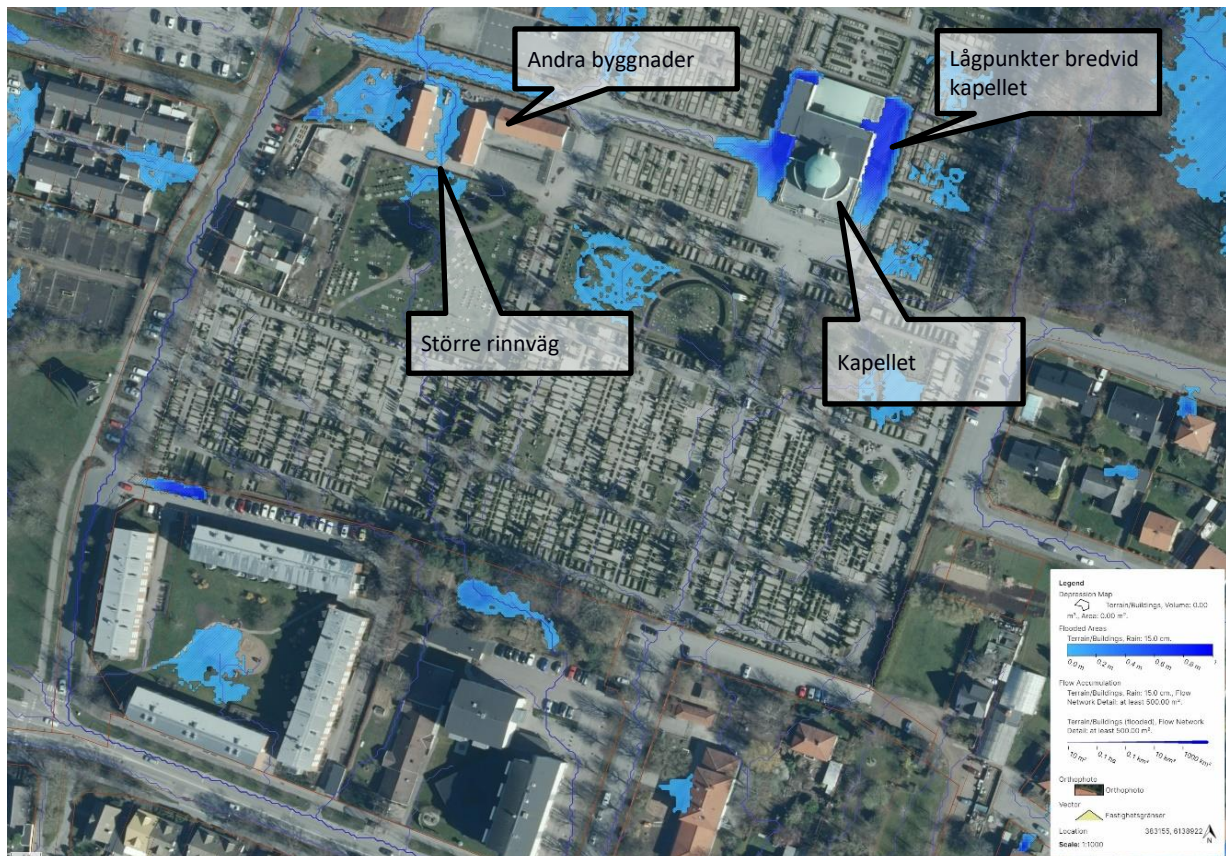
klimat vilket kan medföra en ökning av de risker som indikatorerna är förknippade med. Minustecken framför resultatet för graddagar för uppvärmning innebär dock ett minskat behov av uppvärmning, vilket kan ses som positivt ur energisynpunkt.

Indikatorn vegetationsperiodens längd hamnar i grupp 3 för båda scenarier, vilket betyder att förändringen i indikatorn är mycket hög och långt utanför vad som ryms inom dagens klimat. Även indikatorn markfuktighet (torka) hamnar i grupp tre för scenario RCP8,5.

Fastigheten bedöms inte vara utsatt för risk för påverkan av erosion och marken har inte förutsättningar för ras och skred enligt karteringar från SGU. Jordarten utgörs av fyllningsmaterial.

Fastigheten kan inte påverkas vid extrema havsvattenstånd. Det finns ingen översvämningsskartering från myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) som visar risk för fastigheten.

Inom fastigheten finns två signifikanta lågpunkter och flera andra inte så djupa lågpunkter som blir översvämmade vid kraftigt regn. Det finns två lågpunkter på östra respektive västra sidan av kapellet. Det maximala djupet av lågpunkterna är 1,7 meter vilket kan ha stor påverkan på eventuella källare i kapellet. Lågpunkter finns även runt omkring en grupp mindre fastigheter i östra delen av området. Maximalt djup på dessa lågpunkter är ungefär 10 cm, vilket inte ska påverka byggnaderna i någon större utsträckning. Mellan de här byggnaderna finns en stor rinnväg som samlar vatten norrifrån. Stora rinnvägar kan ha betydande påverkan på byggnaderna vid kraftigt regn.



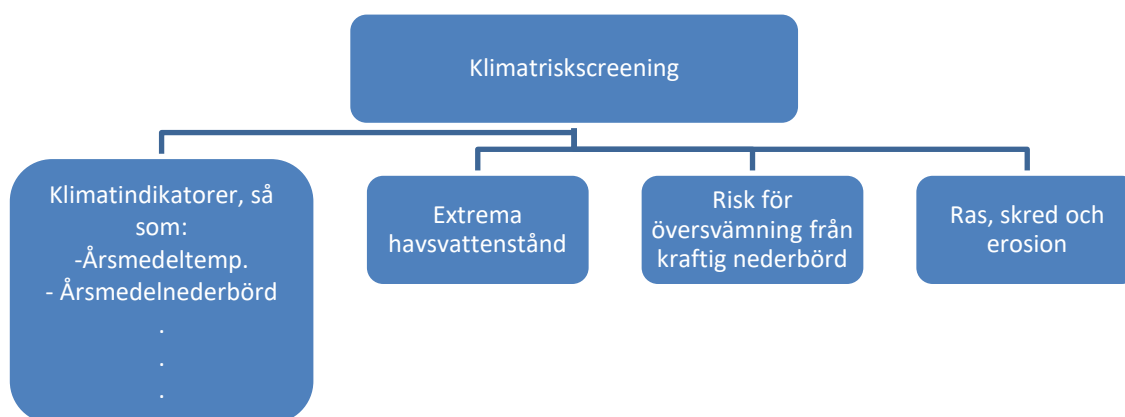
Figur 4. Översikt lågpunkter och rinnvägar på Trelleborgs norra kyrkogård och kapellet (del 1).



Figur 3. Översikt lågpunkter och rinnvägar på Trelleborgs norra kyrkogården och kapellet lokal (del 2).

4 Screeningens olika delar

I arbetet med screening av klimatrisker har ett antal klimatindikatorer analyserats (så som exempelvis temperatur och nederbörd, se avsnitt 4.1), samt påverkan av extrema havsvattenstånd, översvämning från kraftig nederbörd samt påverkan av ras, skred och erosion. En översikt av screeningens olika delar kan ses i Figur 5, innehållet beskrivs närmare i nedanstående avsnitt samt i fördjupningskapitlet.



Figur 5. Översikt screeningens olika delar.

4.1 Klimatindikatorer - belyser risken för skador på fastighet

Ett användbart sätt att koppla klimatförändringar till en särskild verksamhet i samhället är att titta på klimatindikatorer. Klimatindikatorer används för att på ett enkelt sätt göra komplexa samband tydliga och för att identifiera klimatrelaterade risker. I detta uppdrag har de klimatindikatorer som bedömts ha relevans för fastigheter valts ut och analyserats.

Olika aspekter av klimatstatistik presenteras vanligtvis i 30-årsperioder. Resultaten i rapporten utgår från ett förmodat klimat år 2050, vilket infaller under beräkningsperioden 2041 – 2070, och jämförs med referensperioden 1971 – 2000 (resultat för beräkningsperioderna 2011 – 2040 samt 2071 – 2100 finns som bilaga).

De klimatindikatorer som valts ut i projektet är följande:

- Årsmedeltemperatur
- Nollgenomgångar
- Värmebölja
- Markfuktighet
- Vegetationsperiodens längd
- Graddagar för uppvärmning
- Graddagar för kylning
- Köldknäpp
- Årsmedelnederbörd
- Maximal dygnsnederbörd
- Maximal 5-dygnsnederbörd
- Brandrisk

En närmare beskrivning av indikatorerna och dess relevans för fastigheter kan ses i den fördjupade delen, avsnitt 6.1.

4.2 Extrema havsvattenstånd

Stigande havsnivåer kan kopplas till de växthusgaser som släpps ut av människan och till temperaturökningen som dessa orsakar. Hur mycket havet kommer att stiga beror på hur mycket som släpps ut. En global höjning av medelvattenståndet påverkar medelvattenståndet i Östersjön och Västerhavet. Den pågående landhöjningen sedan den senaste istiden i Sverige minskar dock effekten av havsnivåhöjningen. Landhöjningen varierar över Sverige och är som högst i norr och som lägst i söder. Därför blir effekten av den globala havsnivåhöjningen störst i södra Sverige.

För att bedöma påverkan av extrema havsvattenstånd jämförs höjden vid fastigheten med höjden på karteringar av framtida extremvattenstånd. Tidsperspektivet är år 2050 och klimatscenarioet är högutsläppsscenarioet SSP5-8,5⁴.

Extremvattenstånd är en tillfällig och kortvarig högvattenhändelse, vanligen relaterad till lågtryckspassager, och blir högre i samband med att medelvattenståndet ökar. Läs mer om medel- och extremvattenstånd i fördjupningsdelen, avsnitt 6.5.

4.3 Risk för översvämning från nederbörd

Stora regnmängder på kort tid kan leda till översvämningar om det kommer så mycket regn att det inte hinner rinna undan. De kan också innebära ett överbelastat dagvatten- och avloppssystem, vilket kan leda till att avloppsvatten tränger upp i fastigheter, liksom att garage och källare vattenfylls. Mindre intensivt regn som pågår under en längre tid kan också leda till översvämningar, då vattennivåerna i vattendrag och sjöar ökar temporärt. De mest extrema flödena i vattendrag förekommer ofta i samband med snösmältning. I ett framtida klimat förväntas skador från översvämningar att öka till följd av att det blir vanligare med kraftiga regn.

I screeningen redovisas resultatet av två typer av analyser för att belysa risk för översvämning; översvämning från skyfall samt översvämning från vattendrag. För analys av översvämning från skyfall görs en översiktlig kartering av lågpunkter och rinnvägar⁵ och för analys av översvämning från vattendrag används översvämningsskarteringar från MSB. Även klimatindikatorerna maximal dygnsnederbörd och maximal 5-dygnsdygnsnederbörd kan användas för att indikera ökad risk för översvämning.

4.4 Ras, skred och erosion

Ett förändrat klimat med tidvis ökade flöden, mer intensiva skyfall och förändrade markvattenförhållanden kan leda till att sannolikheten för ras, skred och erosion ökar inom delar av landet. Myndigheterna Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) och Statens Geotekniska Institut (SGI) har tagit fram olika typer av underlag som visar på förutsättningar för påverkan av ras, skred och erosion, utifrån bland annat jordart och markens lutning. I projektet har det underlag som

⁴ I IPCC:s rapport från 2021 (IPCC, 2021) används en ny typ av scenarier som benämns SSP-scenarier. Det står för Shared Socioeconomic Pathways och visar på fyra olika framtidsvägar för samhället att utvecklas i baserat på fossilberoende, energianvändning, befolkningsutveckling och jämlikhet. Scenarierna kombineras med ett RCP-scenario för att beskriva de framtida utsläppsnivåerna. Här används scenarioet SSP5-8.5 för att studera framtida havsnivå. Det innebär att samhällsutvecklingen från SPP5 kombineras med utsläppen från RCP8,5. Förenklat kan sägas SSP5-8.5 är ett högutsläppsscenario.

⁵ En lågpunkt avser ett låglänt och instängt område som kan bli vattenfyllt vid ett kraftigt regn. Rinnvägar visar vilka vägar som regnvattnet tar i terrängen vid kraftigt regn.

bedömts vara mest relevant för en klimatriskscreening valts ut. Underlaget tar dock inte hänsyn till pågående klimatförändringar utan beskriver den befintliga situationen.

5 Förslag på generella åtgärder och ytterligare analys

Klimatanpassningsåtgärder kan vara av olika karaktär – rikta sig till olika målgrupper, ha olika tidsperspektiv gällande genomförande, samt ge indirekta och direkta effekter i riskhantering. Åtgärdsförslagen innehåller därför fyra olika kategorier: analyserande, organisatoriska/styrande, informativa samt tekniska/ekosystembaserade. De analyserande åtgärderna är inriktade på insamlande och framtagande av mer information, styrande eller organisatoriska åtgärder på att ta fram nya bestämmelser, informativa åtgärder på att öka medvetenhet, samt tekniska eller ekosystembaserade på att hitta praktiska och fysiska lösningar. I Tabell 4 sammanfattas åtgärder som föreslås med avseende på identifierade risker. Åtgärderna är inte presenterade i någon särskild ordning utan ska ses som generella förslag.

Förslagen tar inte hänsyn till byggnadens faktiska konstruktion eller hur drift och underhåll ser ut för markobjekten. Åtgärder bör tas fram i samråd med antikvarisk kompetens.

SMHI kan vid förfrågan bistå med fördjupade utredningar avseende risk för översvämning. För fördjupade utredningar kopplade till ras, skred och erosion hänvisas i första hand till kommunens tekniska kontor.

Tabell 4. Översikt av identifierade risker samt möjliga åtgärder.

Identifierad risk	Möjliga åtgärder	Typ av åtgärd
Översvämning från skyfall och vattendrag	Platsbesök för att verifiera rinnvägar och lågpunkter som riskerar att orsaka översvämning vid ett skyfall.	Analyserande
	Inspektion av byggnad när det regnar och undersökning av vilka vägar vattnet tar.	Analyserande
	Undersöka sårbarhet för översvämning – förekomst av källarvåning, lågt belägna fönster och andra öppningar i byggnaden, översyn av känsliga inventariers placering etc. Detta för att förstå om den möjliga risken utgör en faktisk risk.	Analyserande
	Anpassning av underhållsplan, införa systematisk övervakning för att upptäcka och analysera effekter vid ökad fuktbelastning. Utse även ansvarig för detta.	Analyserande/ organisatorisk/ teknisk
	Översyn av husdränering och lutning av marken närmast byggnadsgrunden. Marken närmast byggnaden behöver luta från byggnad med minst 5 ‰ de närmaste 3 metrarna från byggnadskropp.	Analyserande/ teknisk
	Översyn av beredskapsrutiner. Ha beredskap för när något händer.	Organisatorisk
	Se till att organisationen känner till framtagna beredskapsrutiner.	Informativ
	Undersökning av vilka tekniska och/eller ekosystembaserade åtgärder som skulle vara möjliga på platsen. I fallet där mycket vatten från omkringliggande områden rinner mot markobjektet kan avskärande diken som leder förbi vattnet istället för mot byggnadskroppen vara aktuella.	Analyserande

Identifierad risk	Möjliga åtgärder	Typ av åtgärd
	Samverkan med kommun angående lämpliga åtgärder.	Analyserande
Årsmedel-temperatur	Analys av byggnadskonstruktion och vilka materialtyper som kan vara extra känsliga för skador eller förändringar av en viss typ.	Analyserande
	Inventering av inventarier som kan vara känsliga för temperaturförändringar.	Analyserande
	Översyn av styrning av inomhusklimatet alternativt införande av styrsystem. Ett styrsystem med loggande sensorer för temperatur och relativ luftfuktighet är användbart för att kontrollera och följa upp klimatet inomhus.	Analyserande /teknisk
	Se till att förebyggande fastighetsunderhåll genomförs och se över åtgärder för att förbättra skalskydd. Detta innebär ett tätare underhållsintervall.	Analyserande/teknisk
	Se över den egna verksamhetens klimatpåverkan. Det vill säga, se över hur mycket klimatutsläpp som kommer från exempelvis uppvärmning, transporter, drivmedel, resor, material etc. och gör en plan för hur påverkan kan minskas.	Analyserande/organisatorisk
Noll-genomgångar	Åtgärder kan handla om att förebygga fuktinträngning (se identifierad risk luftfuktighet) och bättre avledning av vatten (se identifierad risk årsmedelnederbörd). Ökade åtgärder mot halka till och från byggnader kan också behövas.	Analyserande/tekniska
Värmebölja	Undersöka behov av installation av ventilation- och kylsystem.	Analyserande
Markfuktighet	Bevakning av sprickor i fasad och husgrund. Eventuellt kan markstabiliserande åtgärder runt utsatt byggnad behöva utredas / vidtas	Analyserande/tekniska
	Klimatförändringarna innebär ökad risk för både blöt och torr mark, vilket påverkar gröna anläggningar. Beroende på säsong och år behöver beredskap finnas och anpassning göras för att sköta dessa ytor både torra och blöta år. Exempelvis kan behov av bevattning öka vissa år, samtidigt som åtgärder kan behöva göras för att leda bort vatten under blöta år.	Analyserande/tekniska/ekosystembaserade
	En låg markfuktighet minskar tillgången till vatten för skog och annan växtlighet. Detta kan innebära att skog och skötsel av andra gröna anläggningar så som exempelvis kyrkogårdar och trädgårdar kan komma att behöva anpassas.	Ekosystembaserad
Vegetationsperiodens längd	En längre växtsäsong ökar risken för igenväxning, vilket kan innebära ett förändrat behov av skötsel. Detta gäller både skog och gröna anläggningar	Ekosystembaserad

Identifierad risk	Möjliga åtgärder	Typ av åtgärd
	Skog: Anpassa förnygringsmetod i skog till marktyp och rådande/framtida klimat, nedskalning av drift, anpassning av trädslag, översyn av dränering, förebyggande av körskador.	Ekosystembaserad
Graddagar för uppvärmning	Antalet graddagar för uppvärmning beräknas minska och därmed behovet av uppvärmning. Som en åtgärd för att minska klimatpåverkan föreslås ändå en översyn av energibesparingsåtgärder i form av exempelvis fönsterbyten och tilläggsisolering. Även installation av solpaneler kan vara aktuellt på en del byggnader. Råd för smart och skonsam energieffektivisering kan lämnas av länsstyrelsen och läns museer.	Tekniska
Graddagar för kylning	Antalet graddagar för kylning beräknas öka och därmed kan behovet av kylning uppkomma eller öka i en del byggnader, beroende på byggnadstyp. Eventuellt kan installation av ventilation- och kylsystem komma att bli aktuellt.	Tekniska
Köldknäpp	Då risken för köldknäppar väntas minska, samt att förebyggande åtgärder är svåra att vidta, föreslås inga åtgärder för denna indikator.	
Årsmedel-nederbörd	Åtgärder för att skydda fasad av sten och puts kan exempelvis vara impregnering, d.v.s. behandla väggytan med ett vattenskyddande men osynligt skikt, eller byte till nya (men oftast otraditionella) material.	Tekniska
	Tätare intervaller av fasad- och takunderhåll (t.ex. rengöring, ommålning, biologisk sanering av alger och lavar, rensning av hängrännor och stuprör).	Tekniska
	Identifiera vilka värden som är känsliga för fuktskador utanpå och inom fastigheten, exempelvis byggnadsdelar, målningar, tyger etc.	Analyserande
	Observera avrinning. Inspektera huset när det regnar och vilka vägar vattnet tar. Notera om det finns delar av byggnaden där vattnet stannar upp. Inspektera även svaga punkter, så som taknok, takstol, takets genomföringar där fukt kan komma in, fönsterkarmar, syllstockar och grund. Flagad färg, påväxt av alger eller utflygningshål för insekter kan indikera fuktproblem.	Analyserande
	Förändrade nederbördsmönster kan även påverka skog och gröna anläggningar. Anpassning av skogsbruk och skötsel av gröna anläggningar.	Ekosystembaserad
Luftfuktighet	Översyn av konstruktion och inventering av vilka materialtyper som kan vara extra känsliga för skador eller förändringar av en viss typ.	Analyserande

Identifierad risk	Möjliga åtgärder	Typ av åtgärd
	Anpassa underhållsplan med att ex. systematisk övervakning för att upptäcka och analysera effekter vid ökad fuktbelastning.	Analyserande
	Installation av fuktstyrningssystem för kontrollerad avfuktning. Styrning av luftfuktighet förebygger både skador på grund av för hög luftfuktighet, men även för låg fuktighet. En korrekt luftfuktighet skapar även bättre inomhusmiljö för människor som vistas i byggnaden.	Tekniska
Brandrisk	En ökad brandrisk kan medföra ett behov av att anpassa rutiner, exempelvis kontrollera brandvarnare, kontrollera till att skrymmande objekt inte står i vägen för utrymningsvägar, se till att brandsläckare fungerar etc.	Organisatorisk
	De flesta aktörer inom skogsbruket har väl inarbetade rutiner för hur skogsbruk bedrivs när det är förhöjd risk för skogsbrand. Det handlar om att exempelvis rutiner för att släcka brand, hur skogsmaskiner ska vara utrustade, observationer i fält mm.	Organisatorisk
	Förebyggande åtgärder kan handla om att anpassa trädtyp och sammansättning.	Ekosystembaserad
Extremvattenstånd i havet	Utreda vilka åtgärder som kan vara aktuella. Det finns olika strategier för att skydda sig mot en stigande havsnivå. SGI delar in åtgärder i tre kategorier som kallas resistans, resiliens och tillbakadragande. Resistans handlar om att öka ett områdes förmåga att motstå störning, genom exempelvis vallar eller andra barriärer. Resiliens är åtgärder som ökar ett områdes förmåga att klara konsekvenserna av en störning, exempelvis att värdefulla inventarier förvaras vid en viss nivå. Tillbakadragande handlar om att planera för nylokalisering av bebyggelse.	Analyserande
Ras, skred och erosion	I ett första skede föreslås att kontakt tas med kommunens tekniska kontor. Kommunen ska känna till var riskerna för ras och skred är så pass stora att förebyggande åtgärder måste sättas in. Efter en dialog med kommunen kanske det kan bli aktuellt att göra en fördjupad utredning med hjälp av exempelvis ett konsultbolag.	Analyserande
	Fördjupad geoteknisk undersökning där jordartens egenskaper undersöks och som kan bekräfta eller avfärda risk för ras, skred och erosion.	Analyserande
	Undersöka hur situationen ser ut med avseende på exempelvis översvämningar av platsen, regleringar, isproppar och sedimenttransport som indirekt påverkar erosion.	Analyserande

Identifierad risk	Möjliga åtgärder	Typ av åtgärd
	Åtgärder kan exempelvis handla om grundförstärkning (genom injektering av geopolymer under husgrunden), uppförande av tryckbankar (fyllning avsedd att med sin mothållande tyngd ge ökad stabilitet i jord och motverka skred) och avschaktning av slänter.	Tekniska

6 Fördjupning

6.1 Klimatrisker och möjligheter

De risker och möjligheter för fastigheter som är kopplade till förändring i klimatindikatorer, extrema havsvattenstånd, översvämning, ras, skred erosion redovisas i nedanstående avsnitt. I Tabell 5 ses en översikt av screenade klimatindikatorer och övriga parametrar.

De fysiska riskerna kan delas in i systematiska (t.ex. ökande medeltemperatur), eller akuta (t.ex. värmebölja), enligt den terminologi som används i EUs taxonomi⁶ och klimatrapporteringsystem så som TCFD⁷. Akuta risker kan få ekonomiska konsekvenser i form av exempelvis direkt skada på tillgångar eller indirekta så som exempelvis begränsad framkomlighet. Systematiska risker är risker som kan vara aktuella under ett längre tidsförlopp. I Tabell 5 anges även definition och enhet för screenade klimatindikatorer.

Tabell 5. Översikt av screenade klimatindikatorer och övriga analyserade parametrar.

Klimatindikator	Definition	Enhet	Akut eller systematisk risk
Årsmedeltemperatur	Årsmedeltemperatur är ett temperaturmått som avser medelvärdet av årets dygnsmedeltemperaturer.	Grader Celsius (°C)	Systematisk
Nollgenomgångar	Med antal nollgenomgångar avses antalet dygn per år då temperaturen varit både under och ovanför 0 °C under samma dygn.	dygn	Systematisk
Värmebölja	Längsta sammanhängande period med medeltemperatur över 20°C.	dagar	Akut
Markfuktighet	I det här projektet används indikatorn markfuktighet som ett mått på risken för torka. Parametern markfuktighet visar vatteninnehållet i rotzonen som andel av fältkapaciteten (parameterns benämning i den hydrologiska modellen HYPE är soil moisture).	Dimensionslös	Systematisk

⁶ EU-taxonomin, även kallad EU:s gröna taxonomi, är en viktig del av EU-kommissionens handlingsplan EU Green Deal. Det är ett ramverk för hållbara finanser tänkt att fungera som ett gemensamt språk och en måttstock för att klassificera vilka ekonomiska aktiviteter som är miljömässigt hållbara. Denna rapport kan användas som underlag till rapportering enligt taxonomin.

⁷ TCFD står för "Task Force on Climate-Related Financial Disclosures. Det är ett ramverk för att kunna identifiera och rapportera en verksamhetsutövers klimatrelaterade finansiella risker och möjligheter. Det är FSB (Financial Stability Board) som står bakom det frivilliga initiativet. Denna rapport kan användas som underlag till rapportering enligt TCFD.

Klimatindikator	Definition	Enhet	Akut eller systematisk risk
Vegetationsperiodens längd	Längden på vegetationsperioden är definierad som skillnaden mellan en sluttid och en starttid. Starttid är sista dagen på året i en sammanhängande sexdagarsperiod då dygnsmedeltemperaturen överstiger 5 °C. Sluttid är första dagen på en sammanhängande sexdagarsperiod då temperaturen understiger 5 °C efter den 1 juli.	dygn	Systematisk
Graddagar för uppvärmning	Graddagar för uppvärmning är skillnaden mellan dygnsmedeltemperaturen och tröskelvärdet 17 °C, summerat på ett år eller en säsong. En dygnsmedeltemperatur på 12 °C bidrar exempelvis med 5 grader till årssumman. Dygnsmedeltemperaturer över 17 °C ger inget bidrag.	Antal dagar	Systematisk
Graddagar för kylning	Kylgraddagar är summan av hela årets dygnsmedeltemperaturer över 20 °C. En dygnsmedeltemperatur på 22 °C bidrar exempelvis med 2 grader till årssumman.	Antal dagar	Systematisk
Köldknäpp	Antalet dagar per år där dygnsmaxtemperaturen understiger 0°C.	Antal dagar	Akut
Årsmedelnederbörd	Summan av varje dygns nederbörd per år.	mm	Systematisk
Maximal dygnsnederbörd	Den högsta dygnsnederbörden (som regn eller snö) som faller under ett år.	mm	Systematisk
Maximal 5-dygnsnederbörd	Den högsta mängd nederbörd (som regn eller snö) som faller under en femdagarsperiod under ett år.	mm	Akut
Luftfuktighet	Förändring i varaktighet av hög luftfuktighet.	g vatten /m ³	Systematisk
Brandrisk	Brandriskindex beräknas utifrån temperatur, relativ luftfuktighet, nederbörd och vindhastighet.	Brandriskindex	Akut
Extremvattenstånd i havet	Ett extremvattenstånd är en extrem höjning/sänkning av havsnivån jämfört med medelvattenståndet. Extremvattenstånd innebär en tillfällig och ofta kortvarig höjning/sänkning.	-	Akut

Klimatindikator	Definition	Enhet	Akut eller systematisk risk
Lågpunkter/ rinnvägar	En lågpunkt är ett instängt och/eller låglänt område som vid ett kraftigt regn kan bli vattenfyllt. Rinnvägar visar vilka vägar som regnvattnet tar i terrängen vid kraftigt regn.	-	Akut
Ras, skred och erosion	Ras, skred och erosion kan sägas vara en sammanhängande jordmassa som kommer i rörelse.	-	Akut

6.1.1 Årsmedeltemperatur

Klimatscenerierna visar en kraftig framtida medeltemperaturökning i Sverige, mellan 3 – 5 °C till år 2100. Den största temperaturökningen väntas ske under månaderna december – februari. Temperaturhöjning i sig har en relativt liten direkt påverkan på byggnader. Däremot samverkar parametern med flera andra parametrar som skapar förändrade förutsättningar för byggnader och kan leda till negativ påverkan.

En höjning av medeltemperaturen kan påverka behovet av uppvärmning/kylning i byggnader, samt utmana de operativa system som styr och optimerar förbrukningen av el, vatten och ventilation.

Högre temperaturer kan leda till att fukt uppstår på kallare ytor, till exempel vid husgrunder och uppe på vindar, vilket kan leda till fuktskador på byggnad och inventarier. En effekt av mildare vintrar är problem kopplade till blöt snö.

Risken för mikrobiell påväxt på fasader ökar med stigande temperaturer samt risken för angrepp av skadedjur. Stigande temperaturer kan även leda till ökad risk för olika former av biologiska angrepp på skog.

Mildare vintrar kan minska behovet och kostnaden av värme samt minska kostnader för frysskador på vintern.

6.1.2 Nollgenomgångar

Begreppet nollgenomgångar är ett mått på antalet dygn med temperaturväxling mellan plus- och minusgrader. Sett över hela året beräknas antalet nollgenomgångar att minska över hela landet till följd av klimatförändringarna, med en större skillnad i norra delen av landet. På vintern beräknas dock antalet nollgenomgångar att öka i norra Sverige, vilket kan leda till problem för byggnader. Sker nollgenomgångar när en putsfasad är mättad med fukt kan risk för frostsprängning uppstå. Frostsprängning kan även skada murade konstruktioner, t.ex. husgrunder och tegelpannor.

När temperaturen växlar mellan minusgrader och plusgrader får det även konsekvenser för bland annat vinterväghållning och för jord- och skogsbruk. En minskad tid med tjäle i marken ökar risken för skogsskador vid storm.

6.1.3 Värmebölja

Stigande årsmedeltemperaturer kommer att öka varaktigheten, intensiteten och frekvensen av värmeböljor på sommaren. Längre och mer frekventa värmeböljor kan innebära en negativ påverkan på människors hälsa och innebära ökande kostnader för kylning i byggnader.

6.1.4 Markfuktighet (torka)

Torka är en relativ term, men används ofta för att beskriva brist på vatten för mänskliga aktiviteter. Inom ramen för denna screening har indikatorn markfuktighet bedömts bäst lämpad för att beskriva påverkan av torka. Sambandet mellan torka (här beskrivet som markfuktighet) och grundvattennivåer är dock komplext och beror även på flera faktorer så som jordart och andra platsspecifika faktorer.

Generellt kan sägas att markfuktigheten i medeltal kommer att minska, trots en ökad nederbörd. Detta på grund av att högre temperaturer leder till högre avdunstning, samt att en del av nederbörden kommer i stor mängd under kortare period, och därmed rinner undan i vattendrag snabbare än det tas upp av marken.

Långvariga perioder med låg markfuktighet kan påverka marken på fastigheten, leda till sänkning av grundvattennivå, sättningar och sprickor i fasad, förruttelse av träpålar som kommer i kontakt med syre samt påverka fastighetens tillgång till vatten.

En minskad markfuktighet minskar tillgången till vatten för skog och annan växtlighet. Detta kan innebära att skog och skötsel av andra gröna anläggningar så som exempelvis kyrkogårdar och trädgårdar kan komma att behöva anpassas.

6.1.5 Vegetationsperiodens längd

Vegetationsperiodens förlängs, och kommer sannolikt att bli över 1 – 3 månader längre beroende på region. Vegetationsperiodens längd är av betydelse för att beskriva påverkan på gröna anläggningar (som t.ex. kyrkogårdar) samt skogsbruk. En förändring i indikatorn bedöms inte medföra någon direkt påverkan på byggnader.

Gällande skog kan en längre växtsäsong leda till att träd stressas och en anpassning behöver ske av skogsbruket. För en del trädsorter kan en längre växtsäsong leda till högre tillväxt.

En längre växtsäsong ökar risken för igenväxning, både i skog och vid gröna anläggningar. Detta kan komma att kräva ett tätare underhåll av skog och skötsel av gröna anläggningar så som kyrkogårdar och trädgårdar. En längre växtsäsong kan öka risken för sjukdomar och skadeinsekter, både för skog och gröna anläggningar.

6.1.6 Graddagar för uppvärmning

Graddagar för uppvärmning är ett energimått och används för att uppskatta behovet av uppvärmning i byggnader. En höjning av årsmedeltemperaturen innebär ett minskat antal graddagar för uppvärmning (och därmed behov av uppvärmning).

6.1.7 Graddagar för kylning

Kylgraddagar kan användas för att uppskatta behovet av kylning i byggnader. En höjning av årsmedeltemperaturen kommer att leda till en ökning i antalet graddagar för kylning (d.v.s. ökat behov av kylning, beroende på typ av byggnad).

6.1.8 Köldknäpp

En köldknäpp är en period med hastigt påkommande period av stark kyla. En stigande årsmedeltemperatur leder till en minskad frekvens av köldknäppar.

En köldknäpp kan medföra risk för frostsador på rör samt att elektriska installationer så som värmepumpar slutar att fungera. Frostsador på kommunala vattenledningar i anslutning till fastigheter kan leda till vattensador.

6.1.9 Årsmedelnederbörd

De pågående klimatförändringarna leder till förändrade nederbördsmönster. Generellt sett ökar medelnederbörden i Sverige sett över ett år. Variationen mellan år, säsong och olika delar av landet är dock stor.

En ökad nederbörd ökar risken för vattenrelaterade skador på byggnader i allmänhet. Fuktiga ytor ökar risken för mögel- och svamptillväxt, vilket uppstår när varm och fuktig luft utifrån möter ett svalare inomhusklimat. Dessutom kan livslängden för ett material förkortas när det utsätts för fukt. Det är viktigt att notera att dessa effekter också beror på andra faktorer än kraftig nederbörd, såsom relativ luftfuktighet, nederbördens varaktighet och antalet våta dagar i rad.

Ökad nederbörd och blötare mark, framförallt vintertid, väntas leda till större risk för körskadorna i skogsmark. Mycket nederbörd kan även dränka unga plantor och medföra ett behov av upprepade omplanteringar och dräneringsåtgärder. Vattnet kan också orsaka erosion och jordflytning i sluttningar i skogen.

6.1.10 Maximal dygnsnederbörd

Kraftig nederbörd väntas bli ännu kraftigare och mer frekvent i ett framtida klimat. En ökad maximal dygnsnederbörd innebär att risken för vattenskadorna ökar, exempelvis genom ökad risk för översvämning av dagvattensystem, översvämning vid fastighet och översvämning i garage och källare. Kraftiga regn kan även orsaka direkt vatteninträngning mot fasad, orsaka skador på byggnadsmaterial och skada elektriska installationer. Riskerna ökar om kraftigt regn sker i samband med stark vind.

6.1.11 Maximal 5-dygnsnederbörd

Kraftig nederbörd väntas bli ännu kraftigare och mer frekvent i ett framtida klimat. Maximal 5-dygnsnederbörd är den högsta mängd nederbörd (som regn eller snö) som faller under en femdagarsperiod under ett år. Indikatoren är främst av betydelse för att indikera risk för översvämning vid vattendrag, sjöar och närliggande lågtliggande ytor. En ökad maximal 5-dygnsnederbörd kan öka risken för översvämning vid dessa platser, vilket kan påverka värden inom närliggande fastigheter.

6.1.12 Luftfuktighet

Hög kontinuerlig fuktbelastning är redan idag ett påtagligt problem för många äldre byggnader. Även moderna byggnadsverk, med exempelvis armering ingjuten i betong, kan få ökad skaderisk när armeringen börjar korrodera.

Generellt kan sägas att luftfuktigheten ökar med högre temperaturer i kombination med mer nederbörd och avdunstning, vilket kan ge negativa effekter för byggnader och inventarier. Fuktbelastningen kommer att öka främst under vinterhalvåret. Vintertid med minusgrader är normalt en period med låg luftfuktighet och en period av uttorkning. I framtiden när vintern blir varmare och mer nederbörd kommer i form av regn istället för snö kommer den kalla delen av året sakna denna effekt. Förändringen är störst i den norra delen av landet och lägst i den södra, där antalet dagar med hög luftfuktighet snarare väntas vara oförändrad eller minska med några dagar.

Förändring i varaktighet av hög luftfuktighet riskerar att påverka inventarier och byggnadsmaterial negativt. En av kyrkans viktigaste inventarier, orgeln, är beroende av en luftfuktighet inom ett visst intervall och kan få funktionsproblem om luftfuktigheten inte hålls mellan 45 och 70 %. Det kan även bli ett problem i en piporgel. Här kan för låg eller hög luftfuktighet påverka orgelns funktion. Om luften i orgeln blir torr suger den fukt från det omgivande träet, vilket medför att träet ändrar dimensioner. Det leder till att slingorna kan skadas och fastna, vilket medför att det inte kommer

några toner från instrumentet. Om ventilerna ändrar form resulterar det i en oriktig klang, och orgeln låter falskt och ostämd.

En förändring av luftfuktigheten i träverk, färg, lack och tyger kan få förödande konsekvenser. Dessa material är fuktkänsliga och när materialet tar upp eller avger luftfuktighet ändras volymen. Det kan exempelvis göra att färgen krackelerar och träet slår sig (böjs till oönskade former).

Ökad luftfuktighet kan även öka risken för biologisk påväxt på fasad och risk för fuktpåverkan på fasad, fönster, dörrar, tak och grund.

6.1.13 Brandrisk

En förändring i brandriskindex innebär framförallt risk för påverkan av skogsfastigheter, där skogen riskerar att brinna upp. Även närliggande fastigheter och värden inom dessa kan komma att påverkas vid en skogsbrand.

Bränder i kyrkor kan förstöra stora kulturella och ekonomiska värden. Särskilt känsliga är kyrkor i trä. Den vanligaste orsaken till brand i kyrkobyggnader beror dock inte på bränder inom eller intill fastigheten, utan är oftast anlagda eller beror på tekniska fel.

6.1.14 Extrema havsvattenstånd i havet

Extrema havsvattenstånd är en tillfällig och kortvarig högvattenhändelse vanligen relaterad till lågtryckspassager. Fastigheter som ligger i områden som riskerar att påverkas av extrema havsvattenstånd kommer att behöva investera i någon form av översvämningsskydd för att undvika översvämning, alternativt omlokalisera.

En stigande havsnivå kan på sikt leda till ökad saltvatteninträngning i den kustnära zonen, vilket kan leda till korrosion på metallkonstruktioner i marken.

6.1.15 Översvämning till följd av skyfall

Om objekt av intresse inom fastigheten berörs av en lågpunkt och/eller rinnvägar kan det finnas risk för negativ påverkan vid kraftigt regn. Byggnader är känsliga för längre fuktbelastning och blir en byggnad stående under vatten kan det orsaka skador. Återkommande fukt/vatten i grunder och källare skapar en större omfattning på skador.

Känsligheten beror bland annat på vilket material byggnaden är uppförd i och hur länge översvämningen varar.

6.1.16 Höga flöden i vattendrag och sjöar

Översvämningar längs vattendrag är ett återkommande problem för många lågt liggande områden redan idag. Med högre flöden i framtida klimat påverkas vattennivåer i sjöar och vattendrag. Generellt kan sägas att höga flöden kommer att minska i den norra delen av Sverige, framförallt i den nordöstra, på grund av minskad period med snö och efterföljande snösmältning. I södra delen av Sverige väntas storleken på de höga flödena att öka.

Karteringar från MSB visar vilka områden som blir påverkade av ett flöde med 100/200 års återkomsttid samt BHF⁸. Om fastigheter berörs av en sådan kartering innebär det en översvämningsskydd för värden inom dessa fastigheter.

⁸BHF, Beräknat högsta flöde är ett begrepp som används i MSBs nationella översvämningsskyddskarteringar av sjöar och vattendrag. Det motsvarar en situation där alla naturliga faktorer som bidrar till ett högt flöde samverkar, till exempel snösmältning, nederbörd, vattenmättad mark med mera.

6.1.17 Ras, skred och erosion

Risk för ras, skred och erosion är sammankopplade med förhöjda vattennivåer och förändrade nederbördsmönster. I takt med att vintrarna blir mildare väntas mer nederbörd av regn istället för snö. Regn på redan vattenmättad mark och temporärt ökade grundvattennivåer kan förändra markens hållfasthet. Risken för ras, skred och erosion *kan* öka med ett förändrat klimat. Att utreda riskerna i ett framtida klimat är dock mycket komplext, därför beskriver de underlag som finns med avseende på dessa parametrar endast ett nuläge. De områden som har problem redan idag kan få värre problematik i ett framtida klimat, samtidigt som nya områden med risk kan tillkomma.

Risken för ras, skred och erosion är generellt högre vid kust, dalgångar och vattendrag än för områden inåt land. Betydande faktorer som påverkar risk för erosion är jordartssammansättning, strandprofil och vågförhållanden. Faktorer som påverkar ras och skred är framförallt jordartssammansättning och marklutning.

Om en fastighet berörs av ett område som har förutsättningar för ras, skred eller erosion kan det finnas risk för negativ påverkan på värden inom fastigheten. Det krävs dock vidare undersökningar för att bekräfta eller avfärda risk för ras, skred och erosion för enskilda fastigheter på grund av att underlaget har en relativt låg detaljeringsgrad.

6.2 Klimatmodeller

För att få information om ett framtida klimat används klimatmodeller för de omfattande beräkningar som krävs. Dessa modeller är tredimensionella matematiska beskrivningar av processer inom atmosfären, landytan, hav, sjöar och is.

Globala klimatmodeller ger den storskaliga bilden av klimatet och hur det förändras. För att få mer information om hur klimatet ändras på en mindre skala, exempelvis i Sverige, krävs en högre detaljrikedom än vad som är möjlig med globala modeller. Regionala faktorer såsom brant terräng, varierande markförhållanden och vegetation samt olikheter i landskapet påverkar det regionala klimatet och sannolikheten för kortsiktiga extremer. Regionala klimatmodeller med högre upplösning använder resultat från de globala modellerna för att ge mer regionala detaljer om klimatförändringen.

Grunddata för klimatindikatorer har i detta projekt hämtas från CORDEX-projektet, som tillhandahåller resultat från olika regionala klimatmodeller.

CORDEX etablerades 2009 av WCRP (World Climate Research Programme) som ett initiativ för regional nedskalning av klimatmodeller för att skapa regionala klimatförändringsprojektioner för alla jordens terrestra områden. Huvudsyftet med CORDEX är att tillhandahålla ett koordinerat ramverk för modellutvärdering, ett ramverk för klimatprojektioner och ett användargränssnitt för klimatsimuleringar för studier av påverkan av klimatförändringar, klimatanpassning och åtgärder mot klimatförändringar.

EURO-CORDEX⁹ är den europeiska delen av CORDEX. EURO-CORDEX-projektet har tagit fram ensembler av klimatsimuleringar baserade på multipla nedskalningsmodeller, som i sin tur är drivna av multipla globala klimatmodeller från projektet CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5).

Resultaten levereras som griddade data baserade på CORDEX' simuleringar från regionala klimatmodeller (RCM) för EURO-CORDEX. Simuleringarna utförs med en rumslig upplösning på 0.11 grader, motsvarande ungefär 12.5 km, och benämns vanligen EURO-CORDEX 11¹⁰.

⁹ <https://www.euro-cordex.net/>

¹⁰ <https://cordex.org/data-access/regional-climate-change-simulations-for-cordex-domains/>

EURO-CORDEX-simuleringarna drivs av resultat från globala klimatsimuleringar från CMIP5 långtidskörningar till och med år 2100 för utsläppsscenerierna RCP (Representative Concentration Pathways).

Inom ramen för studien av de två aktuella fastigheterna görs analyser för de tre utsläppsscenerierna RCP2,6, RCP4.5 och RCP8.5. Dessa två scenarier motsvarar en stabilisering av strålningsbalansen till 2100 på nivån 2,6 W/m², 4.5 W/m² respektive 8.5 W/m². Enligt medelvärdena från modellensemblerna i CMIP5 kommer scenarierna RCP2,6, RCP4.5 och RCP8.5 att leda till temperaturökningar på mellan 0,3 – 1,7°C, 1.1°C - 2.6°C respektive 2.6°C - 4.8°C till år 2100 jämfört med den förindustriella perioden.

RCP-scenariot 2,6 kör med en betydligt mindre ensemble av klimatmodeller jämfört med RCP4,5 och RCP8,5. Detta innebär att osäkerheterna i resultat är större för RCP2,6 än för de andra scenerierna. Ibland kan det därför se ut som att förändringen i någon indikator på en viss plats, så som exempelvis årsmedeltemperatur, är högre för lågutsläppssceneriet RCP2,6 än högutsläppssceneriet RCP8,5.

6.3 RCP-scenarier

I denna studie används de tre RCP-scenerierna RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5 i analysen av klimatindikatorer. Scenerierna presenterades av FN:s klimatmapel IPCC i sin femte sammanställning om kunskapsläget gällande framtida klimat (AR5), där även scenariot RCP6,0 lades fram.

RCP2,6 är ett lågutsläppsscenario där utsläppen ligger ungefär i nivå med Parisavtalet. RCP4,5 baseras på antaganden om begränsade utsläpp och en kraftfull klimatpolitik resulterande i minskade utsläpp av växthusgaser efter år 2040. RCP8,5 baseras på antaganden om fortsatt accelererande utsläpp till slutet av seklet. De tre scenerierna uppvisar en stor spännvidd av framtida möjliga utvecklingsvägar och dess konsekvenser. En översikt av antaganden som ligger till grund för scenerierna kan ses i Tabell 6.

Tabell 6. Antaganden som ligger till grund för scenerierna RCP2,6, RCP4,5 och RCP8,5.

RCP2,6 – "låga utsläpp"	RCP4,5 – "begränsade utsläpp"	RCP8,5 – "ökande utsläpp"
<ul style="list-style-type: none"> - Utsläppen av koldioxid ligger kvar på dagens nivå fram till 2020 och kulminerar därefter. Utsläppen är negativa år 2100. - Jordens befolkning ökar till 9 miljarder - Minskad användning av olja. - Ingen väsentlig förändring i arealen betesmark. - Ökning av arealen jordbruksmark på grund av bio-energiproduktion. - Utsläppen av metan minskar med 40 procent. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utsläppen av koldioxid ökar något och kulminerar omkring år 2040 - Befolkningsmängd något under 9 miljarder i slutet av seklet - Lågt arealbehov för jordbruksproduktion, bland annat till följd av större skördar och förändrade konsumtionsmönster - Omfattande skogsplanteringsprogram - Låg energiintensitet - Kraftfull klimatpolitik 	<ul style="list-style-type: none"> - Koldioxidutsläppen är tre gånger dagens vid år 2100 och metanutsläppen ökar kraftigt - Jordens befolkning ökar till 12 miljarder vilket leder till ökade anspråk på betes- och odlingsmark för jordbruksproduktion - Teknikutvecklingen mot ökad energieffektivitet fortsätter, men långsamt - Stort beroende av fossila bränslen - Hög energiintensitet

		- Ingen tillkommande klimatpolitik
--	--	------------------------------------

6.4 Klimatindikatorer

I detta uppdrag har de klimatindikatorer som bedömts ha relevans för fastigheter valts ut och analyserats. Genom att studera förändring i utvalda klimatindikatorer belyser man risken för olika typer av påverkan på fastigheter, detta utifrån olika scenarier för framtida utveckling i utsläpp av växthusgaser.

Klimatdata från den senaste vetenskapliga sammanställningen från FNs klimatpanel IPCC (AR6) finns endast på global nivå och har för grov upplösning för att kunna ge tillförlitliga resultat för Sverige. Det finns regionalt nedskalade data från den föregående sammanställningen (AR5) för Europa som har bättre upplösning och som bättre fångar lokala förhållanden. Därför har data från AR5 använts i screeningen. Vid tidpunkten för denna rapport bedöms det ta ca 3 – 4 år innan data på regional nivå kan finnas tillgänglig från den senaste vetenskapliga sammanställningen från IPCC (AR6).

Generellt kan sägas att indikatorerna för vind ändras mycket lite, samt att risker för vindrelaterade skador på fastigheter generellt är störst närmast kusten. Vidare är indikatorer för vind förknippade med större osäkerheter än andra indikatorer. En bedömning har därför gjorts att indikatorer för vind inte behöver inkluderas i screeningen. Trots att vindförhållanden inte väntas ändras särskilt mycket kan stormskador komma att öka i framtiden på grund av bland annat minskad tjäle i marken och hur det moderna skogsbruket är utformat (stora ytor med monokultur).

I dagsläget finns ingen färdig indikator framtagen för luftfuktighet, varför en sådan inte inkluderats i screeningen. En lämplig definition för luftfuktighet i sammanhanget är antalet dagar då dygnets medeltemperatur överstiger 10 °C samtidigt som luftfuktigheten är större än 90 %. Det är sannolikt att en sådan indikator kommer att tas fram av SMHI i framtiden.

6.4.1 Indelning i tre grupper beroende på förändringens storlek

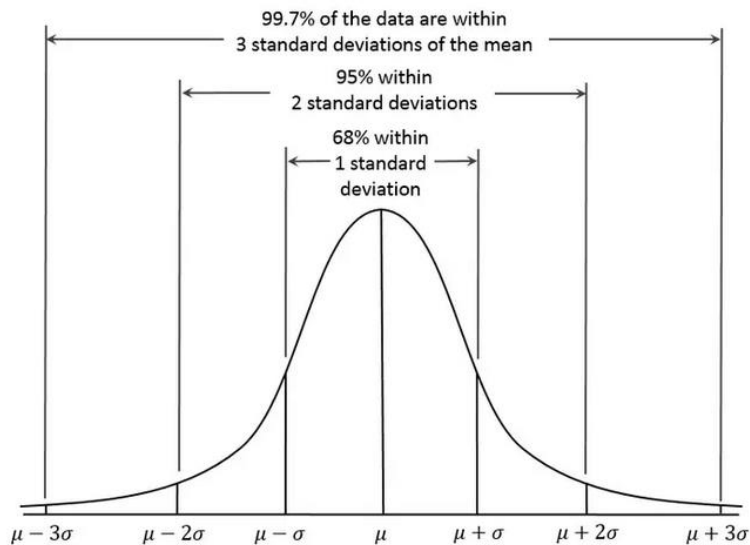
Klimatindikatorernas förändring beräknas genom en jämförelse av normalperioden 2041 – 2070 med referensperioden 1971 – 2000. Resultaten från analyserna av klimatindikatorer har delats in i tre grupper där gränserna beskriver storleken på förändringen. Denna indelning gäller för de indikatorer där en sådan indelning är möjlig. För de analyser som baseras på översvämningskarteringar, lågpunktskarteringar och havsvattenstånd tillämpas andra bedömningsgrunder.

För de meteorologiska indikatorerna används en metod baserad på standardavvikelse för att dela in storleken på förändring i tre grupper, baserade på antal standardavvikelse från dagens klimat. Detta är för att möjliggöra en bedömning av vad som kan anses vara en liten, medel eller stor förändring jämfört med dagens klimat och därmed ge en indikation på risk. Resultaten säger dock inget om frekvens eller varaktighet av olika händelser så som t.ex. värmebölja. Förändringar i frekvens och varaktighet kan medföra ytterligare risker för fastigheter.

6.4.2 Standardavvikelsemetoden

Resultatet visar storleken på förändring i indikator. Storleken på förändring delas in i tre olika grupper, 1–3, baserad på antal standardavvikelse från dagens klimat.

Gruppindelningen har gjorts för att möjliggöra en bedömning av vad som kan anses vara en liten, medel eller stor förändring jämfört med dagens klimat. Med dagens klimat avses ett medelvärde för indikatorn, och representeras av μ i Figur 6.



Dan Kernler, via Wikimedia Commons

Figur 6. Illustration av normalfördelad kurva och standardavvikelser

Grupp 1 kan sägas innehålla värden (t.ex. värde på temperatur) som ryms inom dagens klimat och är alla värden som är inom 1–2 standardavvikelser från dagens klimat (μ). Väder inom dagens klimat kan variera mycket mellan olika år och säsonger. Man kan säga att värden i denna grupp inte går att kopplas till klimatförändringar utan ingår i den naturliga variationen av dagens klimat. Det bör dock understrykas att även värden som ryms inom dagens klimat kan innebära betydande konsekvenser för enskilda tillgångar. Exempelvis sker översvämningar av fastigheter på någon plats i Sverige nästan varje sommar redan idag. Det innebär också att exempelvis en sommar kan upplevas som ovanligt varm, men ändå rymmas inom vad som kan kallas normalt.

Grupp 2 innehåller värden som inträffar mer sällan än var tjugonde år och upp mot var tiotusende år. Detta är alla värden som är mellan 2 och 4 standardavvikelser från medel. Detta är alltså värden som sällan skådas idag. Matematiskt innebär det att endast ca 0,01–5 % av värdena idag hamnar inom denna grupp. Man kan alltså säga att händelser som idag sker mer sällan än vart tjugonde år kommer att bli det nya normalläget för denna nivå av förändring.

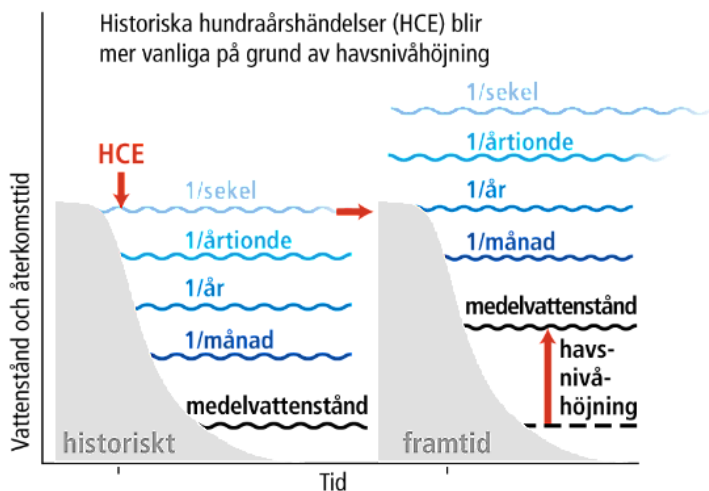
Värden i grupp 3 är värden som i princip aldrig skådats tidigare av mänskligheten på den platsen (över 4 standardavvikelser från medel). En händelse som hamnar inom grupp 3 är något som idag bara kan ses mer sällan än vart tiotusende år. Detta innebär att en för platsen helt ny typ av klimat blir det nya normala. Ett exempel på indikator där hela Sverige kommer hamna i grupp 3 för RCP8,5 mot slutet av seklet är värmebölja. Det innebär att längden på värmeböljorna kommer att vara längre än vad människor i Sverige någonsin upplevt i landet och vara det nya normala.

6.5 Stigande havsnivåer och extrema havsvattenstånd

En höjning av havsytan pågår. Havsytan höjs främst på två olika sätt, dels vid tillfälliga och kortvariga högvattenhändelser vid exempelvis lågtryckspassager (extremvattenstånd) och dels höjs medelvattenståndet långsamt till följd ett varmare klimat. Ett långsiktigt högre medelvattenstånd kan permanent översvämma nya landområden och det resulterar också i att tillfälliga översvämningar från högvattenhändelser blir vanligare och värre i framtiden eftersom dess utgångsläge höjts (se principskiss nedan¹¹).

¹¹ <https://www.smhi.se/klimat/stigande-havsnivaer/hogvattenhandelser-och-extremnivaer-1.165445> (Besökt 2022-09-08)

(a) Skiss för hur regional havsnivåhöjning påverkar beräknade extrema högvattenhändelser (inte skalenlig)



Figur 7. Skiss för hur regional havsnivåhöjning påverkar extrema högvattenhändelser

När det gäller effekterna på Sveriges kust motverkas dessa i större delen av landet av landhöjningen, med maximalt 9 mm/år i Västerbotten och - 0,5 mm/år i sydliga Skåne (d.v.s. en sänkning).

Hur högt medelvattenståndet kommer bli i framtiden vid en viss plats längs Sveriges kust beror på många olika faktorer. Hur den globala havsnivån påverkar Sveriges hav styrs av regionala variationer. Den lokala nivån i sin tur är starkt påverkad av hur snabbt landhöjningen fortgår på just den aktuella platsen.

Förutom den gradvisa höjningen av medelnivån så förekommer även tillfälligt höga vattenstånd, högvattenhändelser, som kan medföra kortvariga översvämningar. Dessa händelser kontrolleras av väder och vind.

I det tidsperspektiv som analyseras i rapporten (2050) är det främst påverkan av högvattenhändelser som är relevanta ut ett riskperspektiv.

6.6 Underlag

6.6.1 Klimatindikatorer

Grunddata för klimatindikatorer har i detta projekt hämtas från CORDEX-projektet, som tillhandahåller resultat från olika regionala klimatmodeller. EURO-CORDEX är den europeiska delen av CORDEX. Inom EURO-CORDEX har data för Europa tagits fram genom simuleringar av en ensemble av regionala klimatmodeller. Data från EURO-CORDEX är framräknade för ett tredimensionellt rutnät med upplösningen 11 x 11 km, där ett värde levereras för varje ruta. Vanligen används samlingsnamnet EURO-CORDEX 11 för dessa simuleringar.

6.6.2 Stigande havsnivåer

För att bedöma påverkan av stigande havsnivåer jämförs höjden vid fastigheten med höjden på karteringar av framtida extremvattenstånd (100-årsnivå 2050). Som underlag för bedömningen används karteringar av extremvattenstånd från de tre närmast belägna oceanografiska mätstationerna.

Höjning av framtida medelvattenstånd har inte bedömts vara relevant ur ett riskperspektiv för någon av de screenade fastigheterna.

6.6.3 Risk för översvämning

I screeningen redovisas resultatet av två typer av hydrologiska analyser för att belysa risk för översvämning. Dessa analyser baseras på befintligt, fritt tillgängligt underlag i form av översvämningskartering från MSB samt en analys av lågpunkter och rinnvägar genomförd med programvaran Scalgo.

6.6.3.1 Översvämningskartering från MSB

Översvämningskarteringar visar de områden som riskerar att översvämmas i samband med att höga flöden motsvarande vissa återkomsttider uppstår i vattendragen (begreppet återkomsttid betecknar den genomsnittliga tiden mellan två händelser av samma omfattning). Utbredningen av de redovisade översvämningarna baseras på GIS-analyser där de beräknade vattennivåerna har överlagrats med Lantmäteriets höjddatabas. Med hjälp av dessa GIS-lager har påverkan på de analyserade fastigheterna genomförts.

De översvämningskarteringar som redovisas i denna rapport är framtagna för 100-årsflöden med hänsyn till ett framtida klimat 2100 och BHF (beräknat högsta flöde):

- Med ett 100-årsflöde menas ett flöde som statistiskt sett inträffar minst en gång på 100 år under en oändligt lång tidsperiod. Beräkning av 100-årsflöde görs genom statistisk analys av observerade vattenföringsserier. Karteringarna baseras på klimatanpassade 100-årsflöden och visar en förväntad situation år 2100.
- Med ett 200-årsflöde menas ett flöde som statistiskt sett inträffar minst en gång på 200 år under en oändligt lång tidsperiod. Beräkning av 200-årsflöde görs genom statistisk analys av observerade vattenföringsserier. Karteringarna baseras på klimatanpassade 200-årsflöden och visar en förväntad situation år 2100.
- Ett BHF-flöde (beräknat högsta flöde) är ett modellberäknat flöde som baseras på antaganden om att extremt stora nederbördsmängder faller under särskilt ogynnsamma förhållanden (exempelvis hög markfuktighet, högt vattenstånd i sjöar samt magasinsfyllning i reglerade vattendrag). BHF har beräknats i enlighet med Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar (Flödesdimensioneringsklass I) (Svensk Energi m fl 2015).

6.6.3.2 Lågpunktskartering och rinnvägar framtagna med Scalgo Live

Scalgo Live är ett webbaserat program som gör det möjligt att snabbt få en övergripande bild av lågpunkter som kan fyllas upp vid kraftiga ren, rinnvägar för vatten och avrinningsområden. Programmet gör det möjligt att översiktligt bedöma översvämningsrisken inom ett område. Programmet använder terrängdata från Lantmäteriets GSD-Höjddata grid 2+ från 2017.

Analys av lågpunkter och rinnvägar är en topografisk analys och Scalgo tar inte hänsyn till markens infiltrationskapacitet, befintliga dagvattennät eller alla redan idag inbyggda åtgärder som finns i landskapet för att styra vattenflödena åt ett vist håll. Resultaten ska därför endast ses som en indikation på vilka områden som kan behöva utredas vidare.

6.6.4 Ras, skred och erosion

Underlag som använts för att identifiera risken för skred är "Förutsättningar för skred i finkornig jordart", framtaget av SGI. Underlaget är framtaget i syfte att användas i tidigt planeringsskede för att identifiera områden där det kan finnas skredfara och där ytterligare utredningar behöver göras. Förutsättningar för skred är baserade på marklutning och jordart. Ett lerlayers skredbenägenhet beror inte bara på marklutning, utan även på dess tekniska egenskaper. Metoden tar inte hänsyn till

detta utan betraktar alla jordlager av viss jordartstyp (främst silt och lera) som skredkänsliga vid viss marklutning. Detta innebär att inom många av de identifierade akksamhetsområdena är lerornas egenskaper sådana att någon risk för skred inte föreligger, trots att lutningskriteriet är uppfyllt.

Underlag som använts för att identifiera risk för erosion är "Stränders eroderbarhet vid sjöar, havskust och vattendrag" framtaget av SGI. Karteringen är översiktlig och omfattar kusten och de 6 största sjöarna (skala 1:250 000), samt ca 100 st. större vattendrag (skala 1:100 000).

Framtagningsmetoden använder en kombination av GIS-analys och kvartärgeologisk bedömning av jordarters förutsättningar för erosion. Underlag är lantmäteriets topografiska kartor och SGU:s jordartskartor. Underlaget är framtaget i syfte att användas för översiktlig planering.

Inget underlag finns tillgängligt för de aktuella fastigheterna avseende risk för ras.

Sammantaget kan sägas att det krävs vidare undersökningar för att bekräfta eller avfärda risk för ras, skred och erosion för enskilda fastigheter, men att underlaget ger en första indikation på var risker kan behöva undersökas närmare.

7 Referenser

- IPCC (AR6), 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., et al (eds.)]. In Press.
- IPCC (AR5), 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- MSB, 2022. Översvänningsportalen <https://gisapp.msb.se/Apps/oversvamningsportal/> (Besökt 2022-12-16).
- Svensk Energi, Svensk Kraftnät, Swemin (2015). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar. Utgåva 2015.

Bilaga 1 – Ordlista

100-årsnivå	Ovanligt hög vattennivå. Vattennivå med 100 års återkomsttid (för förklaring av återkomsttid, se Återkomsttid)
Atmosfär	Det lager av gaser som omger jorden.
Dagvatten	Regn- eller smältvatten som rinner av från hårda ytor (byggnader och gator mm).
Extremvattenstånd	Extrem havsnivå, kan vara hög eller låg. Extremvattenståndet är höjningen/sänkningen av havsnivån jämfört med medelvattenståndet. Extremvattenstånd innebär en tillfällig och ofta kortvarig höjning/sänkning.
Flöde	Ett mått på hur mycket vatten per tidsenhet som passerar genom en tvärsektion av vattendraget. I Sverige används enheten m ³ /s eller l/s.
Rinnväg	Begrepp som används i samband med lågpunktskartering. Rinnvägar visar vilka vägar som regnvattnet tar i terrängen vid kraftigt regn
Global klimatmodell (GCM)	På engelska "Global Circulation Model" eller "Global Climate Model". En global klimatmodell beskriver hela jordklotet och de processer som sker i atmosfären, havet, havsisen och marken.
Graddagar	Ett mått som används inom energisektorn för att bestämma uppvärmnings- respektive avkylningsbehoven. För beräkningarna används tröskelvärden av temperatur.
Gridbox	I en klimatmodell delas atmosfären upp i tredimensionella lådor, så kallade gridboxar. I varje gridbox räknas alla klimatologiska variabler ut som beskriver klimatet i den boxen.
Grundvatten	Grundvattnet är det vatten som finns i den del av marken där alla porer är fyllda med vatten
Hydrologi	Vetenskapen om vattnet i naturen, dess förekomst, cirkulation och fördelning.
Infiltration	När en vätska tränger ner i poröst material eller i sprickor. Exempel på detta är vattens inträngande från markytan, i jordlager eller berglager.
Klimatindex	Bearbetade utdata från klimatmodeller. De kan beskriva medelvärden, säsongsvariationer men också mer extrema förhållanden.
Klimatscenario	En beskrivning av en tänkbar klimatutveckling i framtiden.
Kraftigt regn	Stora regnmängder på kort tid.
Lågpunkt	Begrepp som används i samband med lågpunktskartering. Instängda och låglänta områden som vid ett kraftigt regn kan bli vattenfyllda
Lågpunktskartering	I en lågpunktskartering identifieras låglänta områden i terrängen där vatten kan ansamlas vid kraftigt regn.
Markfuktighet	I marken finns vatten och mängden varierar. Markfuktighet är ett mått på markens vatteninnehåll.

Medeltemperatur	Medelvärdet av temperaturen under en period
Medelvattenstånd	Normal havsnivå. Referensnivå. Årets medelvattenstånd används som referensnivå när man ser på hur havsnivån varierar t.ex. p.g.a. tidvatten. När årets medelvattenstånd beräknas filtreras mellanårsvariationer och långsamma trender som global havsnivåförändring och landhöjning bort.
Meteorologi	Vetenskapen om atmosfärens fysik och kemi och inkluderar därmed allt som har med väder att göra.
Nederbörd	Vatten som i flytande eller fast form (regn, snö eller hagel) som faller ned på jordytan från atmosfären. Nederbördsmängden anges vanligen i mm vattenhöjd, 1mm=1liter/m ² .
Nedskalning	Nedskalning kallas det när data från en modell bearbetas för att få högre upplösning (ökad detaljeringsgrad). Nedskalning kan göras med modeller och statistiska metoder.
Oceanografi	Vetenskapen om havet; dess strömmar, vågor och havsvattnets övriga fysikaliska egenskaper. Oceanografin omfattar även havets samspel med atmosfären och tillrinningen från land
RCP	RCP:er är möjliga utvecklingsvägar för strålningsdrivningen med det gemensamma namnet "representativa koncentrationsutvecklingsbanor" från engelskans "Representative Concentration Pathways" (RCP). RCP:erna är namngivna efter den nivå av strålningsdrivning som uppnås år 2100.
Referensperiod	SMHI använder referensperioden 1971 – 2000 för att definiera dagens klimat. Nya observationer jämförs med medelvärdet för 1971 – 2000 för att säga hur de avviker från det normala. Om t.ex. sommaren är varmare än normalt så betyder det att den är varmare än medelvärdet för somrarna 1971 – 2000. Meteorologiska världsorganisationen, WMO, definierar referensperioderna, nästa period blir 1991-2020. Klimatscenarier presenteras ofta som förändringar jämfört med dagens klimat. Ofta används referensperioden 1971 – 2000 precis som för observationer.
Regional klimatmodell	Beskriver en del av jordklotet, en region.
Strålningsdrivning	Strålningsdrivningen är skillnaden mellan hur mycket energi solstrålningen som träffar jorden innehåller och hur mycket energi som jorden strålar ut i rymden igen. Denna energi mäts i enheten watt per kvadratmeter, W/m ² . Den totala strålningsdrivningen bestäms av både positiv och negativ drivning. Positiv strålningsdrivning innebär att jordytan värms, medan negativ strålningsdrivning innebär att den kyls ner. Den dominerande faktorn idag är den positiva strålningsdrivningen från mer koldioxid och andra långlivade växthusgaser. När strålningsdrivningen ökar, stiger den globala temperaturen.
Upplösning	Upplösningen är storleken på gridboxarna i klimatmodellen. Låg upplösning (stora gridboxar) ger mindre detaljerad information, men

	kostar mindre datorkraft. Hög upplösning (små gridboxar) ger mer detaljerad information, men kostar mer datorkraft.
Utsläppsscenarier	Antaganden om framtida utsläpp av växthusgaser.
Variabilitet	Variabilitet är en viktig faktor inom klimatologin. Klimatet är inte bara genomsnittliga värden utan klimat kännetecknas av variationer i tid och rum som kan hänga ihop med till exempel växelverkan mellan atmosfären och havet. Två tidsperioder kan ha samma medelvärde men den ena kan ha stora skillnader mellan höga och låga värden medan den andra endast varierar lite runt medelvärdet.
Vattendrag	Sammanfattande benämning på strömmande vatten – allt från en liten bäck till flod. Vattnet rinner fram i naturliga fördjupningar i landskapet.
Vattenföring	Flöde
Vattenstånd	Vattenytans nivå i förhållande till en bestämd nollpunkt.
Värmebölja	Värmebölja används vanligen som ett begrepp för en längre period med höga dagstemperaturer. Vad som kan betraktas som höga dagstemperaturer varierar stort mellan olika länder och klimat. Det finns heller ingen allmänt vedertagen internationell definition av värmebölja. Även i Sverige förekommer flera olika definitioner och begrepp. Klimatscenerierna baseras ofta på dygnsmedeltemperatur och därför har gränsen >20° i dygnsmedeltemperatur använts i stället för att relatera till maximitemperatur.
Växthusgas	Atmosfären som omger jorden har förmågan att fördela energin från solen så att jordytan blir varmare än vad den skulle varit om atmosfären inte fanns. Den s.k. naturliga växthuseffekten bygger på naturlig förekomst av en viss mängd vattenånga och koldioxid i atmosfären. Vattenånga och koldioxid är de viktigaste växthusgaserna. Atmosfärens sammansättning har sedan den förindustriella tiden successivt förändrats på grund av mänsklig aktivitet. De vanligaste antropogent (av människans aktiviteter) påverkade växthusgaserna är koldioxid, metan, dikväveoxid (lustgas) och ozon, men även en rad industrigaser spelar roll.
Återkomsttid	Begrepp som används för att beskriva hur pass vanlig eller ovanlig en händelse är. Ju högre återkomsttid desto mer ovanlig är händelsen. Återkomsttid är ett mått på hur ofta förekomsten av extrema naturliga händelser kan förväntas. Med en händelses återkomsttid menas att händelsen i genomsnitt inträffar eller överträffas en gång under denna tid.
Översvämning	Vid översvämningar stiger vattennivån i hav, sjöar eller vattendrag så mycket att landområden som normalt är torra ställs under vatten. Även områden som normalt inte gränsar till vatten kan översvämmas.
Översvämningskartering	I en översvämningskartering visas hur stort område kring ett vattendrag som täcks av vatten vid höga flöden.

Bilaga 2 - Resultat klimatindikatorer, alla tidsperioder samt för klimatscenario RCP2,6

Observera att RCP-scenariot 2,6 kör med en betydligt mindre ensemble av klimatmodeller jämfört med RCP4,5 och RCP8,5. Detta innebär att osäkerheterna i resultat är större för RCP2,6 än för de andra scenarierna. Ibland kan det därför se ut som att förändringen i någon indikator på en viss plats, så som exempelvis årsmedeltemperatur, är högre för lågutsläppsscenario RCP2,6 än högutsläppsscenario RCP8,5.

Tabell 1. Tidsperiod 2011 – 2040.

Namn	RCP	Årsmedeltemperatur	Antal nollgenomgångar	Värmeböjja	Graddagar för uppvärmning	Kylgraddagar	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Markfuktighet (torka)	Växtsäsongens längd
Västra kyrkogården	RCP26	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP45	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP85	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	3
Västra kyrkogården	RCP26	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP45	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP85	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP26	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP45	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP85	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	3
Norra kyrkogården	RCP26	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP45	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP85	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	3
Norra kyrkogården	RCP26	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP45	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP85	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	3

Tabell 2. Tidsperiod 2041 – 2070.

fastighet	RCP - scenario	Årsmedeltemperatur	Antal nollgenomgångar	Värmebölja	Graddagar för uppvärmning	Kylgraddagar	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Markfuktighet (torcka)	Växtsåsongens längd
Västra kyrkogården	RCP2,6	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	-1	3	3
Västra kyrkogården	RCP4,5	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP8,5	2	-1	1	-2	1	-1	1	1	1	1	3	3
Västra kyrkogården	RCP2,6	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	-1	3	3
Västra kyrkogården	RCP4,5	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP8,5	2	-1	1	-2	1	-1	1	1	1	1	3	3
S:t Nicolai kyrka	RCP2,6	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	-1	3	3
S:t Nicolai kyrka	RCP4,5	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP8,5	2	-1	1	-2	1	-1	1	1	1	1	3	3
Norra kyrkogården	RCP2,6	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	-1	3	3
Norra kyrkogården	RCP4,5	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP8,5	2	-1	1	-2	1	-1	1	1	1	1	3	3
Norra kyrkogården	RCP2,6	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	-1	3	3
Norra kyrkogården	RCP4,5	1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP8,5	2	-1	1	-2	1	-1	1	1	1	1	3	3

Tabell 3. Tidsperiod 2071 – 2100.

Namn	RCP	Årsmedeltemperatur	Antal nollgenomgångar	Värmeböjja	Graddagar för uppvärmning	Kylgraddagar	Köldknäpp	Årsmedelnederbörd	Maximal dygnsnederbörd	Maximal 5-dygnsnederbörd	Brandrisk	Markfuktighet (torcka)	Växstsångens längd
Västra kyrkogården	RCP26	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP45	2	1	2	-2	2	-1	1	1	1	1	2	3
Västra kyrkogården	RCP85	3	-2	3	-2	3	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP26	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	1	1	3
Västra kyrkogården	RCP45	2	1	2	-2	2	-1	1	1	1	1	2	3
Västra kyrkogården	RCP85	3	-2	3	-2	3	-1	1	1	1	1	1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP26	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	1	1	3
S:t Nicolai kyrka	RCP45	2	1	2	-2	2	-1	1	1	1	1	2	3
S:t Nicolai kyrka	RCP85	3	-2	3	-2	3	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP26	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP45	2	1	2	-2	2	-1	1	1	1	1	2	3
Norra kyrkogården	RCP85	3	-2	3	-2	3	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP26	2	1	2	-2	1	-1	1	1	1	1	1	3
Norra kyrkogården	RCP45	2	1	2	-2	2	-1	1	1	1	1	2	3
Norra kyrkogården	RCP85	3	-2	3	-2	3	-1	1	1	1	1	1	3