



Klimatförändringarnas påverkan på **Norrbottens kulturmiljöer**

Klimatförändringarnas påverkan på Norrbottens kulturmiljöer

BESTÄLLARE

Länsstyrelsen Norrbottens län

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000
Org nr: 556057

www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

Jeanette Aro
Micael Bredefeldt
Kerstin Lundin-Segerlund

Länsstyrelsen i Norrbotten

UPPDRAGSNAMN

Bedömning av klimatsäkring av kulturarv i
Norrbotten

UPPDRAGSNUMMER

10278035

FÖRFATTARE

Gunilla Kaiser, Cecilia Lindqvist, Ezequiel
Pinto-Guillaume, Simon Rieger

DATUM

2019-06-20

Granskad av:

Marianne Klint och Oskar Wallgren

Innehåll

Sammanfattning	4
1. Inledning	7
2. Klimatförändringar i Norrbotten	9
Temperatur	11
Nederbörd	13
Avrinning och markfuktighet	18
Havsnivån	20
3. Metod	21
Kartläggning av klimatdata	24
Kartläggning av kulturmiljöer	25
GIS-Analys	28
Analys av direkta och sammansatta risker	30
Osäkerheter	34
4. Klimateffekter på kulturmiljön i Norrbotten	35
Översvämningar, ras och skred	36
Förlängd vegetationssäsong	38
Nollgenomgångar	40
Snömängd och nederbörd	41
Ras och skred	45
Skadedjur och insektsangrepp	46
Mögel, lavar och svampangrepp	46
Fornlämningar i Östersjön/Bottenviken	49
5. Riskanalys av klimatpåverkan på kulturmiljön	51
1. Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar	53
2. Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar	57
3. Tornedalen	60
4. Kustlandets skogsbygder	63
5. Södra och mellersta Norrbottens inland	65
6. Östra Norrbottens inland	67
7. Förfjällsområdet	69
8. Fjällen	73
9. Tätorter	75
6. Slutsatser	81
7. Förslag på vidare utredningar	84
8. Referenser	86
Bilagor	90

Sammanfattning

De pågående globala klimatförändringarna kan ge upphov till stora effekter i norra Sverige. FN:s klimatpanel IPCC har i sin senaste klimatrapport redogjort för beräknade klimatförändringar utifrån olika framtida utsläppsscenarier. Scenarierna tyder på att klimatet i Norrbotten kommer att präglas av mer nederbörd, varmare temperaturer och en ökning av extremhändelser som till exempel skyfall i både frekvens och intensitet. Större nederbördsmängder leder till höga flöden framför allt i fjälltrakterna och förändrade snöförhållanden med mindre men även tyngre snö. Temperaturökningen påverkar antal nollgenomgångar och leder till en betydligt längre växtsäsong, framför allt i länets sydöstra delar och vid kusten.

Med utgångspunkt från IPCC:s prognostiserade klimatförändringarna för utsläppsscenarierna RCP4.5 och RCP8.5, SMHI:s klimatanalys för Norrbottens län och befintliga digitala karteringar av Norrbottens kultur-

miljöer har objekt identifierats i GIS som är utsatta för klimatrisker under perioderna 2021-2050 och 2069-2098 jämfört med referensperioden 1961-1990. Utifrån antal utsatta objekt och deras sårbarhet har en riskbedömning gjorts avseende klimatpåverkan på olika typer av kulturmiljöer i olika regioner i Norrbotten och områden har identifierats där störst klimatpåverkan på kulturmiljön förväntas i framtiden.

Totalt har 27 912 kulturmiljöer kartlagts i GIS. Analysen visar att ca 2400 av dessa riskerar att hotas av översvämning från ett 100-årsflöde i Norrbottens stora älvar som förväntas år 2100. Knappt 200 kulturmiljöer ligger i områden med förutsättningar för skredrisk och ca 1800 kulturhistoriska byggnader i Norrbottens tätorter ligger på platser som i framtiden riskerar att översvämmas vid ett klimatanpassat 100-årsregn.

Resultatet av GIS-analysen summeras i tabellen nedan.

Antal riskutsatta objekt i Norrbottens län						
	Alla objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skredrisk	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk	100-årsregn tätorter >0,2 m	100-årsregn tätorter >0,5 m
Alla objekt	27 912	2395	182	63	1755	244
Broar	122	17	5	1		
Byggnader	5521	67	89	6	1755	244
Fornlämningar	19 870	1766	45	27		
Utpekade kulturlandskap	1967	508	40	27		
Vägar	432	37	3	2		

WSP har i uppdraget valt att gruppera kulturmiljöerna i typerna bebyggelse, kulturlandskap, fornlämningar, vägar och broar. Med kulturlandskap menas i detta sammanhang större sammanhängande landområden med utpekade värden, såsom världsarv, riksintressen, odlingslandskap m.m.

Den förlängda vegetationssäsongen kommer att innebära risk för negativ påverkan på framförallt kulturlandskap, byggnader och fornlämningar. Särskilt riskutsatta kulturlandskap är småskaliga odlingslandskap, fäbodmiljöer, slåtterängar, myrodlingar, slåttermyrar, våtslåttermarker och renbetesmarker som även utgör typiska särdrag för Norrbotten. Klimatförändringen innebär även att det blir varmare vilket för delar av Norrbotten kan innebära att odlingsförutsättningarna förbättras. Torkan under sommarhalvåret längs kustbandet kan innebära indirekta effekter som kan påverka kulturlandskapets karaktär och artsammansättning negativt samt öka risken för bränder. Värme i kombination med ökad luftfuktighet innebär även ökad risk för åska som medför blixar som i sin tur kan leda till bränder. Risken ökar i marker i vilka markfukten samtidigt minskar.

Bättre förutsättningar för mögeltillväxt under vår, sommar och höst kan innebära en risk för framförallt länets östra delar där bebyggelsen kommer att stå i ett betydligt varmare och fuktigare klimat jämfört med idag. Andelen byggnader som riskerar att påverkas är okänd men sannolikheten för skador bedöms övergripande som hög.

Antalet nollgenomgångar under vinterhalvåret kommer att öka med 6-8 dagar vilket bedöms öka risken för skador på främst byggnader. Vidare riskerar det att påverka rennärningen negativt. Det varmare och fuktigare klimatet gör även att skador relaterade till korrosion av metaller, saltvandringar, skadeinsekter och skadedjur väntas öka i hela länet. De lokalt fluktuerande nivåerna av luftfuktighet och temperatur medför att risken bedöms vara som högst i inlandet och kustlandet. De kallare vintrarna i fjälltrakterna kan fungera som en effektminskande faktor, dock finns områden med ökade temperaturer och nederbördsmängder som tyder på att framförallt riskerna för mögeletablering finns under framförallt vår och höst. Exempel på riskutsatta byggnadstyper som kan skadas är putsade byggnader, kyrkobyggnader i sten, byggnader med vissa typer av tegel och byggnader och broar med betongkonstruktioner. Även rena betongbroar bedöms vara särskilt riskutsatta.

Riskindikatorer för byggnader bedöms vara lokalisering i låg terräng med motlut, samt utifrån ett fuktperspektiv olämpliga konstruktioner såsom kryppgrund, torpargrund eller mullbänk. Vidare bedöms byggnader som endast bebos delar av året och har en pågående skadebild och/eller har en ogynnsam inomhustemperatur (under ca 15 grader) i kombination med hög luftfuktighet under framförallt vår och höst ha förhöjd risk. Byggnader som har egenskaper som gynnar fuktvandringar såsom tilläggsisolerade väggar i icke organiskt material bedöms dessutom vara extra riskutsatta. Andra bebyggelse typer som kan vara riskutsatta är museer, hembygdsgårdar och kyrkor som har interiörer och/eller arkivmaterial och samlingar som kan påverkas av exempelvis fukt, svamp och skadeinsekts/djursangrepp.

Skador på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse kan leda till stora kumulativa negativa konsekvenser över tid. Risken beror på skadans omfattning, byggnadens användning, fastighetsägarens och kommunens kompetens, ekonomiska förutsättningar och vilja. De kumulativa effektsambanden, dvs antalet rivningar och partiella ändringar bedöms öka över tid då skadorna i många fall utvecklas exponentiellt om åtgärder inte sätts in i tid. Exempelvis har bebyggelsemönstret på Norrbottens landsbygd i historisk tid präglats av ett relativt sett stort antal separata timmer/träbyggnader. Denna struktur kan på sikt riskera att utarmas. Sammantaget bedöms bebyggelsen utgöra en särskilt riskutsatt kulturmiljötyp i delar av Norrbotten.

Allmänt bedöms ett varmare klimat kunna bidra till att behoven av åtgärder för ökad energiprestanda (t.ex. tilläggsisoleringar, fönsterbyten m.m.) minskar. Sådana åtgärder innebär generellt sett en risk för negativa effekter på kulturmiljöns värden, en risk som alltså får antas minska över tid. Behoven kommer att förskjutas mot avfuktning och behov av att byta ut riskkonstruktioner i form av tilläggsisoleringar med exempelvis mineralull till mer fuktanpassade förhållanden som minskar risken för exempelvis mögel och svamp.

I Norrbotten finns en hög risk för skador på ca 1700 fornlämningar i anslutning till vattendrag. Av dessa är 45 utsatta för skredrisk. För länets fornlämningar finns även en risk att de förändrade kemiska sammansättningar i marken kan påskynda nedbrytning av vissa material. En osäkerhetsfaktor är att delar av länet ännu inte har inventerats. Det föreligger även osäkerheter kring huruvida isavsmältning och minskat snötäcke kan påverka bevarandeförutsättningar för okända fornlämningar. Eftersom kunskapen är bristfällig bedöms det generellt föreligga risk för negativ påverkan på fornlämningar, också i ett relativt kort tidsperspektiv.

I Norrbotten finns idag goda kunskaper om påverkan och effekter på rennäringens kulturarv samt risker kopplade till träbyggnader och byggnader i kyrkstäder.

Uppdraget har resulterat i följande lista på områden och frågeställningar som bör studeras närmare och för vilka åtgärdsplaner bör tas fram (utan inbördes rangordning):

1. Småskaliga odlingslandskap, fäbodmiljöer och f.d. myrodlingar, slåtterängar, myrodlingar, slåttermyrar, våtslåttermarker i Norrbottens inre kustland. Miljöerna bedöms dels vara utsatta för risk för igenväxning, dels för risk för förändrad markanvändning då skogsbruket väntas öka. Detta resulterar i en risk för skador på fornlämningar och lämningar relaterade till den historiska markanvändningen.
2. Fornlämningar och vattenanknutet kulturarv längs älvarna som är utsatta för översvämning, erosion och skredrisker. Områden behöver identifieras där potentialen för hittills okända lämningar är stor, så att dessa kan inventeras innan de skadas i ett nytt, blötare, klimat. Vidare bör de kända fornlämningarna och miljöer studeras närmare för att klargöra risker och ge anpassade förslag på åtgärder. Arbetet bör göras i samråd med antikvariskt sakkunniga i nära samverkan med berörda kommuner.
3. Byggnader, broar och vägar intill älvarna som är utsatta för skredrisk. En mer detaljerad riskbedömning bör göras. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med berörda kommuner och väghållare. Arbetet bör samordnas med Trafikverket som nationellt arbetar med en handlingsplan för klimatanpassning sedan flera år tillbaka.
4. Tornedalens bebyggelse; ökande risk för snölast. Riskindikatorer och kunskap om vilka byggnader som är känsliga för ökade snölast bör tas fram. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med berörda kommuner.
5. Byggnader i tätorter. Uppdraget har identifierat knappt 250 byggnader i städerna som riskerar att utsättas för skyfall och ökade vattendjup över 0,5 meter (risk för allvarliga skador i källarvåningar och byggnadernas bottenvåningar). Mer detaljerade riskindikatorer bör tas fram. Tätorter som i dag saknar skyfallskarteringar och där risker finns för markant ökade nederbörd bör identifieras. Byggnader med känsliga interiörer bör identifieras. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med kommunen.
6. Klimateffekternas påverkan på fornlämningar under mark och i vattendrag. Det behövs mer detaljerad kunskap om hur förändrade temperaturer och markfuktsförhållanden, pH-värden och ökade salthalter påverkar de kemiska processerna i mark och i sediment som kan påverka nedbrytning av fornlämningar.

7

Inledning

Det globala klimatet förändras och i norra Sverige förväntas effekterna vara stora på grund av en markant temperaturökning och förändrade nederbördsmonster som leder till att stora delar av Norrbotten får betydligt mycket mer nederbörd.

Norrbottens kulturmiljöer präglas av mångfald och variation vilket återspeglas i ett varierande landskap, från skärgårdens öar, älvdalar genom inlandets skogar och till fjällvärlden. Överallt finns mer eller mindre tydliga spår efter människorna som levt här under årtusendena före oss. De mångskiftande förutsättningarna har gett många olika uttryck för de näringar man levt av. Orten, bebyggelsen och landskapets nyttjande berättar om samisk, tornedalsfinsk och svensk kultur. För att bevara och skydda dessa värden även i ett framtida klimat måste klimatpåverkan och risker analyseras.

WSP har på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten utfört en kartläggning och riskanalys av klimatpåverkan på Norrbottens kulturarv. Arbetet har identifierat områden och kulturmiljöer som är särskilt riskutsatta för de klimatförändringar som prognostiseras för de kommande 30 åren och fram till 2100.

Syftet med utredningen har varit att sammanställa ett kunskapsunderlag som kan användas för att få en tydligare bild av klimatförändringarnas effekter på kulturmiljön och för att identifiera och prioritera områden och kulturmiljöer inom arbetet med riskhantering och klimatanpassning.

Utredningen omfattar en GIS-baserad riskkartering avseende klimatförändringen och dess påverkan på kulturmiljöer i Norrbottens län. Följande delmoment ingår i utredningen:

- Sammanställning, gruppering och kartläggning av alla kulturmiljöer i Norrbotten som är tillgängliga i digitalt format.
- Sammanställning av klimatdata i GIS och identifiering av regionala och lokala klimateffekter.
- Systematisk analys och bedömning av klimatpåverkan och risker för Norrbottens kulturmiljöer.

Denna rapport redovisar resultatet av arbetet. Kapitel 2 sammanfattar de förväntade klimatförändringarna i Norrbotten, i första hand i termer av ökade eller minskade klimatrelaterade risker. I kapitel 3 görs en kort beskrivning av den metod som använts. I kapitel 4 görs en översiktlig beskrivning av de generella effekter som klimatförändringarna kan förväntas få på olika typer av norrbottniska kulturmiljöer. Kapitel 5 lägger samman risker och förväntade effekter i en analys av de risker som kan uppstå i de nio delregioner som länet grovt delats in i. Slutligen dras i kapitel 6 slutsatser av generell natur.

Det kompetensområde som uppdraget rört sig i är komplext, omoget och under uppbyggnad. Kapitel 7 innehåller därför ett antal förslag på kommande arbete som länsstyrelsen och andra aktörer i länet skulle kunna initiera för att bidra till kunskaps- och metodutveckling, och för att skapa underlag för konkreta insatser och investeringar för att identifiera och långsiktigt skydda de kulturmiljöer som är mest utsatta för de risker som klimatförändringarna för med sig.

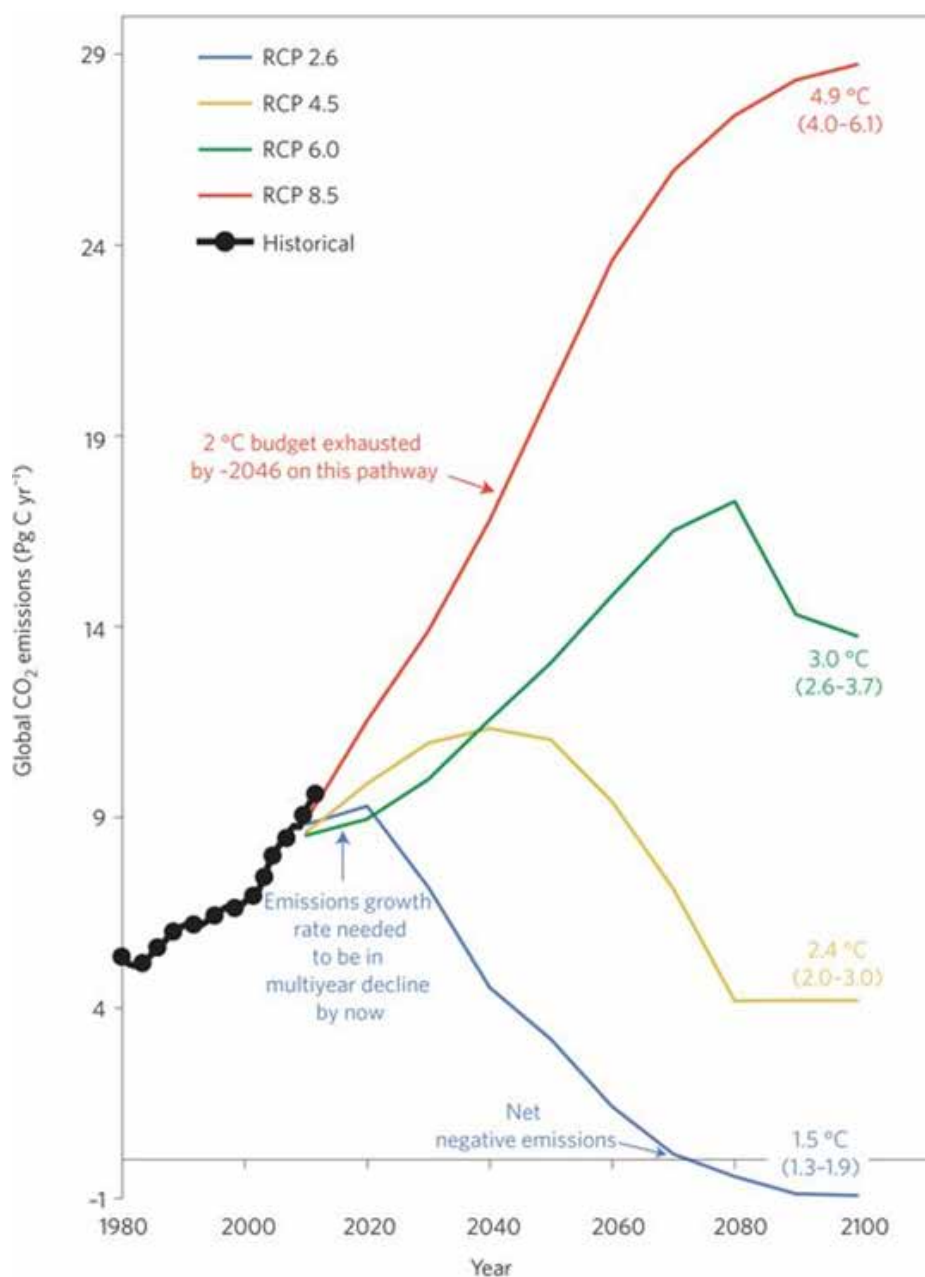
2

Klimat- förändringar i Norrbotten

FN:s klimatpanel IPCC har i sin senaste klimatrappport AR5 (IPCC, 2013) redogjort för beräknade klimatförändringar utifrån olika framtida utsläppsscenarioer (Figur 1). Enligt projektionerna för scenario RCP8.5 kan den globala medeltemperaturen höjas med över 4°C fram till 2100 jämfört med perioden 1986 - 2005. Effekterna av uppvärmningen syns redan idag i form av förändrade nederbördsmönster, stigande havsnivåer, översvämningar, erosion, torka och värmeböljor vilka i sin tur kan leda till konsekvenser för samhället. Temperaturen

i Sverige beräknas öka något mer än det globala medelvärdet, framför allt i de norra delarna av landet.

I SMHI:s länsanalys för Norrbottens län (Berglöv et al., 2015) som bygger på IPCC:s scenarioer och som ligger till grund för denna utredning används två utsläppsscenarioer, ett med framtida begränsade utsläpp av växthusgaser, RCP4.5, och ett med fortsatt höga utsläpp, RCP8.5. Klimatdata för dessa scenarioer analyseras för perioderna 2021-2050 och 2069-2098 jämfört med referensperioden 1961-1990.

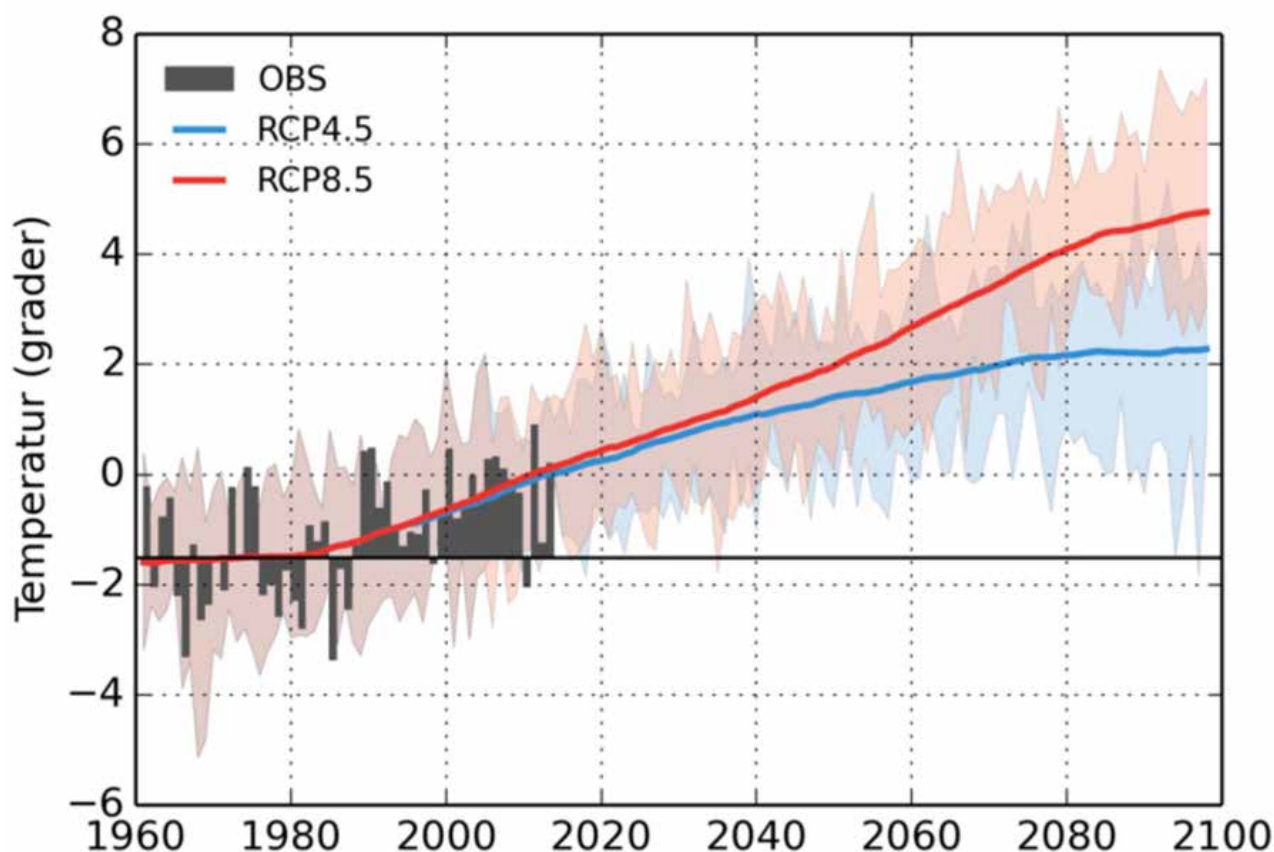


Figur 1: Projektioner för det globala CO₂ utsläppet för olika RCP scenarioer (Sanford et al., 2014).

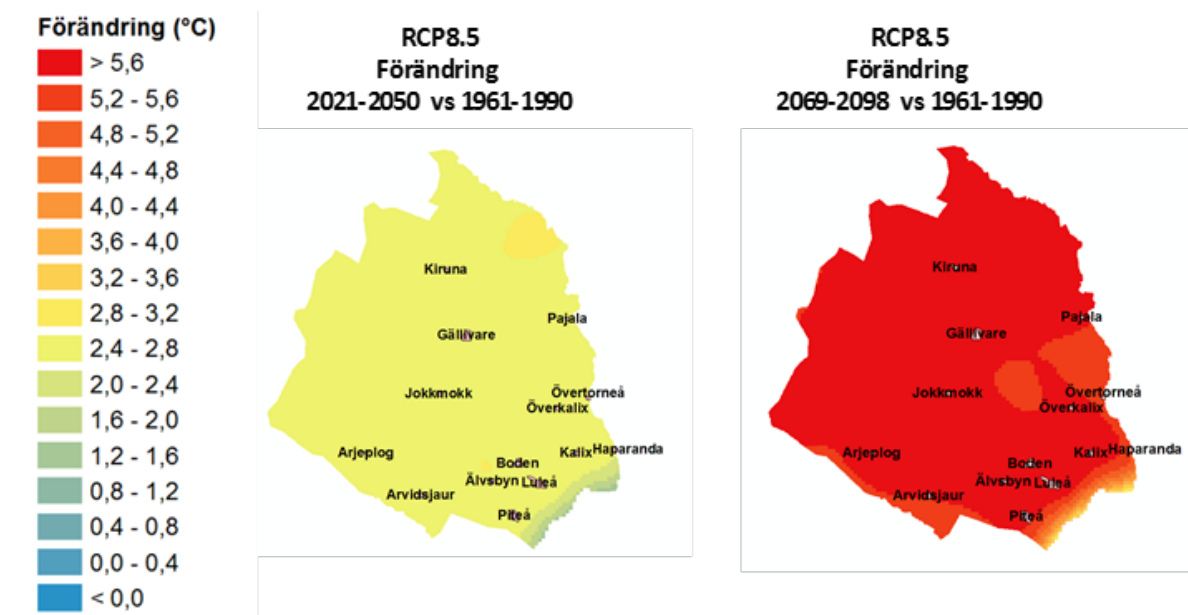
Temperatur

Årsmedeltemperaturen i Norrbotten kommer under seklet att övergå till plusgrader för större delen av länet. För båda scenarier RCP4.5 och RCP 8.5 ökar temperaturen med 1,5 till 2 grader under perioden 2021-2050, därefter skiljer sig temperaturökningen betydligt mellan scenarierna. För RCP4.5 ökar årsmedeltemperaturen totalt till ca. 2°C och för RCP8.5 till 5°C under perioden 2069-2098 jämfört med referensperioden 1961-1990 (Berglöv et al., 2015, se Figur 2 och Figur 3). Temperaturökningen sker i hela länet men är tydligast

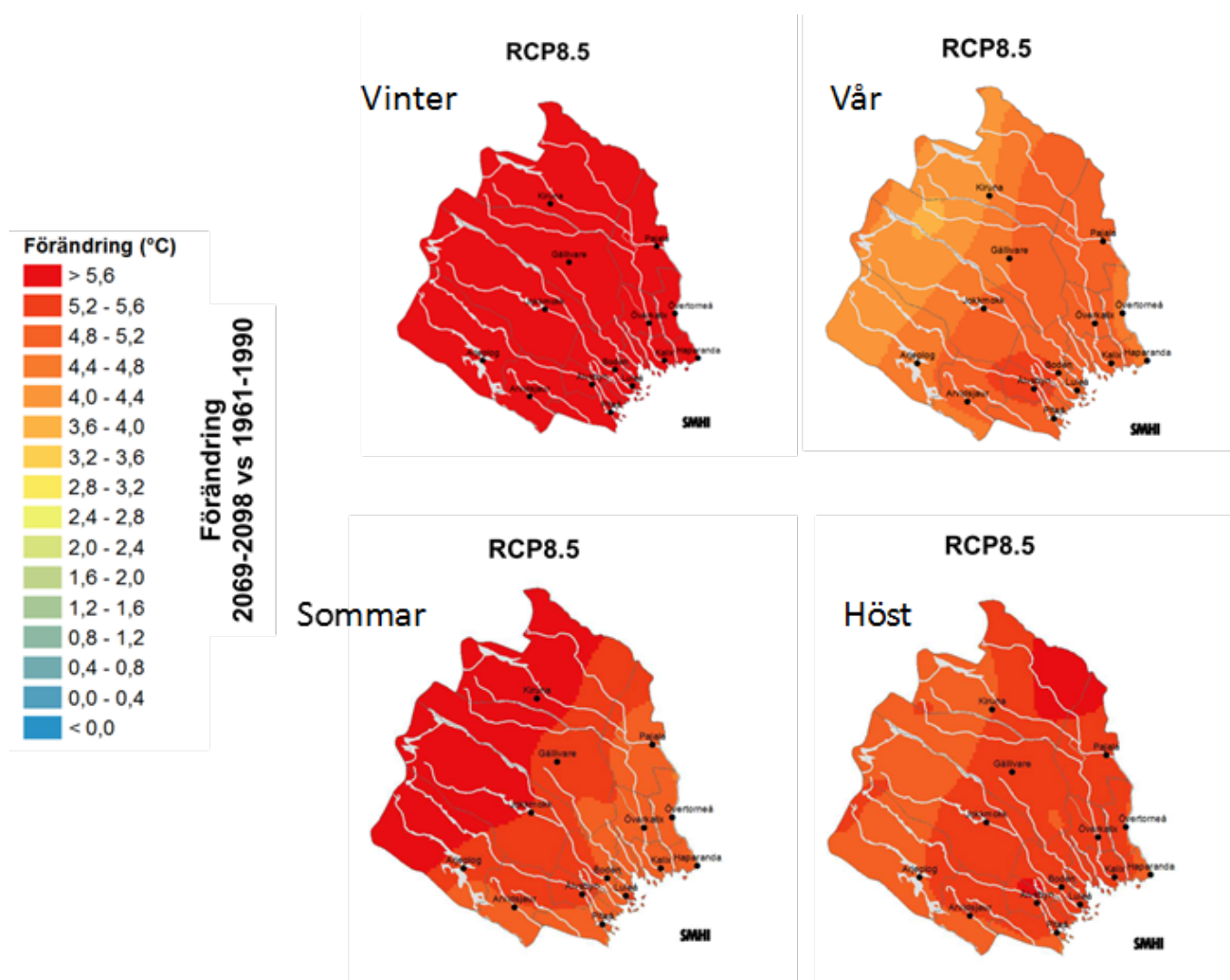
vid kusten, i fjällen och i den nordöstra delen av Norrbotten. Den största uppvärmning kommer att ske under vintern, där medeltemperaturen förväntas öka med 5 grader enligt RCP4.5 och 8 grader enligt RCP8.5 fram till 2100 (Figur 4). På våren ökar temperaturen framför allt i sydöstra delen av länet medan den största ökningen på sommaren sker i fjället. Även antalet dagar med en dygnsmedeltemperatur över 20°C (värmeböljor) förväntas öka med tio dagar fram till 2100 enligt scenario RCP8.5 (Berglöv et al., 2015).



Figur 2: Utveckling av årsmedeltemperatur i Norrbottens län (Berglöv et al., 2015).



Figur 3: Förändring i årsmedeltemperatur för RCP8.5, 2021-2050 och 1969-1998 vs 1961-1990 (data: SMHI).



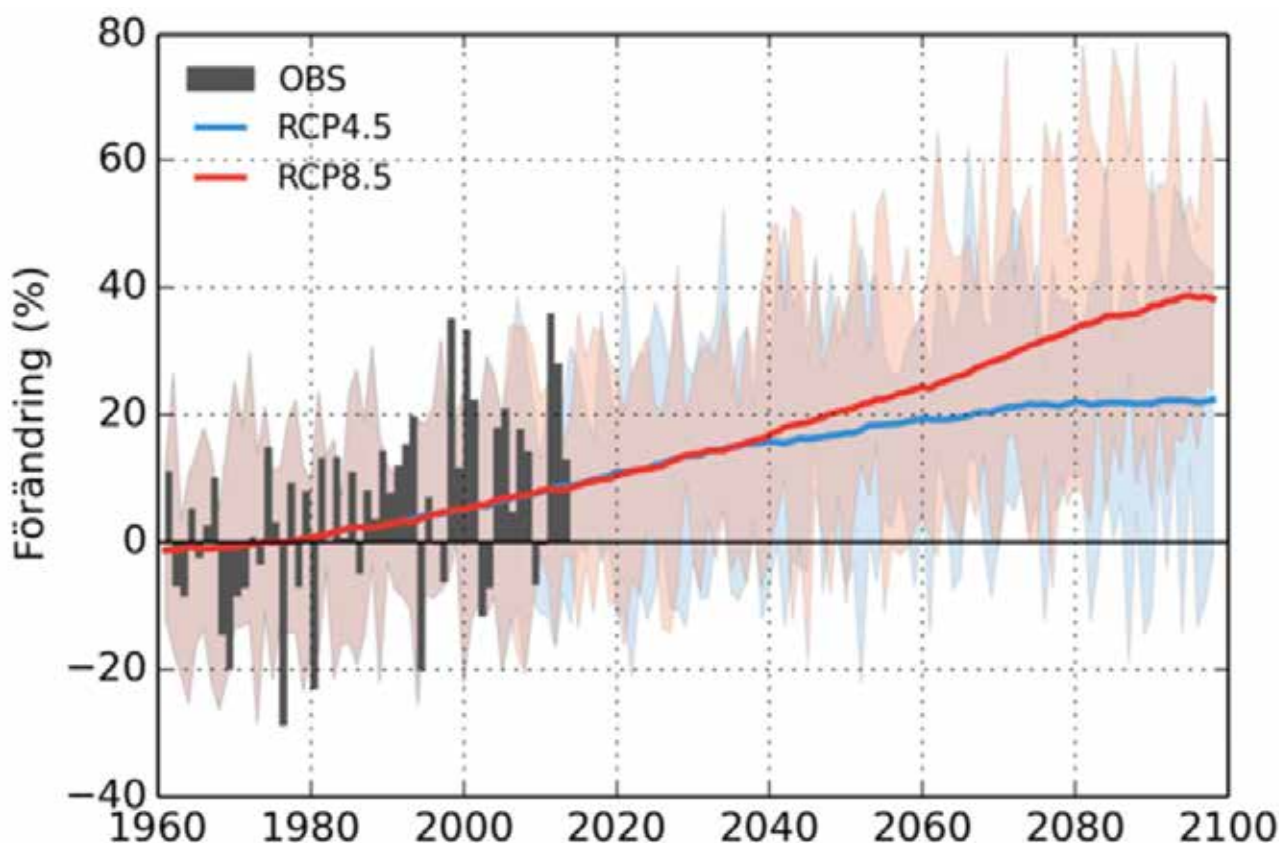
Figur 4: Förändring av medeltemperatur för olika årstider, RCP8.5, 2069-2098 vs 1961-1990 (Berglöv et al., 2015).

En effekt av temperaturökningen är att vintrarna blir kortare och vegetationsperiodens längd ökar. Under perioden 2021-2050 ökar vegetationsperioden med ca. 20 dagar för båda scenarierna. Fram till 2100 ökar vegetationsperioden med en månad för RCP4.5 och med cirka 50 dagar för RCP8.5 (Berglöv et al., 2015). Växstsäsongens längd ökar i första hand vid kusten. Ökade temperaturer medför även kortare perioder med tjäle och is.

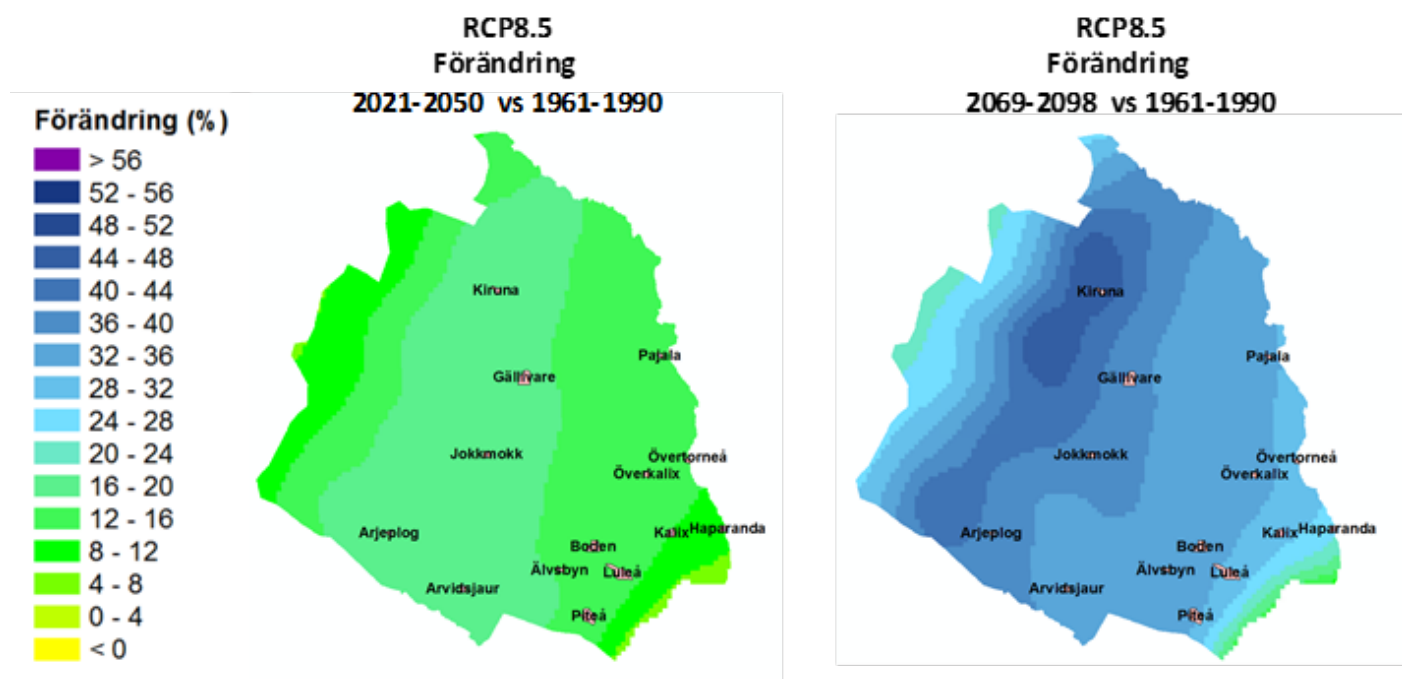
Antalet nollgenomgångar som leder till omväxlande frysning och upptining har analyserats på olika observationsplatser i Norrbotten (Länsstyrelsen Norrbotten, 2010). För perioden 2071-2100 prognostiseras en ökning av nollgenomgångar vintertid med 6-8 dygn och en minskning på sommaren. Antalet nollgenomgångar i Luleå förväntas minska kraftigt i framtiden med ca 3 dygn färre på årsbasis 20112040, 7 dygn färre 20412070 och 9 dygn färre 20712100, jämfört med referensperioden (1995/96 - 2009/10).

Nederbörd

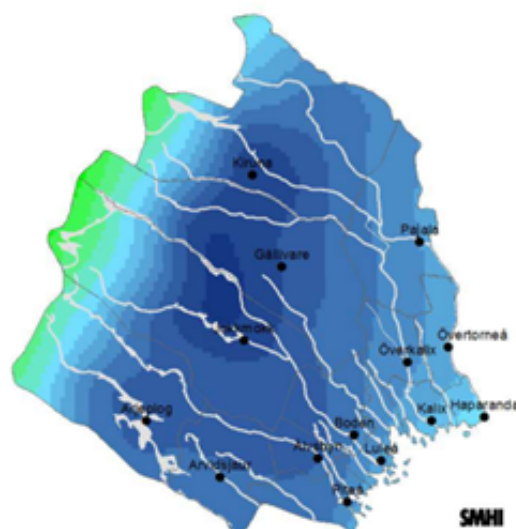
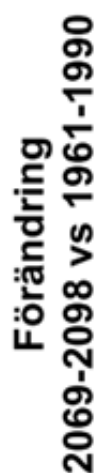
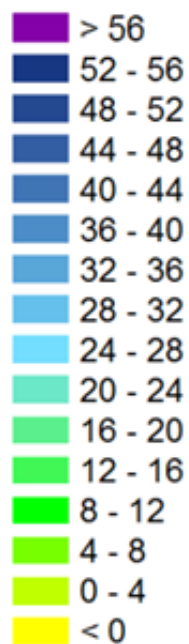
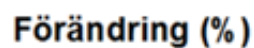
Nederbördsmönstret kommer att påverkas av den globala uppvärmningen. Klimatmodellerna förutspår att årsmedelnederbörden i Norrbottens län väntas öka med ca. 20 % för RCP4.5 och RCP8.5 under perioden 2021-2050 och med 30 - 50 % under perioden 2069-2098 för RCP8.5 jämfört med referensperioden (Figur 5). Den största ökningen av årsmedelnederbörden sker i fjällkedjan runt Kiruna. Vid kusten och i Tornedalen mellan Pajala och Övertorneå ökar nederbörden fram till 2100 mindre än i de största delarna av länet (Figur 6). Medelnederbörden i fjällen ökar markant på vintern och våren, med största ökning i ett område sydväst om Gällivare (Figur 7).



Figur 5: Utveckling av årsmedelnederbörd i Norrbottens län (Berglöv et al., 2015).



Figur 6: Förändring av årsmedelnederbörd för Norrbottens län, RCP8.5, 2021-2050 och 2069-2098 (data SMHI).



Figur 7: Förändring av medelnederbörd på vintern, RCP8.5, 2069-2098 (Berglöv et al., 2015).

I takt med att klimatet förändras ökar frekvens och antalet dagar med kraftig nederbörd och även extremt korttidsregn förväntas öka i frekvens och intensitet, främst sommartid. Den maximala dygnsnederbörden kan öka med cirka 15 % för RCP4.5 och 25 % för RCP8.5 under perioden 2069-2098 (Berglöv et al., 2015). Ökningen av den maximala dygnsnederbörden medför att översvämningar till följd av skyfall och intensivt snöfall kommer att öka i framtiden (Figur 8). Översvämningar på grund av skyfall uppstår vanligtvis under sommaren och har största konsekvenser i urbana områden, där dagvattenssystemet inte har tillräcklig kapacitet att ta hand om stora vattenmängder och där en stor andel hårdgjorda ytor hindrar infiltrering i marken.

SMHI:s nya beräkningar med en mycket mer detaljerad regional klimatmodell tyder på att klimatförändringens effekt på skyfall kan ha underskattats hittills och att skyfallen kan öka uppemot dubbelt så mycket mot vad som tidigare modellsimuleringar har visat (<https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/ny-forskning-skyfallen-kan-bli-annu-varre-i-ett-forandrat-klimat-1.142644>).

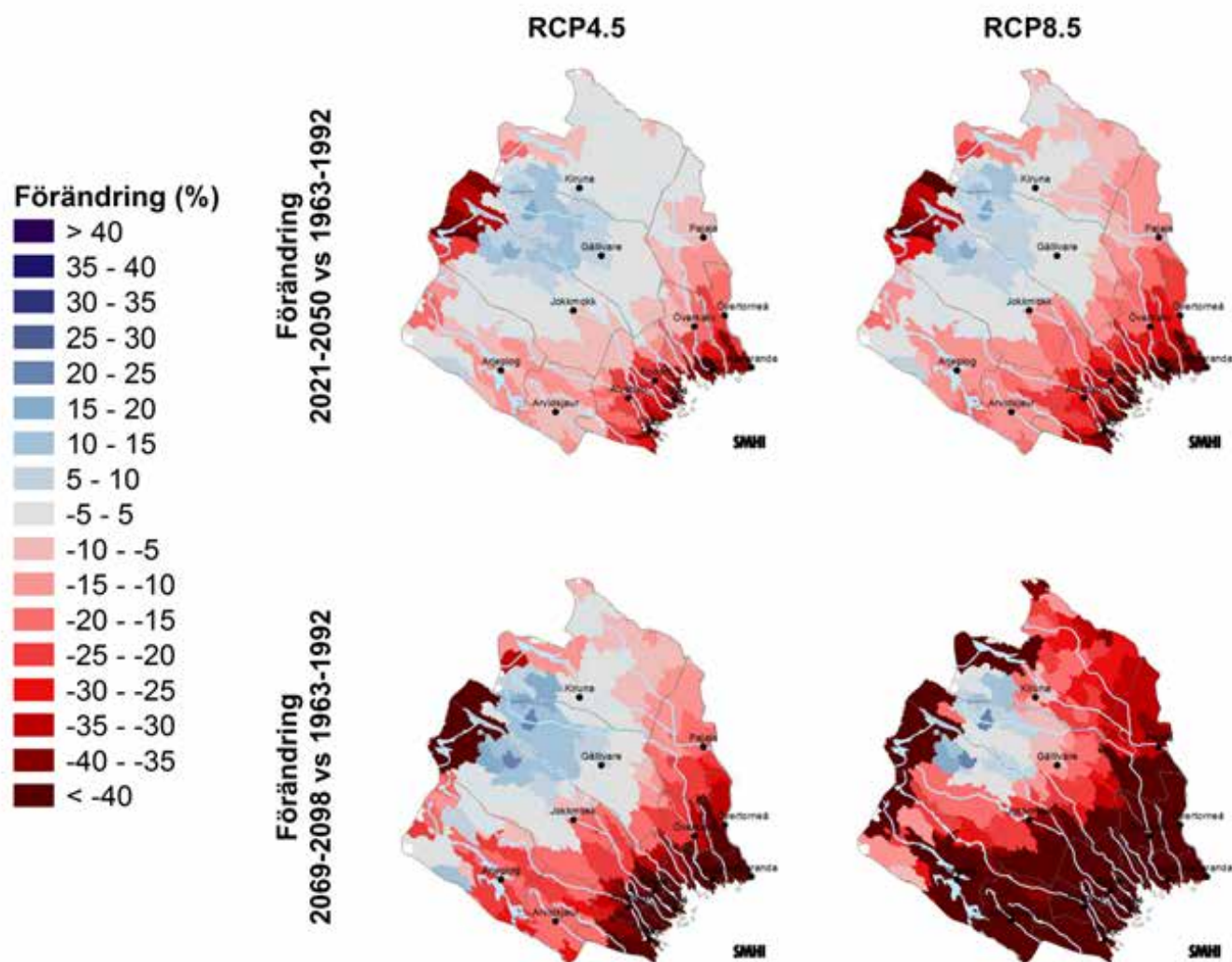
Nederbörden som faller vintertid kommer inte i samma utsträckning att bindas upp som snö på grund av varmare temperaturer, så att vintrarna kan förväntas vara mycket blötare.

Enligt klimatscenarierna minskar antalet dagar med snö generellt i länet (Tabell 1). Största minskning sker i sydöstra Norrbotten medan antal dagar med snötäcke ökar nordväst om Gällivare, där nederbörden fortsätter falla som snö på grund av de låga temperaturerna (Figur 9). Statistiken visar en tydlig trend i att antal snödagar i Norrbotten kommer att minska fram till år 2050 och även därefter. Kustområden och det östra inlandet får den tydligaste påverkan till år 2050 där antal snödagar kommer att minska med 20 dagar (Luleå 30-40 dagar). Antal dagar med snötäcke med minst 20 mm vatteninnehåll minskar fram till 2100 (Berglöv et al., 2015). Glaciärerna i västra Norrbotten riskerar att bli mindre eller att försvinna vid stigande temperaturer och mindre snöfall.

Även om antalet dagar med snötäcke minskar successivt på grund av högre temperaturer ökar snölasten i områden med fortsatt låga temperaturer. I dessa områden leder stigande temperaturer och ökad nederbörd på vintern i kombination med de lokala orografiska förhållandena till tyngre snö (Strasser, 2008; Croce et al., 2018). När regn faller på ett befintligt snötäcke kommer regnet att lagras i snön vilket i sin tur ökar densiteten och snölast. Även ett ökat antal nollgenomgångar på vintern gör att snön blir mer kompakt och tyngre. Klimatscenarioerna tyder också på ett ökat antal extremhändelser som kan leda till kortvarigt extremt snöfall.

ANTAL SNÖDAGAR	1961-1990	1990-2013	2021-2050	2069-2098
Kust	140-160	120-140 -20 dagar	100-120 -20 dagar	80-100 -20 dagar
Östra inland	160-180	160-180 -0 dagar	140-160 -20 dagar	120-140 -20 dagar
Västra inland	180-200	160-180 -20 dagar	160-180 -0 dagar	140-160 -20 dagar
Fjäll	>200	>200	>200	>200

Tabell 1: Antal snödagar i ett framtida klimat (Länsstyrelsen 2017)



Figur 9: Förändrat maximalt snötäcke för RCP4.5 och RCP8.5, perioderna 2021-2050 och 2069-2098.

Avrinning och markfuktighet

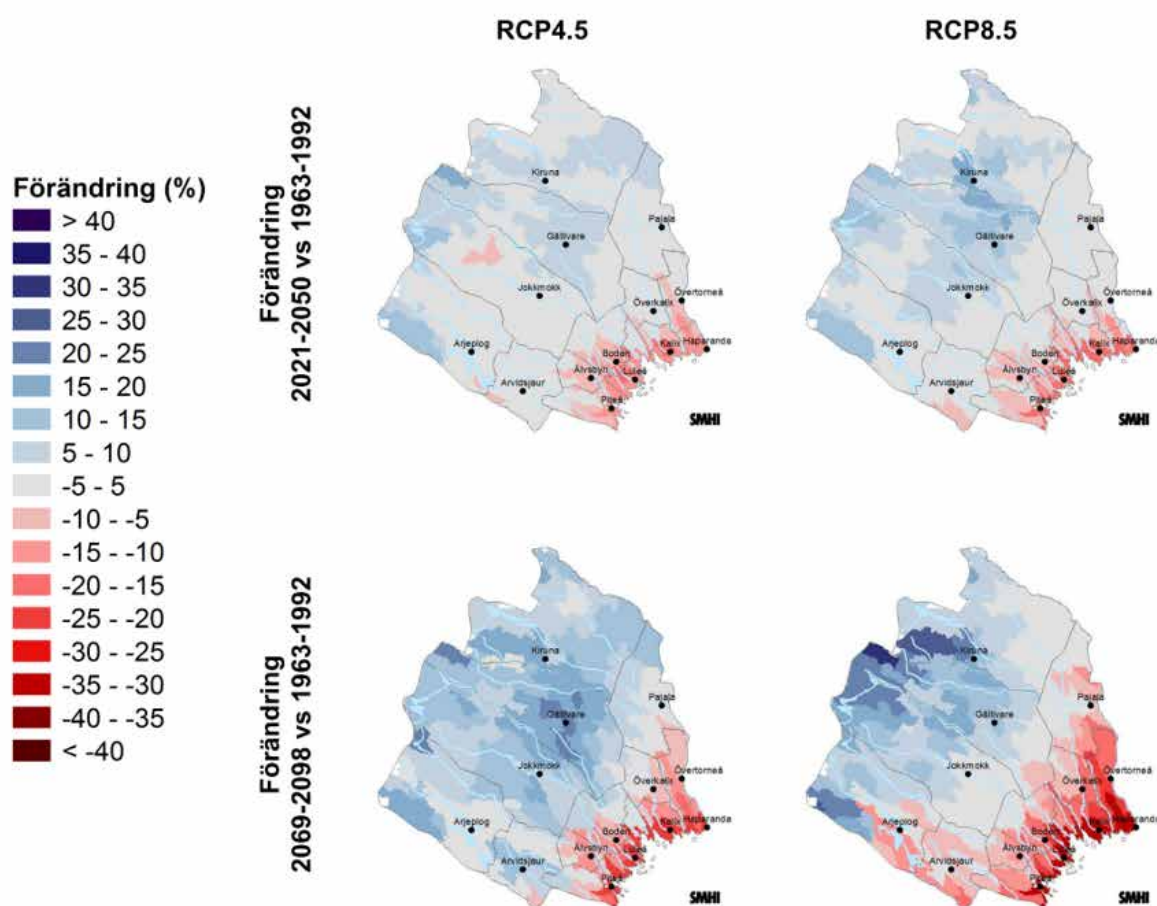
Den totala årsmedeltillrinningen i Norrbottens län förväntas öka med ca 10 - 30 % för RCP4.5 och 20-40 % för RCP8.5 fram till 2100. Den största ökningen sker på vintern och i de nordligare delarna av länet, speciellt för RCP8.5 där förändringen av vintertillrinningen ökar med över 100% i alla vattendragen (Berglöv et al., 2015).

Översvämningar är en konsekvens av höga flöden (t.ex. vårfloden) eller kraftig nederbörd och uppstår främst längs Piteälven, Luleälven, Kalixälven och Torneälven. Lokalt väntas extremnederbörd bli en vanligare orsak till höga flöden. Vattendragens årstidsförlopp kommer att ändras i ett framtida klimat, så att vårflödestoppar

inträffar tidigare, och vinter- och höstflöden blir högre på grund av ökad nederbörd vintertid (Berglöv et al., 2015).

I kustområden finns en risk för översvämningar när vattenståndet i havet är högt samtidigt som det är höga flöden i vattendrag.

Den förändrade totala 100-årstillrinning som är en indikator för översvämningrisk förväntas minska vid kusten och öka i inlandet och fjällen (Berglöv et al., 2015, Figur 10).



Figur 10: Förändring i lokal 100-årstillrinning för RCP 4.5 och RCP8.5, 2021-2050 samt 2069-2098 jämfört med referensperioden (Berglöv et al., 2015)

Dagar med låg markfuktighet ökar i hela länet. På vintern kommer markfuktigheten att öka till följd av ökad nederbörd och minskad ackumulation av snö. Under sommaren kommer markfuktigheten att minska på grund av att avdunstningen ökar i ett varmare klimat. Antalet dagar med låg markfuktighet ökar med variationer över länet, framför allt i de nordvästra delarna av länet (Berglöv et al., 2015).

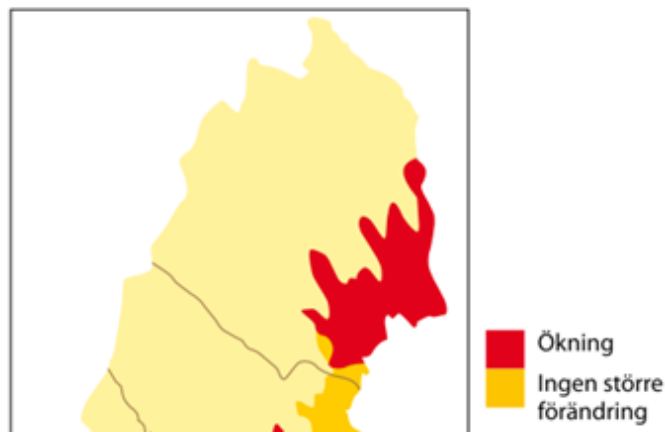
Förändrade nederbördsmönster och tillrinning leder till förändrade förutsättningar för erosion och ras och skred (Figur 11). Förutsättningar för erosion finns idag främst längs de stora vattendragen (Piteälven, Luleälven, Kalixälven, Torne älv). I och med att flöden förväntas att förändras mellan årstider och i varaktighet kan erosion

längs vattendrag öka i framtiden (SGI, 2011).

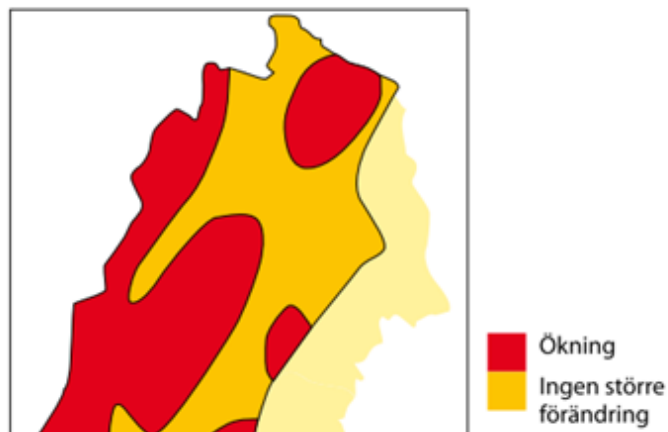
Förutsättningar för ras och skred finns framför allt i ler- och siltområden närmast kusten och i de flesta låglänta områden i anslutning till vattendrag. Förändrade nederbördsmönster och en ökning av extrema korttidsregn leder till en större benägenhet för ras och skred (Figur 12).

På grund av den intensiva landhöjningen sjunker erosionsbasen av sista vattenfall i vattendragen successivt undan, vilket förklarar att förhållandevis mycket erosion och därmed många skred inträffar utmed de nedersta älvsträckorna (SGI, 2011).

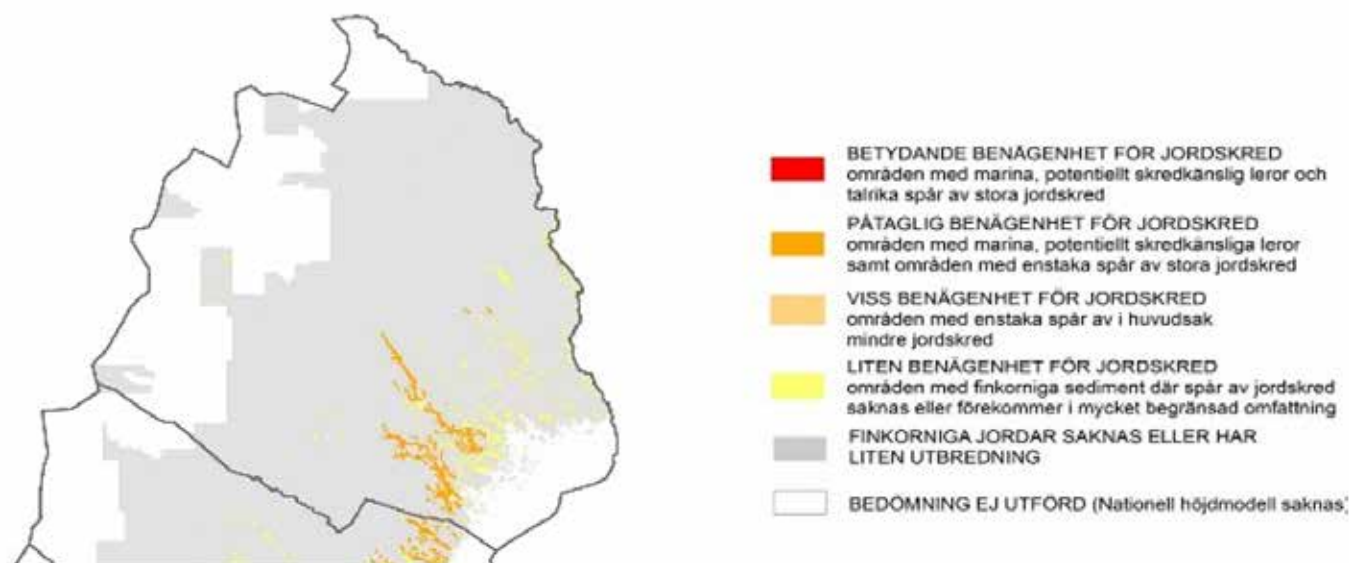
Skred och ras



Moränskred och slamströmmar



Figur 11: Förändring av benägenheten för ras och skred och moränskred och slamströmmar på grund av klimatförändringar under perioden 2071-2100 (Länsstyrelsen Norrbotten, 2016).



Figur 12: Skredbenägenhet hos finkorniga jordarter i Norrbotten (SGU).

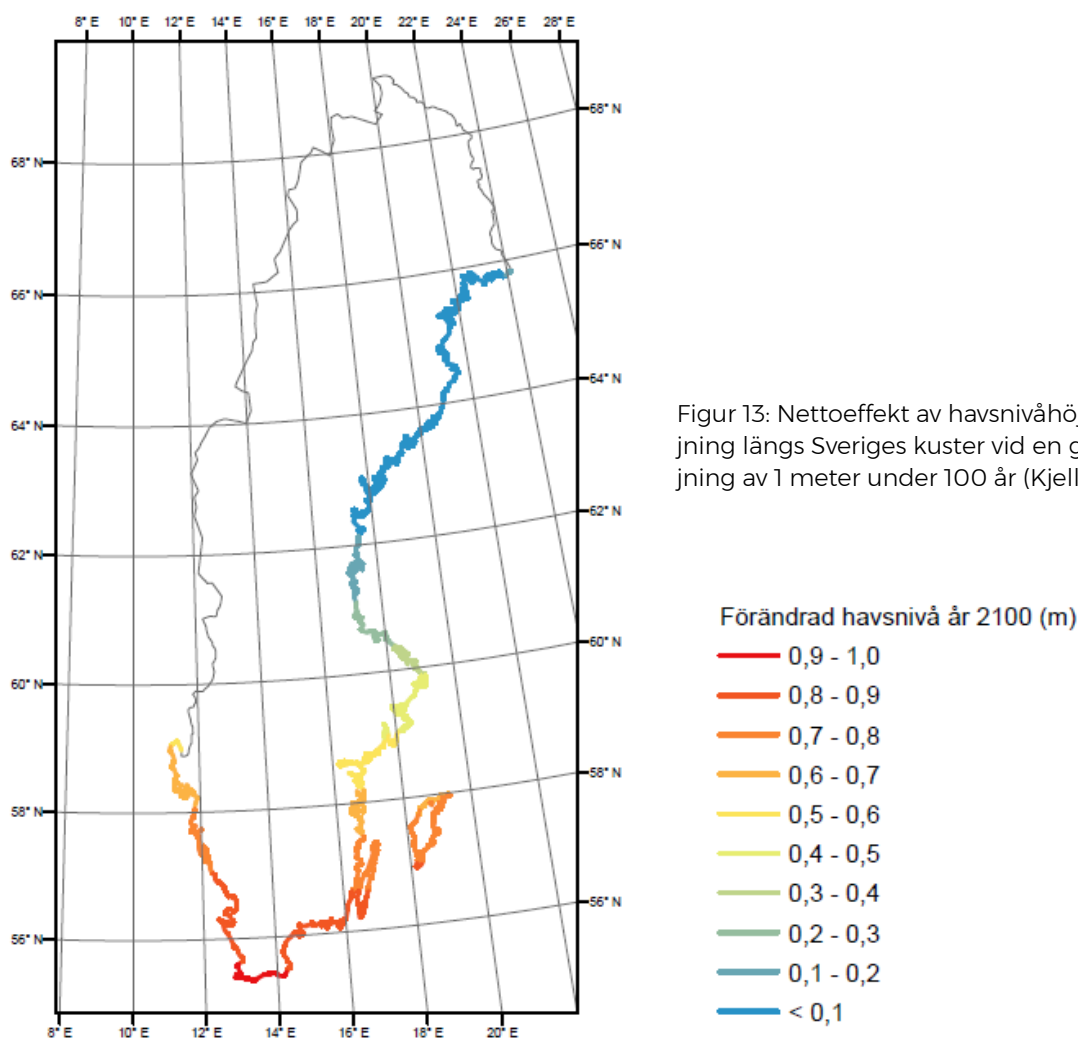
Havsnivån

På grund av den globala uppvärmningen stiger havsnivån idag med ca. 3 mm/år (IPCC, 2013). För scenariot RCP8.5 beräknas medelvattenståndet i havet globalt höjas med 52 - 98 cm fram till 2100. För ett scenario med minskat framtida utsläpp räknas den globala havsytan stiga som minst 0,3 m under motsvarande jämförelseperiod. Utifrån de olika RCP scenarierna kan det således förväntas en global havsnivåhöjning på mellan cirka 0,3 m och 1 m fram till 2100. Klimatscenarier pekar på att havsnivån kommer fortsätta att stiga även efter 2100 på grund av termisk expansion, avsmältning av glaciärer och inlandsisar på Grönland och Antarktis.

Havet stiger extra mycket i samband med stormar och kan då leda till allvarliga konsekvenser för kustkommunerna. I Sverige har havsnivån stigit 20 cm de senaste hundra åren. Landhöjningen kompenserar dock för

havsnivåhöjningen i stora delar av landet, åtminstone fram till mitten av seklet. I Norrbottens län är landhöjningen ca. 10 mm/år, dvs. nettohavsnivåstigning fram till 2100 är mindre än 10 cm (Figur 13). Effekterna av ett stigande hav förväntas därför först efter 2100. Kusterosion förväntas först vid slutet av seklet när landhöjningen inte längre kompenserar för stigande havsnivåer. Omfattningen av kusterosion bestäms även av stormar och tillfälliga högvatten (SGI 2011).

Det finns inga scenarier som tyder på en ökning av stormar och stormintensitet i Sverige. För Norrbottens del förutses bara en marginell ökning av frekvensen av kraftig vind. Regionala klimatscenarier visar dock att vindhastigheterna kan komma att öka något över områden som idag är is- och snötäckta men i ett framtida varmare klimat inte är det (Kjellström et al. 2014).



Figur 13: Nettoeffekt av havsnivåhöjning minus landhöjning längs Sveriges kuster vid en global havsnivåhöjning av 1 meter under 100 år (Kjellström et al., 2014)

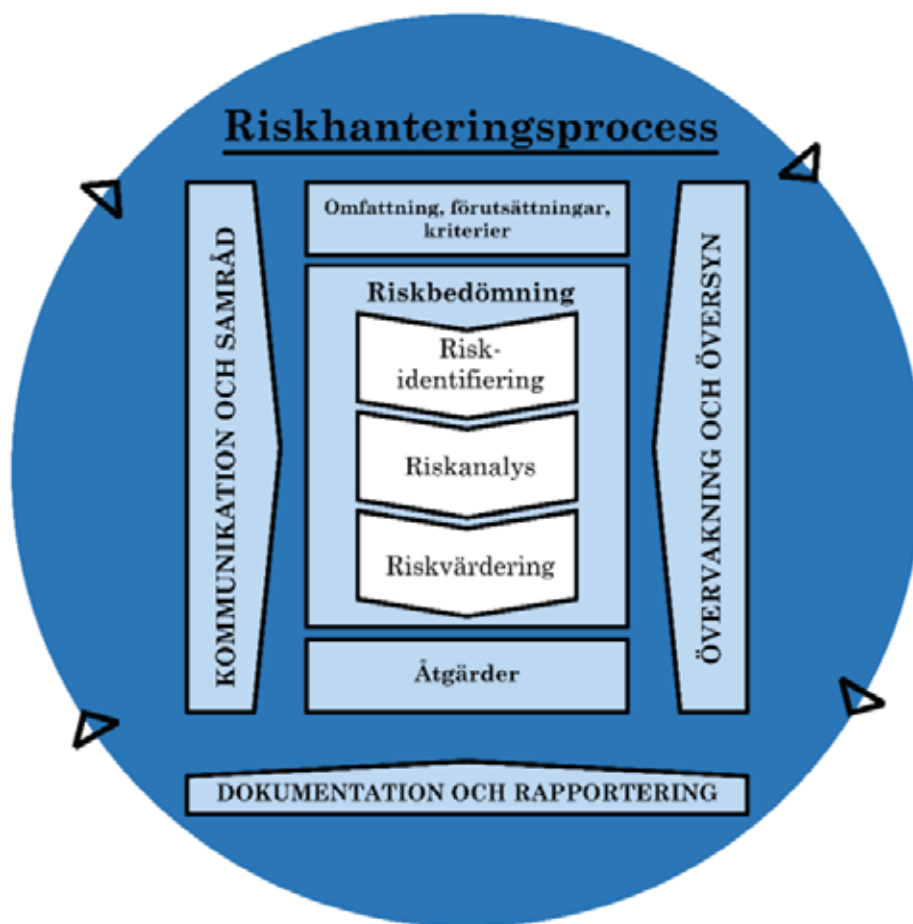
3

Metod

För att bedöma klimatpåverkan på Norrbottens kulturmiljöer har en systematisk GIS-kartläggning och riskanalys genomförts. Analysen ska svara på frågorna: Hur stor andel av kulturmiljön kommer att påverkas av ett förändrat klimat? Hur stor bedöms påverkan vara? Hur känsliga är de kulturhistoriska värdena?

Den systematiska analysen gjordes i linje med ISO-standarderna för riskhantering (Figur 14). Enligt denna standard är de väsentliga analysstegen i riskhanteringsprocessen en avgränsning av omfattning och definition av kriterier för analysen, en riskbedömning som omfattar en riskidentifiering, en riskanalys och en värdering av risker samt vidtagande av åtgärder.

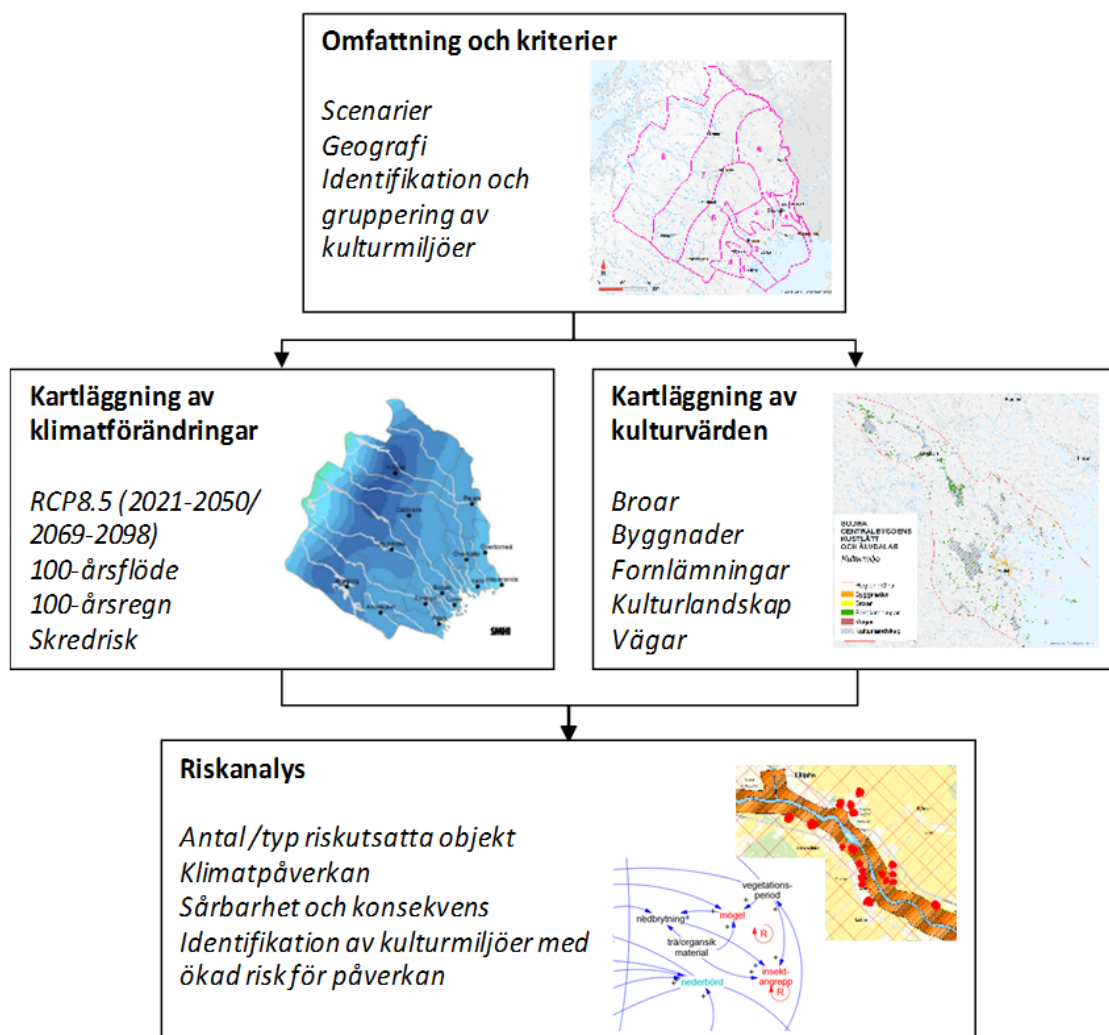
Risk definieras som en sammanvägning av sannolikhet och konsekvens för en oönskad händelse. Konsekvensen kan i sin tur definieras som en sammanvägning av det skyddsvärda objektets värde respektive sårbarhet. Riskidentifieringen är en inventering av händelseförlopp (scenarier) som kan medföra oönskade konsekvenser. För naturhändelser, till exempel höga flöden, är det möjligt att beräkna återkomsttiden, för andra klimateffekter är det däremot svårt att beräkna en sannolikhet att händelsen inträffar och hur ofta. En riskanalys av klimatpåverkan på kulturmiljön handlar således framför allt om att identifiera förändringar och effekter och deras komplexa sammanspel för att kunna beskriva konsekvenser på kulturhistoriska miljöer.



Figur 14: Riskhanteringsprocess enligt Svensk Standard - Riskhantering (ISO 2018).

Analysen av klimatpåverkan på kulturmiljön fokuserar på en systematisk avgränsning och kategorisering av kulturmiljöer, riskidentifiering och riskanalysen och omfattar fyra delar (Figur 15):

1. Definition av omfattning och kriterier för analysen. Denna del inkluderar val av klimatscenarier, kultur-geografisk regionindelning och identifikation och gruppering av kulturmiljöer.
2. Kartläggning av klimatförändringar för olika utsläppsscenarioer och återkomsttider. Klimatfaktorer som belysas är förändringar i temperatur och nederbörd samt deras effekter. Vidare ingår ett klimatanpassat 100-årsflöde och ett klimatanpassat 100-årsregn samt karteringen över områden med förutsättningar för ras och skred i analysen.
3. Kartläggning av kulturella värden i Norrbotten utifrån befintligt digitalt material. Kartläggningen och analysen görs regionvis enligt Norrbottens kultur-geografiska indelning.
4. Riskanalys av klimatpåverkan på kulturmiljöer. Risker som analyseras är potentiell skada eller förlust av kulturmiljöer på grund av prognostiserade klimatförändringar. Analysen innefattar en beräkning och kartläggning av antal och typ riskutsatta objekt, en analys av effekter och påverkan på dessa objekt, en bedömning av deras sårbarhet och potentiella konsekvenser samt en identifikation av riskområden. I riskanalysen har både kvantitativa och kvalitativa metoder använts för att identifiera, beskriva och bedöma klimatrisker.



Figur 15: Översikt av arbetsgång. Analysen omfattar en kartläggning av klimateffekter och kulturvärden, och en riskanalys för Norrbottens kulturarv i ett framtida klimat.

Kartläggning av klimatdata

Data som har varit tillgängliga i denna analys är prognostiserade klimatförändringar för två av IPCC:s olika utsläppsscenarier RCP4.5 och RCP8.5.

Utvecklingen av prognostiserade klimatförändringarna för RCP4.5 och RCP8.5 motsvarar varandra under perioden 2021-2050. Efter 2050 blir förändringarna för RCP8.5 betydligt mer påtagliga. Den långsiktiga förändringen i ett 100-årsperspektiv anses vara mest relevant ur kulturmiljösynpunkt. Därför fokuserar denna utredning på scenariot RCP8.5 och klimatförändringar under de två 30-årsperioderna 2021-2050 och 2069-2098. Utöver klimatscenarierna analyseras naturhändelser såsom översvämningar, skred och skyfall som inträffar redan idag och som förväntas öka på flera håll i både frekvens och intensitet i takt med att klimatet förändras. Modellering och kartering av dessa händelser har gjorts för RCP8.5 ur ett 100-årsperspektiv.

Materialet som ligger till grund för kartläggning av klimatförändringar omfattar:

1. SMHI:s klimatdata för RCP4.5 och RCP8.5, perioderna 2021-2050 och 2069-2098 i rasterformat med 4 x 4 km upplösning (SMHI:s klimatanalys för Norrbottens län, Berglöv et al., 2015) för

- Medeltemperatur (år/årstid)
- Nederbörd (år/årstid) samt dygnsnederbörd
- Dagar med snö och snötäcke
- Tillrinning (år/årstid)
- Vegetationsperiod
- Markfuktighet

2. Översvämningskartering för Norrbottens stora älvar (MSB):

- GIS-skikt av översvämningsutbredningen av ett klimatanpassat 100-årsflöde för Piteälven, Torneälven, Lainioälven, Tändöälven, Kalixälven, Piteälven, Lillpiteälven och Rokån. 100-årsflödet har anpassats till förväntade flöden år 2098.
- GIS-skikt av översvämningsutbredningen av ett 100-årsflöde för Luleälven och Skellefteälven. Eftersom modeller av ett klimatanpassat 100-års-

flöde inte är tillgängliga för dessa älvar anses analysen vara något konservativ i kustområden där 100-årstillrinningen förväntas minska i framtiden. I inlandet däremot förväntas inga stora förändringar gentemot dagens 100-årsflöde. Fjälltrakterna som förväntar en ökning av 100-årsflödet är inte karterade.

Dessa data beaktar enbart naturliga flöden och tar inte hänsyn till extrema situationer som till exempel dammbrott eller isdämning.

Skyfallsmodellering med 4 x 4 m upplösning av ett klimatanpassat 100-årsregn över Norrbottens tätorter (DHI, 2015). Nederbördsintensiteten i modellen har anpassats med en klimatfaktor på 1,2. Detta regn motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100.

3. Områdesavgränsningar från skredkarteringen (MSB):

- ”Översiktliga stabilitetskarteringar i finkorniga jordarter (före 2001) - huvudstudie 1B” för Piteå kommun, Boden kommun, Älvsbyn kommun, Jokkmokk kommun, Pajala kommun och Piteå kommun.
- Stabilitetskarteringar för morän och grovkorniga jordarter för Kiruna kommun, Gällivare kommun, Älvsbyn kommun och Arvidsjaur kommun.

Karteringen omfattar inte alla områden med risk för skred och erosion utan bara områden med förutsättningar för skred i dalgångar och tätbebyggda områden i dagens klimat.

I samband med översvämningar används begreppet återkomsttid, här 100-årsflöde (vattendrag) och 100-årsregn (skyfall), vilket betecknar den genomsnittliga tiden mellan två händelser av samma omfattning. Återkomsttiden tas fram genom statistisk analys av mätdataserier och dess osäkerhet beror på längden och fullständighet av dataserien. Den sammanlagda eller ackumulerade sannolikheten beskriver sannolikheten att den dimensionerande händelse under en viss tidsperiod. Ett vattenstånd med återkomsttiden 100 år har till ex-

empel 10 % sannolikhet att inträffa under en 10-årsperiod och ca 40 % sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod. Den sammanlagda sannolikheten är således av stor betydelse för dimensionering av åtgärder.

I Tabell 2 nedan redovisas den sammanlagda sannolikheten för att en händelse med en viss återkomsttid ska överskridas under en längre tidsperiod.

Återkomsttid (år)	Sannolikhet i %					
	1 år	10 år	50 år	100 år	200 år	1000 år
2	50	100	100	100	100	100
10	10	65	99	100	100	100
50	2	18	64	87	100	100
100	1	10	39	63	87	100
200	0,5	5	22	39	63	99
1000	0,1	1	5	10	18	63

Tabell 2: Sammanlagda sannolikheten att en viss händelse med en viss återkomsttid inträffar under en längre tidsperiod

Kartläggning av kulturmiljöer

I utredningen ingår alla kulturmiljöer i Norrbottens län som är tillgängliga i digitalt format. Icke-digitaliserat material har inte använts. Kulturmiljöerna har delats in i fem grupper: kulturlandskap, fornlämningar, byggnader, broar och vägar (Tabell 3).

Den första gruppen Kulturlandskap riktar sig mot det övergripande landskapet som människor har påverkat på olika sätt (miljökategorierna är hämtade från det regionala kulturmiljöprogrammet; Före skriften/förhistoriska lämningar, Samiska kulturmiljöer, Jordbruk från kust till fjäll, Jakt, fiske, och sjöfart i kust och skärgård, Kyrkliga kulturmiljöer, lämningar och miljöer som speglar centralmakten, Tidiga gruvor och bruk, 1900-talets storskaliga industrier, Skogsbruk samt Naturvetenskaplig forskning). Gruppen omfattar tillgänglig GIS-data avseende registrerade kulturmiljöer som Landskapsbildskydd, Bevarandeprogram för odlingslandskap, riksintressen för kulturmiljövård, världsarv och regionala och kommunala kulturmiljöprogram.

Den andra gruppen Fornlämningar innefattar lämningar efter människors verksamhet under forna tider

som nu ej längre är i bruk. Gruppen rymmer tillgänglig GIS-data avseende registrerade kulturmiljöer/objekt i Riksantikvarieämbetets Fornminnesregister (FMIS) och Skogsstyrelsens register Skog och Historia. Objekt med antikvarisk bedömning, Fornlämning och Övrig Kulturhistorisk Lämning, har hämtats från dessa databaser.

Gruppen Byggnader omfattar tillgänglig GIS-data avseende registrerade byggnader som är kulturhistoriskt värdefulla. Gruppen innefattar geo-data från inventeringar av Byggnader, Fyrar, Kyrkor, Regionalt utpekade byggnader, Kommunalt utpekade byggnader, Kulturhistorisk dokumentation av Råneå älv med biflödet Abramsån och Åby älv 2017 (Reborn), Damminventeringar samt Räkna Q.

Den fjärde gruppen Broar rymmer tillgänglig GIS-data avseende registrerade kulturmiljöer/objekt i Länsstyrelsen i Norrbottens inventering Kulturmiljö broar (2000–2001).

Den sista och femte gruppen Vägar omfattar tillgänglig GIS-data avseende registrerade kulturmiljöer/objekt

i Länsstyrelsen i Norrbottens inventering Kulturmiljö vägobjekt.

För att kunna sätta de framtida klimatförändringarna i en historisk kontext har Riksantikvarieämbetets och Länsstyrelsens rapport *Agrarhistorisk landskapsanalys över Norrbottens län* (Höglin 1998, Figur 16) använts som stöd.

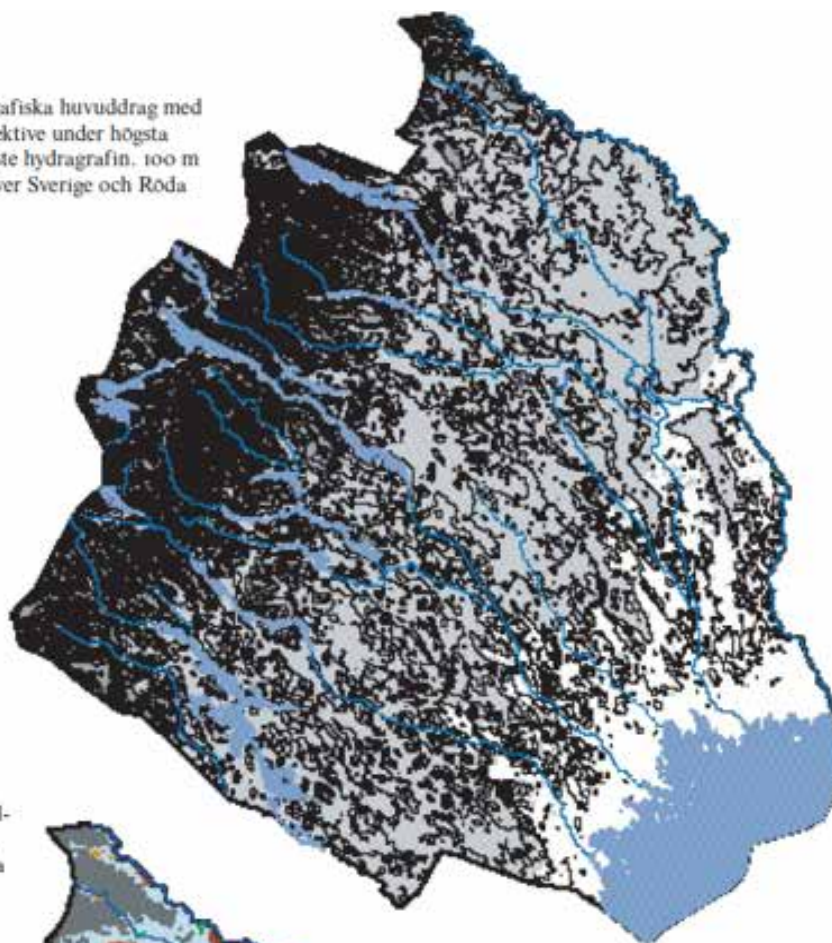
I de kapitel som beskriver de olika regionerna har texter från denna analys använts och i vissa delar citerats. I Höglins analys ges topografiska och kulturgeografiska förklaringar till varför kulturmiljön ser ut som den gör idag. Vidare har Höglins analys bidragit som bedömningsgrund för riskbedömningarna när det gäller påverkan på kulturlandskap.

Kulturlandskap	Fornlämningar	Byggnader	Broar	Vägar
Världsarv	Fornlämningar*	Enskilda och statliga byggnadsminnen	Broar utpekade i länsstyrelsens kunskapsunderlag	Vägmiljöobjekt utpekade av Trafikverket
Riksintressen för kulturmiljövård	Skog och historia	Fyrrar		
Regionalt kulturmiljöprogram		Kyrkor		
Kommunala kulturmiljöprogram		Kommunalt utpekade byggnader (kulturmiljöprogram)		
Flottledsinventeringar		<u>ReBorN</u>		
Uttekade värdefulla odlingslandskap		Dammar/TRIWA		
		Byggnader skyddade i detaljplan (Räkna q)		

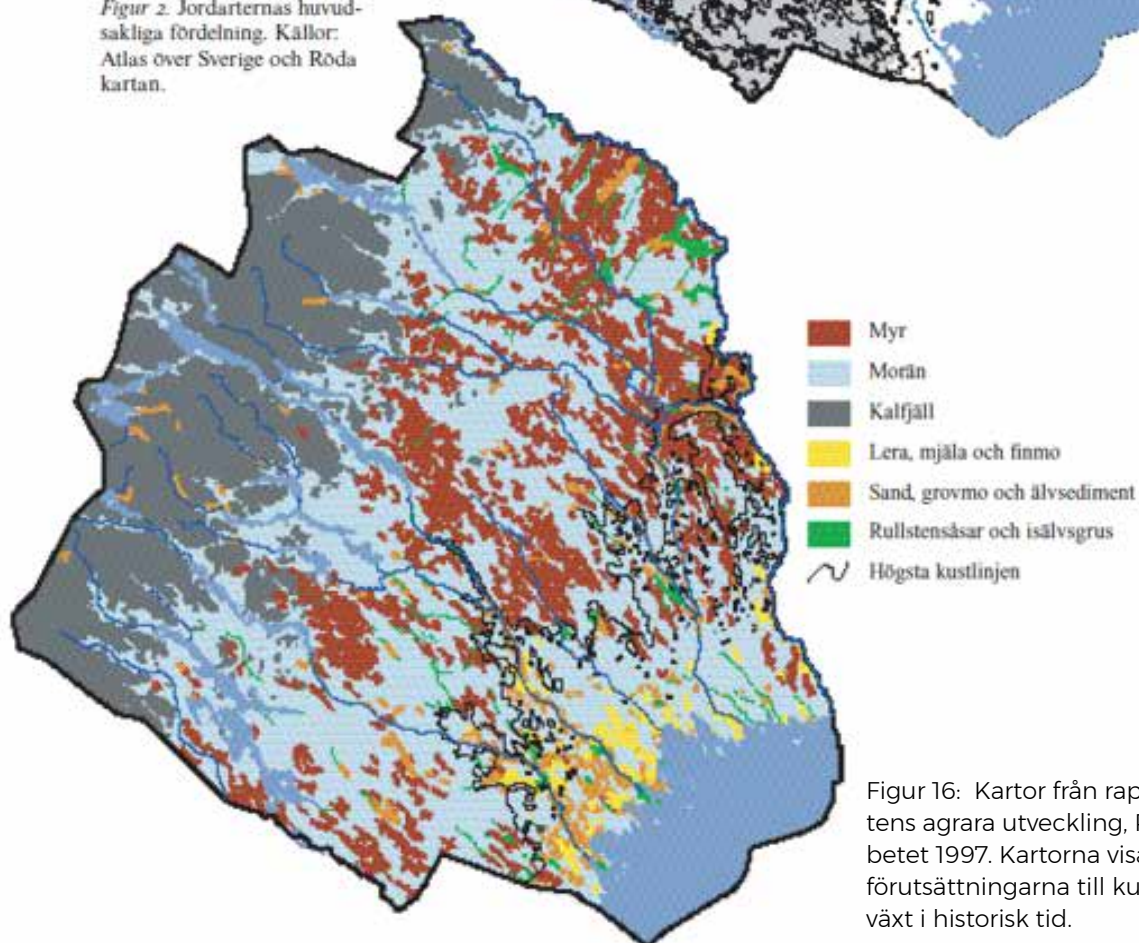
* bara fornlämningar och kulturhistoriska lämningar

Tabell 3: Indelning av kulturmiljöer i analysen.

Figur 1. Norrbottens topografiska huvuddrag med kalfjäll, områden över respektive under högsta kustlinjen samt den viktigaste hydrografen, 100 m ekvidistans. Källor: Atlas över Sverige och Röda kartan.



Figur 2. Jordarternas huvudsakliga fördelning. Källor: Atlas över Sverige och Röda kartan.



Figur 16: Kartor från rapporten Norrbottens agrara utveckling, Riksantikvarieämbetet 1997. Kartorna visar de geografiska förutsättningarna till kulturmiljöns framväxt i historisk tid.

Här framträder en historisk klimatologisk tillbakablick som kan bidra till att analysera och sätta riskbedömningarna i en historisk kontext:

”Den främsta skiljelinjen med avseende på jordarterna sammanfaller förstås med högsta kustlinjen, under vilken finkornigt sediment avsatt sig kring sjöar och älvar. Kring älvarna har också älvssedimenten stor del. Ovanför HK består jordarna följaktligen av osorterad morän, men väsentliga arealer, särskilt i de östra delarna, består av organogena jordar dvs. myrar. För jordbruket under historisk tid har de klimatologiska förhållandena av kanske än större betydelse i en region vars växtsäsong är så extremt kort. Det som ändå gör det möjligt att bedriva jordbruk på dessa breddgrader, i jämförelse med övriga landet, är det stora antal solskenstimmar som i synnerhet infaller under växtsäsongens mest betydelsefulla skede i juni månad. Härvidlag är kustområdet särskilt gynnat. Under sommarmånaderna påverkas man också positivt av högttryck som bildats över Kolahalvön. Naturligtvis växlar villkoren högst väsentligt inom ett så stort område. Medan fjällområdet exempelvis motar den största nederbörds mängden som uppmäts i Sverige tillhör de östra, kontinentala delarna, landets torraste. Av stor betydelse för den agrara näringen är också de lokala villkoren. Särskilt gäller detta inlandet där de lokalklimatologiska variationerna kan vara avsevärda och som ofta har varit helt styrande för bebyggelsens och odlingsmarkernas lokalisering. Frostbenägenheten under hösten har sannolikt varit det största hindret för framgångsrik spannmålsproduktion.”

Klimatförändringar i förhistorisk tid

De varierande klimatförändringarna i förhistorisk tid, exempelvis genom kallare och varmare klimat, kan med största sannolikhet konstateras. Dock har det inte rymts i detta uppdrag att analysera om eller hur mänsklig verksamhet och sedermera fornlämningar har påverkats.

GIS-Analys

Analysen av klimatpåverkan på kulturmiljön baserar på en kartläggning i GIS för att kunna strukturera och visualisera den stora mängden kulturobjekt. I GIS är det möjligt att kombinera klimat- och kulturdata för rumsliga analyser som ligger riskanalysen till grunden. Analysen

har utförts med hjälp av en överlagringsanalys genom att lägga digitaliserade kulturmiljöer över respektive GIS-skikt med klimatdata. Eftersom det exakta läget och utbredning av vissa fornlämningar inte är kända och för att ta hänsyn till osäkerheter i översvämnings- och skyfallsmodelleringen och dess indata har objekt som föreligger som punktdata i GIS buffrats enligt tabell 4. Alla objekt som har kontakt med översvämnings-skiktet efter buffring har sedan klassats som översvämmade eller har kopplats till klimatförändringen i underliggande cell av klimatdata. För skyfall har bara byggnader i tätorter analyserats under antaganden att byggnader är utsatta för översvämnning om vattendjupet vid objekten är minst 0,2 m och bedöms bli allvarligt skadade vid ett vattendjup på minst 0,5 m.

GIS - data	Buffertzon
FMIS Fornlämningar (miljötyp boplatser eller skärvtenshög) FornReg Nya Fornlämningar (miljötyp boplatser eller skärvtenshög)	150 m
FMIS Fornlämningar (övriga) Nya Fornlämningar FornReg (Fångstgrop) Kulturmiljö Broar klass 3 SKS Skog och Historia	50 m
Piteå kommun Kulturmiljöprogram: utpekade byggnader Fyrar Miljöer utpekade av Luleå kommun i Svartösten Byggnader registrerade i bebyggelseregistret Enskilda och statliga byggnadsminnen Riksintresseprecisering Kulturmiljö Karaktärsbyggnader Koskullskulle Riksintresseprecisering Kulturmiljö Karaktärsbyggnader Malmberget Byggnader med skydd i detaljplan (Räkna Q)	15 m
Fiskelägen Vägmiljöobjekt (Trafikverket) Värdefulla vägar Kulturmiljövärden längsmed Råne älv (ReBorN) Miljöer utpekade i Norrbottens regionala Kulturmiljöprogram Bevarandeprogram odlingslandskap, natur- och kulturvärden Miljöer utpekade i damminventeringar Miljöer utpekade i Interreg projektet TRIWA (The River Torne International Watershed) Vårdområden till fornvårdsmiljöerna Miljöer utpekade i Flottledsinventering 2009-2010 Miljöer som skyddas med landskapsbildsskydd Miljöer utpekade i Piteå kommuns kulturmiljöprogram Riksintresseprecisering Kulturmiljö Delområden Kiruna Riksintresseprecisering Kulturmiljö Delområden Malmberget Riksintresseprecisering Kulturmiljö Karaktärsområden Koskullskulle Riksintresseprecisering Kulturmiljö Stadsdelar Kiruna Riksintresseprecisering Kulturmiljö Stadsdelar Malmberget	5 m
Jordbruksverket - Ängs- och betesmarksinventering	0 m

Tabell 4: Buffertzoner för punktdata och polygoner i GIS-analysen.

Analys av direkta och sammansatta risker

De riskmatriser som hittills använts vid i liknande riskanalyser är tämligen komplexa, med stort utrymme för godtyckliga bedömningar. De förutsätter en linjär koppling mellan ändrade klimatförhållanden och ändrad riskbild. Påverkan, effekt och konsekvenser uppstår dock genom ett komplext samspel mellan t.ex. ändrade temperaturförhållanden, luftfuktighet, och snö- eller tjälförhållanden. WSP:s bedömning är därför att en analys med matriserna som enda grund riskerar att leda till delvis missvisande resultat. I det arbete som redovisas här har WSP valt att komplettera analysen med ett systemanalytiskt angreppssätt som stöd för att koppla samman effekter och konsekvenser. Den systemanalytiska ansatsen möjliggör att betrakta återkopplingar, icke-linjära samband och olika typer av samverkande effekter som möjliga och troliga och i samspelet mellan klimatförändringen och länets kulturmiljöer.

Matrisen (Figur 17) visar översiktligt hur effektsambanden riskerar att påverka kulturmiljön. Matrisen är inte komplett men WSP bedömer att det i kommande arbete behöver fördjupas och kompletteras i syfte att kunna utvärdera sannolikheten för riskutsatt objekt på mer individuell nivå.

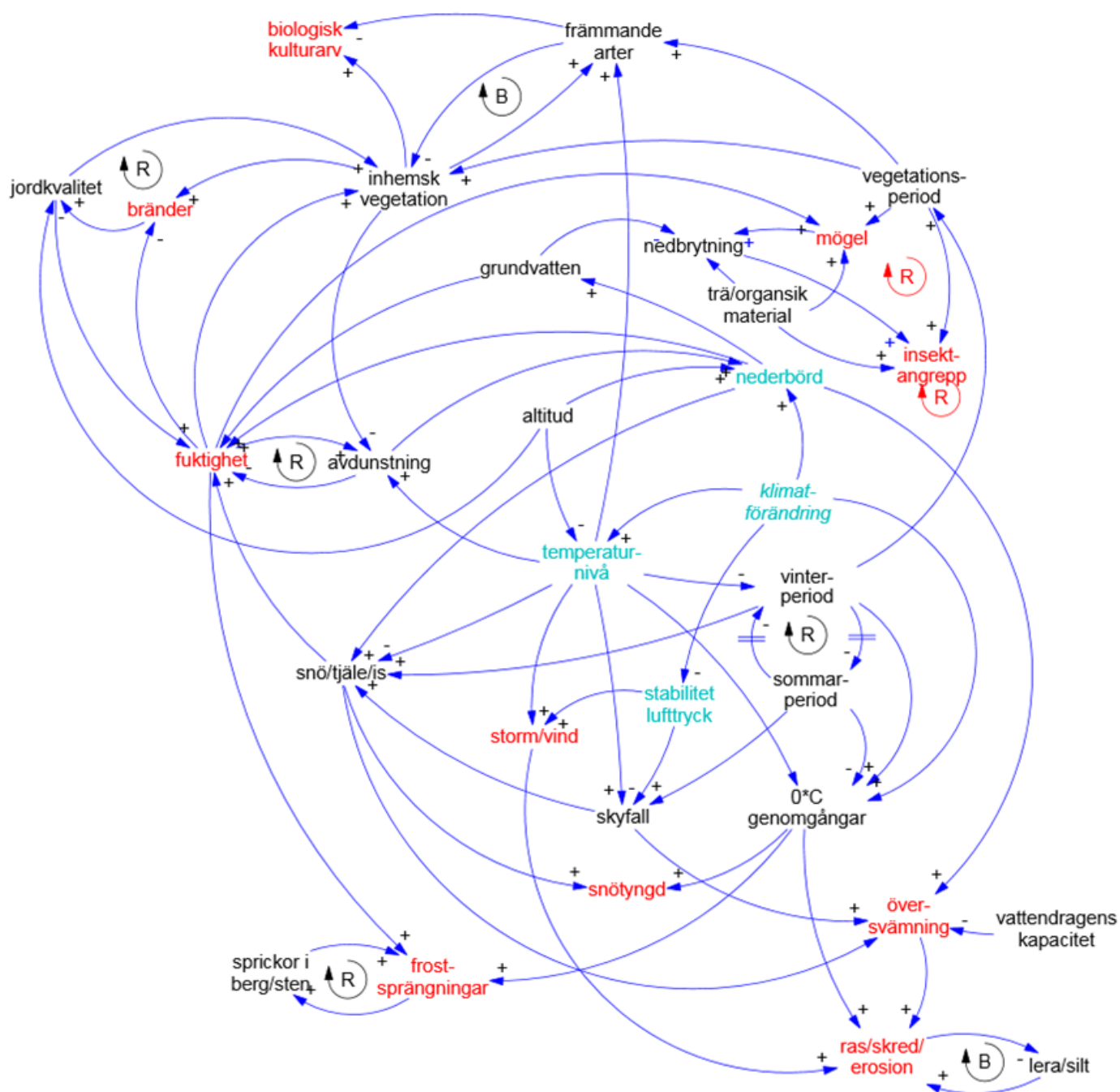
Systemtänkande eller system dynamik är en metod för systemanalyser. Grundtesen i systemdynamik är att majoriteten av de beteenden vi kan observera i vår omvärld är en funktion av den systemstruktur av vilket de är en del. För att förstå ett beteende är det således nödvändigt att förstå hur systemet som driver beteendet är uppbyggt, dvs. hur systemets komponenter interagerar med varandra (Meadows, 2005). Syftet med systemdynamik är (ofta) att identifiera systemstrukturen som ger

upphov till ett särskilt beteende. När en systemstruktur identifierats kan dess reaktion på yttre faktorer analyseras. I den här studien vill vi analysera vilken inverka klimatförändringarna har på kulturmiljöer.

Systemdynamikens synsätt betonar att system sällan är linjära och för att göra en systemanalys är det inte tillräckligt att enbart beskriva en orsakskedja som följer av en viss åtgärd. För att ordentligt analysera en åtgärds effekt måste det system som åtgärden påverkar kartläggas.

Att ett system är icke-linjärt innebär att det innehåller en eller flera återkopplingsmekanismer. Återkopplingsmekanismer kan avslöja mycket om ett systems beteende och är centrala när effekterna av en åtgärd ska analyseras. Det finns två typer av återkoppling; negativ och positiv. Negativ återkoppling dämpar en åtgärds effekter och positiv återkoppling förstärker åtgärdens initiala effekt.

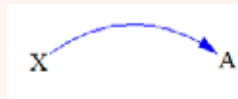
Systemanalys är ett kraftfullt och visuellt verktyg för att illustrera kumulativa effekter. Görs systemanalysen med stöd av mjukvara (Vensim®) kan diagram framställas och kopplingar mellan direkta och indirekta effekter samt deras samspel och återkopplingar identifieras och analyseras.



Figur 17: Riskmatris som översiktligt visar på effektsamband och WSPs övergripande metod att analysera påverkan på kulturmiljön.

Att läsa ett Orsak-verkan-diagram (OVD)

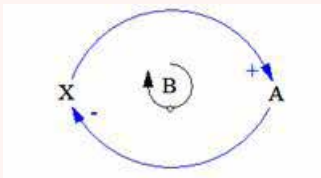
Ett OVD visar kausala samband, eller orsakssamband, mellan olika faktorer. En pil representerar ett sådant samband där X påverkar A:



Enkelt orsakssamband

Pilen visar dock inte sambandets polaritet, d.v.s. åt vilket håll förändringen sker. Denna kan vara antingen positiv (åt samma håll) eller negativ (åt motsatt håll) där ett "+" indikerar ett positivt samband och "-" ett negativt. Detta exemplifieras och utläses:

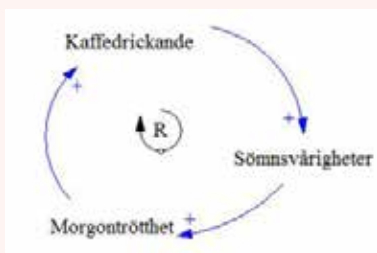
- "Mer X leder till mer A".
- "Mer A leder till mindre X".
- "Mindre X leder till mindre A".
- "Mindre A leder till mer X".



Enkel balanserad loop

Ett positivt samband innebär således inte att variabel A ökar, utan att den ökar om X ökar eller minskar om X minskar. Det motsatta gäller med ett negativt samband. "B" indikerar att en balanserande loop slutits. I en balanserande loop dämpas effekter, till exempel leder en ökning av X efter ett varv i loopen att X minskar. På motsvarande sätt finns förstärkande loopar som betecknas "R". Det utläses:

- "Mer kaffedrickande leder till mer sömnsvärigheter"
- "Mer sömnsvärigheter leder till mer morgontrötthet"
- "Mer morgontrötthet leder till mer kaffedrickande"



Exempel på förstärkande loop

Slutligen kan pilar markeras med en förseningssymbol (delay). Det betyder att det kommer ta lång tid innan sambandet uttrycks i systemet.



Exempel på förseningssymbol

Bedömningar av kumulativa effekter

Vissa klimateffekter utöver de som leder till direkt fysisk skada på kulturmiljö, exempelvis skred finns ett stort antal klimateffekter som är mer svårbedömda då effekterna kommer kumulativt. I dagsläget finns ingen kvalitetssäkrad bedömningsmetod för arbetet med riskanalys. WSP har valt att analysera riskerna utifrån perspektivet att en effekt tillsammans med en annan kan ge olika grad och form av påverkan på kulturmiljön.

Med kumulativa effekter menar man den samlade effekt som uppstår när många olika faktorer interagerar och läggs till varandra. Kumulativa effekter kan vara additiva (Figur 18), synergistiska eller antagonistiska (motverkande). En additiv effekt uppstår när två eller flera effekter tillsammans leder till en effekt som är lika stor som summan av de individuella effekterna (det vill säga där $1+1=2$). En synergistisk effekt uppstår när två eller flera effekter tillsammans leder till en effekt som är större än summan av de individuella faktorerna (till exempel när $1+1=4$) eller när en interaktion mellan två faktorer leder till en ny situation (till exempel $A+B=C$). En motverkande (antagonistisk) effekt innebär att effekterna som uppstår på grund av interaktioner är mindre än summan av var och en (till exempel när $1+1=0,4$).

I riskanalysen har exempelvis temperaturökning i kombination med ökad luftfuktighet bedömts vara en kumulativ effekt som tillsammans ger betydligt högre risk för negativ påverkan än effekterna var för sig.

För att förstå och beskriva kumulativa effekter behöver en helhetssyn tillämpas. Där många olika faktorer inom och från ett projekt verkar ihop med sin omgivning skapas ett mycket komplex system. För klimatfrågor i relation till risker för kulturmiljön finns ingen samlad modell som tydliggör sambanden mellan olika effekter. En etablerad metod för att tydliggöra hur olika faktorer hänger ihop och interagerar är systemtänkandet. Systemtänkande beskrivs vanligtvis som en process för att kunna förstå hur komplexa system fungerar (Senge, 1990; Forrester, 1994; Richmond, 1994; Stave och Hopper, 2007; Squires et al., 2011; Kopainsky et al., 2011). Arnold och Wade (2015) beskriva systemtänkande som ”en uppsättning av synergistiska, analytiska färdigheter

som används för att förbättra möjligheten att identifiera och förstå system, förutse deras beteende och modifiera dem för att producera önskade effekter.”

För att förstå hur kulturmiljöer påverkas av, och reagerar på, en yttre förändring som klimatförändringens effekter, är det nödvändigt att först förstå hur systemet är uppbyggt, alltså hur systemets komponenter interagerar med varandra (Meadows, 2005). Förslag på enklare modell av detta presenteras i figuren på föregående sida. Analysen har använts för att förstå och analysera samband och kumulativa effekter.

Naturvårdsverkets vägledning gällande kumulativa förändringar: ¹ ”En additiv effekt uppstår när två eller flera effekter tillsammans leder till en effekt som är lika stor som summan av de individuella effekterna. Detta kan exempelvis handla om ett grundvattenuttag ur en och samma grundvattenreservoar. Effekten av uttaget blir lika stort som summan av de båda uttagen.

En synergistisk effekt är en effekt där kombinationen blir större än summan av de enskilda aktiviteterna. Detta kan exempelvis vara ett utsläpp av både näring och varmvatten till ett vattendrag. Kombinationen av dessa orsakar en algblomning och en minskad syrehalt som är större än den additiva effekten av var och en för sig.

En motverkande effekt innebär att effekterna från fler än en aktivitet är mindre än summan av var och en. Ett exempel på det är buffrande lösningar då ett basiskt utsläpp kan motverka ett utsläpp som är försurande.

I denna analys har WSP valt att riskbedöma med perspektivet kumulativa effekter. Dock har inte de kumulativa förändringarna dokumenterats mer än att de beskrivs i systemmatrisen samt i löptexten i kapitel 4 och 5. Eftersom kunskapsunderlaget för effekter på kulturmiljön inte är komplett eller tillräckligt detaljerat och kvalitativt, har WSP valt att inte gradera sannolikhet eller risk för vissa aspekter i detta skede. De experter som har medverkat vid bedömningarna har gjort en bedömning av sannolikhet och risk utan detaljerad gradering.

¹ <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/miljobedomningar/Specifik-miljobedomning/Miljoaspekter-i-miljobedomning/Kumulativa-effekter/>



Figur 17. Additiv kumulativ effekt (enligt EC, 1999)



Figur 18: Synergistisk/antagonistisk kumulativ effekt (enligt EC, 1999)

Osäkerheter

WSP har fått i uppdrag att riskbedöma kulturmiljön på en övergripande nivå. Metodologiskt innebär det en stor osäkerhet eftersom kulturmiljöer har individuella förutsättningar som i hög grad påverkar riskens sannolikhetsgrad. De direkta mekaniska effekterna till följd av översvämningar, ras och skred som innebär direkt påverkan är enkla att kartlägga och sammanställa. De kumulativa effekterna som beskrivits ovan är däremot betydligt svårare att kartlägga inom ramarna för detta övergripande projekt.

Det finns även osäkerheter kopplade till klimatmodeller och utsläppsscenarioer. Därutöver baserar modelleringen av 100-årsflöde och 100-årsregn på indata och antaganden som är behäftade med osäkerheter.

I den här analysen har riskbedömningen utförts på en övergripande nivå. För att göra en mer detaljerad riskbedömning behövs betydligt mer information om kulturmiljöns egenskaper, topografiska placering, undergrund m.m. konstruktion. Detsamma gäller för påverkan på fornlämningar som är extremt svårt att bedöma om det avser kemisk och biologisk påverkan.

Delar av Norrbotten har ännu inte inventerats avseende fornlämningar. Det innebär att bedömningarna är osäkra och baserar sig på nu kända källor i Riksantikvarieämbetets fornminnesregister Fornsök (FMIS) och det nya kulturmiljöregistret Fornreg.

4

Klimat- effekter på kulturmiljön i Norrbotten

I detta kapitel beskrivs orsak och verkan översiktligt avseende de risker som har identifierats. Eftersom det i denna översiktliga analys inte går att fastställa exakta geografiska gränser för ett flertal risker, beskrivs effekterna mer i detalj i detta kapitel för att undvika upprepningar i kommande geografiska studierna i senare kapitel.

Översvämningar, ras och skred

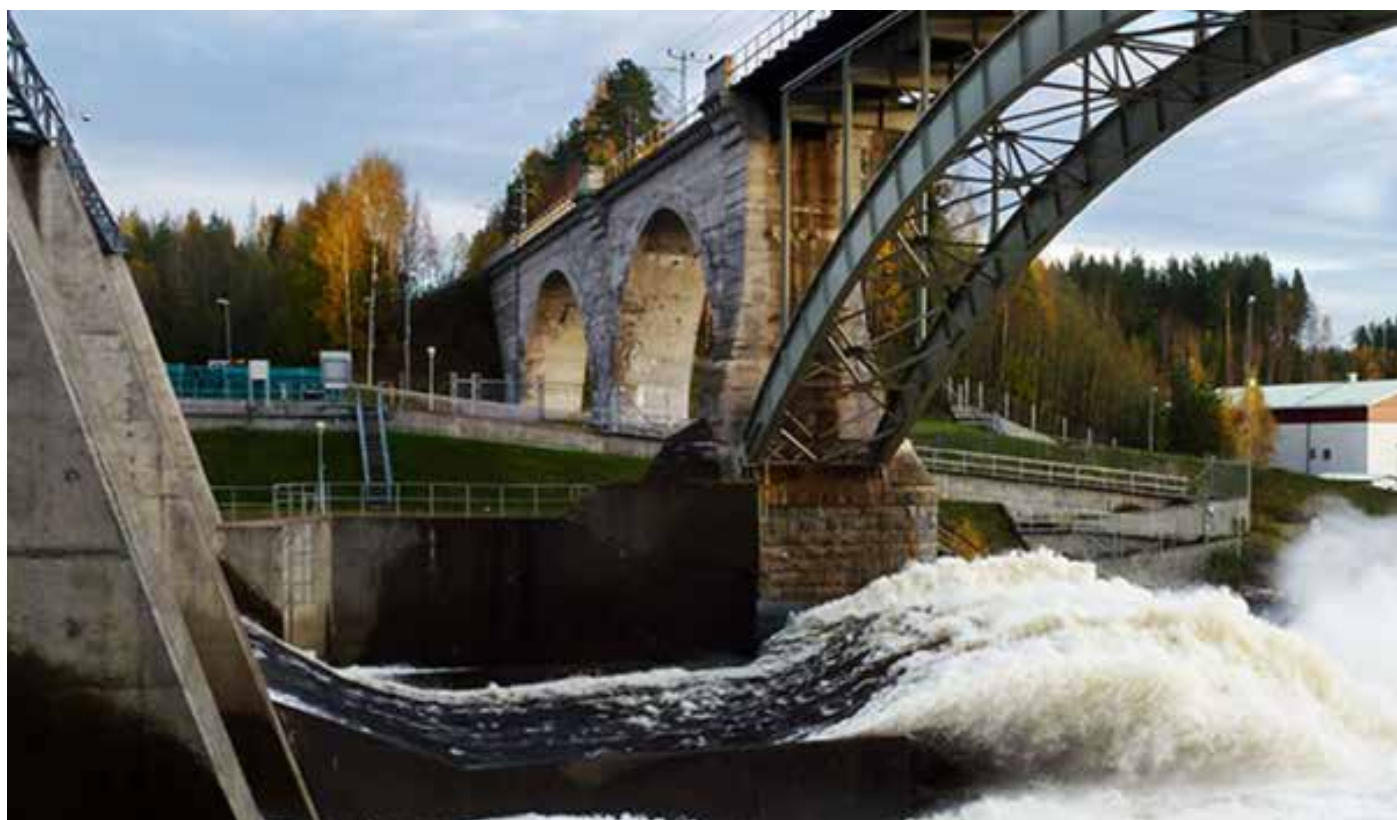
I länet finns risk att de ökande nederbördsmängderna under delar av året leder till översvämningar, ras och skred vilket kan påverka kulturmiljön genom direkta mekaniska skador alternativt i värsta fall bortspolning eller eliminering (Figur 19 och Figur 20).

Ökande vattenstånd i vattendrag kan medföra ökad risk för direkta mekaniska skador i form av erosion och lämnings i anslutning till älvar och vattendrag.

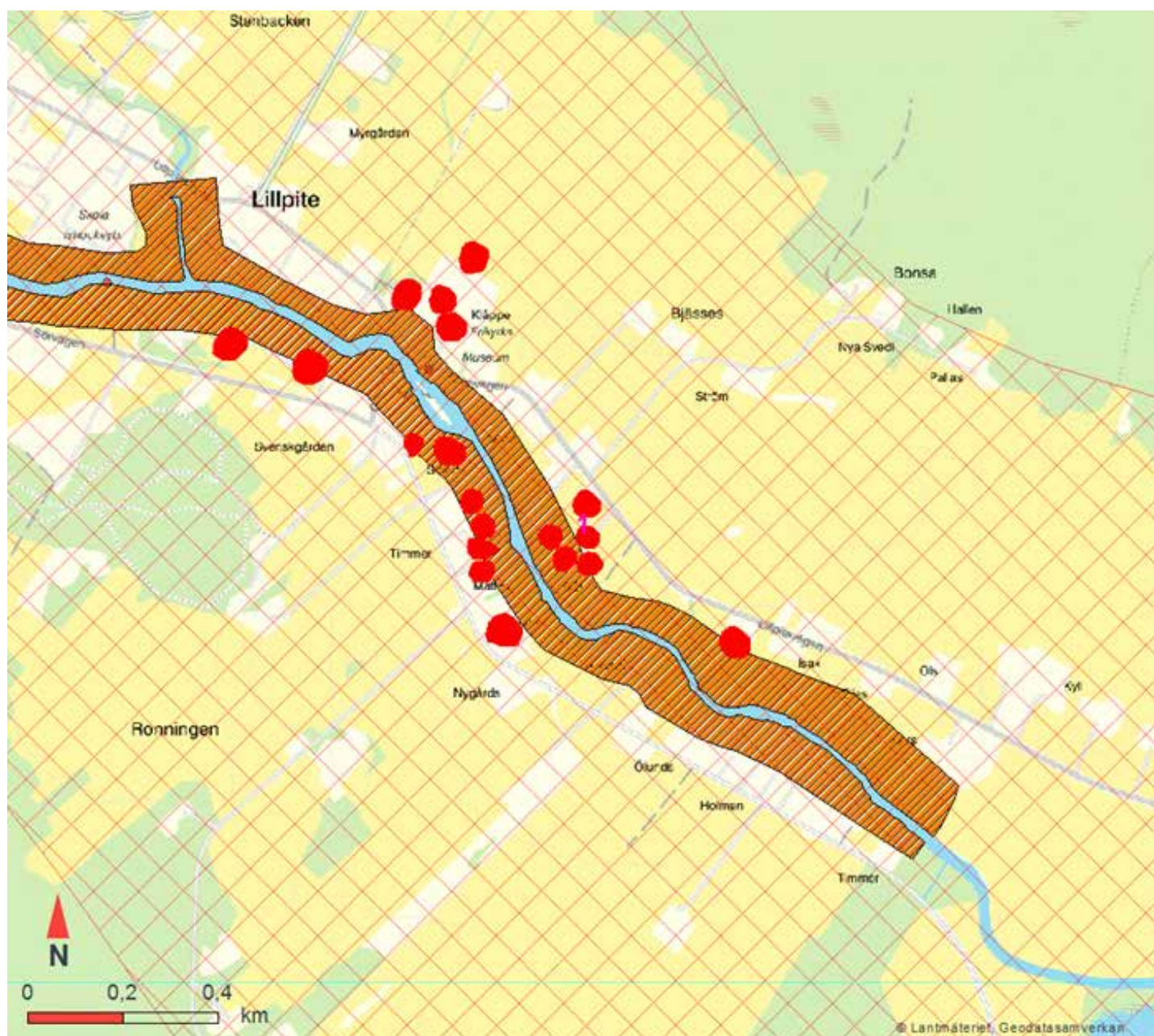
Detta riskerar att påverka vattenanknutna kulturlämnningar, spår av fiske, flottning och fornlämnningar i älvkanterna

Vatten är den gemensamma nämnaren

Många av de risker som vi idag ser som de största samverkar med varandra. En gemensam faktor för i princip alla risker vi bedömt har påverkan på kulturarv är vatten i alla dess fysikaliska tillstånd. Vatten är den gemensamma nämnaren och ett flertal effekter har samband mellan de olika kategorierna mekaniska, kemiska och biologiska effekter. Många av de effekter som kan innebära risker för kulturmiljön som har identifierats kan genom sin samverkan öka riskerna för negativ påverkan.



Figur 19: I Sikfors strax intill kraftstationen finns en lagskyddad järnvägsbro som tillkom på 1910-talet intill en damanläggning och vattenkraftsstationen. Bron är en bågbro av järn/stål med underliggande båge och sidospänn av betongvalv. I ett förändrat klimat med bl.a. ökad luftfuktighet, översvämningar och skyfall kan metaller/legeringar korrodera och fuktinträngning i betongkonstruktionerna kan ske vilken kan utgöra en risk för snabbare nedbrytning av materialen.



Figur 20: Exempel på fornlämningar som riskerar att påverkas av skred i region 1 öster om Piteå. De röda polygonerna visar fornlämningar och de orange-färgade polygonen visar område som riskerar att påverkas av skred.

Förlängd vegetationssäsong

I Norrbotten bedöms vegetationssäsongen öka med ca 1,5-2 månader fram till 2100 räknat på scenario RCP8.5. I ett nationellt perspektiv sker den förändringen långsammare i norra Sverige, men blir ändå mycket påtaglig när man betraktar den procentuellt. Känsliga och hävdberoende arter i exempelvis ett värdefullt odlingslandskap kan få det svårare att överleva till följd av en förlängd växtsäsong. Idag sköts exempelvis slåttermarker ofta med en slåtter och många gånger behövs inte efterbete med djur. Med en längre vegetationssäsong kan två slåttar och efterbete behövas, där det senare kan bli problem då många områden i länet redan idag har svårt att få fram betesdjur till markerna.

Ökad nederbörd och temperatur förlänger vegetationssperioden och innebär att odlingsförutsättningarna förändras. Delar av länets åkermarker kan väntas öka

avseende konkurrenskraft för mat- och foderproduktion. Den ökade temperaturen gör att tillväxten på våren börjar i mitten av april i övre Norrland, och vårbruket kan komma i gång i andra delen av april. Skörden av den vårsådda grödan bedöms bli ca tre veckor tidigare än idag. För vårkorn skulle detta innebära andra halvan av augusti. Höstsådden kan komma att fördröjas i samma utsträckning. Extrema väderförhållanden som översvämningar eller långvarig torka kan orsaka betesbrist. Klimatförändringarna kan innebära att kulturlandskapen ändrar sin karaktär avseende bl.a. typ av vegetation.

I parker och trädgårdar kan grönytor på samma sätt behöva hävdas oftare och träd och buskar växer snabbare. Konsekvenser kan även vara att nya arter kan konkurrera ut de traditionella som funnits på platsen.



Figur 21: Hortlax kyrka. Bild: Länsstyrelsen Norrbotten.

En förlängd vegetationssäsong kommer att få stora konsekvenser på de känsliga ekosystemen med ökad igenväxning och en trädgräns som förflyttas allt högre upp på kalfjället.

I många av de skyddade kulturmiljöerna som ses i kartunderlagen ingår ett omgivande kulturlandskap, parker och/eller trädgårdar. Även skyddad bebyggelse, kyrkor och många fornlämningsmiljöer innehåller viktiga och bevarandevärt landskap och landskapselement (Figur 21). Det kommer således i framtiden att ställas ökade krav på landskapsskötsel för att bevara den nuvarande hävdade landskapsbilden. Om markskötseln inte är effektiv och växtligheten tar över är det inte enbart byggnaderna eller ängar och åkrar påverkas, utan även mindre delar av kulturmiljöerna som riskerar att gå förlorade, till exempel fägator, dikesrenar, gårdsgårdar, odlingsrösen och byggnadsgrunder. Exempelvis kan det leda till att behovet av skötselplaner kommer att öka för landskap som omfattas av landskapsbildskydd, kulturresevat och/eller innehåller värdefulla fornlämnningar. Eventuellt kan även det ökande underhållskravet leda till behov av effektivare markunderhållsmetoder, vilket kan riskera att leda till att mindre kulturhistoriska objekt i landskapet, exempelvis röjningsrösen kommer att tas bort.

En annan viktig del i landskapet är det biologiska kulturarvet; spåren efter människans användning och brukande av naturen, till exempel slåtterängar, hamlade träd och skogsbeten. Det biologiska kulturarvet kommer att påverkas högst påtagligt av klimatförändringarna. En förlängd växtsäsong kommer att leda till snabbare nedbrytning, igenväxning och förändring av markernas innehåll. En konsekvens av detta är att spåren efter biologiska kulturarv också bryts ned fortare och försvinner snabbare. Med ett försvunnet biologiskt kulturarv förlorar det historiska landskapet och byggnaderna viktiga delar av sin kontext.

Förlängd vegetationsperiod innebär även en risk för ökad jordmånsbildning vilket exempelvis kan påverka träbyggnader med grundläggning och bottensyllar i trä nära marknivå som riskerar att få ett ökat fuktpåslag (Figur 22). Detta i sin tur kan leda till ökad känslighet för insekts och skadedjursangrepp och även mögel.



Figur 22: Byggnad med jordnära timmerkonstruktion. Ökad jordmånsbildning kan leda till ökade risker för röta, skadeinsekter m.m. (Bild: WSP).

Klimatförändringar kommer leda till att utmarker och öppna markytor växer igen och skogen förtätas runt exempelvis mindre gårdar och tillhörande fåbodar, myrodlingar och åkrar som inte nyttjas. Med ökad växtlighet och fuktigare klimat riskerar denna process att gå fortare och fler fåbodemiljöer kommer att förändras snabbare, liksom landskapsbilden och förståelsen av hur de en gång brukats och fungerat.

Längre växtsäsong medför ökad skogstillväxt (tall, gran och björk). Den förändrade klimatet kan bidra till att mer skogsplanteringar kan tillkomma. En konsekvens är att skogsbruket kan konkurrera ut spår av tidigare historiska markanvändningar. Vidare riskerar ökad andel

skog att innebära att skogsbruket kommer att behöva nya brukningsvägar, vilket kan leda till direkta skador på kulturmiljövärden. Vidare är kombinationen med minskad tjäle i delar av länet en riskfaktor som ökar risken för negativa effekter. Det varmare klimatet kan vara gynnsamt för länets jordbruk.

De förväntade klimatförändringarna kan ha både positiva och negativa effekter på jordbruket i Norrbotten.

Nollgenomgångar

Begreppet nollgenomgångar är ett mått på antalet dygn där dygnets högsta temperatur varit över 0 °C under samma dygn som lägsta temperatur varit under 0 °C.

En nollgenomgång innebär inte att det direkt uppstår skador i till exempel en byggnad. Skador kan inträffa exempelvis om en byggnad är vattenmättad när temperaturen sjunker under noll. Fukt och vatten som fryst kan därefter tina och frysa vilket ökar skaderisken påtagligt och kan leda till att det sker sprängningar i materialet, så kallad frostsprängning. Den avgörande faktorn är de yttre förutsättningarna, även om byggnadskonstruktionen i sig också är en viktig faktor. Ett enda tillfälle kan räcka för att stora skador ska uppstå. Frostsprängning skadar framför allt sten, bruk, tegel, betong och putsade fasader. Lagningar kan bli dyra och komplicerade (Figur 23).

Mer isbildning på kulturhistoriskt värdefullt material kan beroende på känslighet innebära mer eller mindre stor risk för mekaniska skador.

Antalet nollgenomgångar ökar under vinterhalvåret i Norrbotten. Under vinterhalvåret finns sannolikt mer snö och is som tinar och smälter. Befintlig snö på byggnader och byggnadernas närhet kan beroende på topografiska förutsättningar, konstruktion och material, skador och läckor öka risken för skador. Vatten kan även finnas på byggnader i kondenserad form som vid nollgenomgång fryser och därmed öka risken för skador till följd av frostsprängningar. Ökad nederbörds mängd under vinterhalvåret innebär att risken för frostsprängningar är högre. Ökat antal nollgenomgångar ökar

risken för sprickbildning, fler sprickor innebär ökad risk och ökade mekaniska skador i materialet. Nollgenomgångar innebär en exponentiell risk för skador på grund av frostsprängningar.

Antalet nollgenomgångar minskar under sommarhalvåret i Norrbotten. Risken för skador på kulturmiljön bedöms vara mindre under sommarhalvåret eftersom sannolikheten för snö- och isbildning är lägre. Frostsprängningar är beroende av vatten som expanderar i flytande form och minskar i volym i fruset tillstånd vilket kan leda till sprickbildning. Minskat antal nollgenomgångar under sommarhalvåret kan minska riskerna för frostsprängningar. Men eftersom nollgenomgångarna ökar under vintern innebär det att de sammantagna kumulativa effekterna kan bli oförändrade i vissa regioner medan i de allra flesta fall innebär det att nollgenomgångarna under vintern sammantaget ökar risken för skador.



Figur 23: Haparanda stadshotell, tegelhus (Bild: Länsstyrelsen Norrbotten).

Fluktuerande temperatur och luftfuktighet

Generellt sett finns en risk för att klimatförändringarna leder till krympning och utvidgning av material som på sikt leder till försvagning och nedbrytning. Vissa material är mer känsliga för snabba förändringar så som till exempel inorganiskt material som glas och metaller och organiskt material som människo-, djur- och växtrester samt föremål och objekt gjorda av växt- och djurmateriäl (mat, papper, trä, läder).

Kulturlager och kemiska effekter

Många fornlämningstyper har kulturlager. Kulturlager är inom arkeologi benämningen på ett jordlager som har lämningar efter och bär spår av mänsklig aktivitet. Dessa kan innehålla både inorganiskt material (metall, keramik, tegel etc.) och organiskt material (läder, kol, ben, etc.) som kan påverkas av förändringar i temperaturen och relativa fuktighetsnivåer och/eller fluktuationer. (Alten 1999). I allmänhet är en kall miljö bättre än varma förhållanden. I Finland har Museiverket gjort undersökningar av begravningsplatser från järnåldern och redan nu upptäckt att det pågår en snabbare rostutveckling än tidigare (Ilmastonmuutos ja kulttuuriympäristö 2008). Problemet sägs kunna förvärras i och med ett eventuellt ökat behov av saltning av vägarna, för när saltet rinner in i marken ändras PH-värdet i kulturlager och det i sin tur skyndar på rostutvecklingen hos metaller.

WSP har i denna analys inte analyserat fornlämningar på detaljerad nivå men kan konstatera att riskbedömningen för fornlämningar under mark är komplex och mycket svår att kvantifiera.

Saltrelaterade skador

En ökning av antalet nollgenomgångar ger både fler fryscykler och mer vägsalt, vilket ökar nedbrytnings och korrosionsskador på exempelvis byggnader med putsad fasad eller klimatskal i tegel eller annat material som är känsligt. I dagsläget saknas tillgänglig information om fornlämningarnas olika känslighet för saltrelaterade skador, WSP bedömer dock att risken finns men kan inte avgöra hur sannolik den är eller gradera känsligheten.

Snö mängd och nederbörd

Ökad nederbörd främst i form av regn väntas i hela länet. Detta bedöms innebära en risk för främst kul-

turhistoriskt värdefull bebyggelse. Risker för skador eller effekter som kan påverka bevarandeförhållandena i form av bland annat pH-värden för kulturlager och fornlämningar under mark och sjöbottnar har identifierats, dock saknas grundläggande studier som kan påvisa effektsambanden i dagsläget.

Med de höjda temperaturer som beräknats för Norrbotten kommer snömängden att minska. Regn och blötsnö kommer att bli mer vanligt förekommande under den kalla delen av året. Ökad nederbörd i kombination med högre temperatur kommer att ge högre tillväxt av vegetation. Detta gör att behovet av röjning av vegetation kommer att uppstå med tätare intervall än tidigare.

Snölast

Snölasten på tak bedöms öka med mer nederbörd och varmare klimat. Detta eftersom tyngden av snö på ett tak är beroende av snöns vatteninnehåll och därmed densitet. Känsligheten för skador är beroende på byggnadens konstruktion, taklutning och placering. Ett grundläggande resonemang är att

- Vid snöfall ökar vikten då snön lägger sig ovanpå den gamla snön.
- Vid regn fastnar en stor del av denna nederbörd i snön, utan att rinna av, vilket bidrar till att öka massan och därmed trycket på ett tak (smhi.se)

Det har inte gjorts någon detaljerad analys kring påverkan av snölast på olika byggnader, eftersom påverkan beror på ett komplext sammanspel av olika faktorer såsom geografiskt läge och meteorologiska förhållanden, topografin, byggnadens konstruktion och takets lutning och utformning.

Minskad respektive ökad tjäle

Allmänt bedöms minskad tjäle leda till ökad risk för skador på vägar och broar till följd av lokala intensiva regn eller pga. erosion vid höga flöden i vattendrag. Effekterna leder till att vägar får sämre bärighet, nedbrytning av betongkonstruktioner snabbas på och i värsta fall kan bortspolning ske. En förändrad period med tjäle i kombination med ökade grundvattennivåer kan öka risken för vägdeformationer. Ett problem kan vara exempelvis en minskning av tjälen i marken, som medför att till exempel skogsmaskiner utgör en större fara för ännu oupptäckta fornlämningar.

Risken bedöms som något lägre i delar av kustbandet där tillrinningen är något mindre, vilket innebär en minskad risk för skada på kulturmiljön. I delar av inlandet kan de minskade snömängderna leda till ökad tjäle vilket bl.a. kan påverka kulturlager och renbeten.

Samiskt kulturarv

I Norrbotten finns samiska kulturmiljöer både i fjällen och i skogslandet, ända ner till kusten. Världsarvet Lapponia, är ett stort område i fjällen med unika natur- och kulturvärden där basen ligger i den levande renskötelsens varsamma nyttjande av landet som riskerar att påverkas av ett förändrat klimat. I östra Norrbotten finns de unika koncessionsbyarnas renskötarmiljöer som påverkas av ett betydligt varmare klimat med därtill följande effekter i form av ökad och förändrad vegetation, läs mer under rubrik förlängd vegetationssäsong m.fl. rubriker. Det finns den traditionella renskötelsens kulturmiljöer och mellan- och övergångsformer mellan den och jordbruket i de nybyggen som ofta etablerats på gamla visteplatser som riskerar att påverkas av samma effekter. Vidare beskrivning av effekter på samiskt kulturarv finns redovisat i separat utredning (Länsstyrelsen Norrbotten 2016) (<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.2baa5e3e161e6f2218912c36/1526067900202/2016-7-Klimatforandringar-i-Norrbottens-lan-konsekvenser-och-anpassning.pdf>)

Saltkristallation

Med ett varmare klimat kommer mer nederbörd att falla som regn istället för snö. Det kommer att ge fler perioder med blött material som torkar upp för att sedan bli blött igen. Ökad nederbörd kommer att bidra till högre grad av saltkristallisering i byggnadsmaterialen. Saltkristallation till följd av ökad nederbörd, ökad markfuktighet riskerar att skada framför allt sten, bruk, tegel, betong och putsade fasader. Även ruiner är särskilt utsatta.

När vatten tränger in i porerna på materialen så transporterar vattnet lösliga salter. När regnet upphör och vattenflödet slutat, börjar byggnadsmaterialet torka och den relativa luftfuktigheten minskar. När saltet då kristalliseras, utvidgar det sig och gör små sprickor i konstruktionen. Sprickorna gör att luft lättare kommer in i konstruktionen, den relativa luftfuktigheten blir lägre och ytterligare salt kristalliseras.

Likaså kommer marken runt en byggnad bli fuktigare och nivån på fuktigheten kommer att vara en längre tid. Det gör att de lägre delarna i byggnaden är mer utsatta. När markfukten ökar, ökar saltvandringen, vilket kan skada till exempel muralmålari. Det här problemet har alltid funnits, men kommer antagligen att öka på grund av klimatförändringarna.

Grundvattennivåer ökar/minskar

De ökade nederbördsmängderna, framför allt i inlandet, kan leda till högre grundvattennivåer. Samtidigt finns risk för perioder med torka som kan medföra lägre grundvattennivåer.

I tätbebyggda områden i länets städer kan äldre bebyggelse med källarvåningar samt grundläggningar i trä vara känsliga för förändrade grundvattennivåer. Främst gäller det bebyggelse fram till ca mitten av 1900-talet som ofta på undergrund pålades med träpålar. Dessa träpålar och rustbäddar har under normala förhållanden varit nedslagna i vattenmättad lera och har inte varit utsatta för syre.

Om grundvattennivåerna sjunker tillförs syre till det organiska materialet vilket kan leda till skador på exempelvis rustbäddar och trä. På sikt kan angripna träpålar leda till risker för sättningar i byggnaden och ökad risk för skadedjursangrepp.

Förändrade grundvattennivåer kan även påverka kulturlager och lagskyddade fornlämningar. Vidare kan även förändrade grundvattennivåer leda till risk för torka.

Översvämningar

I fjälltrakterna och västra Norrbotten förväntas årsmedelnederbörden öka markant och därmed ökar också översvämningens risken. Redan idag ligger flera kulturmiljöer i dalgångar där det förekommer översvämningar. I områden med höga framtida flöden ökar risken för negativ påverkan på kulturmiljöer (Figur 24).

Sverige har det under de senaste trettio åren haft en stor mängd översvämningsskador och tillrinningen till sjöar och vattendrag har, med vissa undantag, legat högt sedan mitten av 1980-talet. Dessa företeelser beror på mildare vintrar och en tendens till ökad nederbörd.



Figur 24: Översvämning av kulturmiljöer i Norrbotten (Bild: Henrik Larsson Länsstyrelsen Norrbotten)

Vid översvämningsanalyser måste även vattendjupet vägas in. Ett vattendjup på 10 centimeter kontra 1 meter ger stora skillnader i skadeomfattning. Vattendjup i tätorter över 0,2 meter innebär risk för vatteninträngning i källarvåningar. Vattendjup över 0,5 meter innebär risk för omfattande vatteninträngning och kan leda till blötläggning av bottenvåningarna i byggnader vilket kan medföra skador av inventarier och ytskikt.

Riskerna för bebyggelsen är också svårt att bedöma då det beror mycket på vilken typ av bebyggelse det rör sig om, vilka egenskaper som finns, marklutning och hur undergrunden ser ut. Många äldre byggnader är robusta mot den här typen av skador eftersom de har byggts med beständiga material som kan stå emot och återhämta sig efter en översvämning. Oftast är det snarare ytskikt och inventarier som kan ta direkt skada. Även relativt sett sentida bebyggelse, installationer och tillägg kan påverkas negativt. Skulle däremot vattennivåerna kvarstå i exempelvis en byggnad med träkonstruktion kan det leda till stora skador, bland annat röta.

Studier från bl.a. England visar att metoden hur fukten ventileras ut har stor betydelse för risken för skador på bygganden.

Dagvattenledningar kommer att belastas kraftigt i ett förändrat klimat på grund av ökade regnmängder och en omfördelning av regn till höst, vinter och vår när avdunstningen är låg och marken är vattenmättad. Extrema skyfall innebär att ledningarna bli överbelastade. Riskerna för bakåtströmmande vatten med källaröversvämningar som följd ökar.

I städer och tätorter med stor andel hårdgjorda ytor har det i bl.a. Norska utredningar diskuterats att klimatanpassningsåtgärder i form av ökade dimensioner på VA-system kan leda till uttorkning av konstruktioner vilket kan leda till sättningar och direkta mekaniska skador på bl.a. bebyggelse, murar och andra konstruktioner med kulturvärden. Torkning av fuktiga kulturlager funna vid brunnar och vattenhål kan orsaka snabb

vittring och till och med destruktion av det känsliga materialet som dessa kulturlager kan innehålla som till exempel fröer och oförkolnade växter. Förändrade markfuktförhållanden kan även riskera att påverka kulturlager. WSP saknar uppgifter om risker kopplade till dagvattensystemen och frågan har inte analyserats vidare.

Bränder

Ökad temperatur och minskad nederbörd ökar risken för bränder (Figur 25). Det förändrade klimatet kan leda till åska under sommarmånaderna där blixnar kan starta en brand. Den minskade markfuktighet gör att bränderna sprider sig lättare. Bränder kan generellt medföra stora negativa effekter på kulturmiljön. För bebyggelse kan bränder innebära total eller delvis uttradering av värden. Kulturlandskap kan påverkas tillfälligt men odlingslandskap kan i stora drag vara möjliga att återställa. Fornlämningar kan beroende på placering i marken och brandens djup påverkas direkt och indirekt. Risken

bedöms vara förhöjd eftersom delar av länets fornlämningar inte är identifierade idag, vare sig gällande placering och innehåll.

Slagregn och vindlaster

Klimatförändringarna i Norrbotten kan leda till ökade mekaniska skador på byggnader. Slagregn tillför stora mängder vatten på byggnadens fasader och kan, beroende på byggandens egenskaper, skick och material, komma att orsaka skada.

Ökade vindlaster kan leda till mekaniska skador av framförallt byggnaders tak. Risken varierar beroende på byggnadens placering i landskapets, omgivande vindfång och byggnadens konstruktion och skick.

Stormskador och risk för skador efter rotvältor

Även om det är oklart huruvida stormarna kommer att öka i antal och styrka så kommer troligen effekterna av stormar (Figur 26) att bli värre med ett mildare klimat,



Figur 25: Skogsbrand i Norrbotten (Bild: Jan Stuge, Länsstyrelsen Norrbotten)

främst därför att perioden med tjäle blir kortare och för att träden välter lättare när marken är otjälad.² Ett exempel på vilka effekter det kan få är stormen Hilde som drabbade delar av Norrland den 16 november 2013, då nytt Sverigerekord för medelvind uppmättes – 47 m/s vid Stekenjokk. Ca 35 000 hushåll blev utan el och många

vägar spärrades av nedfallna träd. (SMHI 2014, Krisinformation 2014). Minskad andel tjäle i kombination med stor andel granskog bedöms utgöra en ökad risk för skador på fornlämningar och byggnader i direktanslutning.



Figur 26: Rotvälta efter stormen Alfrida.

Ras och skred

Ras och skred intill älvar och vattendrag kan innebära direkta mekaniska skador på byggnader, broar, dammanläggningar, vattenanknutna kulturmiljöer, kulturlandskap och fornlämningar. Dels kan ras och skred innebära total eliminering av värdet. Alternativt kan delar av miljön spolats bort eller skadas vilket kan leda till att miljöns värden skadas.

Lämningar i vattenförekomster

Till följd av klimateffekter i form av skyfall, översvämningar och ras och skred finns en risk för påverkan på

sediment i vattenförekomster. Beroende på vilket material som följer med i samband med skyfall finns olika risk för bl.a. syresättning av sediment och tvärt om, ökad sedimentering som leder till minskad syresättning. Ökad sedimentering bedöms kunna öka skyddet av organiskt material exempelvis vrak som är belägna i sediment. Tryckvågor från vattenströmmar och medföljande material kan leda till direkt fysisk skada. Friläggning eller syresättning av fornlämningar och organiskt material riskerar att leda till snabbare nedbrytning av organiskt material.

² https://www.lansstyrelsen.se/download/18.5776ebef1633fba4a9729a5/1526394271924/V%C3%A4sterbottens%20I%C3%A4n_konsekvenser%20av%20klimatf%C3%B6r%C3%A4ndringar.pdf

Skadedjur och insektsangrepp

Biologiska effekter till följd av ett varmare och fuktigare klimat är att risken för insektsangrepp, exempelvis av snytbaggar, granbarkborrar och barkborrar riskerar att öka. Särskilt eftersom skogsbruket kan få mer gynnsamma förhållanden i Norrbotten. Även skadedjur kopplade till arkiv och samlingar riskerar att öka.

Klimatförhållandena för skadedjur och insekter skiljer sig från art till art. Gemensamt är att alla insekter behöver vatten för att överleva. Några arter kan absorbera vatten direkt från vattenångan i omgivningen. Den allmänna rekommendationen är att 60 % relativ luftfuktighet är säkert för alla material och typer av biologisk nedbrytning, men 70 % verkar vara acceptabel i vissa situationer. Temperaturen är en viktig parameter för insekternas förmåga att förflytta sig och föröka sig. Många insekter kan överleva under 0 °C. De flesta insekter behöver 20 °C eller mer för att reproducera sig. Låga temperaturer minskar därmed risken för spridning av skadeinsekter och höga temperaturer ökar risken.

Mögel, lavar och svampangrepp

Mögel är vanligt förekommande i historiska byggnader (Figur 27). Sporererna härstammar från naturen och går in i husen med naturlig infiltration av luften.³ Mögel växer på ytan av de flesta organiska material. Det finns en stor variation av arter, var och en med specifika klimatbegränsningar för spiring och tillväxt. Tillväxten för mögel beskrivs i det så kallade isopleth-systemet (Sedlbauer, 2001). Den lägre gränsen för mögeltillväxt är 80 % relativ luftfuktighet (RH) vid 20 °C för de flesta arter, som stiger till 90 % RH vid 5 °C och 100 % RH vid 0 °C. RH-gränsen vid 20 °C sänks till 70 % RH om ytan behandlas med olja, vax eller andra näringsämnen, som motverkar mögelbesvär. Exempelvis är den nedbrytande hussvampens tillväxtbetingelser optimala vid temperatur på 20 °C, men den är kapabel att växa under temperaturförhållanden som når -2 °C, (Bech-Andersen, 1995).

Spridningen av mögelsporer beror på hur lång tid det är ett gynnsamt klimat. Trä med en fuktighet över 20 % ger varaktiga möjligheter för hussvampen att växa till.

En mindre överträdelse av riskgränsvärdet leder till angrepp efter en vecka eller mer. Plötslig värme och fukt kan orsaka mögeltillväxt på en dag. Det är allmänt vedertaget att stillastående luft är gynnsamt för mögeltillväxt, men det finns inga vetenskapliga bevis för det påståendet. Det är mer sannolikt att stillastående luft kommer att behålla temperaturskillnader, och därmed leda till högre luftfuktighet i kalla områden.

Under sommaren bedöms risken för skador till följd av för höga fuktvärden inne i ett väl ventilerat hus inte utgöra någon generellt stor risk (beror dock på vilket material och vilka detaljer som finns i byggnaden). Däremot kan en torpargrund eller kryppgrund som vanligen blir för fuktig under sommarhalvåret utgöra en risk. För byggnader kan en riskfaktor vara kryppgrund, byggnader med mullbänk och med organiskt material i direktkontakt med fuktledande jord eller köldbryggor i form av stenar i direktkontakt med byggnadens stomme. Mullbänk är en äldre byggnadskonstruktion som förekommer främst i byggnader fram till ca 1800-talet. Finns inte avfuktare i kryputrymmet under huset finns det en ökad risk för fuktvandring in i byggnadsmaterialet samtidigt som isoleringen i golvbjälklaget riskerar att binda fukten. Under höstperioden, som sannolikt kommer att medföra fuktigare väder än i dag, finns det en risk att fukt kvarstår längre. Risken ökar där markförhållandena är sådana att högre mängd markfukt tillförs. Då huset invändigt blir allt kallare kan innergolven utgöra en köldbrygga. Enkelt uttryckt sänks temperaturen i ovan- och undergolv varvid fukt i golvbjälklag med isolering kan kondensera. Därmed ökar risken för tillväxtförhållanden för fuktrelaterade bakterier samt mögel. Resultatet blir ofta inte synligt inne i huset men dock kännbart då alkoholer avgivna från mikroberna ger karakteristisk lukt, i vardagligt tal kallad sommarstugelukt. Under framförallt 1970-talet och framåt har ett stort antal byggnader fått isolerade golvbjälklag över en kryppgrund. Sedan dess har kraven och åtgärder som medför tjock isolering i stort sett bara ökat. Risken är att värmen från bostaden därmed stängs ute från kryppgrunden och utrymmet torkar inte ut som det tidigare gjorde då värmeläckaget nådde genom den lilla isolering

³ Tor Broström, Climate control in historic buildings.

http://eprints.sparaochbevara.se/862/1/Climate_control_in_historic_buildings.pdf

som fanns. I och med en ökad luftfuktighet under vår, sommar och höst bedöms riskerna öka. Detsamma gäller isolerade så kallade kallvindar som bedöms vara en riskkonstruktion.

Generellt sett ger en oisolerad eller mindre isolerad grund, sett till bjälklagsisolering, bättre möjligheter för värme att sänka den relativa fuktigheten nere i grunden. En förutsättning är att huset bebos och värms upp tillräckligt, annars finns en ökad risk för fuktskador. Risken för angrepp ökar respektive minskar bl.a. beroende på mikroklimatet kring byggnader eller lämningar av organiskt material. Grundläggande är att alla populationer förökar sig exponentiellt så länge det inte finns en motverkande faktor, exempelvis en naturlig fiende eller annan slags bekämpning.

Fukt i byggnader

Byggnadskonstruktioner och byggnadsmaterial kommer att tillföras mer fukt och kommer inte hinna torka ut i samma omfattning som tidigare. Skillnaden är som

störst under vår och höst. Fukt är grunden till risker såsom röta, mögel och insektsangrepp. Ur ett antikvariskt perspektiv är detta ett problem eftersom en stor andel av bebyggelsen, och framförallt den äldre bebyggelsen i Norrbotten, till största del består av träkonstruktioner. Därmed finns en ökad risk för negativa konsekvenser för kulturhistoriskt värdefull bebyggelse till följd av ett förändrat klimat. Byggnader med kryppgrund som var vanliga framförallt under 1800-talets slut och in på 1900-talet kan exempelvis vara extra riskutsatta.

Ett mildare klimat innebär att en större andel av den kulturhistoriskt värdefulla bebyggelsen kommer ha en tilläggsisolering som i sig medför en ökad risk. Exempelvis är detta följder av tidigare klimatåtgärder, bland annat under slutet av 1900-talet då många träbyggnader exempelvis fick tilläggsisolering direkt mot timmer/träkonstruktion i form av exempelvis mineralull. Detta riskerar att bevara fukten i konstruktionen vid ett varmare och fuktigare klimat.



Figur 27: Hussvamp.

Effekter på inomhusklimatet

För hög luftfuktighet anses generellt innebära risk för skador till följd av korrosion och mögel och kan leda till att den kemiska ned-brytningsprocesser ökar i takt. För låg luftfuktighet kan däremot orsaka torrsprickor i material såsom läder och trä. Fluktuationer mellan fuktigt och torrt kan orsaka spänningar som i sin tur kan leda till sprickbildningar i materialet eller ytskikten.

Förutom temperatur och relativ luftfuktighet (RF), är även ljus och luftförore-ningar något som har inverkan på bevarandeklimatet (www.raa.se/vardaval).

När det gäller risker kopplade till kulturmiljövården i byggnader och i museum, magasin, konsgallerier, bibliotek och arkiv är det vanligt förekommande råd om att ett stabilt inomhusklimat med små och långsamma variationer bör eftersträvas. Ofta vill man ha en luftfuktighetsnivå runt 50 procent (med tillåtna variationer på 5-10 %). Luftfuktighetsnivåer över 65 procent och under 30 procent bör undvikas då skaderisken ökar.

Riskobjekt är värdefulla och känsliga inventarier. Analys av dessa har dock inte ingått i detta uppdrag.

I verkligheten är förhållandet mellan fukttinhåll och relativ fuktighet dynamisk, kännetecknad av cykler och fluktuationer. Temperaturen på ett objekt är inte densamma som lufttemperaturen.

Enligt vissa studier kan ökade temperaturer i kombination med växlande luftfuktighet leda till fuktvandringar vilket kan vara en riskfaktor för kulturmiljön.

Det finns ett flera vedertagna råd om hur förhållandena mellan temperatur och luftfuktighet ska vara för att medföra optimala förutsättningar för bevarande av kulturhistoriskt värdefulla interiörer. Exempelvis att temperaturen bör ligga på mellan 15-25°C, i klimatstabila miljöer på 18 °C. WSP bedömer att den senaste forskningen visar på ett mycket komplext beroendesystem mellan temperatur och luftfuktighet som varierar mellan olika material och byggnadstyper. Därför är det relativt svårt att dra snabba slutsatser vad gäller sanno-

likheten för effekter på den bebyggda miljön då det är mycket individuellt och komplext.

Forskare vid Uppsala universitet har gjort studier av bl.a. Jukkasjärvi kyrka som visar att risken för exempelvis mögel är mycket låg i dagsläget då vintrarna är kalla, torra och för att kyrkan delvis är uppvärmd under vinterhalvåret. Det torra klimatet minskar risken för mögel men ökar risken istället för mekaniska skador på träpanåer då trämaterial expanderar och krymper vid låg luftfuktighet. Enligt studien skulle temperaturen behöva sänkas till långt under komfortstandard för att öka luftfuktigheten. Detta skulle dock innebära att det blir svårt att bruka kyrkan som samlingsrum.

Risker med relativ luftfuktighet inomhus

En lämplig luftfuktighetsnivå för historiska byggnader är cirka 60 % RH. Det är huvudsakligen ändringar i luftfuktighet som orsakar fuktrörelser. Om rörelserna är tillräckligt stora kan spänning uppstå i materialet, som i sin tur kan resultera i brott eller plastisk (permanent) deformation.⁵ Detta gäller material som inte fritt kan svälla och krympa för att de är begränsade i sin rörelse av ett annat material som inte rör sig på samma sätt, till exempel ett färgskikt på en träyta i en kyrka. I verkligheten finns dock inga "fria" rörelser eftersom vissa delar av ett material ändrar dimension snabbare än andra vilket leder till spänningsskillnader i materialet.

Risken för mekaniska skador på grund av låg luftfuktighet beror på växlingarnas styrka och frekvens. I Norrbotten har bl.a. Jukkasjärvi kyrka studerats som under vinterhalvåret har ca 7 % luftfuktighet och är grunduppvärmd under vintern. Den generella bedömningen är att små och snabba fluktuationer är mindre skadliga än stora och långsamma variationer, men detta beror också på typen och kvaliteten på objektet. Riskerna varierar och beror på hur känsliga föremålen är för olika temperaturer, variationer i temperatur och fluktuationer av relativ luftfuktighet och vilka skador som därmed kan uppkomma. Olika material har enkelt uttryckt olika känslighet för variationer i klimatet.

⁴ Tor Brorström, Uppsala university, Climate control in historic buildings

⁵ Bevarandeklimat i historiska byggnader – några kunskapsluckor, Gustaf Leijonhufvud och Charlotta Bylund Melin

Risken för mögel bedöms vara allra högst längsmed Norrbottens kustlinje där vädret är fuktigare och varmare.

I kalla, fuktiga klimat är risken för kemisk nedbrytning allmänt låg, medan risken för mögeltillväxt och mekanisk skada är hög. Däremot i varmare, torra klimat, är tillväxtrisken för mögel ganska liten, medan kemisk och mekanisk nedbrytning är mer förekommande. Klimatförändringen kan öka mögeltillväxten avsevärt. Storleken på fuktrörelsen i ett material för en viss ändring av relativ luftfuktighet eller temperatur beror på vilken initial fuktkvot materialet har. Det medför exempelvis att byggnader med befintliga fuktproblem löper högre risk för skador.

Det påpekas ofta att variationer över lång tid kan pågå utan att kulturmiljöer löper större risk eftersom materialen har möjlighet att anpassa sig. Hastigheten med vilken ett material belastas kan påverka storleken på den spänning som uppstår om materialet är elastiskt och visköst. Kunskapen är liten om hur denna effekt egentligen är för olika historiska föremål.

Fukt och arkivmaterial

I Norrbotten finns ett antal hembygdsgårdar som i varierande omfattning sannolikt har arkivhandlingar och kartor m.m. i sina samlingar som riskerar att skadas i ett framtida varmare och fuktigare klimat.

Fornlämningar i Östersjön/Bottenviken

Ända sedan istiden tog slut för ungefär 10 000 år sedan, har det bott människor vid Östersjöns och Bottenvikens stränder. Hittills känner man till cirka 20 000 vrak i Östersjön efter skepp eller mindre båtar (källa sjöhistoriska museets hemsida). I Norrbottens län fanns fram till årsskifte 2018/2019 totalt 113 registrerade fartygs-/båtlämningar.

Det är allmänt känt att ökad tillväxt av alger, cyanobakterier och ökade ytor av syrefria bottenar i Östersjön kan leda till förändrade kemiska sammansättningar som kan

påverka fornlämningar negativt och/eller positivt beroende på material och sammansättning. I nyligen utförda studier har det kunnat påvisas att det förekommer relativt omfattande effekter på havsbotten av ökad andel båttransporter på Östersjön (WSP, Havs- och vattenmyndigheten 2018). Undervattens-strömmarna och effekterna i form av rörelser i sedimenten kan eventuellt ha effekter på fornlämningar på Bottenvikens havsbotten. Genom att delar av exempelvis vrak i trä friläggs ökar syresättning som bidrar till ökad nedbrytningstakt och direkta fysiska skador.

Hur klimatförändringarna som orsakas av ökade utsläpp av växthusgaser kommer att påverka havsområdet är inte klarlagt. Faktorer som kan påverka kulturmiljön är bland annat havets pH-värde. Tillrinningen från Norrbotten kommer från relativt kalkfattiga områden (http://havsmiljoinstitutet.se/digitalAssets/1482/1482042_havet-2014_surare-hav.pdf). Globala klimatmodeller och mer detaljerade modeller som inkluderar land, atmosfär, vegetation och hav i Östersjöområdet visar att en väntad försurning i första hand beror på atmosfärens koldioxidhalt. Klimatförändringar i form av temperaturförändringar och förändringar i nederbörd, spelar i jämförelse en mindre roll.

Hur de förändrade pH värdena i Bottenviken riskerar att påverka lämningarna har inte rymts inom denna analys.

Maritima fornlämningar

Ökade regnmängder kan generellt leda till att salthalten i havet minskar. Hur detta kan påverka fornlämningar i havet är inte klarlagt. Regnet kan även skölja ner mer näringsämnen i vattnet, vilket kan leda till övergödning, som i sin tur gör fornlämningar i havet mer svårtillgängliga. Ökade stormar kan på vissa håll även öka den mekaniska belastningen, medan minskningen av packisen på grundare områden minskar risken för skador. Hur spridningen av exempelvis skeppsmask eller andra skadedjur under vatten skulle riskera att påverka maritima lämningar i Norrbotten har inte rymts i denna analys (Figur 28).



Figur 28: Akterspegel på fartyglämning i Luleå hamn (Bild: Patrik Höglund/Statens maritima och transporthistoriska museer)

5

Risikanalys av klimatpå- verkan på kulturmiljön

Risikanalysen i utredningen har gjorts regionvis för att belysa regionala klimateffekter och deras påverkan på regiontypiska kulturmiljöer.

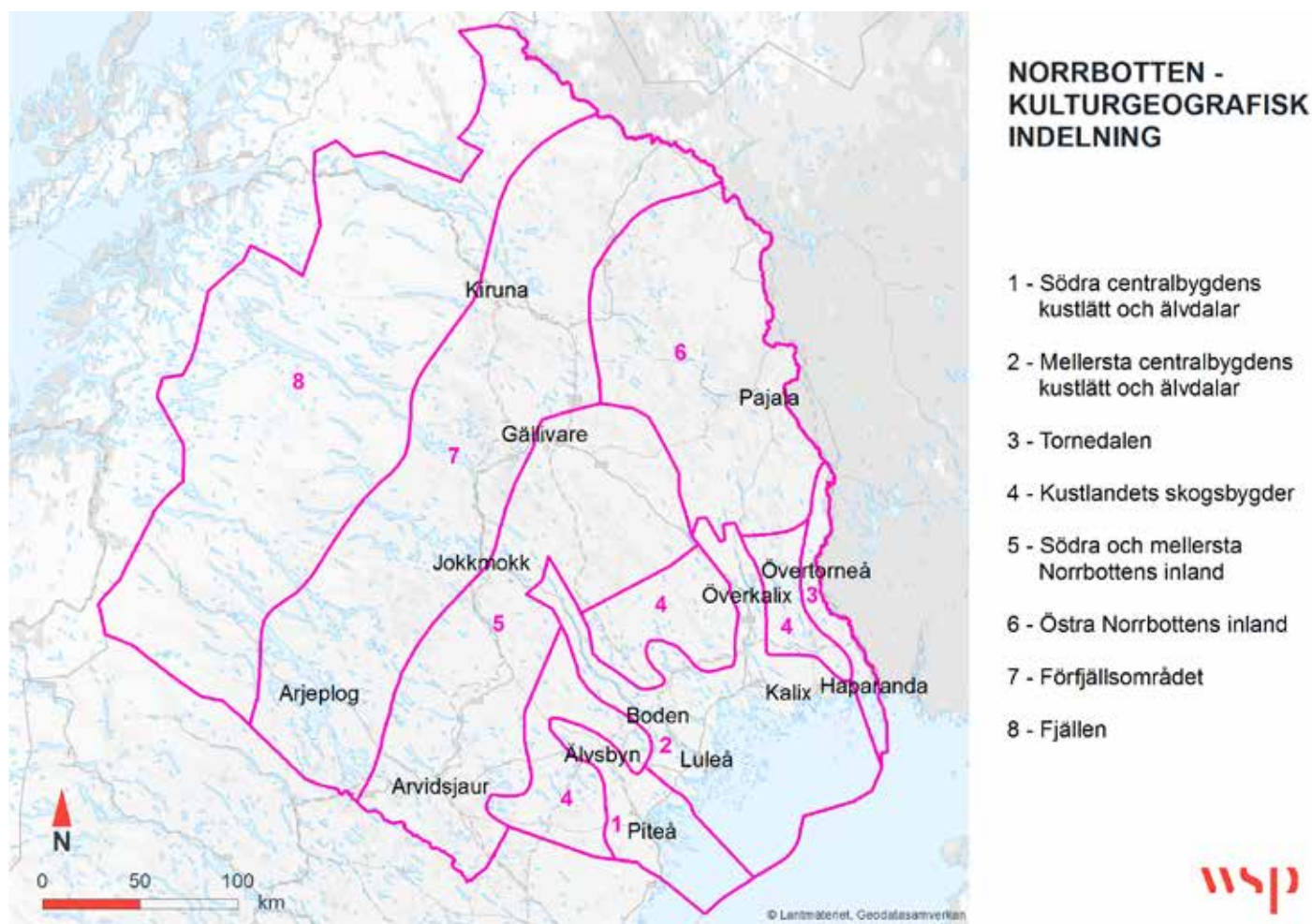
Den kulturgeografiska indelningen (Figur 29) i analysen har anpassats till den Agrarhistoriska landskapsanal-

ysen (Höglin, 1998; Lundin-Segerlund 2002). Tätorter har lagts till som en egen region eftersom de präglas av ett speciellt klimat, speciella förutsättningar för översvämningar på grund av hårdgjorda ytor och en specifik kulturmiljö.

Kulturgeografisk regionindelning Norrbotten:

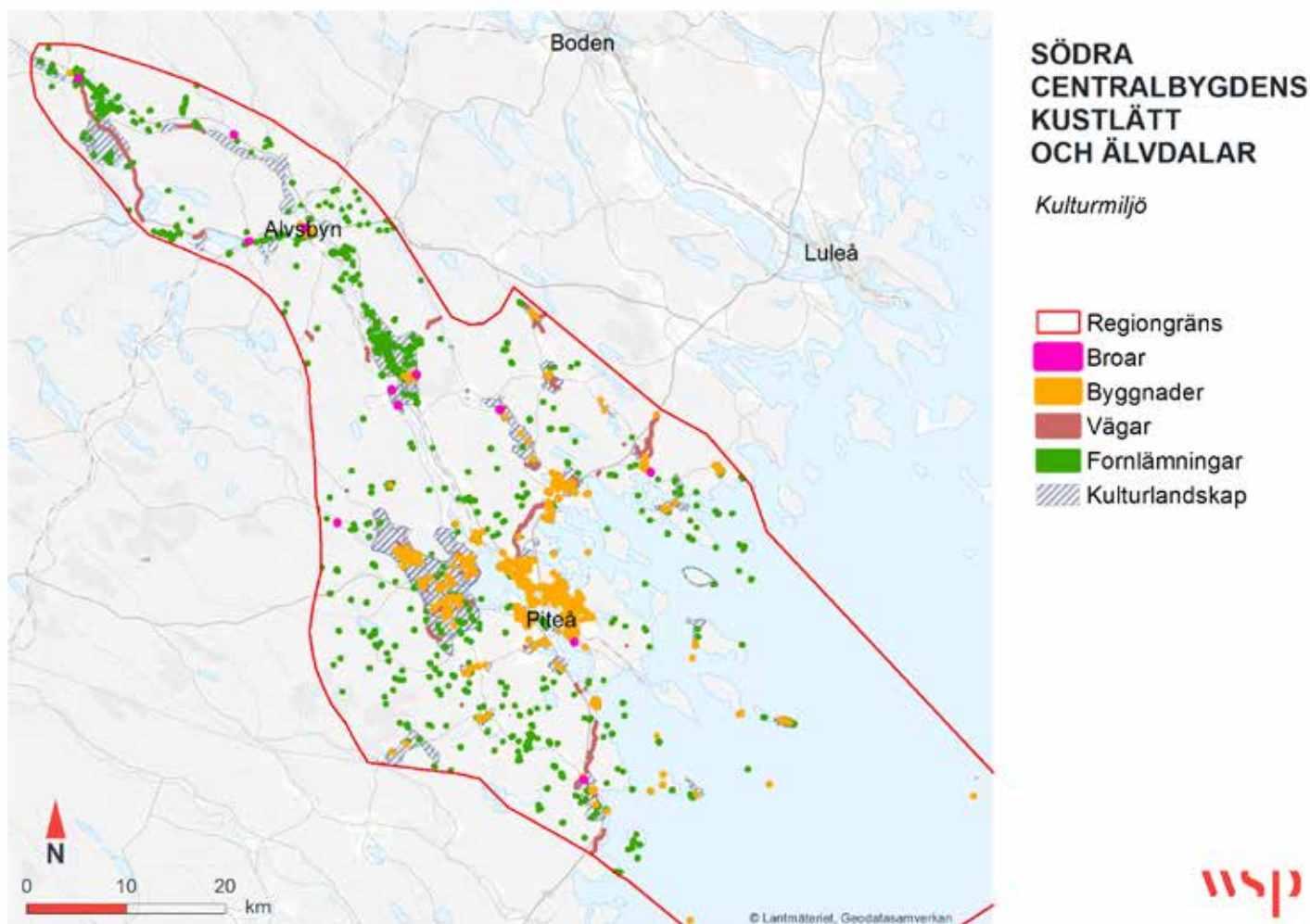
Kulturgeografisk regionindelning Norrbotten:

- Region 1: Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar
- Region 2: Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar
- Region 3: Tornedalen
- Region 4: Kustlandets skogsbygder
- Region 5: Södra och mellersta Norrbottens inland
- Region 6: Östra Norrbottens inland
- Region 7: Förfjällsområdet
- Region 8: Fjällen
- Region 9: Tätorter



Figur 29: Norrbottens kulturgeografiska indelning utifrån den Agrarhistoriska landskapsanalysen (Höglin, 1998; Lundin-Segerlund, 2002).

1. Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar



Figur 30: Kulturmiljöer i regionen Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar.

Klimateffekter

Det framtida klimatet längs södra kuststräcket och regionen mellan Piteå och Älvsbyn (Figur 30) kommer att präglas av kortare och blötare vintrar med betydligt mindre snö och varmare somrar.

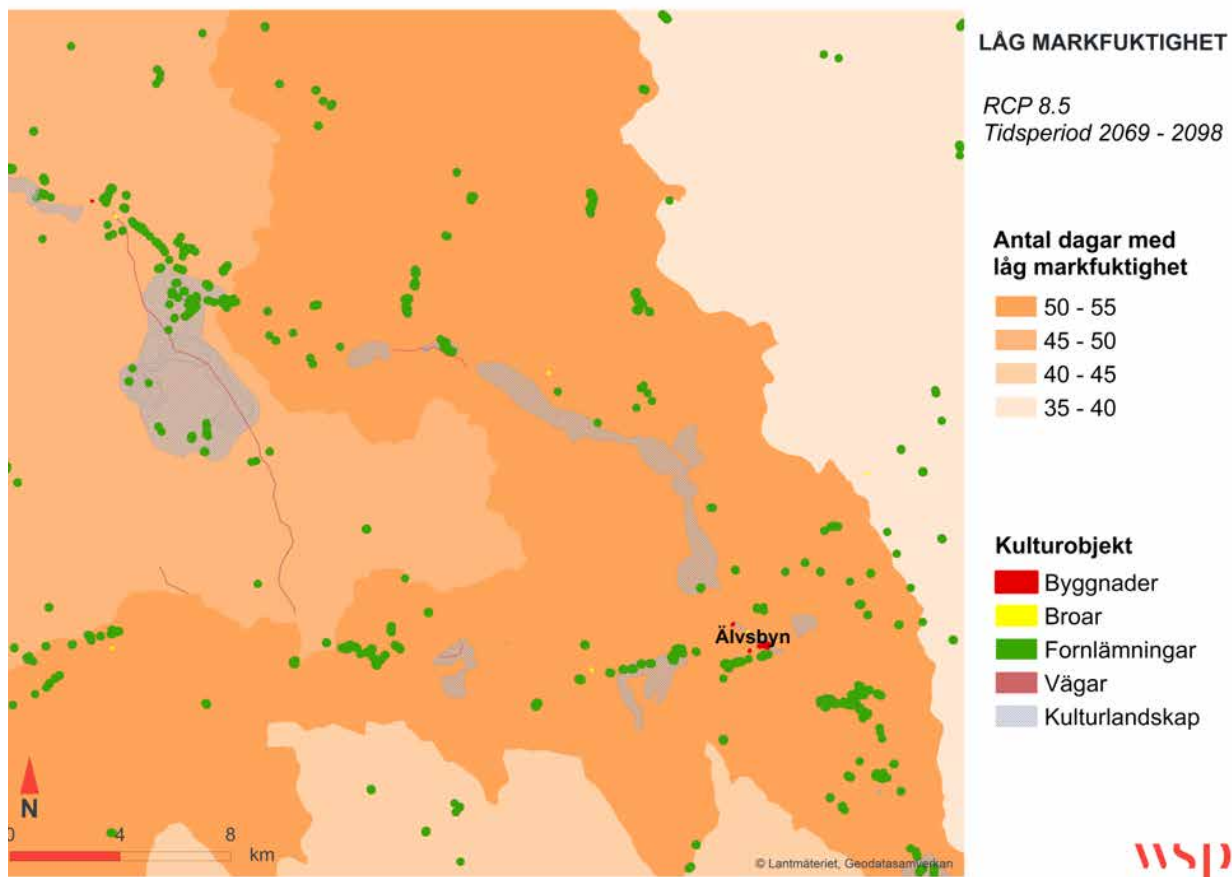
Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i regionen öka med upp till 6 grader (RCP8.5). Den största ökningen sker i regionen runt Älvsbyn. Temperaturökningen är störst på vintern och leder till en betydligt längre växtsäsong som ökar med över 50 dagar, i kustregionen med upp till 100 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar vid seklets slut minskar med upp till 11,5 dygn på våren och ökar med 6,5 dygn på vintern.

Medelnederbörden ökar med 35 % på vintern och våren fram till 2100 (RCP8.5) och leder till ett fuktigare klimat. Regionen söder om Piteå är ett område där den maximala dygnsnederbörden ökar markant till ca. 43 mm. Detta indikerar att skyfall kan förväntas öka i frekvens

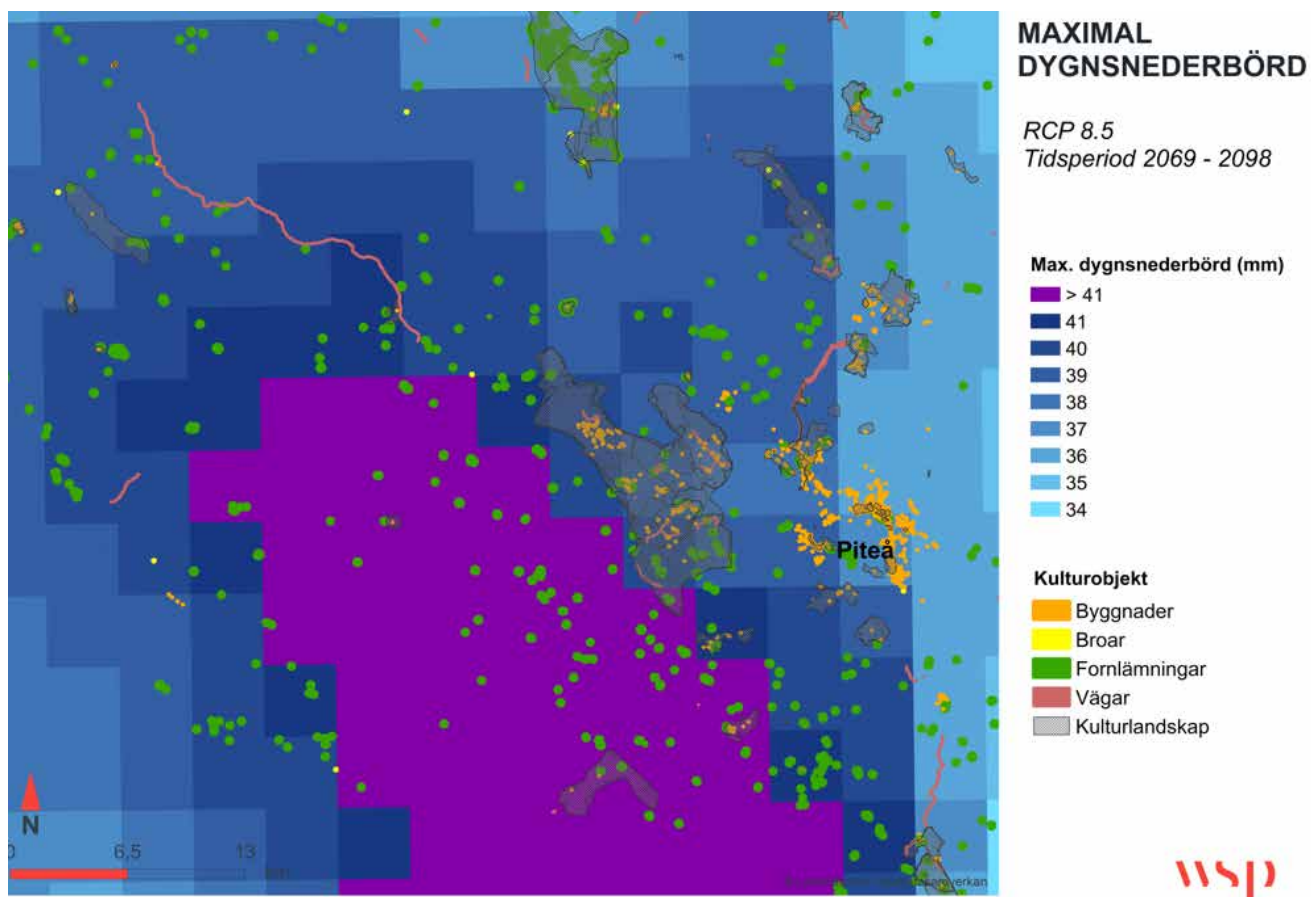
och intensitet i området (Figur 32). På grund av stigande temperaturer faller mindre nederbörd som snö vilket leder till att antalet dagar med snö minskar med 100 dagar vid kusten och snötäcket i regionen minskar med 40 % fram till 2100.

Den lokala medeltillrinningen ökar på vintern, våren och hösten och minskar på sommaren (2021-2050 och 2069-2098). Den lokala 100-årstillrinningen däremot motsvarar dagens 100-årstillrinning i Piteälvens dalgång för båda tidsperioder och minskar betydligt i resten av regionen på grund av den minskade snömagasinering. Detta leder till ett mindre 100-årsflöde och minskad översvänningsrisk, framför allt i kustområden. Förändrade nederbördsmonster och flöden ökar risk för skred och erosion i dalgångar, längs Piteälven, i centrala Piteå och vid kusten.

I Älvsbyns kommun förväntas antal dagar med låg markfuktighet öka med drygt 40 dagar (Figur 31).



Figur 31: Området runt Älvsbyn där antal dagar med låg markfuktighet ökar med 40 dagar under perioden 2069-2098 (RCP8.5) på grund av temperaturökningen.



Figur 32: Området söder om Piteå där den maximala dygnsnederbörden förväntas öka under perioden 2069-2098 (RCP8.5). Detta kan leda till ökad risk för skyfall sommartid.

Kulturmiljökaraktär

Kulturmiljökaraktären i centralbygdens kustslätt och älvdalar består av jordbruksbygd på sedimentjordar som främst är koncentrerade till kust och älvdalar. Jordbruket räknas idag som det mest bärkraftiga och storskaliga i länet. Bostadsbebyggelsen är främst placerad på moränkullar. I inlandet finns kyrkstugor i Älvsbyn och ett stort antal äldre bondgårdar.

Till de typiska fornlämningskategorierna inom området Södra centralbygden hör boplatser, boplatsgropar, härdar, boplatsvall samt stensättningar och rösen i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst utmed kusten, i skärgården och längs älvdalarna. Skärgården med tidiga bosättningar och jordbruk är karaktäristisk med spår av fiskeverksamhet, säljakt och maritima kulturmiljöer.

Påverkan från Västerbotten har bland annat tagit sig uttryck i en rik byggnadskultur, bland annat med den typiska s.k. Pitegården och rundlogar. Industriellt har älvdalen huvudsakligen varit inriktad på skogsindustri. Annan agrar bebyggelse, bland annat bestående av utflyttade (utskiftade) gårdar, småbruk och jordbruksegnahem, intar ofta sekundära lägen på flackare marker. Ofta ligger tomterna i vägnära lägen, strängt anpassade efter byns dominerande skiftesstruktur. Byggnaderna är relativt få, bestående av enstaka ekonomibyggnader och enstaka bostadshus. På jordbruksegnahemmen är bostadshuset typiskt men har ofta varit föremål för omfattande förnyelse. Utöver denna agrara bebyggelse finns ofta en ren bostadsbebyggelse bestående av äldre och moderna villor, dels knutna till jordbruksbyarna men också till mindre tätorter. Dessa har inte sällan sin bakgrund som jordbruksbyar och har ibland inslag av agrara byggnader. Bebyggelsen består övergripande av både agrar trähusbebyggelse samt ett flertal stenhus, f.d. sjukhus, industrier, kyrkor m.m. i tegel och/eller puts.

I regionen finns över 1600 kända och utpekade kulturmiljöer vilket är för länet ovanligt högt antal. Det finns 10 utpekade broar, 419 utpekade byggnader, 42 utpekade vägar, 39 vägobjekt, 1013 fornlämningar, 15 områden som är fornvårdsmiljöer och 123 kulturlandskap (riksintresse, utpekat odlingslandskap, landskapsbildskydd, kommunalt kulturmiljöprogram). Längs Piteälv finns ca 43 utpekade vattenrelaterade kulturmiljöer med olika grad av bevarandevärde.

Kulturmiljöer i det regionala kulturmiljöprogrammet:

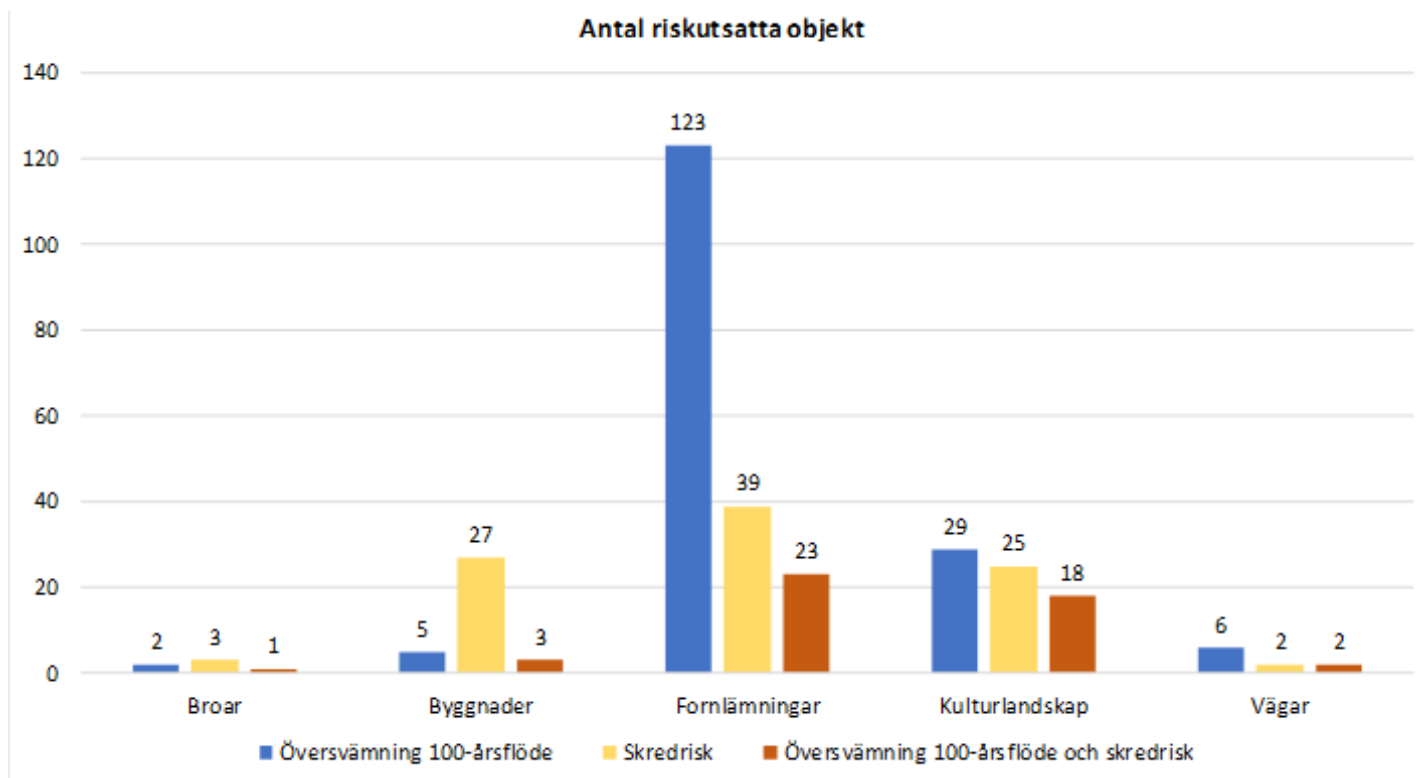
- Jävre
- Storebben-Svarthällan
- Norrfjärden
- Rosvik
- Sjulsmark
- Rosfors
- Kyrkbyn
- Lillpitedalen
- Manjärv
- Hortlax kyrkstad
- Furunäset
- Norrfjärden
- Torrebergstjärn
- Sikfors
- Strömnäs

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen finns ett stort antal (419) utpekade kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Av dessa berörs 5 av risk för översvämning. Totalt 27 byggnader berörs av skredrisk, vilket är ett stort antal i relation till de andra regionerna. Totalt 3 byggnader har ökad risk till följd av en kombination av ras/ skred och översvämning (Figur 33). Väster om Piteå berörs bl.a. ett statligt byggnadsminne av risk för ras, skred och översvämning (Sikfors, byggnad 9001) och två enskilda byggnadsminnen (Sikfors gamla kraftstation, hus nr 1 och 2).

Fornlämningarna som berörs av skred och/eller översvämningar består övervägande av boplatser, boplatsgropar, härdar, industrilämningar och fångstgropar in till Piteälv. Av de 1013 forn- och kulturlämningar som finns registrerade inom området riskerar 13 % (135 objekt) att komma att påverkas av översvämningar. Antalet objekt som kan komma att påverkas av skred är lägre och ligger kring 4 % (39 objekt). De forn- och kulturlämningar som skulle kunna påverkas av både översvämningar och skred har beräknats till 2 % (23 objekt).

Utmärkande är även andelen byggnader, broar och fornlämningar som riskerar att påverkas av skred. I regionen berörs 4 utpekade kulturhistoriskt värdefulla vägar av risk för ras, skred och översvämning (väg 664, 1607, 660, 627 och två vägmiljöobjekt (660 och 1372). 2 broar berörs av översvämning och 3 riskerar att påverkas av skred.



Figur 33: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämmning vid ett 100-års löde i Piteälven/Rokan eller/och ligger i en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

I Piteälvens dalgång finns en förhöjd risk för erosion, underminering, bortspolning, kontaminering samt fysisk skada på lämningar, vattennära bebyggelse och annan infrastruktur. I regionen kommer det bli varmare, framförallt i områdets östra delar, vilket bl.a. medför förlängd växtsäsong som i sin tur kan leda till markant ökad risk för snabbare vegetationstillväxt. Topografin i kombination med den minskade tiden med tjäle i regionen bedöms öka risken för skador på byggnader och fornlämningar vid storm. För riskbedömning av Piteå stad, läs under avsnitt 5.9 Tätorter.

Varmare temperaturer i landskapet kring Älvsbyn leder till ett högre antal dagar med låg markfuktighet, vilket kan påverka kultur-landskapets förutsättningar. Utmärkande för regionen är även en ökad risk för brand i skog och mark, vilket i sin tur kan skada och/eller eliminera byggnader och fornlämningar.

Mildare vintrar gör att odlingszonerna förskjuts och att det befintliga odlingslandskapet kan få goda förutsättningar att få in fler skördar per år. Dock är torkan under sommaren en aspekt som gör att det är svårt att riskbedöma temperaturökningen som positivt eller

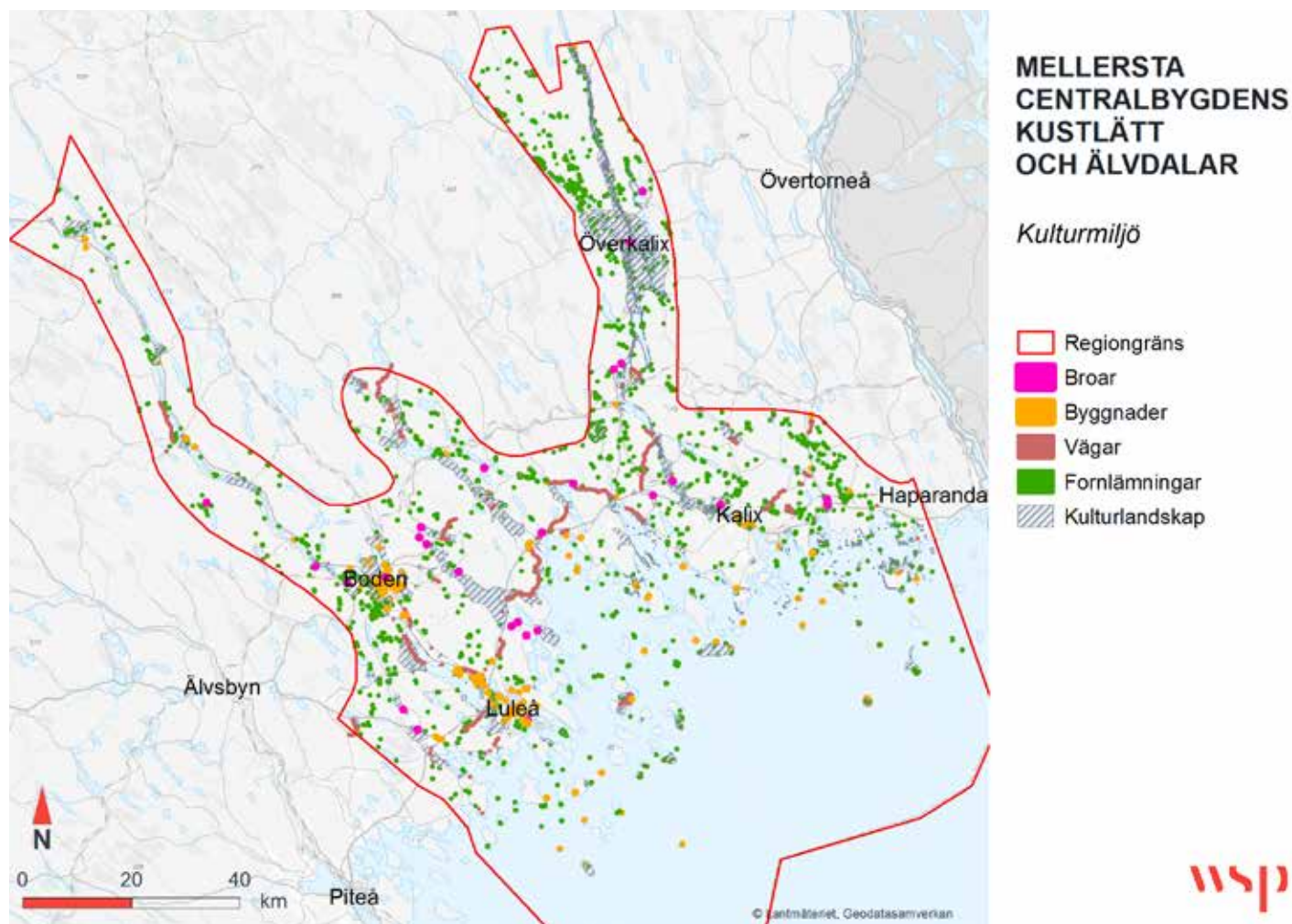
negativt för kulturmiljövärdena. Vegetationstillväxten under framförallt vårar och höstar kan vara en risk för småskaliga eller fossila landskap och kan medföra negativa konsekvenser bl.a. då läsbarheten av landskapen försvåras om sly/träd eller annan vegetation tar över i landskapen. I skärgården kan synligheten av sjöfartsrelaterade lämningar minska och f.d. betade öar kan växa igen i det mildare klimatet. Riskerna bedöms vara som högst i kustlandet och i inlandet något lägre.

Det mildare klimatet under vinter, vår och höst kan öka risken för nedbrytning av material till följd av ökad risk för mögel, skadeinsekter m.m. Se kapitel 4.6 och 4.7. Risken bedöms som hög.

I regionen bedöms det finnas en ökad risk för skador på fornlämningar i samband med skogsbruk då tider med tjäle minskar.

Det betydligt varmare och torrare klimatet i kustbandet kan medföra ökad risk för bränder. Framförallt bedöms risken beröra bebyggelse, fornlämningar och kulturlandskap.

2. Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar



Figur 34: Kulturmiljöer i regionen Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar.

Klimateffekter

För Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar (Figur 34) förväntas kortare och blötare vintrar med betydligt mindre snö och varmare somrar.

Årsmedeltemperaturen i regionen ökar med upp till 6 grader under perioden 2069-2098 jämfört med referensperioden (RCP8.5). Temperaturökningen är störst på vintern och leder till en betydligt längre växtsäsong som ökar med över 50 dagar, i kustregionen med 100 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar i Luleå minskar under perioden 2071-2100 med upp till 11,5 dygn på våren och ökar med 6,5 dygn på vintern. I Överkalix är ökningen på vinter ännu tydligare med 8 dygn.

Medelnederbörden på vintern och våren ökar med 30 % vid kusten och 35 % i inlandet fram till 2100 (RCP8.5) vilket leder till ett fuktigare klimat. Runt Kalix är temperaturökningen störst medan nederbördsökningen

inte är lika stor på vintern som i resten av regionen. Den maximala dygnsnederbörden ökar mest i Luleå, till 33 mm, och till 30 mm i resten av regionen. På grund av stigande temperaturer faller mindre nederbörd som snö. Antalet dagar med snö minskar med 100 dagar fram till 2100 vid kusten och snötäcket i regionen minskar med 40 %.

Den lokala medeltillrinningen ökar på vintern, våren och hösten och minskar på sommaren (2021-2050 och 2069-2098). 100-årstillrinningen i Luleälvens dalgång motsvarar dagens tillrinning fram till 2050 och ökar därefter fram till 2100. I övriga regionen minskar 100-årstillrinningen däremot betydligt, vilket leder till ett mindre 100-årsflöde och minskad översvänningsrisk, framför allt i kustområden. Förändrade nederbördsmönster och flöden ökar risk för skred och erosion i dalgångar, längs Luleälven.

Kulturmiljökaraktär

Älvdalen med centralbygdens kustslätt har under historisk tid utmärkt sig för sitt rika fiske, vilket sannolikt haft viss betydelse för bebyggelsens lokalisering. Bruksnäringen har här haft större betydelse för byarnas näringsliv än i Piteå. Råne älvdal kännetecknas framför allt av bygdens nära koppling till bruksindustrins framväxt i vilken de flesta byar på ett eller annat sätt var engagerade. Utöver jordbruk och bruksindustri spelade även tjärproduktionen en viktig roll.

Kalix älvdal är jordbruksmässigt den kanske mest intensivt inriktade bygden, som långt fram i tiden gjort sig känd för sin boskapsskötsel. Det var den dalgång i centralbygden där jordbrukets modernisering anammades sist. Liksom i Pite älvdal har sågverksindustrin haft stor betydelse, till vilken bland annat flera stora herrgårdar kan knytas. I likhet med Rånedalen hade man en betydande tjärproduktion framför allt i Överkalix.

Skärgården består av flacka öar strax utanför kusten som huvudsakligen präglas av sandiga jordar. Flera av öarna har en tidig bosättningshistoria och ett relativt välutvecklat jordbruk. Havsfisket och säljakten etc. har haft en överskuggande betydelse för näringslivet. I dag finns dock endast ett fåtal öar med aktiva jordbruk kvar. Karaktäristisk för skärgården, med tidiga bosättningar och jordbruk, är spåren av fiskeverksamhet, säljakt samt maritima kulturmiljöer och fyrar.

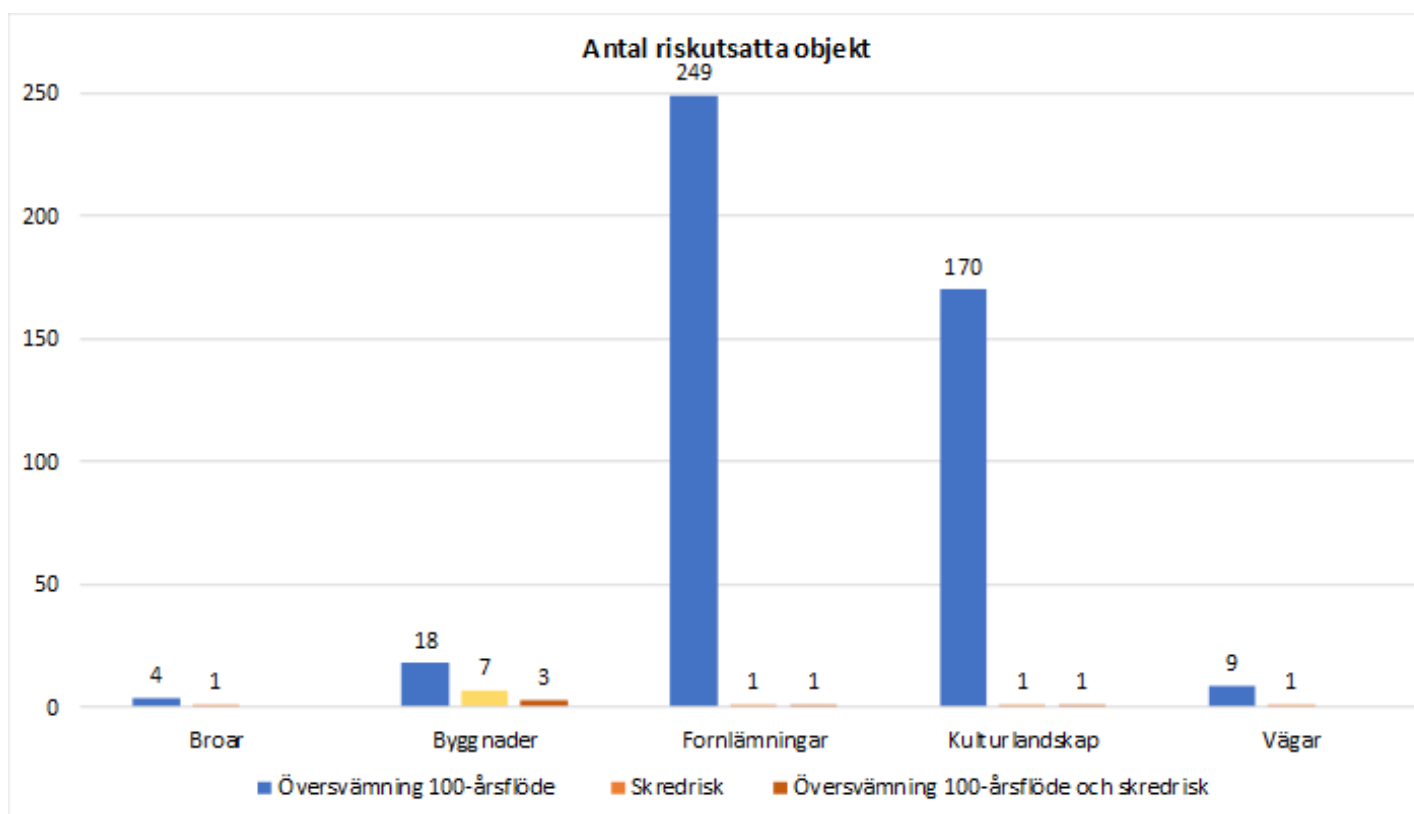
Fornlämningar

Till de karakteristiska fornlämningskategorierna inom området Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar hör boplatser, boplatsgropar, stensättningar, härdar, samt boplatsvallar och rösen i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst utmed kusten, i skärgården och längs älvdalarna.

Kulturmiljöer i det regionala kulturmiljöprogrammet (inkl. fornlämningar, riksintressen, byggnadsminnen m.m.).

- Ale nedre kvarn
- Altappens sågverk
- Ansvar
- Avafors bruk,
- Boden militär miljö
- Boden Åberget

- Brändöskär/Uddskär
- Börjelslandet och Sundom
- Björkfors herrgård
- Båtskärsnäs/Ängören
- Granån
- Edefors
- Fattenborg
- Gammelstad
- Gäddvik – storby i Lule älvdal
- Hedenområdet med fornlämningar
- Hindersön
- Innerbodarna
- Junkön
- Kalix kopparverk
- Kalix älvdal
- Karlsborg
- Kosjärv
- Korpikå
- Kugerbäcken
- Karlsviksområdet
- Kluntarna
- Lillberget
- Malören
- Nässkatan
- Notvikens verkstadsområde
- Paskatieva
- Råne skogsälvdal
- Renskär/Likskär
- Råneå kyrkstad
- Rödupp
- Rödkallen
- Sangis
- Selets bruk
- Seskarö
- Sinksundet
- Småskär
- Storön
- Sören
- Töre
- Unbyn/Avan
- Valvträsk
- Vuollerim
- Vallen-boplatslämningar från tidig järnålder
- Överkalixbygden
- Övermorjärv



Figur 35: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-års löde i Luleälven och Kalixäl-ven eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

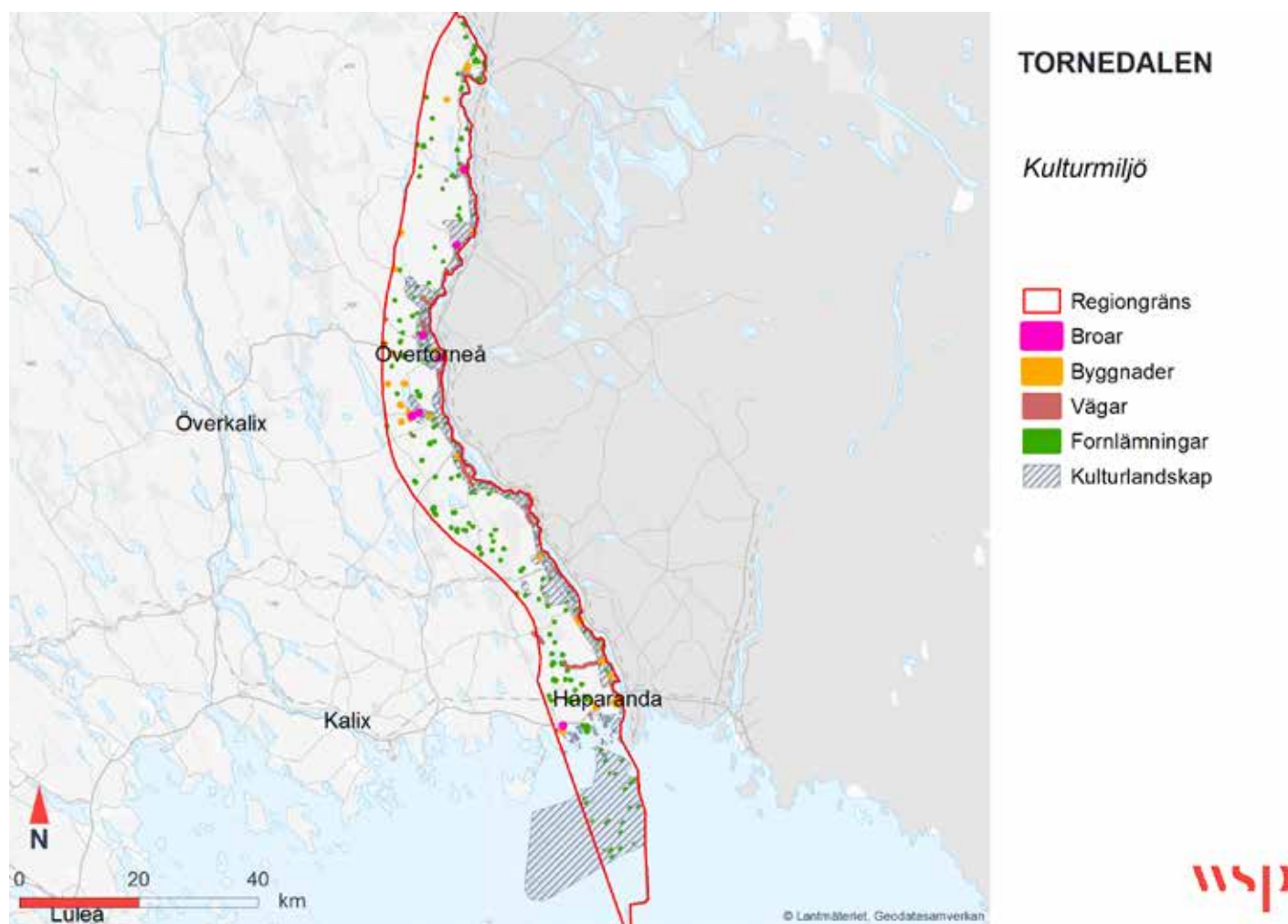
Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar finns 3471 registrerade kulturmiljöer, varav 186 byggnader, 2579 fornlämningar, 594 kulturlandskap, 23 broar och 89 vägmiljöer.

Utmärkande för regionen är att av de 2579 forn- och kulturlämningar som finns registrerade kan 10 % av fornlämningarna (249 objekt) komma att påverkas av framtida översvämningar (Figur 35). Den äldre historiska bebyggelsen ligger främst lokaliserad på terrasser eller höjder intill älvarna, vilket minskar risken för översvämning. I älvarna finns utskjutande lågt belägna landtungor med ekonomibyggnader /lador, spår av

vattenanknuten industri och i viss utsträckning även bostadshus från framförallt 1900-talet, som dock kan komma att drabbas av översvämningar. Miljöer som berörs av översvämning är bl.a. Kalix älvdal, Övermorfjärv, Rödupp, Edefors, Unbyn/Avan och Vuollerim. I regionen finns ett stort antal (419) utpekade kulturhistoriskt värdefulla byggnader och av dessa berörs 18 av risk för översvämning. Totalt 7 byggnader berörs av skredrisk. Totalt 3 byggnader har ökad risk till följd av en kombination av ras/ skred och översvämning, bl.a. det enskilda byggnadsminnet i Vittjärv. 4 broar berörs av översvämning och 1 riskerar att påverkas av skred. Det finns endast en registrerad fornlämning som kan komma att påverkas av skred. Denna lämning riskerar även att påverkas översvämning.

3. Tornedalen



Figur 36: Kulturmiljöer i Tornedalen.

Klimateffekter

I Tornedalen (Figur 36) förväntas kortare, varmare och blötare vintrar med betydligt mindre snö och varmare somrar.

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i regionen öka med upp till 6 grader (RCP8.5). Temperaturökningen är störst på vintern och leder till en betydligt längre växtsäsong som ökar med över 50 dagar, i kustregionen med 100 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar minskar på våren och ökar på vintern.

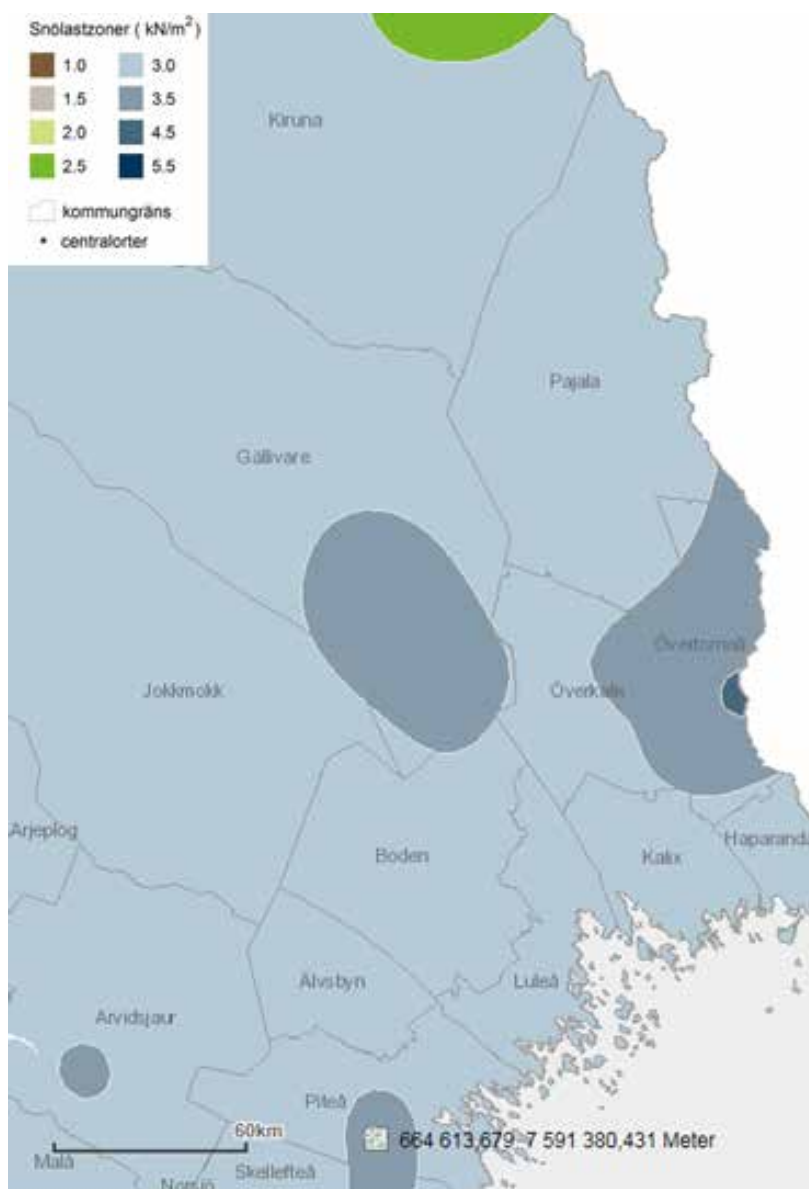
Medelnederbörden på vintern ökar med 25 % vid kusten och 30 % i inlandet under perioden 2069-2098 vilket är något mindre än i de flesta andra delarna av länet. I ett område runt Haparanda är temperaturökningen störst medan nederbördsökningen är inte lika stor på vintern som i resten av regionen. Den maximala dygnsneder-

börden ökar till 30 mm. På grund av stigande temperaturer faller mindre nederbörd som snö. Antalet dagar med snö minskar med 100 dagar vid kusten och snötäck-
et i regionen minskar med 40 %.

Övertorneåregionen är redan idag ett område med ökad snölast enligt Boverkets snölastzoner (Figur 37). I ett varmare klimat finns det en risk att snön blir ännu tyn-
gre i utsatta områden.

Den lokala medeltillrinningen ökar på vintern, våren och hösten och minskar på sommaren (2021-2050 och 2069-2098). 100-årstillrinningen i regionen däremot minskar betydligt, vilket leder till ett mindre 100-års-
flöde i Torneälven och minskad översvämningrisk, framför allt i kustområden.

Dagar med låg markfuktighet ökar i framtiden.



Figur 37: Snölastzoner i dagens klimat (<https://www.boverket.se/sv/byggande/regler-for-byggande/om-boverkets-konstruktionsregler-eks/sa-har-anvander-du-eks/karta-med-snostazoner/>)

Kulturmiljökaraktär i Tornedalen

Med sin finska egenart är dalen den mest särpräglade av centralbygderna. Topografiskt präglas dalgången av terrasslandskapets karaktär ner till Kukkola där kustslätten tar vid. Dalgången är bred och flack och längs med den oreglerade älven breder omfattande s.k. strandängar ut sig, långt fram i tiden utnyttjade för högproduktion. Bebyggelsemönstret består av terrass-, strandradbebyggelse bl. a. med inslag av finsk byggnadstradition som Tornedalsgårdar och vasformiga aitor. Jordbruket var länge omfattande med en inriktning på boskapsskötsel. Byarna var mycket stora men gårdarna relativt självständiga i funktionell mening. Historiskt har dock fisket och boskapsskötseln spelat en relativt större roll

än åkerbruket. Till följd av detta finns ett flertal fåbodemiljöer i Tornedalen. En av dessa bevarade fåbodemiljöer utgör ett kulturresevat. Landskapets östliga inslag utmärker sig bland annat i en särpräglad byggnadstradition.

Fornlämningar

Till de utmärkande fornlämningskategorierna inom området Tornedalen hör boplatser och bytomter/gårdstomter, samt boplatsvallar och boplatsgropar i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst utmed kusten, i skärgården och längs älvdalarna.

Utpekade kulturmiljöer i det regionala kulturmiljöprogrammet

- Hanhinvittikko -fäbod
- Isovaara - försvarsanläggning från andra världskriget
- Jänkisjärvi - skogsby
- Övertorneå kyrkby-centrum
- Pahtakoda -ett skogssamiskt viste
- Pullinki -Struves meridianbåge (fornlämning, ingår i världsarv)
- Torne älvdal – odlingslandskap, bebyggelse, fornlämningar

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen Tornedalen finns 717 registrerade kulturmiljöer, varav 115 byggnader, 385 fornlämningar, 195 kulturlandskap, 6 broar och 16 vägar.

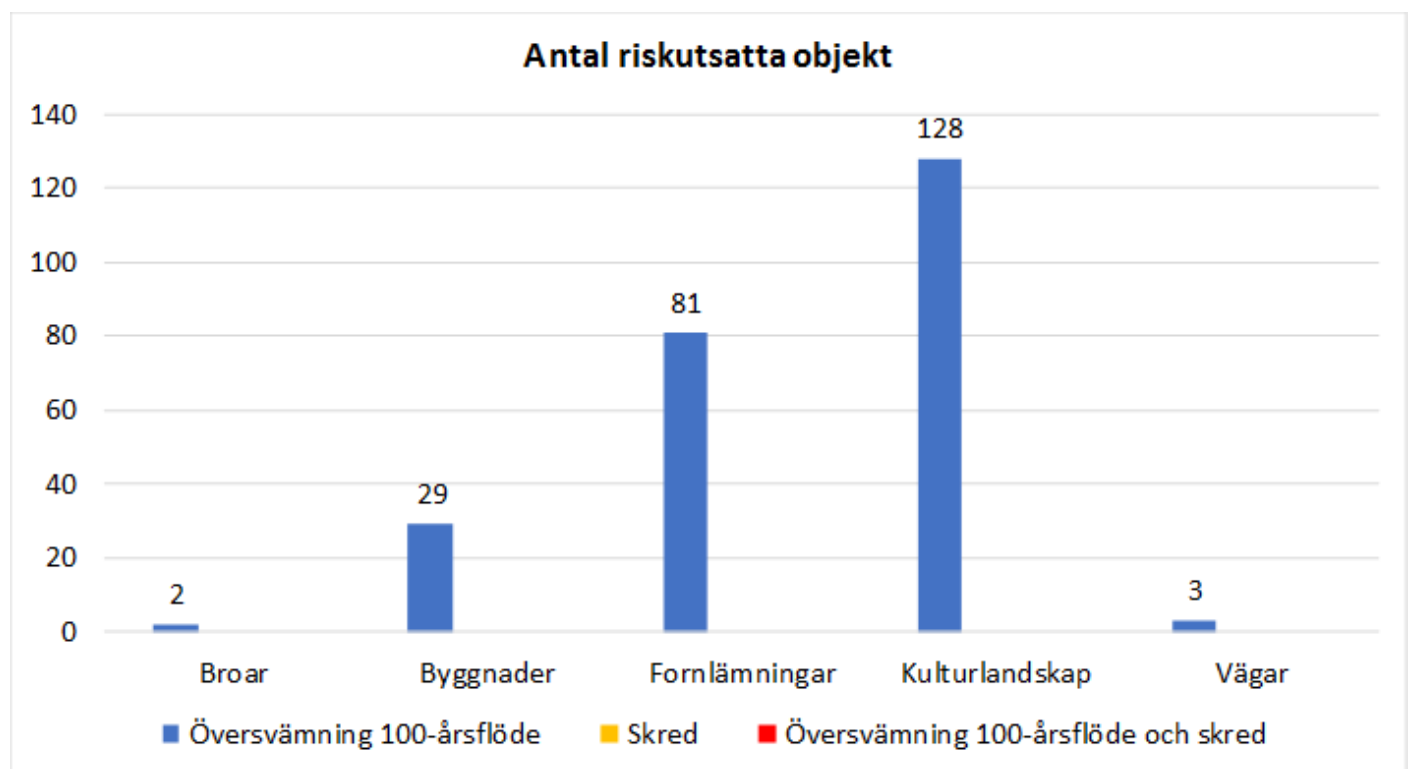
Av de 385 forn- och kulturlämningar som finns registrerade kan 21 % (81 objekt) komma att påverkas av översvämningar. 28 byggnader, 2 broar och 3 vägar ligger inom riskzon för översvämning vilket är en relativt sett stort antal och en stor andel som riskerar att påverkas (Figur 38). Regionen är en av de fyra som saknar

objekt som kan komma att påverkas av skred.

Gällande de övriga klimatförändringarna bedöms snölast vara en mer framträdande risk för regionen. Tornedalen har redan idag höga laster i relation till övriga länet. Eftersom Tornedalen är ett agrart landskap med äldre träbebyggelse bedöms risken för skador på bl.a. ladugårdar och ekonomibyggnader vara hög. Risken beror på byggnadens takfall, skick och takstolarnas konstruktion och bärighetskraft. Men risken för skador till följd av ökade snölaster bedöms som högst sannolik och därmed är bedömningen att risken är hög.

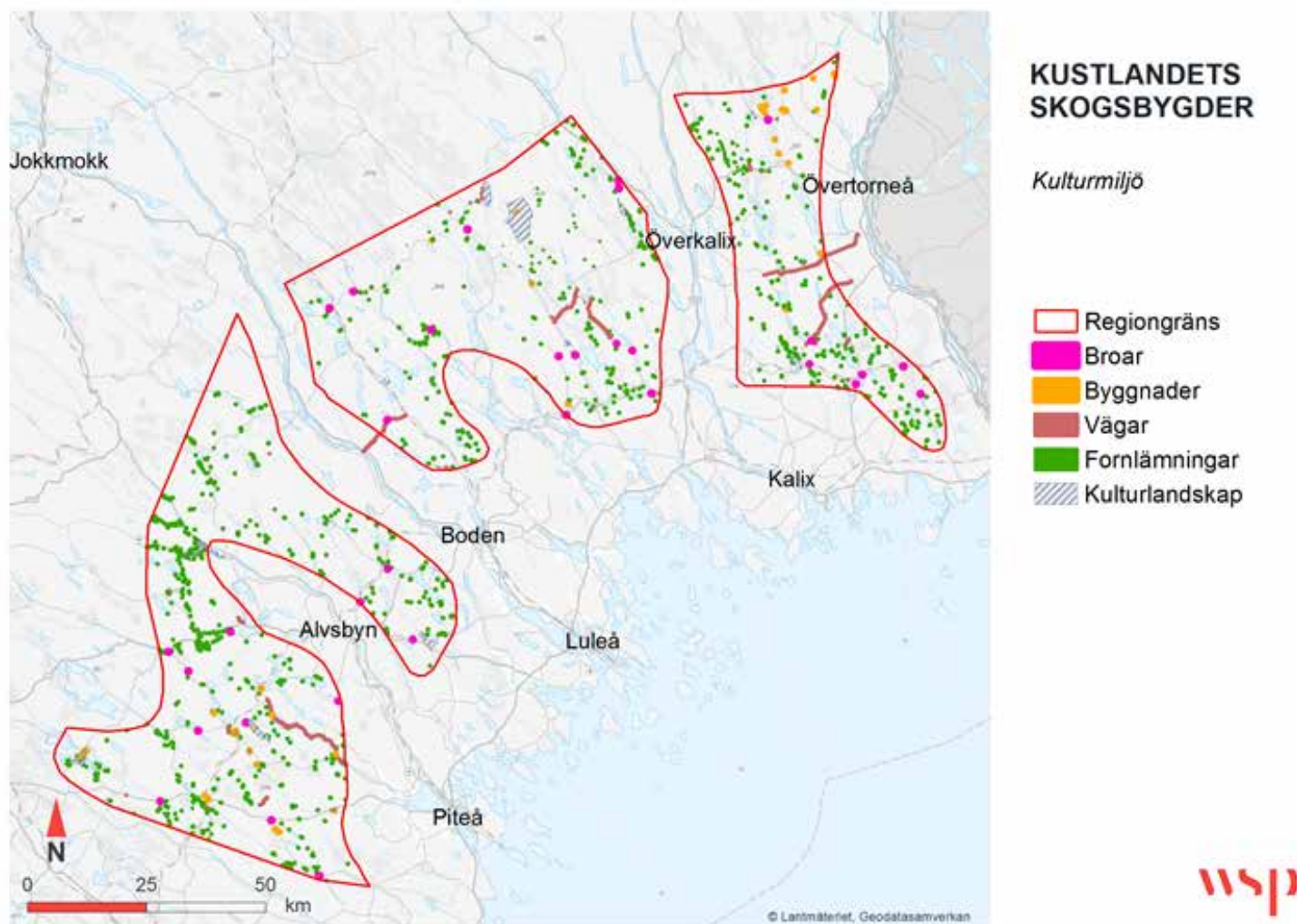
De övriga riskerna som förlängd växtsäsong, ökade mögel och skadedjursangrepp bedöms även vara en risk för denna region, se kapitel 4. I denna region beräknas vegetationssäsongen i kustlandet förlängas med totalt 100 dagar per år vilket kan öka risken markant för igenväxning och kumulativa effekter i form av förändrad markanvändning.

Det betydligt varmare och torrare klimatet i kustbandet kan medföra ökad risk för bränder. Framförallt bedöms risken beröra bebyggelse, fornlämningar och kulturlandskap.



Figur 38: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-års löde i Torneälven eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

4. Kustlandets skogsbygder



Figur 39: Kulturmiljöer i regionen Kustlandets Skogsbygder.

Klimateffekter

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i regionen Kustlandets skogsbygder (Figur 39) öka med upp till 6 grader (RCP8.5). Den största ökningen sker i regionen runt Älvsbyn. Temperaturökningen är störst på vintern och leder till en betydligt längre växtsäsong som ökar med över 50 dagar. Antal nollgenomgångar ökar markant vintertid och minskar på våren.

Medelnederbörden ökar med 25 % på vintern vid kusten och 30 % i inlandet och leder till ett fuktigare klimat. Den maximala dygnsnederbörden ökar med upp till 30 mm och korttidsnederbörd kan öka i frekvens och intensitet. På grund av stigande temperaturer faller mindre nederbörd som snö. Antalet dagar med snö minskar i södra delarna och snötäcket i regionen minskar med 40 % nära kusten och 25–30 % i inlandet.

Den lokala medeltillrinningen ökar med 10 % under perioden 2021-2050 och med 25 % under perioden 2069-2098 (RCP8.5), där ökningen sker framför allt på vintern. 100-årstillrinning minskar i regionen och leder till ett mindre 100-årsflöde och minskad översvämningsrisk.

Kulturmiljökaraktär

Kustlandets skogsbygder består av moränmarker mellan älvdalsgångarna, som huvudsakligen är belägna under högsta kustlinjen. Bebyggelsen har varit lokaliserad till mindre sedimentavlagringar intill vattendrag och småsjöar, liksom till jordar baserade på växtmaterial (humusjordar m.fl. jordtyper). Området blev till större delen befolkat först efter 1750. Många gårdar har direkt eller indirekt tillkommit som ett resultat av industrins skogsutnyttjande, vilket tidigt kom att prägla det lokala näringslivet.

Fornlämningar

Till de karakteristiska fornlämningskategorierna inom området hör boplatser, bytomter/gårdstomter, lägenhetsbebyggelse och fångstgropsystem, stensättningar, härdar, samt områden med skogsbrukslämningar, fossila åkrar och rengården i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst längs vattendrag och runtom sjöar.

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen finns 2342 registrerade kulturmiljöer, varav 83 byggnader, 2045 fornlämningar, 146 inom kulturlandskap, 32 broar och 36 vägar.

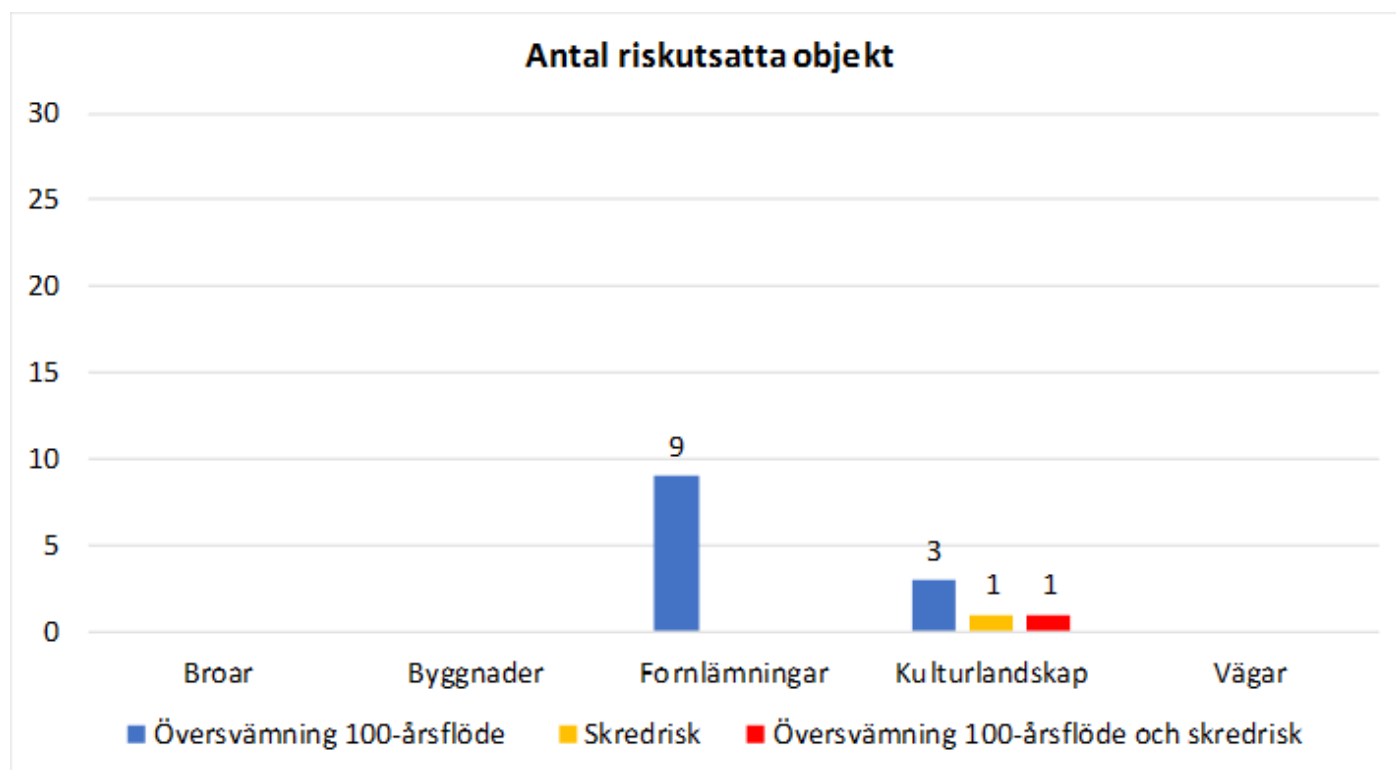
Särpräglade för regionen Kustlandets skogsbygder är att av de 2045 forn- och kulturlämningar som finns registrerade inom området bedöms få kulturmiljöer drabbas av översvämningar, ras och/eller skred. Enligt beräkningarna riskerar endast 0,4 % av fornlämningarna (9 objekt) att komma att påverkas av översvämningar. 3 kulturlandskap riskerar att påverkas till följd av

översvämning (Figur 40). Endast 1 objekt riskerar att påverkas av skred. I relation till övriga regioner i länet bedöms denna region präglas av låga risker kopplade till effekter från översvämning, ras och skred.

Framträdande risk för denna region bedöms vara att det varmare klimatet leder till en intensivare skogsbruk vilket kan leda till ökad risk för skador på fornlämningar i skogsområden. Fornlämningar i småskaliga odlingskap kan i framtiden komma att växa igen och skogsplantering kan innebära en risk för skador på lämningar.

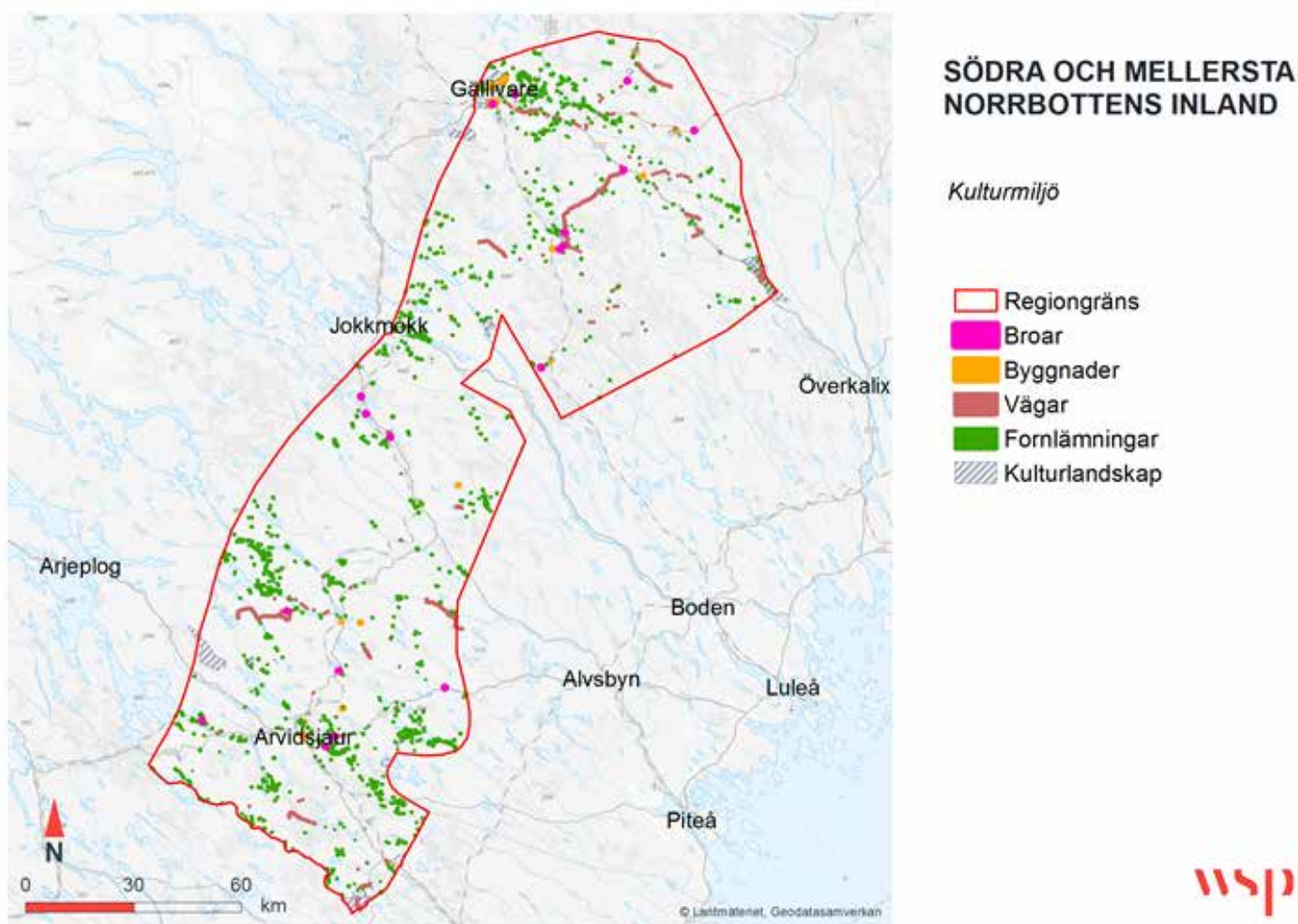
För allmänt förekommande risker gällande bl.a. ett varmare och fuktigare klimat i relation till biologiskt kulturarv samt påverkan på bebyggelse, se kapitel 4. Risken för mögel bedöms vara måttlig till hög.

Det betydligt varmare och torrare klimatet kan medföra ökad risk för bränder. Framförallt bedöms risken beröra bebyggelse, fornlämningar och kulturlandskap.



Figur 40: Antal objekt i regionen som drabbas av översvämning vid ett 100-års löde eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

5. Södra och mellersta Norrbottens inland



Figur 41: Kulturmiljöer i regionen Södra och mellersta Norrbottens inland.

Klimateffekter

Det framtida klimatet i södra och mellersta Norrbottens inland (Figur 41) präglas av kortare och blötare vintrar med mindre snö och tjäle.

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i regionen Södra och mellersta Norrbottens inland öka med upp till 6 grader (RCP8.5). Temperaturökningen är störst på vintern och leder till en längre växtsäsong som ökar med över 30 - 40 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar på vintern ökar markant med 8,5 dygn i Arvidsjaur och drygt 7 dygn i Gällivare. Resten av året, framför allt på våren, minskar antal nollgenomgångar.

Medelnederbörden på vintern och våren ökar med 50 % i nordvästliga delen runt Jokkmokk och med 40 % runt Arvidsjaur under perioden 2069-2098 (RCP8.5). Den maximala dygnsnederbörden ökar till över 30 mm i ett

område mellan Jokkmokk och Arvidsjaur. Antal dagar med snö minskar framför allt i dalgångar, det maximala snötäcket minskar med 40 % runt Arvidsjaur och med 20 - 30 % i de norra delarna. Den maximala dygnsnederbörden ökar i området mellan Jokkmokk och Arvidsjaur.

Den lokala årsmedeltillrinningen ökar med 15 - 20 % (RCP8.5) framför allt till Luleälven. 100-årstillrinning motsvarar dagens 100-årstillrinning fram till 2050. Under perioden 2069-2098 (RCP8.5) minskar 100-årstillrinningen i södra delarna och ökar med upp till 10 % i övriga regionen.

Kulturmiljökaraktär

Södra Norrbottens inlandsområde består av ett myrrikt bergkullelandskap där den agrara bosättningen i sin helhet etablerades först efter 1750 huvudsakligen genom en kolonisation från kustsocknarna. Först under

1800-talet skulle den skogssamiska befolkningen i allt större omfattning bli bofast och idkare av den agrara näringen, ofta i kombination med renskötsel. Typiskt för odlingslandskapet är dess lokalisering till sydvända lider på berg eller moränformationer (drumliner). Förutom jordbruk blev området under 1800-talets slutskede och senare starkt inriktat på skogsbruk.

Fornlämningar

Till de typiska fornlämningskategorierna inom området hör boplatser och härdar, samt boplatksområden i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst längs älvdalarna, andra vattendrag och runtom sjöar.

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

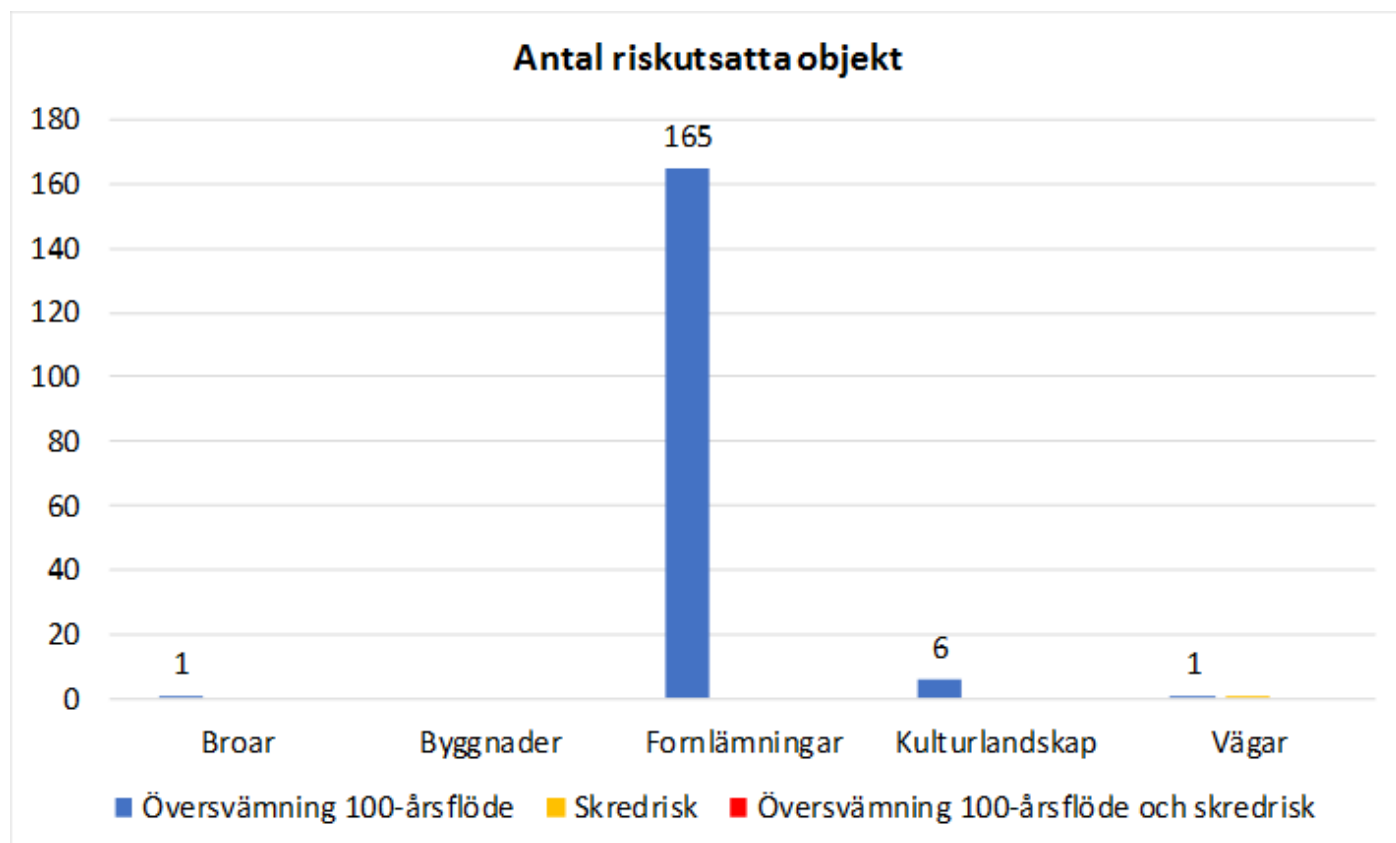
I regionen finns 3341 registrerade kulturmiljöer, varav 43 byggnader, 3031 fornlämningar, 130 kulturlandskap, 17 broar och 120 vägar.

Av de 3031 forn- och kulturlämningar som finns registrerade inom området Mellersta centralbygdens

kustslätt och älvdalar Södra och mellersta Norrbottens inland bedöms att endast 5% av fornlämningarna (totalt 165 objekt) att komma att påverkas av översvämningar. Inga fornlämningar eller byggnader som kan komma att påverkas av skred 0% (0 objekt). 6 utpekade kulturlandskap, bl.a. Gallejaur by, samt 1 väg bedöms påverkas av översvämningar. Endast en väg är beläget inom område som kan vara utsatt för skred, väg 920 (Figur 42).

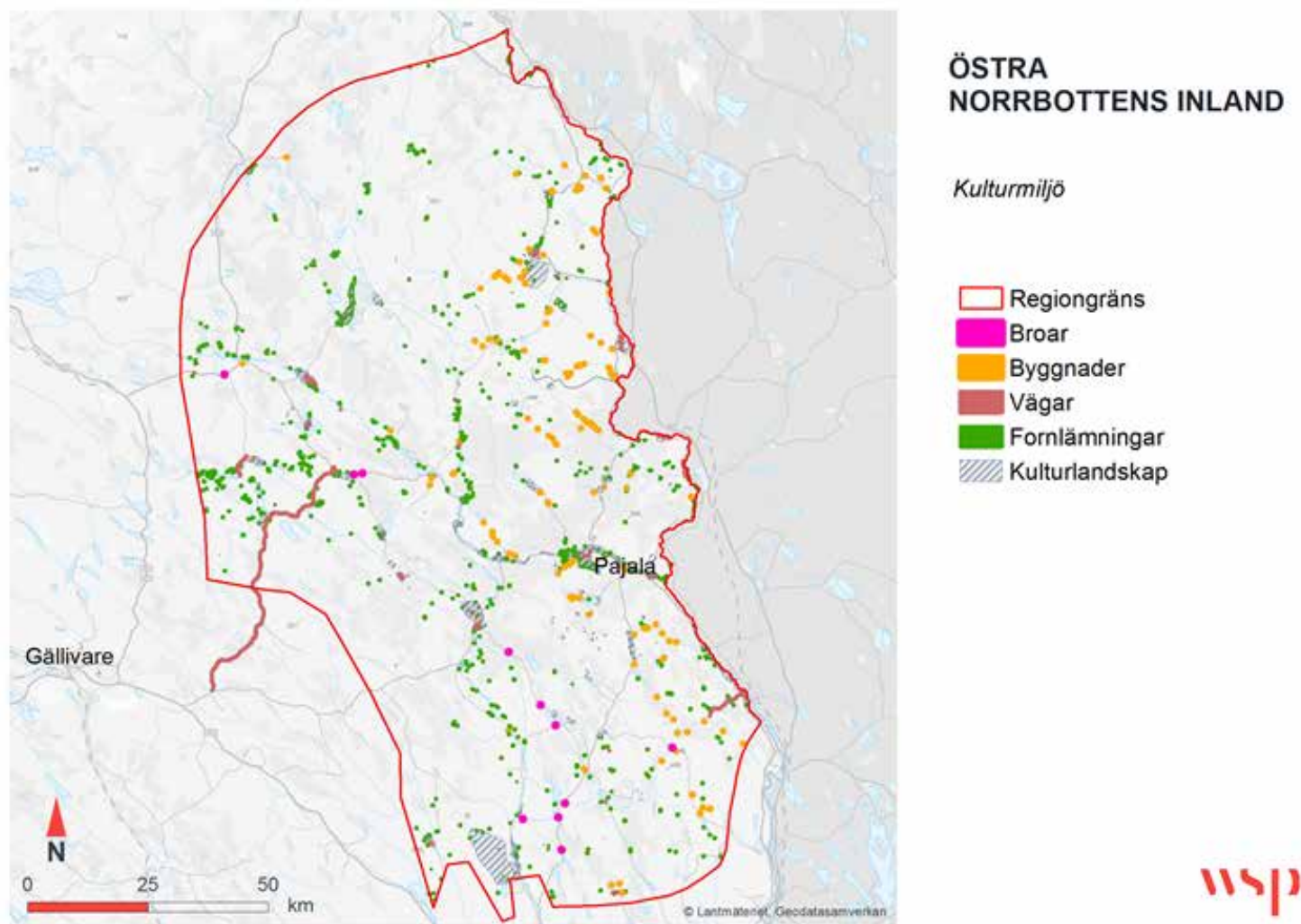
Kulturmiljövärdena bedöms främst påverkas till följd av förändringar i kulturlandskapets sammansättning, exempelvis i form av att de karaktäristiska myrlandskapen växer igen. Vidare kan det varmare och fuktigare klimatet leda till ett intensifierat skogsbruk vilket kan påverka fornlämningar i skogen. Den förlängda vegetationssäsongen om 30–40 dagar är måttlig i relation till länet i övrigt och riskerna för igenväxning och andra negativa effekter av påverkan på kulturlandskap bedöms som måttlig.

För generella ökade risker kopplade till skador på kulturhistoriskt värdefull bebyggelse, se kapitel 4.



Figur 42: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-års löde eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

6. Östra Norrbottens inland



Figur 43: Kulturmiljöer i regionen Östra Norrbottens inland.

Klimateffekter

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i regionen östra Norrbottens inland (Figur 43) öka med upp till 6 grader (RCP8.5). Temperaturökningen är störst på hösten och vintern och leder till en längre växtsäsong som ökar med över 30 dagar (RCP8.5). Antal nollgenomgångar minskar på våren och ökar på vintern.

Medelnederbörden på vintern och våren ökar med 40 - 50 % under perioden 2069-2098 (RCP 8.5) och leder till ett fuktigare klimat. Antal dagar med snö minskar, det maximala snötäcket minskar framför allt i sydöstra delen.

I den nordöstra delen av regionen ökar temperaturen något mer medan nederbörden inte ökar lika mycket som i övriga delar av regionen. I detta område är det större risk för extrema korttidsregn och antal dagar med låg markfuktighet förväntas öka.

Den lokala medeltillrinningen ökar med 10 % under perioden 2021-2050 och med 25 % under perioden 2069-2098 (RCP8.5). 100-årstillrinningen motsvarar dagens 100-årstillrinning fram till 2050, därefter minskar 100-årstillrinningen betydligt i de östra delarna av regionen, medan den ökar med 10-15 % i Torneälvens dalgång.

Kulturmiljökaraktär

Östra Norrbottens inland består av ett bergskullerandskap med stora partier med flack och småkuperad topografi. Landskapet innehåller landets mest omfattande myrområden som korsas av ett större antal älvar. Området är rikt på tidigt etablerade bosättningar från 1600-talet och det tidiga 1700-talet vilket delvis (direkt eller indirekt) tycks ha ett samband med malmfältexploateringsens första faser. Den agrara befolkningen hade dels ett samiskt ursprung och dels en bakgrund från finska områden i Tornedalen och Finland.

Bebyggelsen är lokaliserad till svaga moränhöjder invid vattendrag eller mindre sjöar. Området är kanske den del av Norrbotten där myrslåttern kom att få störst betydelse.

Fornlämningar

Till de karakteristiska fornlämningskategorierna inom området Östra Norrbottens inland hör boplatser, boplatsvallar och härdar, samt boplatksområde, bytomter/gårdstomter och fångstgropssystem i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst längs älvdalarna, andra vattendrag och runtom sjöar.

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

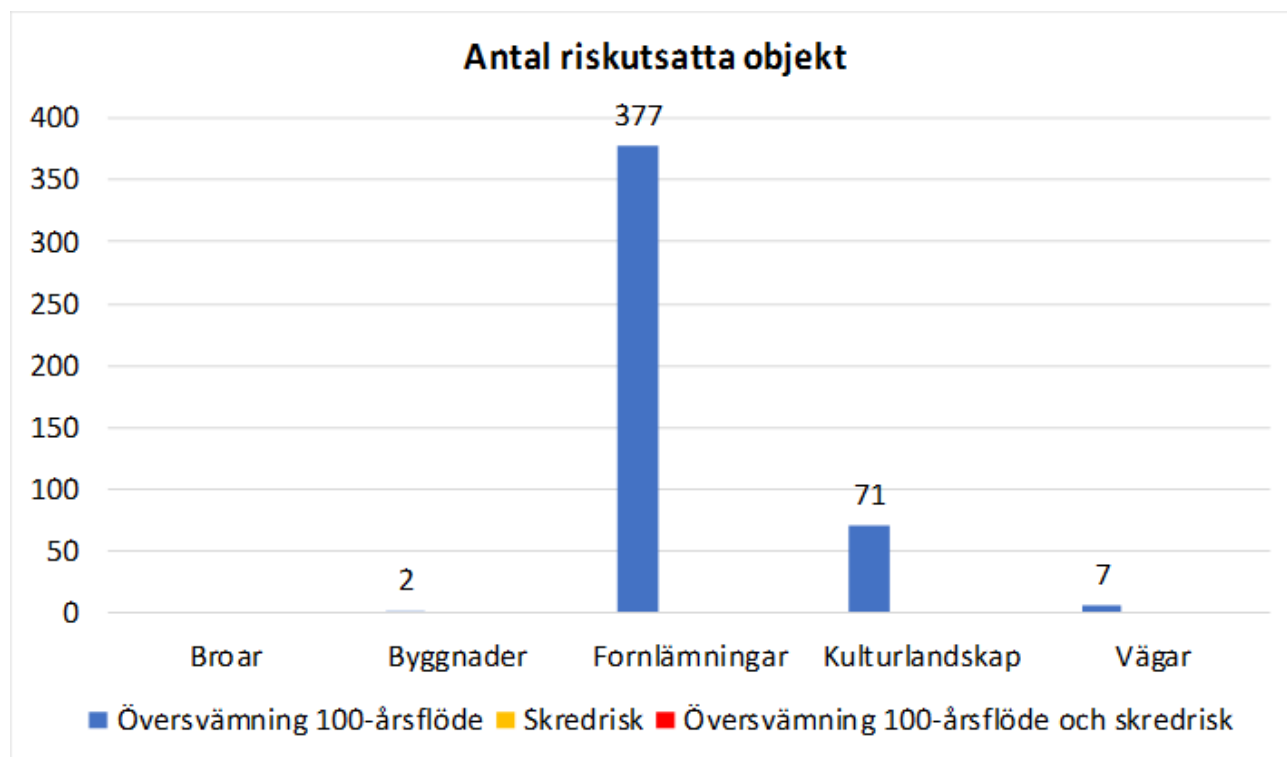
I regionen Östra Norrbottens inland finns 1961 registrerade kulturmiljöer, varav 163 byggnader, 1430 fornlämningar, 305 kulturlandskap, 11 broar och 52 vägar.

Av de 1430 fornlämningar som finns registrerade inom området Östra Norrbottens inland riskerar 26 % av fornlämningarna (377 objekt) att påverkas av översvämningar (Figur 44). Inga objekt riskerar att påverkas av skred. Det finns inte heller några fornlämningar som skulle kunna påverkas av både

översvämningar och skred. 71 utpekade kulturlandskap riskerar att påverkas av översvämning. Dessa miljöer består av 38 utpekade värdefulla odlingslandskap, de kommunalt utpekade kulturmiljöerna Kuoksu, Vivungi, Kengis, Lovikka, Männikkö och Louteenkoski. Även fornvårdsmiljöerna Palokorva och Tervaniemi samt riksintressena Kengis, Erkheikki-Juhonpieti, Palokorva, Tornefors, Tärendö och Vivungi riskerar att delvis översvämmas. Totalt riskerar 2 byggnader samt 7 vägar att översvämmas. Inga kända eller utpekade kulturmiljöer riskerar att påverkas av skred.

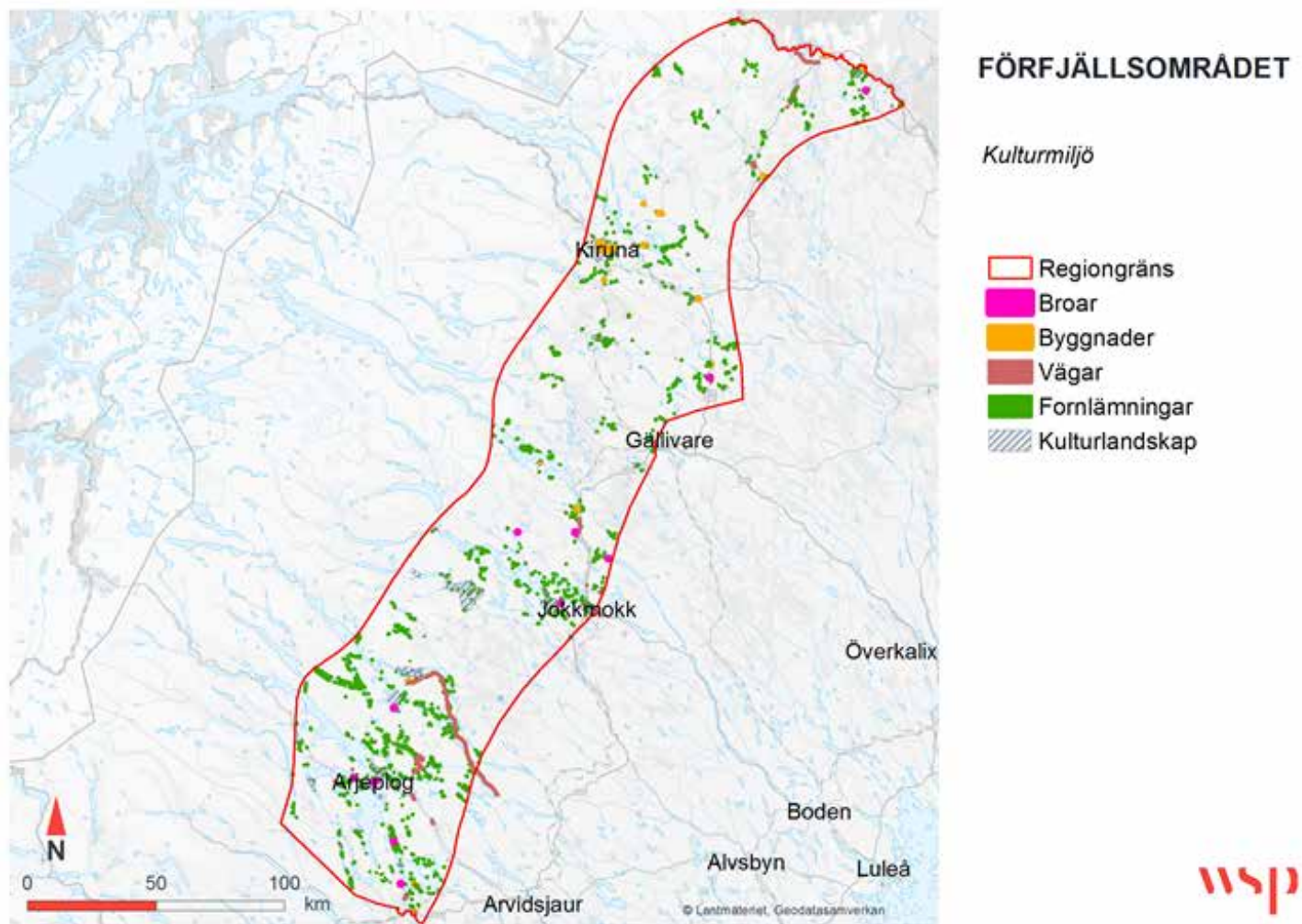
I denna region bedöms det varmare klimatet leda till en intensivare skogsbruk vilket kan leda till ökad risk för skador på fornlämningar i skogsområden. Fornlämningar i småskaliga odlingskap kan i framtiden komma att växa igen och skogsplantering kan innebära en risk för skador på lämningar. Framför allt bedöms det finnas risk för påverkan i form av igenväxning av f.d. myrmarker i den nordöstra delen av regionen.

Risken gällande igenväxning av kulturlandskap bedöms som måttlig. För länet har denna region ett måttligt varmare och fuktigare klimat, vilket bedöms leda till måttlig låg risk för effekter biologiskt kulturarv samt påverkan på bebyggelse, se kapitel 4.



Figur 44: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-års löde i Torneälven/Lainioälven/Tärendöälven och Kalixälven eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

7. Förfjällsområdet



Figur 45: Kulturmiljöer i Förfjällsområdet.

Klimat effekter

Det framtida klimatet i förfjällsområdet (Figur 45) kommer att präglas av en markant ökning av nederbörd och en större risk för extrema nederbörds- och väderhändelser och höga flöden.

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i förfjällsområdet öka. Den största ökningen sker på vintern med 8 grader (RCP8.5). Temperaturökningen leder till en längre växtsäsong som ökar med 30 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar på vintern ökar.

Medelnederbörden på vintern och våren ökar med 40 % under perioden 2069-2098. I området mellan Kiruna och Gällivare förväntas nederbördsmängden på våren öka med över 55 % (RCP8.5, Figur 47, Tabell 5). I det området ökar även det maximala snötäcket och den maximala dygnsnederbörden.

Den lokala årsmedeltillrinningen ökar med 10–15 % under perioden 2021-2050 (RCP8.5) och 30-50 % under perioden 2069-2098 jämfört med referensperioden. Den största ökningen förväntas i området mellan Kiruna och Gällivare. Även 100-årstillrinningen ökar, framför allt i Torneälvens dalgång. 100-årsflödet och risk för översvämningar från Torneälven, Luleälven och Skellefteälven ökar.

Kulturmiljökaraktär Kulturmiljökaraktär

Förfjällsområdet består av agrar bebyggelse i de södra och mellersta delarna som är knuten till större sjöar och i norr till älvdalar. I regionen finns inslag av samisk byggnadstradition. Bebyggelsen har sitt ursprung i en handfull gårdar som etablerades redan under 1600-talets senare del och har särskilt inom de södra delarna en tydlig koppling till den samiska kulturen.

Dels därför att nybyggarna ofta var samer och dels därför att bebyggelsen gärna kom att förläggas på ett gammalt sameviste i anslutning till någon välgödslad renvall. Odlingsmarkens lokalisering har vanligen varit knuten till öar och uddar för att kunna utnyttja sjöarnas värmande effekt. Förutom avfolkningen efter andra världskriget har många gårdslandskap påverkats negativt som en följd av sjöuppdämningar.

Fornlämningar

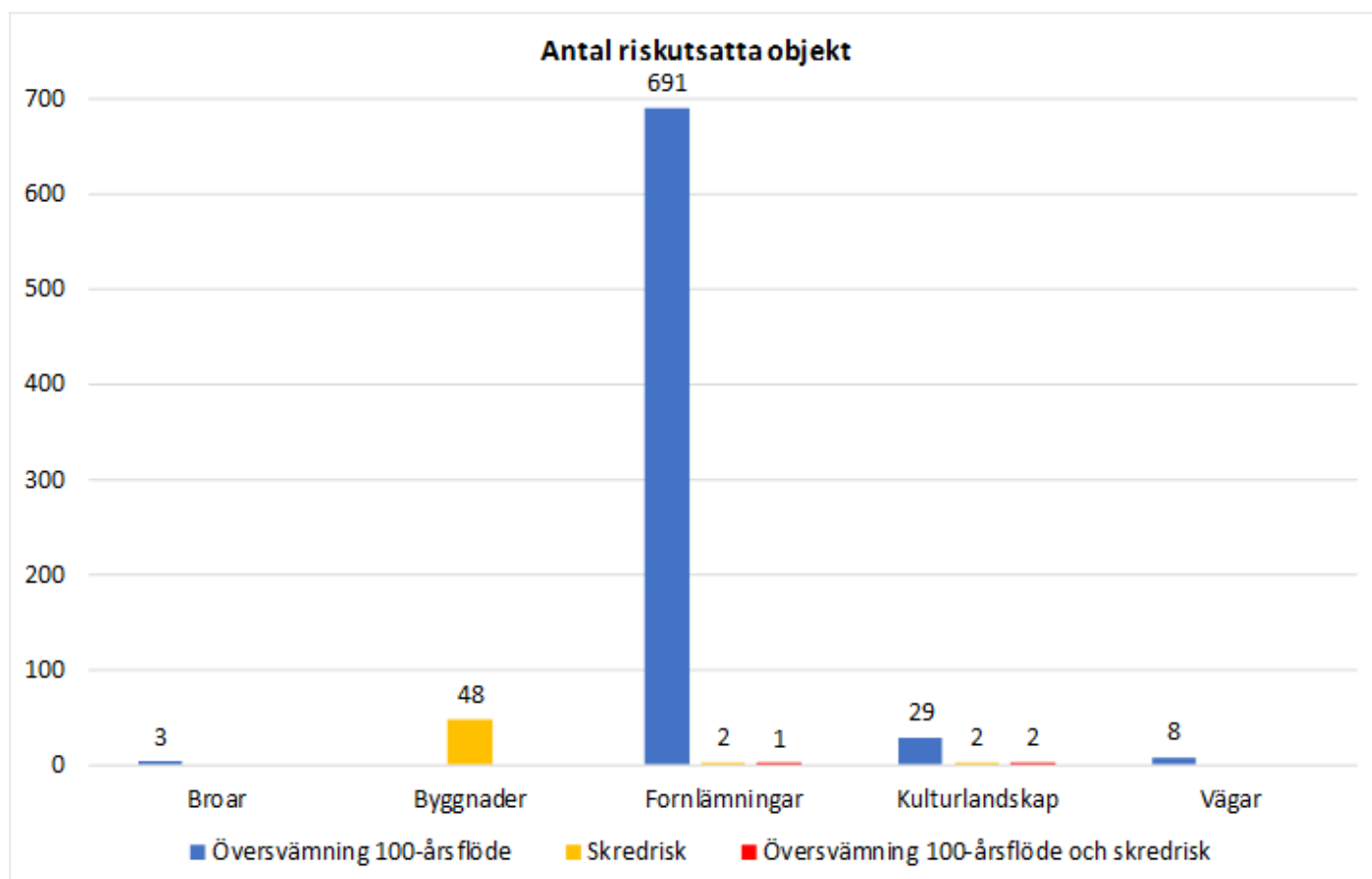
Till de karakteristiska fornlämningskategorierna inom området Förfjällsområdet hör boplatser, härdar, fångstgropar, visten, offerplatser, naturbildningar med tradition, samt boplatksområden och boplatsvallar i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst längs älvdalarna, andra vattendrag och runtom sjöar.

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen Förfjällsområdet finns 4598 registrerade kulturmiljöer, varav 105 byggnader, 4304 fornlämningar, 152 kulturlandskap, 10 broar och 27 vägar.

Av de 4304 fornlämningar som finns registrerade inom Förfjällsområdet riskerar 16 % (691 objekt) att påverkas av översvämningar. Antalet objekt som kan komma att påverkas av skred är betydligt lägre och ligger kring 0,04 % (2 objekt). Likaså de fornlämningar som skulle kunna påverkas av både översvämningar och skred som har beräknats till en 0,04 % (2 objekt) (Figur 46).

29 kulturlandskap, bl.a. riksintressena Jukkasjärvi, Porjus kraftstation, Gallesgutj-Nåtti och Kasker och



Figur 46: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde Torneälven, Luleälven och Skellefteälven eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

Rackträsk-Dellau riskerar att delvis översvämmas. Vidare riskerar 3 broar och 8 vägar att översvämmas.

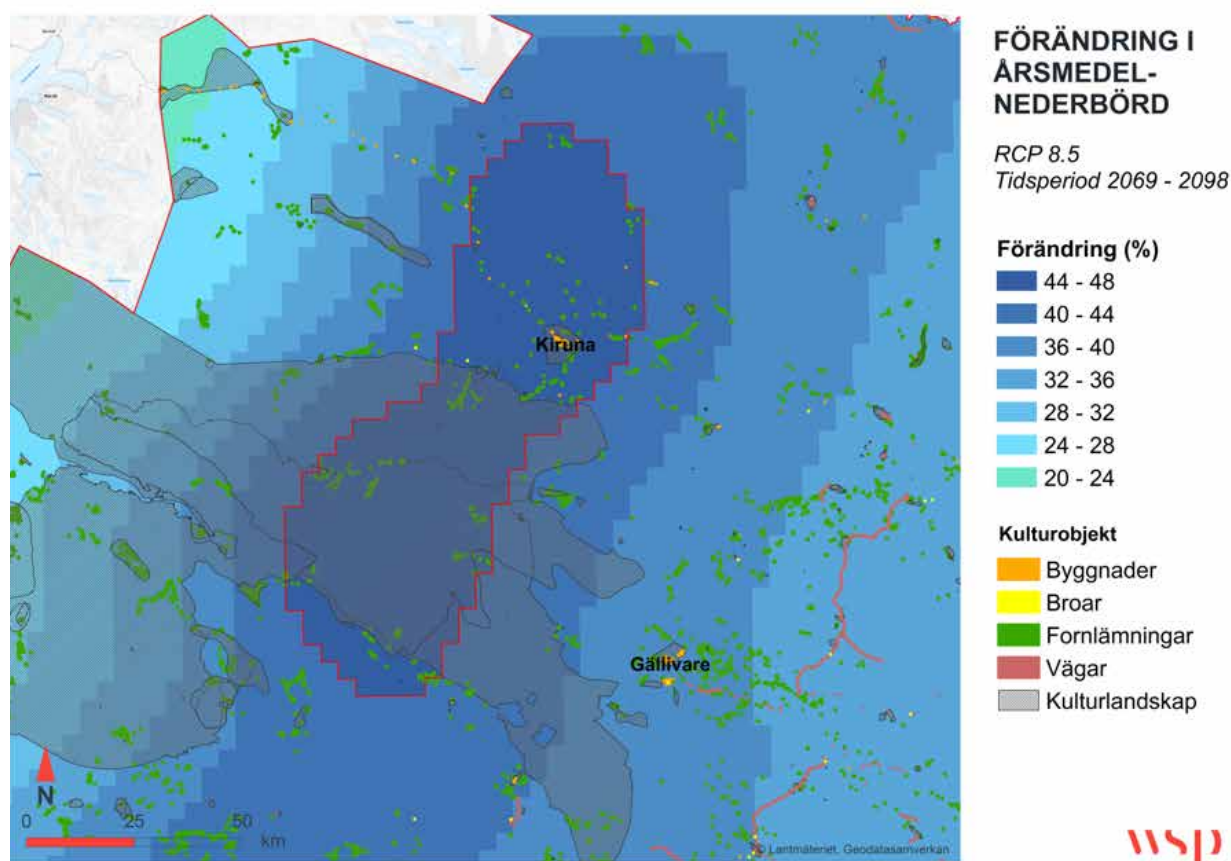
Utmärkande för regionen är det anmärkningsvärda höga antalet byggnader som riskerar att påverkas av skred. 46 kommunalt skyddade byggnader, bland annat det enskilda byggnadsminnet Porjus kraftstation samt kyrkomiljön i Porjus riskerar att påverkas av skred. 2 kulturlandskap ligger inom område med skredrisk, däribland den lagskyddade miljön Porjus kraftstation. Eftersom skredkartering inte finns för hela området kan risken vara betydligt större.

Denna region urskiljer sig genom de betydande ökade nederbörds mängder kring Kiruna (Figur 47. Tabell 5),

vilket kan medföra risker för mekaniska skador på bebyggelse. I kartanalysen framgår att 266 kända byggnader med kulturvärden påverkas av de markant förhöjda nederbörds mängderna vilket är anmärkningsvärt.

I relation till övriga regioner kommer temperaturen att öka markant med 8 grader. Hur detta påverkar vegetation och kulturmiljöer är svårt att bedöma. Exempel på kulturmiljöer som kan påverkas är världsarvet Laponia.

Risker kopplade till antal nollgenomgångar bedöms som relativt hög. För riskbeskrivning av ett varmare och fuktigare klimat i relation till biologiskt kulturarv samt påverkan på bebyggelse, se kapitel 4.

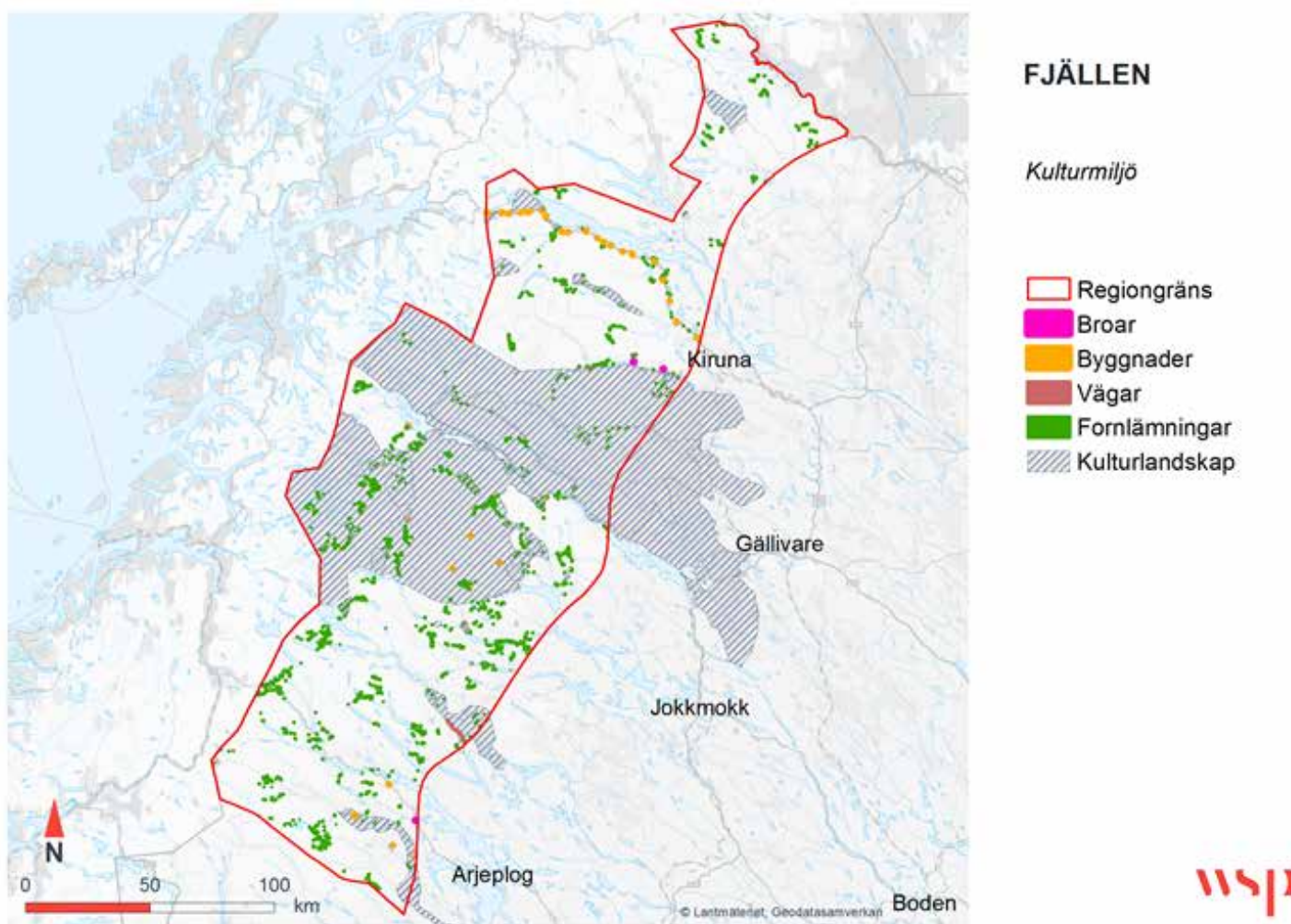


Figur 47: Området med största beräknade ökning av årsmedelnederbördsökning för RCP8.5, 2069-2098 (röd polygon).

Kulturmiljöer	Antal objekt inom området med ökning årsmedelnederbörd >40 %
Byggnader	220
Fornlämningar	430
Kulturlandskap	69
Broar	1
Vägar	1

Tabell 5: Antal kulturmiljöer i som ligger inom den röda polygonen, området runt Kiruna och nordväst om Gällivare som förväntas få den största ökningen av nederbörd.

8 . Fjällen



Figur 48: Kulturmiljöer i Fjällen.

Klimateffekter

Det framtida klimatet i fjällen (Figur 48) kommer att präglas av en markant ökning av temperatur och nederbörd och en större risk för extrema nederbörds- och väderhändelser och höga flöden.

Under perioden 2069-2098 förväntas årsmedeltemperaturen i fjällområdet öka. Den största ökningen sker på vintern med 8 grader (RCP8.5). Temperaturökningen leder till en längre växtsäsong som ökar med 30 dagar. Temperaturökningen leder också till att antal nollgenomgångar på vintern ökar.

Nederbördsmönstret styrs av fjällkedjan. Medelnederbörden på vintern och våren ökar med över 40 % på östra sidan fjällmassiven och med 20 - 30 % på västra sidan under perioden 2069-2098 (RCP8.5). I området väst/sydväst om Kiruna förväntas nederbördsmängden

på våren öka med över 55 %. I det området ökar även det maximala snötäcket. I Sarek förväntas den maximala dygnsnederbörden öka markant med 40 - 50 mm och därmed risken för extrema nederbörds-händelser. Antal dagar med snötäcke över 20 mm vatteninnehåll minskar betydligt efter 2050, framför allt i västra delarna av fjällkedjan.

Den lokala årsmedeltillrinningen ökar med över 15 - 20 % under perioden 2021-2050 och med ca 40 % under perioden 2069-2098 (RCP8.5), störst ökning förväntas för fjälltrakterna runt Kiruna och Padjelanta. Även 100-årstillrinningen ökar, framför allt i Kebnekaiseområdet. 100-årsflöde och risk för översvämningar från Torneälven, Luleälven och Skellefteälven ökar. Antalet dagar med låg markfuktighet ökar markant på västra sidan fjällkedjan.

Kulturmiljökaraktär

Regionen består av fjällägenheter, huvudsakligen med 1900-talsbebyggelse. Den agrara bosättningen är med några få undantag i norr etablerad under 1900-talet och har inte sällan etablerats av andra skäl än rent försörjningsmässiga (exempelvis turism eller transport). Här finns även samiska säsongsvisten, framförallt höst-, vår- och sommarvisten.

Fornlämningar

De typiska fornlämningskategorierna inom området Fjällen visar framförallt på den samiska fjällrenskötselns närvaro i området med bl.a. boplatser, härdar, fångstgropar, visten, förvaringsanläggningar, offerplatser, naturbildningar med tradition samt bengömmor, renvallar och kokgropar i mindre utsträckning. Lämningarna koncentreras geografiskt främst längs älvdalarna, andra vattendrag och runtom sjöar.

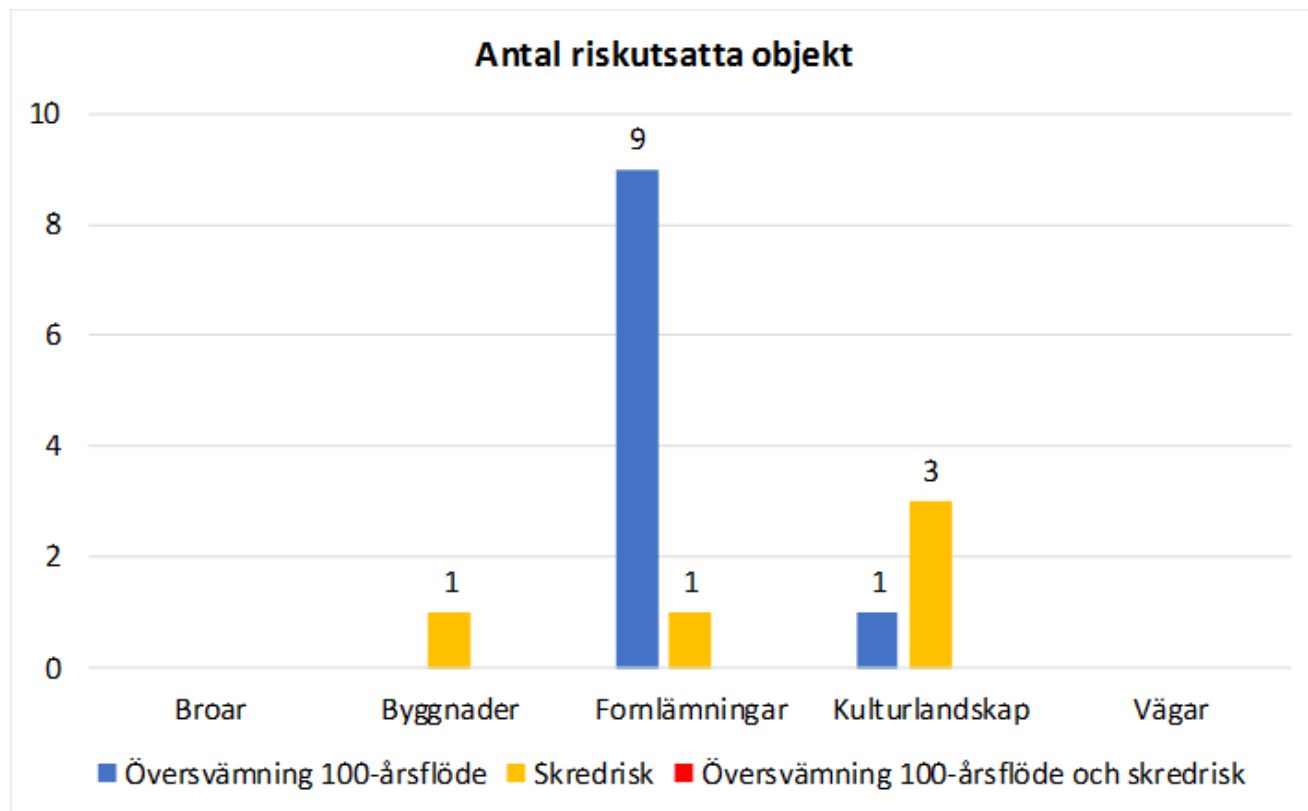
Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljön

I regionen Fjällområdet finns 5234 registrerade kulturmiljöer, varav 229 byggnader, 4867 fornlämningar, 134 kulturlandskap, 3 broar och 1 vägar.

Av de 4867 forn- och kulturlämningar som finns registrerade inom området Fjällen riskerar endast 0,18% av de kända lämningarna (9 objekt) att komma att påverkas av översvämningar. Endast 1 objekt kan komma att påverkas av skred. Ingen forn- och kulturlämningar riskerar att påverkas av både översvämningar och skred (Figur 49).

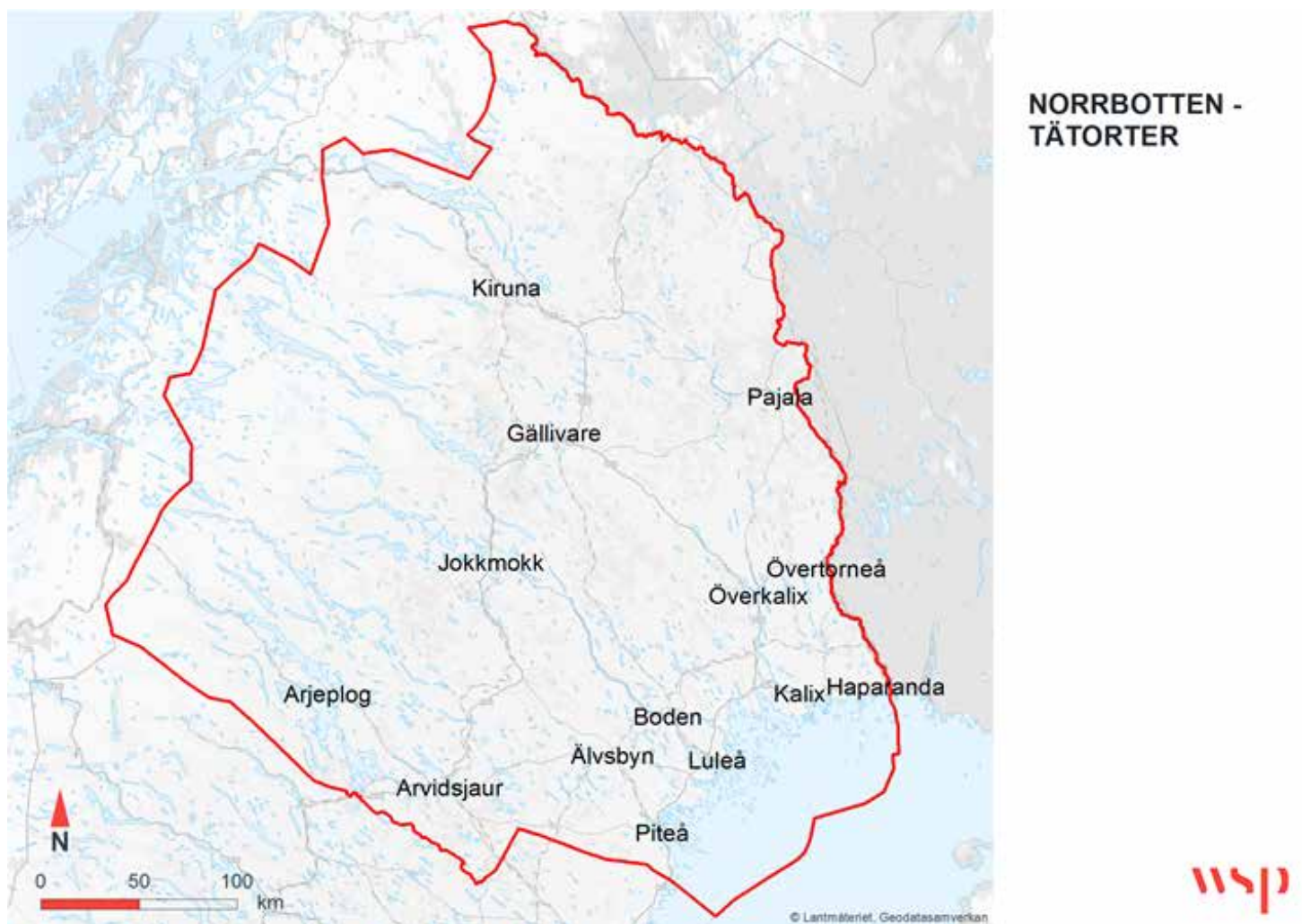
Ett kulturlandskap ligger inom riskzon för översvämning, världsarvet Laponia. 1 byggnad (kyrkligt kulturarv i Kvikkjokk) och 3 kulturlandskap, däribland Kvikkjokks by och Luleå silververk är belägna inom områden med risk för skred.

Framträdande för regionen Fjällområdet är de förhållanden som låga riskerna för ras, skred och översvämningar. Effekterna i form av varmare klimat och mer nederbördsrika vårar kan påverka det biologiska kulturarvet, bl.a. i Laponia. Delar av regionen har inte inventerats avseende fornlämningar. Därmed kan det finnas fornlämningar som riskerar att påverkas av det varmare klimatet under jord beroende på ändringar i PH värde och kemiska sammansättningar. Känsligheten i fjällområdet bedöms som hög och risken som hög.



Figur 49: Antal objekt i regionen som riskerar att drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden (detaljerad tabell, se Bilaga).

9. Tätorter



Figur 50: Tätorter i Norrbotten.

Klimat effekter

Klimat effekter på tätorter (Figur 50) beskrivs i respektive region där tätorterna ligger. I klimatanalysen för tätorterna ingår därutöver översvämningsrisk för ett klimatanpassat 100-årsregn (DHI, 2015).

Kulturmiljökaraktär

I städer och tätorter finns varierad bebyggelse av olika karaktär, struktur och materiella och kulturhistoriska egenskaper. I tätorterna finns stenhus, trähus, parker och trädgårdar och en större andel hårdgjorda ytor. I tätorterna finns arkiv och handlingar som har indirekt koppling till kulturmiljön men som inte har studerats i denna översiktliga analys.

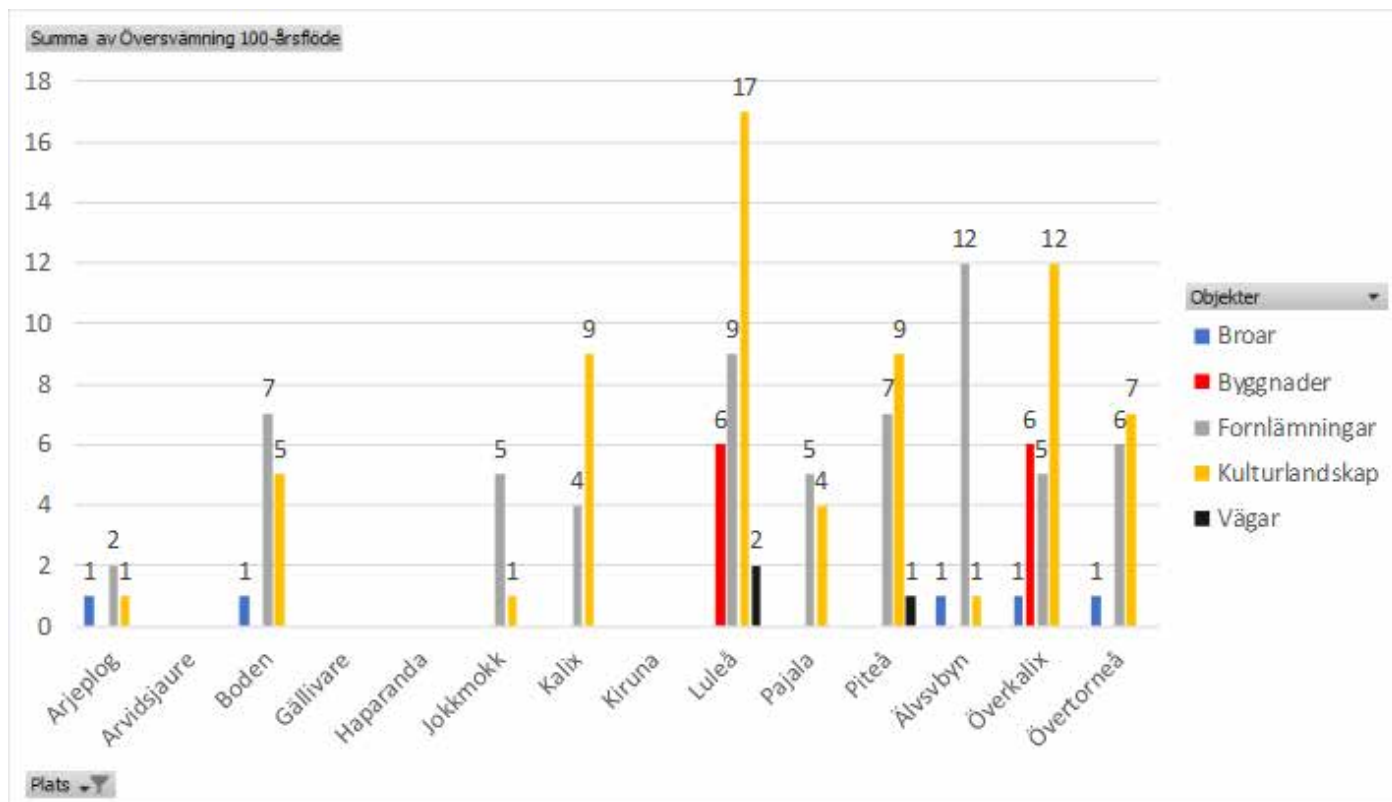
Fornlämningar

Sex av tätorterna finns fornlämningar med kulturlager. Piteå, Gamlestad och Luleå har stadslager. Arjeplog en

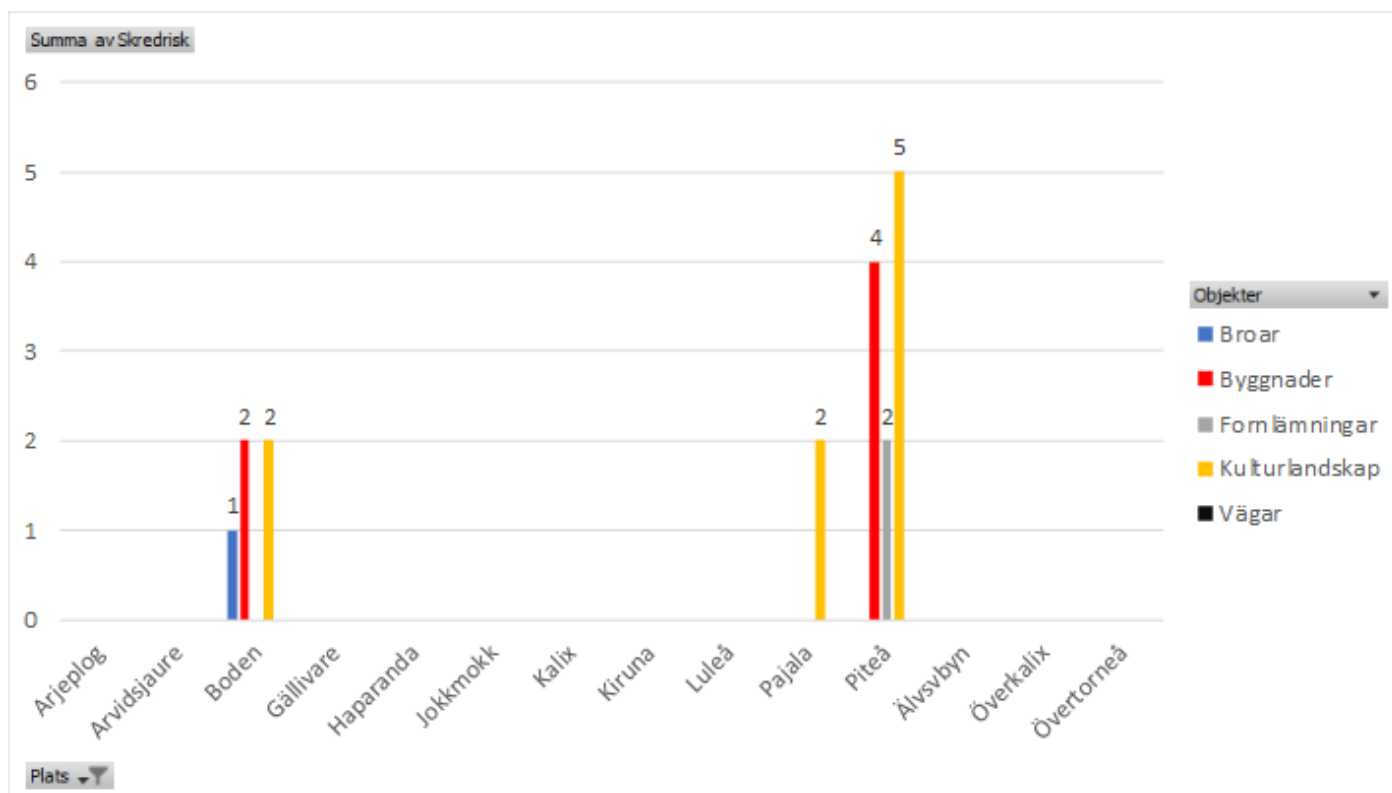
samlingsplats med kulturlager och Arvidsjaur och Jokkmokk har båda kyrkstäder med kulturlager. Kulturlager från fyra av dessa tätorter har hittills undersökts: Piteå, Arjeplog, Gamlestad i Luleå och Jokkmokk. Kulturlager från Jokkmokks kyrkstad innehöll ben, glas, järn, keramik och bränd lera (Backman 2014).

Riskbedömning av klimatpåverkan på kulturmiljöer i tätorter

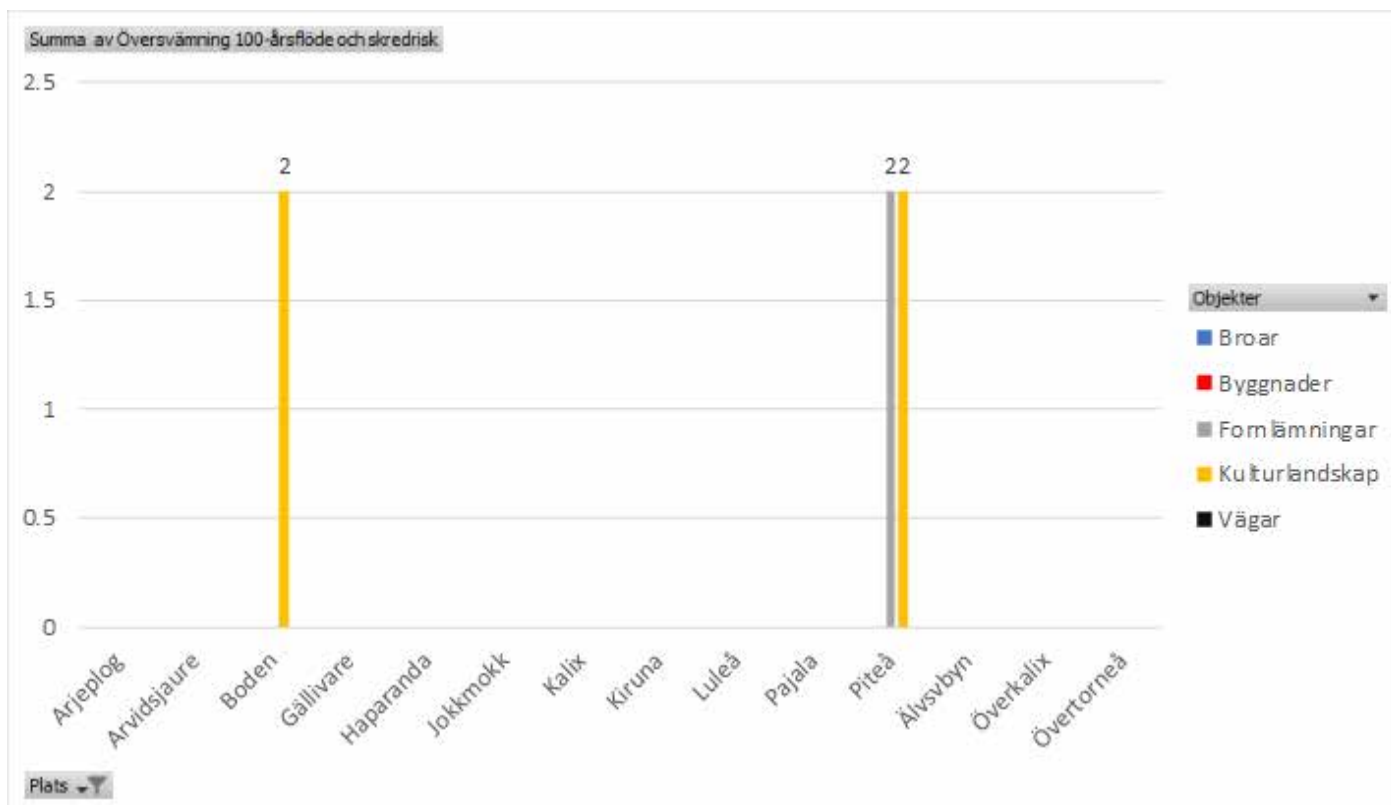
Gällande risker kopplade till översvämnningar och kraftiga skyfall bedöms kulturmiljövärden i Luleå, Piteå, Gällivare och Boden utmärka sig med en större risk för negativ påverkan. Antalet och andelen kulturhistoriskt värdefulla byggnader är hög som påverkas av översvämnningar mellan 0,2–0,5 m (Figurer 51–57).



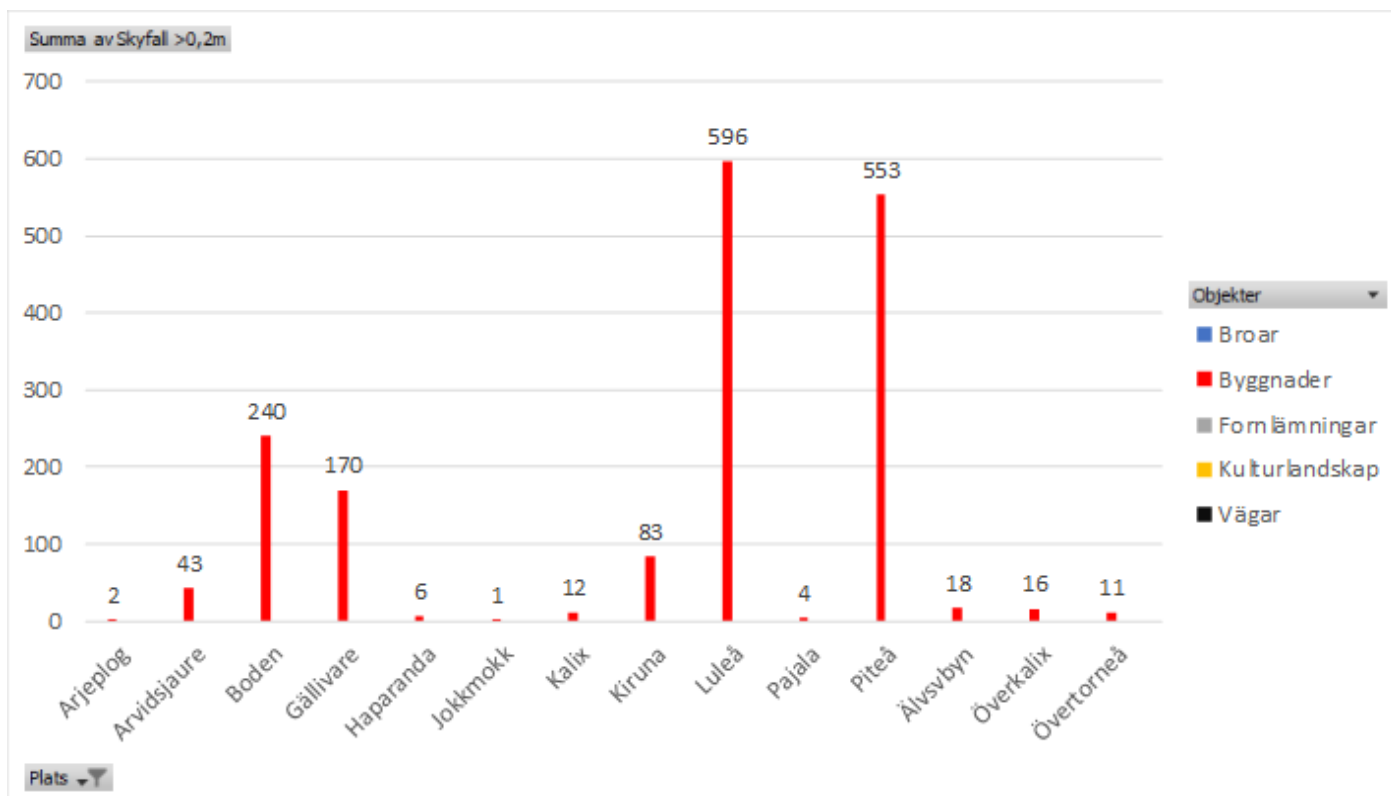
Figur 51: Antal riskutsatta objekt vid ett 100-årsflöde i Norrbottens stora vattendrag.



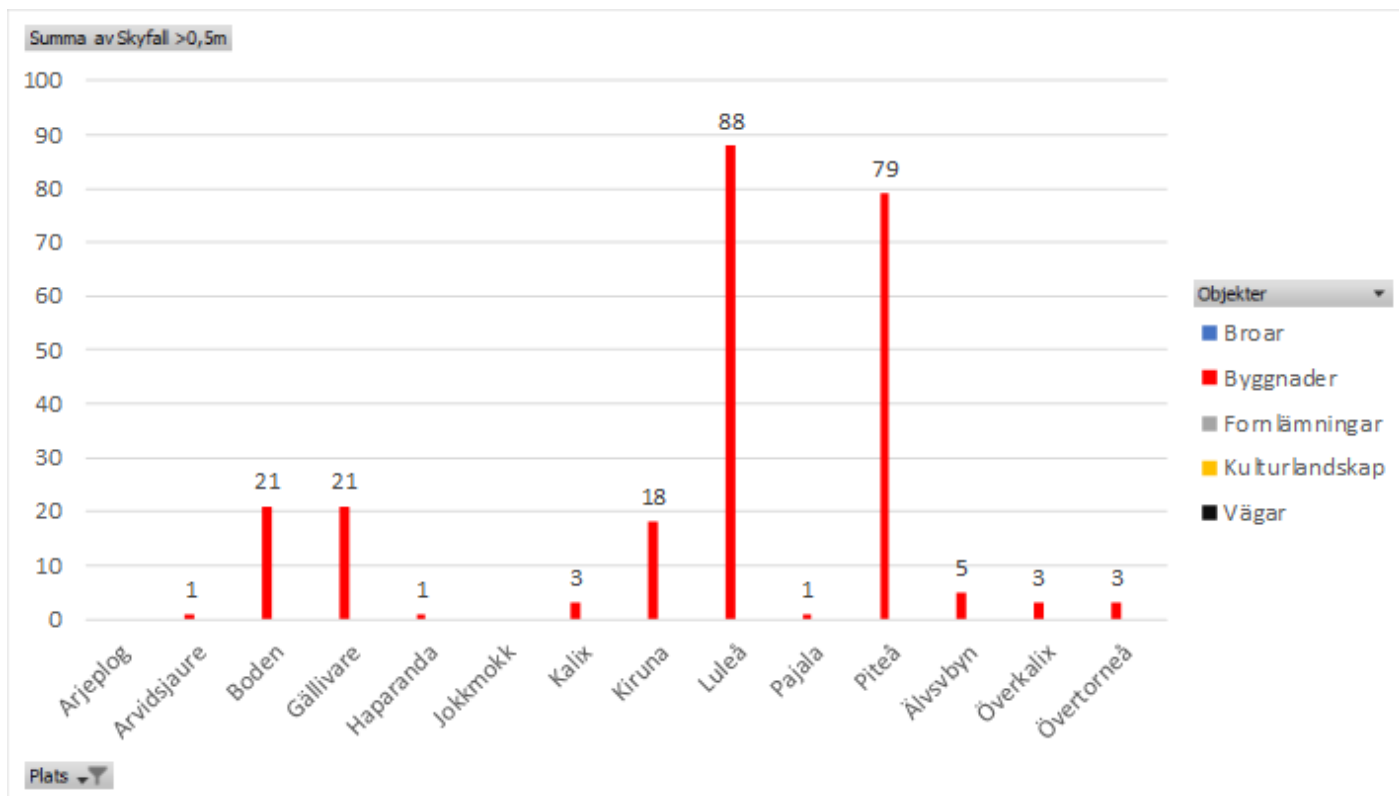
Figur 52: Antal riskutsatta objekt i områden med förutsättningar för skredrisk.



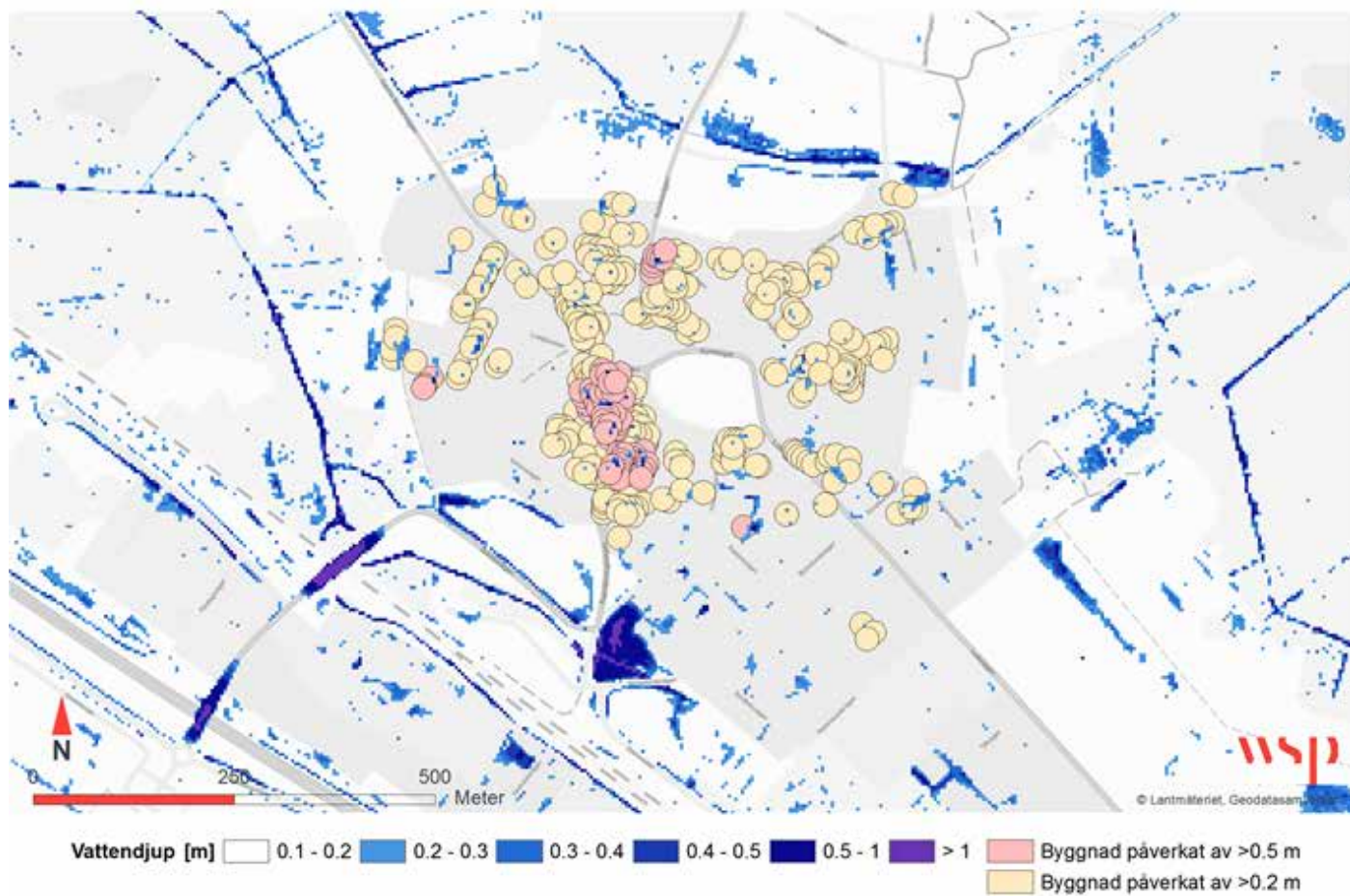
Figur 53: Antal riskutsatta objekt för 100-årsflöde och skredrisk.



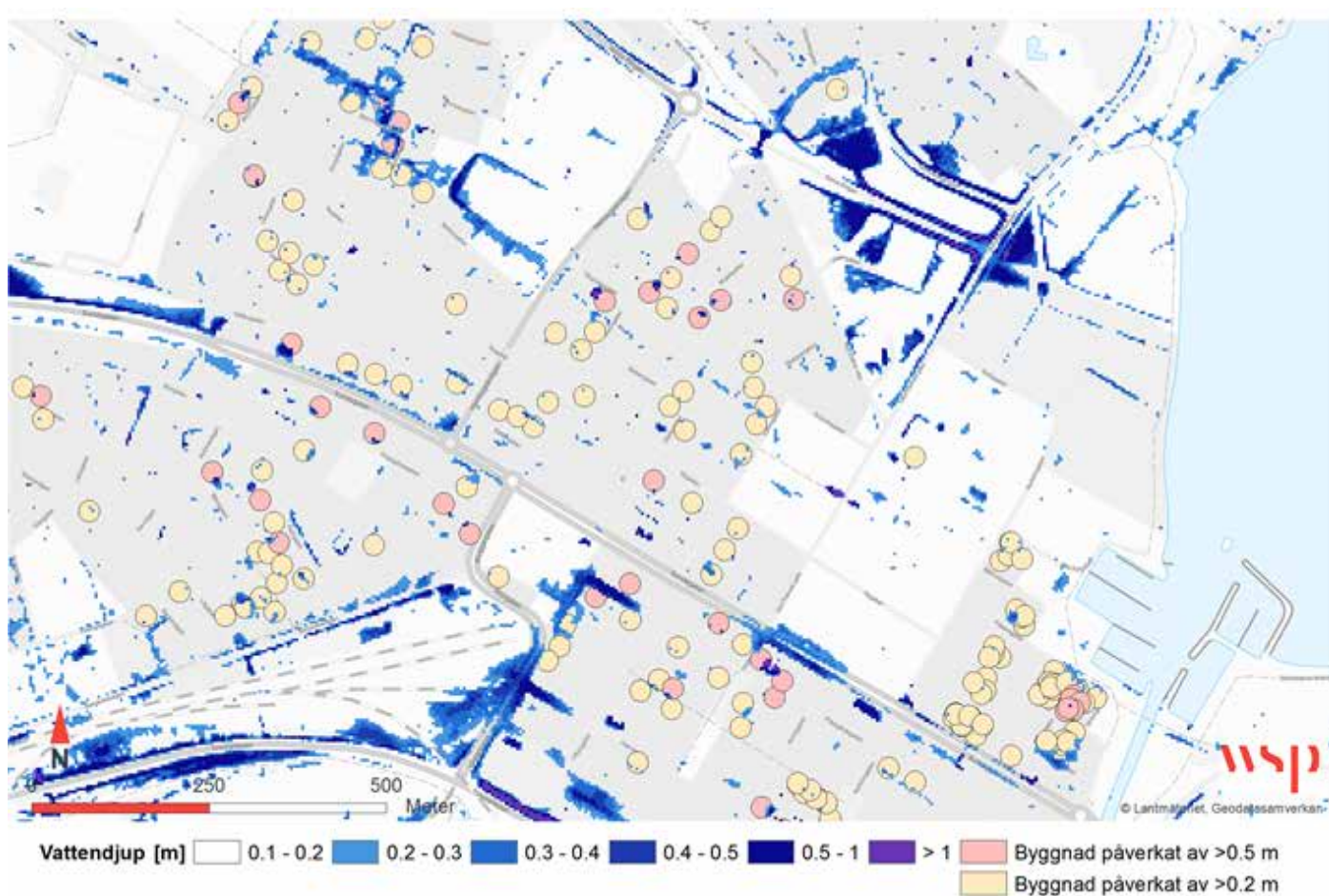
Figur 54: Antal objekt inom områden som risker att översvämmas av >0,2m vid ett 100-årsregn.



Figur 55: Antal objekt inom områden som risker att översvämmas av >0,5m vid ett 100-årsregn.



Figur 56: Gammelstaden, högsta vattendjup efter ett klimatanpassad 100-årsregn.



Figur 57: Centrala Piteå, högsta vattendjup efter ett klimatanpassad 100-årsregn

Framträdande är riskerna i Piteå stad där 79 byggnader kommer utsättas för skyfall som medför vattendjup över 0,5 meter. Byggnadernas läge i terrängen marklutningar, dagvattensystemens tekniska egenskaper och byggnadens konstruktion och material är avgörande för skaderisken. Om det regnar så att vattennivåerna höjs 0,5 meter finns risk för allvarliga skador på byggnader och på inventarier i källare och bottenvåningar. I exempelvis Piteå finns även ett lagskyddat stadslager med lämningar från medeltid och framåt, dock är risker för kemiska effekter på fornlämningar inte klarlagda i detalj i detta skede.

Känsligheten för negativ påverkan i tätorterna bedöms som måttlig- hög då det finns en större andel äldre trähus i anslutning till hårdgjorda ytor med grundläggning nära marknivån. I tätorterna finns även kyrkor samt fristående byggnader och kvarter med sten/tegelhusbebyggelse med källare. Vidare finns en högre andel

byggnader med putsade fasader, tegel och konstruktioner i armerad betong (figur 60). Övergripande och mycket generellt bedöms dessa byggnadstyper vara något mer känslig för fuktinträngningar. Riskerna är mycket individuella och beror naturligtvis på en mängd olika parametrar såsom kulturhistoriskt innehåll, exempelvis arkitekturbunden konst, byggnadens grundläggningstyp och materialegenskaper. Vidare är en riskparameter hur lång tid byggnader står i vatten samt val av metod för uttorkning.

Sannolikheten för skador på grundläggningar bedöms vara relativt låg i områden som är direkt i anslutning till havet då relationen och trycket från havet gör att grundvattennivåerna inte riskerar att skada bebyggelse och eventuella kulturlager. Risker bedöms därmed vara något högre för bebyggelse i Boden och Gällivare som är belägna i inlandet. Bebyggelsen topografiska läge, grundläggning och material styr riskerna för skador. Vidare

är andelen hårdgjorda ytor i kombination med dagvat-
tenssystemens kapacitet avgörande parametrar.

De kraftiga skyfallen i främst Luleå och Piteå riskerar att
medföra mekaniska skador på kulturhistoriskt värdeful-
la byggnader samt ställer ökade krav på att klimatskalen
hålls i gott skick.

Påverkan av skyfall på byggnader:

Materiella skador på fasader

- Från 0,2 m vattendjup tränger vatten in i källarutrym-
men och bottenplan, både utifrån och via led-
ningsnätet och golvbrunnar.
- Vid 0,5 m vattendjup uppstår allvarliga skador på
inventarier, fuktskador, mögel eller korrosion.
- Bräddning av avloppsvatten genom golvbrunnar,
föroreningar, skräp sätter igen brunnar och
ledningar
- Vägar, broar och kulturlandskap riskerar att
påverkas negativt genom erosion underminering,
bortspolning eller kontaminering.

Skred

Riskerna för skred i tätorter bedöms vara låg i Norrbot-
ten. Endast 2 utpekade byggnader i Boden respektive
Pajala ligger i riskzonen för skred. Avvikande för länet
är Piteå stad där 4 byggnader, 2 fornlämningar och 5
kulturlandskap är belägna i riskzoner för skred.

Nollgenomgångar

I övrigt bedöms de ökade antalet nollgenomgångar vara
en risk för bebyggelsen i tätorterna, se kapitel 4 för risk-
er och effekter samt beskrivningar för de regioner som
tätorten tillhör.

6

Slutsatser

Följande geografiska områden utmärker sig gällande risk för översvämningar, ras och skred.

Hög risk för omfattande skador till följd av översvämningar

- Städerna Piteå, Luleå, Boden och Gällivare, där det finns ett stort antal kulturmiljöer
- Region 7: Förfjällsområdet där ca 700 kulturmiljöer riskerar att påverkas av översvämningar.
- Region 6: Östra Norrbottens inland där ca 400 kulturmiljöer riskerar att påverkas av översvämningar.
- Område 2: Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar där ca 250 kulturmiljöer riskerar att påverkas av översvämningar.

Hög risk för omfattande skador till följd av skred

- Region 1: Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar där ca 100 utpekade kulturmiljöer riskerar att påverkas negativt (39 fornlämningar, 27 byggnader, 25 kulturlandskap, 2 broar och 2 vägar)
- Region 7 Förfjällsområdet kulturmiljöer där ca 50 utpekade kulturmiljöer riskerar att påverkas negativt (2 fornlämningar, 48 byggnader, 2 kulturlandskap)
- Region 2 Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar 10 kulturmiljöer riskerar att påverkas negativt (1 fornlämning, 7 byggnader, 1 bro, 1 väg)

Identifierade kulturmiljökategorier med förhöjd risk för negativa effekter i Norrbotten

Nedanstående kulturmiljötyper har efter den allmänna riskanalysen bedömts vara de med högst sannolikhet att påverkas negativt.

Särskilt riskutsatta kulturmiljöer i kategorin kulturlandskap:

- Myrodlingar, slätterängar och slättermyrar, våtmarker och fysiska spår av fäbodbruket i stora delar av Norrbotten (risk för uttorkning, igenväxning, skogsplanteringar)
- Småskaliga jordbruk, ängs- och betesmarker och fossila/ igenväxta odlingslandskap, främst i kustlandet och Norrbottens inland som riskerar att

växa igen (förändrade odlingsförhållanden som gör marken mindre brukbar och mer effektiv för skogsplantering).

- Förfjällstrakternas biologiska kulturmiljöer (riskerar att beväxas med träd och ökad vegetation p.g.a. högre temperaturer och förlängd växtsäsong).
- Ladlandskapen (riskerar igenväxning, ökade snölaster, ökade mekaniska skador på timmer och konstruktion).
- Kulturlandskap som präglas av samisk verksamhet (risk för förändrad markanvändning, isbildningar som försvårar renbete, förändrade förhållanden med bl.a. isbildning över vattendrag m.m. som kan påverka rörelsemönster och markanvändning).

Identifierade riskutsatta kulturmiljöer i kategorin bebyggelse, och broar

- Länets trähusbebyggelse (förhöjd risk för mögel, röta, skadedjur m.m.).
- Stora byggnader med bristande underhåll avseende takstolar och konstruktion, exempelvis ladugårdar, maskinhallar, ekonomibyggnader (risk för ökade snölaster p.g.a. mildare klimat och ökad densitet på snön).
- Oanvända byggnader och broar på landsbygden och i samhällen/tätorter (kommer bl.a. att kräva ökat underhåll vilket kan medföra risk för skador och på sikt leda till rivning)
- Bebyggelse med topografiskt dåliga förutsättningar för markdränering, dvs motlut och byggnader på fukthållande undergrund (risk för mögel, skadeinsekter, svamp och lavar).
- Oisolerad/isolerad fritidshusbebyggelse (ökad risk för fukt, mögel och skadeangrepp under sommarhalvåret).
- Modern bebyggelse från i huvudsak 1900-talet med låg taklutning (risk för fuktrelaterade skador).
- Tilläggsisolerade byggnader (risk för fukt som stannar länge i konstruktionerna, ökad risk för fuktvandringar, den fuktiga isoleringen står i direktkontakt med trä/timmer som medför ökad mögelrisk)
- Bebyggelse i nära eller direkt anslutning till vattendrag (erosion, skred och översvämning).
- Byggnader med tegel, puts, sten (antal nollgenomgångar under vinter ökar risk för frostsprängning)

ingar, fukt leder till ökad saltkristallation).

- Byggnader med icke gynnsamt mikroklimat som exempelvis omgärdas av fukthållande vegetation (ökad risk för mögel, frostsprängningar, svamp och skadeinsekter).
- Broar i betong intill älvar och vattendrag med översvämningssrisk och/eller ras/skred samt konstruktioner med armerat järn. (Risk för korrodering och ökad nedbrytningstakt).
- Vattenanknutna miljöer såsom dammar, lämningar kopplade till flottning m.m. (översvämningar, ras och skred).

Identifierade riskområden för kategorin fornlämningar

- Lämningar i direkt anslutning till älvar (översvämning, ras och skred)
- Kulturlager med organiskt material (ökad nedbrytningstakt pga. högre temperatur och förändrade markfuktförhållanden).
- Områden som inte inventerats och där okända fornlämningar döljer sig, avser främst lämningar under snö/isbetäckta landskap samt områden som riskerar av beväxas med skog.
- Fornlämningar i odlingslandskap eller områden som riskerar att beväxas med skog (risk för effektivare jordbruksredskap och bruk, igenväxning, skogsplanteringar, stormar som kan leda till rotvältor)



Figur 58: Bodträsket, park täckt av vatten. Bild: Tommy Lindvall, Bodens kommun

7

Förslag på
vidare
utredningar

I Norrbotten finns idag goda kunskaper om påverkan och effekter på samiskt kulturarv samt risker kopplade till träbyggnader och byggnader i kyrkstäder. WSP föreslår att följande områden studeras närmare och att åtgärdsplaner tas fram (utan inbördes rangordning)

1. **Småskaliga odlingslandskap, fäbodmiljöer och f.d. myrodlingar i Norrbottens inre kustland.** Miljöerna bedöms dels vara utsatta för risk för igenväxning, dels finns risk för förändrad markanvändning då skogsbruket väntas öka vilket kan leda till ökad risk för skador på fornlämningar och lämningar relaterade till den historiska markanvändningen.
2. **Fornlämningar och vattenanknutet kulturarv längsmed älvarna** som är utsatta för ökad risk för översvämning, erosion och skredrisker. Analys bör göras av potential till okända lämningar. Vidare bör de kända fornlämningarna och miljöerna studeras närmare för att klargöra risker och ge anpassade förslag på åtgärder. Arbetet bör göras med antikvariskt sakkunniga i nära samverkan de berörda kommunerna.
3. **Byggnader, broar och vägar intill älvarna** som är utsatta för skredrisk. En mer detaljerad riskbedömning bör göras. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med kommunen.
4. **Tornedalens bebyggelse** som har ökande risk för snölaster. Riskindikatorer och kunskap om vilka byggnader som är känsliga för ökade snölaster bör tas fram. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med kommunen.
5. **Byggnader i tätorter.** 244 byggnader i städerna riskerar att utsättas för skyfall och ökade vattendjup över 0,5 meter (risk för allvarliga skador i källarvåningar och byggnadernas bottenvåningar). Mer detaljerade riskindikatorer bör tas fram. Tätorter som i dag saknar skyfallskarteringar och där risker

finns för markant ökade nederbörd bör identifieras. Byggnader med känsliga interiörer bör identifieras. En åtgärdsplan bör tas fram i samverkan med kommunen.

6. **Klimateffekternas påverkan på fornlämningar** under mark och i vattendrag. Det behövs mer detaljerad kunskap om hur de förändrade temperaturerna och markfuktsförhållandena, PH-värden och ökade salthalter påverkar de kemiska processerna i jordarna och i sediment som kan påverka nedbrytning av fornlämningar.

WSP bedömer att det finns behov av vidare arbete med metoder för riskanalys av kulturmiljöer. De metoder som finns idag är mycket schematiska och kan leda till missvisande slutsatser och prioriteringar. De metoder som använts initialt i detta arbete har visat sig innehålla stora brister och WSP föreslår en vidareutveckling av metoderna. Exempelvis kan framtagande en anpassad systemanalys bidra till att kvalitetssäkra och fördjupa riskbedömningarna för kulturmiljövärden. I kommande arbete bör indikatorer för effektbedömning för kulturmiljön tas fram. WSP föreslår att i kommande arbete integrera kunskap om bl.a. geologi och geomorfologi för att kartlägga riskutsatta kulturmiljöer. Detta arbete skulle med fördel kunna genomföras i samverkan med andra länsstyrelser.

WSP föreslår att denna utredning kompletteras med en fördjupad analys av ett antal riskutsatta kulturmiljötyper som är vanligt förekommande. Arbetet bör ske i nära samverkan mellan arkeolog, byggnadsantikvarie, hydrolog, biolog, geolog och sakkunnig inom mögel och fukt. Även sakkunnig på Boverket och Riksantikvarieämbetens inom klimatfrågor bör ingå i referensgruppen.

8

Referenser

Alten, H. (1999): How temperature and relative humidity affect collection deterioration rates, Northern States Conservation Center, Vol. 2 No. 2 Fall 1999 Temperature and Relative Humidity.

Backman, L. (2014): Kvarteret Stadsvapnet. Arkeologisk förundersökning, Kv Stadsvapnet 6 och 8. Raä 226. Piteå Socken och Kommun. Västerbotten. Norrbottens län. Norrbottens Museum. Rapport 2014:4. (RAÄ dnr 3.4.2-1825-2014).

Berglöv, G., Asp, M., Berggreen-Clausen, S., Björck, E., Axén Mårtensson, J., Nylén, L., Ohlsson, A., Persson, H., och Sjökvist, E. (2015): Framtidsklimat i Norrbottens län – enligt RCP-scenarier. Klimatologi, 32.

Croce, P. Formichi, P, Landi, F, Mercogliano, P. Bucchignani, E., Dosio, A., and Dimova, S. (2018): The snow load in Europe and the climate change. Climate Risk Management, 20, 138–154.

DHI (2015): Skyfallsmodellering tätorter Norrbottens län.

Ilmastonmuutos ja kulttuuriympäristö. Tunnistetut vaikutukset ja haasteet Suomessa. (Klimatförändringen och kulturmiljön – identifierade verkningar och utmaningar i Finland. Sammandrag på svenska.)

Ympäristöministeriö,

Rakennetun ympäristön osasto, Helsinki. Suomen ympäristö 44/2008, Rakennettu ympäristö. 34 s. <http://hdl.handle.net/10138/38358>.

IPCC (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 p. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.

Forrester, J. W. (1994): System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR. System Dynamics Review, 10 (2), 1–14.

Höglin, S. (1998): Agrarhistorisk landskapsanalys över Norrbottens län. Länsöversikt. Landskapsprojektet rapport 1998:6. Riksantikvarieämbetet, Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Kopainsky, B., Stephen, M. A., and Davidsen, P.I. (2011): Measuring Knowledge Acquisition in Dynamic Decision Making Tasks. The 29th International Conference of the System Dynamics Society, 1–31.

Länsstyrelsen Norrbotten (2016): Nollgenomgångar i Norrbottens län nu och i framtiden – en klimatstudie. Sammanfattning av SMHI:s rapport.

Länsstyrelsen Norrbotten (2016): Klimatförändringar i Norrbottens län – konsekvenser och anpassning.

Länsstyrelsen Norrbotten (2017): Klimatförändringar i Norrbottens län – konsekvenser och anpassning för areella näringar och ekosystemtjänster.

Länsstyrelsen i Västra Götaland och Halland (2016): Kulturarv för framtida generationer. Med klimatperspektiv på Västsveriges kulturarv. Klimatförändringarna påverkan på kulturarvet i Västra Götalands och Hallands län.

Lundin-Segerlund, K. (2002): Regionalt bebyggelsemönster i Kustlandets skogsbygder i Norrbottens län. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie, nr 10/2002.

Meadows, D., Randers, J., and Meadows, D. (2005): Limits to Growth. The 30-Year Update. London, UK: Earthscan.

Richmond, B. (1994): Systems Thinking System Dynamics - Lets Just Get on with It. System Dynamics Review 10 (2-3), 135-57.

Sanford, T., Frumhoff, P.C., Luers, A., and Gullede (2014): The climate policy narrative for a dangerously warming world. Nature Climate Change (4), 164-166.

Statens Geotekniska Institut, SGI (2011): Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor.

Statens Geotekniska Institut, SGI (2007): Översiktlig bedömning av jordrörelser vid förändrat klimat. Varia 571.

Senge, P. M. (1990): The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization. Performance Instruction. Second edition. New York: Doubleday/Currency.

Squires, A., Wade, J., Dominick, P., and Gelosh, D. (2011): Building a Competency Taxonomy to Guide Experience Acceleration of Lead Program Systems Engineers. In 9th Annual Conference on Systems Engineering Research (CSER), 1-10.

Stave, K. and Hopper, M. (2007): What Constitutes Systems Thinking? A Proposed Taxonomy. In Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society. Boston, MA, July 29-August 3, 2007, 1-24.

Strasser, U. (2008): Snow loads in a changing climate: new risks? Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8, 1-8.

Sterman, J. D. (2000): Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Management. New York: McGraw-Hill Education.

Svensk Standard SS-ISO 31000:2018 (2018): Riskhantering – Vägledning.

WSP Sverige

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 72250000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkon-sulföretag. Kulturmiljökompetensen på WSP är bred, våra cirka 15 medarbetare finns över hela landet och har starka kompetenser som byggnadsantikvarier, arkitekturhistoriker, konstvetare, kulturgeografer, arkeologer och samhällsplanerare. Tillsammans ser vi till att WSP kan försörja myndigheter, allmänheten, företag, exploatörer och privatpersoner med tydliga underlag och utredningar, efter de senaste rönen inom kulturmiljöfältet.

Bilagor

Tabell 6: Totalt antal objekt i Region 1 - Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 1 Södra centralbygdens kustslätt och älvdalar		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skredrisk	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla objekt		1655	165	96	47
Broar		10	2	3	1
Byggnader		419	5	27	3
	Byggnadsminne	1	0	0	0
	Fyrar	3	0	0	0
	Bebyggelseregistret	22	2	2	1
	Räkna Q	50	0	0	0
	Piteå KMP Inventering	314	3	24	2
	Piteå KMP Epok	29	0	1	0
Fornlämningar		1013	123	39	23
	Fornlämning	882	107	31	18
	Övrig kulturhistorisk lämning	123	16	8	5
	Skog och historia	8	0	0	0
Kulturlandskap		132	29	25	18
	Jordbruksverket AoB	31	1	1	1
	RI Kulturmiljövård	9	2	2	1
	BVP Odlingslandskap	21	5	6	4
	Kulturmiljöprogram	15	6	3	2
	Landskapsbildskydd	3	1	1	1
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	15	0	0	0
	Piteå KMP Kulturmiljöprogram	15	9	7	7
	Piteå KMP Kulturmiljöprogram	23	5	5	2
Vägar		81	6	2	2
	Värdefulla vägar	42	4	1	1
	Vägmiljöobjekt	39	2	1	1

Tabell 7: Totalt antal objekt i Region 2 - Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat (för Luleälven dagens) 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 2 Mellersta centralbygdens kustslätt och älvdalar		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skredrisk	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla objekt		3471	450	11	5
Broar		23	4	1	0
Byggnader		186	18	7	3
	Byggnadsminne	4	2	1	1
	Fyrar	8	0	0	0
	Bebyggelseregistret	93	10	6	2
	Räkna Q	81	6	0	0
Fornlämningar		2579	249	1	1
	Fornlämning	2155	205	1	1
	Övrig kulturhistorisk lämning	365	42	0	0
	Skog och historia	59	2	0	0
Kulturlandskap		594	170	1	1
	Jordbruksverket AoB	141	23	0	0
	RI Kulturmiljövård	20	5	0	0
	BVP Odlingslandskap	61	13	1	1
	Kulturmiljöprogram	45	7	0	0
	Landskapsbildskydd	304	120	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	22	2	0	0
	ReBotN	1	0	0	0
Vägar		89	9	1	0
	Värdefulla vägar	35	5	1	0
	Vägmiljöobjekt	54	4	0	0

Tabell 8: Totalt antal objekt i Region 3 - Tornedalen och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 3 Tornedalen		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skredrisk	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		717	243	0	0
Broar		6	2	0	0
Byggnader		115	29	0	0
	Byggnadsminne	1	1	0	0
	Bebyggelseregistret	12	1	0	0
	Räkna Q	69	20	0	0
	TRIWA	33	7	0	0
Fornlämningar		385	81	0	0
	Fornlämning	318	56	0	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	67	25	0	0
Kulturlandskap		195	128	0	0
	Jordbruksverket <u>AoB</u>	84	40	0	0
	RI Kulturmiljövård	1	1	0	0
	BVP Odlingslandskap	13	11	0	0
	Kulturmiljöprogram	7	3	0	0
	Landskapsbildskydd	77	70	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	5	3	0	0
	Kulturresevat	1	0	0	0
	Flottledsinventering	7	0	0	0
Vägar		16	3	0	0
	Värdefulla vägar	9	3	0	0
	Vägmiljöobjekt	7	0	0	0

Tabell 9: Totalt antal objekt i Region 4 – Kustlandets skogsbygder och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 4 Kustlandets skogsbygder		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		2342	12	1	1
Broar		32	0	0	0
Byggnader		83	0	0	0
	Bebyggelseregistret	15	0	0	0
	Byggnadsminne	1	0	0	0
	Piteå KMP Inventering byggnader	28	0	0	0
	Piteå KMP Epok	9	0	0	0
	Räkna Q	1	0	0	0
	TRIWA	29	0	0	0
Fornlämningar		2045	9	0	0
	Fornlämning	1773	9	0	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	186	0	0	0
	Skog och historia	86	0	0	0
Kulturlandskap		146	3	1	1
	Jordbruksverket AoB	51	0	0	0
	RI Kulturmiljövård	3	1	0	0
	BVP Odlingslandskap	8	0	0	0
	Kulturmiljöprogram	15	1	0	0
	Landskapsbildskydd	1	1	1	1
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	5	0	0	0
	Piteå KMP Kulturmiljöprogram	1	0	0	0
	Piteå KMP Kulturmiljöprogram	7	0	0	0
	Flottledsinventering	55	0	0	0
Vägar		36	0	0	0
	Vägmiljöobjekt	23	0	0	0
	Värdefulla vägar	13	0	0	0

Tabell 10: Totalt antal objekt i Region 5 – Södra och mellersta Norrbottens inland och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat (för Luleälven dagens) 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 5 Södra och mellersta Norrbottens inland		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		3341	173	0	0
Broar		17	1	0	0
Byggnader		43	0	0	0
	Bebyggelseregistret	39	0	0	0
	Byggnadsminne	3	0	0	0
	Räkna Q	1	0	0	0
Fornlämningar		3031	165	0	0
	Fornlämning	2838	165	0	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	153	0	0	0
	Skog och historia	40	0	0	0
Kulturlandskap		130	6	0	0
	Jordbruksverket AoB	64	1	0	0
	RI Kulturmiljövård	4	1	0	0
	BVP Odlingslandskap	33	2	0	0
	Kulturmiljöprogram	16	1	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	12	0	0	0
	Kulturresevat	1	1	0	0
Vägar		120	1	0	0
	Vägmiljöobjekt	101	0	0	0
	Värdefulla vägar	19	1	0	0

Tabell 11: Totalt antal objekt i Region 6 – Östra Norrbottens inland och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 6 Östra Norrbottens inland		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		1961	457	0	0
Broar		11	0	0	0
Byggnader		163	2	0	0
	Bebyggelseregistret	14	0	0	0
	Räkna Q	2	0	0	0
	TRIWA	147	2	0	0
Fornlämningar		1430	377	0	0
	Fornlämning	1272	365	0	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	128	12	0	0
	Skog och historia	30	0	0	0
Kulturlandskap		305	71	0	0
	Jordbruksverket AoB	191	24	0	0
	RI Kulturmiljövård	8	6	0	0
	BVP Odlingslandskap	37	13	0	0
	Kulturmiljöprogram	27	9	0	0
	Landskapsbildskydd	33	17	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	8	2	0	0
	Flottledsinventering	1	0	0	0
Vägar		52	7	0	0
	Vägmiljöobjekt	36	6	0	0
	Värdefulla vägar	16	1	0	0

Tabell 12: Totalt antal objekt i Region 7 – Förfjällsområdet inland och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat (Luleälven och Skellefteälven dagens) 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 7 Förfjällsområdet		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		4598	731	52	3
Broar		10	3	0	0
Byggnader		105	0	48	0
	Bebyggelseregistret	15	0	2	0
	Räkna Q	85	0	46	0
	TRIWA	5	0	0	0
Fornlämningar		4304	691	2	1
	Fornlämning	4138	660	0	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	152	31	2	1
	Skog och historia	14	0	0	0
Kulturlandskap		152	29	2	2
	Jordbruksverket AoB	82	7	0	0
	RI Kulturmiljövård	10	5	1	1
	BVP Odlingslandskap	15	6	0	0
	Kulturmiljöprogram	31	9	1	1
	Landskapsbildskydd	2	0	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	12	2	0	0
Vägar		27	8	0	0
	Vägmiljöobjekt	19	5	0	0
	Värdefulla vägar	8	3	0	0

Tabell 13: Totalt antal objekt i Region 7 – Förfjällsområdet inland och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett klimatanpassat 100-årsflöde eller/och ligger i zonen med ökad skredrisk.

Region 8 Fjällen		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning 100-årsflöde och skredrisk
Alla Objekt		5234	10	5	0
Broar		3	0	0	0
Byggnader		229	0	1	0
	Bebyggelseregistret	40	0	1	0
	Byggnadsminne	1	0	0	0
	Räkna Q	188	0	0	0
Fornlämningar		4867	9	1	0
	Fornlämning	4753	8	1	0
	Övrig kulturhistorisk lämning	114	1	0	0
Kulturlandskap		134	1	3	0
	Jordbruksverket AoB	43	0	0	0
	RI Kulturmiljövård	16	0	1	0
	BVP Odlingslandskap	13	0	1	0
	Kulturmiljöprogram	42	0	1	0
	Landskapsbildsskydd	1	0	0	0
	Vårdområden fornvårdsmiljöerna	18	0	0	0
	Kulturresevat	1	1	0	0
Vägar		1	0	0	0
	Värdefulla vägar	1	0	0	0

Tabell 14: Totalt antal objekt i Älvsbyn och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Älvsbyn	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och skred	Skyfall <u>h_{max}</u> * >0,2m	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,5m
Alla Objekt	94	14	0	0		
Broar	1	1	0	0		
Byggnader	55	0	0	0	18	5
Bebyggelseregistret	2	0	0	0	0	0
Byggnadsminne	1	0	0	0	1	1
Räkna Q	52	0	0	0	17	4
Fornlämningar	36	12	0	0		
Fornlämning	33	12	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	3	0	0	0		
Kulturlandskap	2	1	0	0		
RI Kulturmiljövård	1	0	0	0		
Kulturmiljö-program	1	1	0	0		

* h_{max} = maximalt vattendjup

Tabell 15: Totalt antal objekt i Arjeplog och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Arjeplog	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och skred	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,2m	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,5m
Alla Objekt	10	4	0	0		
Broar	2	1	0	0		
Byggnader	5	0	0	0	2	0
Bebyggelseregistret	2	0	0	0	1	
Räkna Q	3	0	0	0	1	
Fornlämningar	2	2	0	0		
Fornlämning	2	2	0	0		
Kulturlandskap	1	1	0	0		
Landskapsbildskydd	1	1	0	0		

Tabell 16: Totalt antal objekt i Arvidsjaur och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Arvidsjaur	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall $\overline{h_{max}}$ >0,2m	Skyfall $\overline{h_{max}}$ >0,5m
Alla Objekt	117	0	0	0		
Byggnader	108	0	0	0	43	1
Bebyggelseregistret	88	0	0	0	36	1
Byggnadsminne	1	0	0	0	1	0
Räkna Q	19	0	0	0	6	0
Fornlämningar	7	0	0	0		
Fornlämning	6	0	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	1	0	0	0		
Kulturlandskap	2	0	0	0		
Kulturmiljöprogram	2	0	0	0		

Tabell 17: Totalt antal objekt i Boden och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Boden	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall $\overline{h_{max}}$ >0,2m	Skyfall $\overline{h_{max}}$ >0,5m
Alla Objekt	840	14	5	2		
Broar	2	1	1	0		
Byggnader	793	1	2	0	240	21
Bebyggelseregistret	48	0	1	0	20	2
Byggnadsminne	2	1	0	0	2	1
Räkna Q	743	0	1	0	218	18
Fornlämningar	33	7	0	0		
Fornlämning	31	7	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	2	0	0	0		
Kulturlandskap	12	5	2	2		
RI Kulturmiljövård	4	2	1	1		
BVP	2	0	0	0		
Odlingslandskap						
Kulturmiljöprogram	4	3	1	1		
Landskapsbildskydd	1	0	0	0		
Vårdområden fornvårdsmiljöerna	1	0	0	0		

Tabell 18: Totalt antal objekt i Gällivare och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Gällivare		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt		418	0	0	0		
Broar		1	0	0	0		
Byggnader		341	0	0	0	170	21
	Bebyggelseregistret	5	0	0	0	3	1
	Räkna Q	76	0	0	0	26	2
	RI	183	0	0	0	102	17
	Karaktärsbyggnader Malmberget						
	RI Pr	77	0	0	0	39	1
	Karaktärsbyggnader Koskullskulle						
Fornlämningar		53	0	0	0		
	Fornlämning	23	0	0	0		
	Övrig kulturhistorisk lämning	29	0	0	0		
	Skog och historia	1	0	0	0		
Kulturlandskap		22	0	0	0		
	RI Kulturmiljövård	1	0	0	0		
	Kulturmiljöprogram	3	0	0	0		
	Landskapsbildskydd	1	0	0	0		
	RI Stadsdelar	9	0	0	0		
	Malmberget						
	RI Delområden	4	0	0	0		
	Malmberget						
	RI	4	0	0	0		
	Karaktärsområden						
	Koskullskulle						
Vägar		1	0	0	0		
	Vägmiljöobjekt	1	0	0	0		

Tabell 19: Totalt antal objekt i Haparanda och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Haparanda	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt	33	6	0	0		
Byggnader	24	0	0	0	6	1
Bebyggelseregistret	4	0	0	0	0	0
Byggnadsminne	2	0	0	0	0	0
Räkna Q	18	0	0	0	6	1
Fornlämningar	1	0	0	0		
Fornlämning	1	0	0	0		
Kulturlandskap	6	6	0	0		
Jordbruksverket AoB	1	1	0	0		
Kulturmiljöprogram	1	1	0	0		
Landskapsbildskydd	4	4	0	0		
Vägar	2	0	0	0		
Vägmiljöobjekt	2	0	0	0		

Tabell 20: Totalt antal objekt i Jokkmokk och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Jokkmokk	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt	20	6	0	0		
Byggnader	5	0	0	0	1	0
Bebyggelseregistre t	5	0	0	0	1	
Fornlämningar	12	5	0	0		
Fornlämning	11	5	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	1	0	0	0		
Kulturlandskap	3	1	0	0		
Kulturmiljöprogram	1	0	0	0		
Landskapsbilds- skydd	1	1	0	0		
Vårdområden fornvårdsmiljöerna	1	0	0	0		

Tabell 21: Totalt antal objekt i Kalix och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Kalix	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,2m	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,5m
Alla Objekt	52	13	0	0		
Byggnader	29	0	0	0	12	3
Bebyggelseregistret	10	0	0	0	4	0
Byggnadsminne	2	0	0	0	2	2
Räkna Q	17	0	0	0	6	1
Fornlämningar	13	4	0	0		
Fornlämning	10	1	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	3	3	0	0		
Kulturlandskap	10	9	0	0		
BVP	1	1	0	0		
Odlingslandskap						
Kulturmiljöprogram	4	3	0	0		
Landskapsbilds- skydd	5	5	0	0		

Tabell 22: Totalt antal objekt i Kiruna och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Kiruna	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,2m	Skyfall <u>h_{max}</u> >0,5m
Alla Objekt	238	0	0	0		
Byggnader	201	0	0	0	83	18
Bebyggelseregistret	10	0	0	0	6	2
Byggnadsminne	4	0	0	0	4	2
Räkna Q	187	0	0	0	73	14
Fornlämningar	3	0	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	3	0	0	0		
Kulturlandskap	34	0	0	0		
RI Kulturmiljövård	1	0	0	0		
Kulturmiljöprogram	1	0	0	0		
RI Stadsdelar Kiruna	17	0	0	0		
RI Delområden Kiruna	15	0	0	0		

Tabell 23: Totalt antal objekt i Luleå och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Luleå	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt	1334	34	0	0		
Broar	1	0	0	0		
Byggnader	1280	6	0	0	596	88
Bebyggelseregistret	30	3	0	0	7	1
Byggnadsminne	2	1	0	0	2	1
Räkna Q	1059	2	0	0	519	79
Luleå Svarostaden	189	0	0	0	68	7
Fornlämningar	18	9	0	0		
Fornlämning	1	0	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	17	9	0	0		
Skog och historia	0	0	0	0		
Kulturlandskap	31	17	0	0		
Jordbruksverket AoB	8	3	0	0		
RI Kulturmiljövård	4	3	0	0		
BVP Odlingslandskap	1	1	0	0		
Kulturmiljöprogram	9	5	0	0		
Landskapsbilda- skydd	3	2	0	0		
Vårdområden fornvårdsmiljöerna	5	3	0	0		
Piteå KMP	0	0	0	0		
Kulturmiljöprogram						
Kulturresevat	1	0	0	0		
Vägar	4	2	0	0		
Vägmiljöobjekt	3	2	0	0		
Värdefulla vägar	1	0	0	0		

Tabell 24: Totalt antal objekt i Överkalix och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Överkalix	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt	96	24	0	0		
Broar	1	1	0	0		
Byggnader	75	6	0	0	16	3
Bebyggelseregistret	2	0	0	0	0	0
Räkna Q	73	6	0	0	16	3
Fornlämningar	5	5	0	0		
Fornlämning	4	4	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	1	1	0	0		
Kulturlandskap	14	12	0	0		
Jordbruksverket	1	1	0	0		
AöB						
RI Kulturmiljövård	1	1	0	0		
BVP	1	1	0	0		
Odlingslandskap						
Kulturmiljöprogram	2	2	0	0		
Landskapsbils- skydd	9	7	0	0		
Vägar	1	0	0	0		
Vägmiljöobjekt	1	0	0	0		

Tabell 25: Totalt antal objekt i Övertorneå och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk i framtiden.

Tätorter Övertorneå	Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt	39	14	0	0		
Broar	1	1	0	0		
Byggnader	18	0	0	0	11	3
Bebyggelseregistret	2	0	0	0	1	0
Byggnadsminne	1	0	0	0	1	0
Räkna Q	15	0	0	0	9	3
Fornlämningar	11	6	0	0		
Fornlämning	8	4	0	0		
Övrig kulturhistorisk lämning	3	2	0	0		
Kulturlandskap	9	7	0	0		
RI Kulturmiljövård	1	0	0	0		
BVP	1	1	0	0		
Odlingslandskap						
Kulturmiljöprogram	2	1	0	0		
Landskapsbils- skydd	5	5	0	0		

Tabell 26: Totalt antal objekt i Pajala och antal objekt som drabbas av översvämning vid ett 100-årsflöde, ett 100-årsregn eller/och ligger en zon med ökad skredrisk.

Tätorter Pajala		Totalt antal objekt	Översvämning 100-årsflöde	Skred	Översvämning och Skred	Skyfall h_{max} >0,2m	Skyfall h_{max} >0,5m
Alla Objekt		23	9	2	2		
Byggnader		11	0	0	0	4	1
	Bebyggelseregistret	4	0	0	0	1	1
	Räkna Q	7	0	0	0	3	0
Fornlämningar		7	5	0	0		
	Fornlämning	6	5	0	0		
	Skog och historia	1	0	0	0		
Kulturlandskap		5	4	2	2		
	Jordbruksverket	2	1	0	0		
	AoB						
	BVP	1	1	1	1		
	Odlingslandskap						
	Kulturmiljöprogram	1	1	0	0		
	Landskapsbils- skydd	1	1	1	1		