Länsstyrelserna

I Norrbottens, Västerbottens, Västernorrlands, Jämtlands, Dalarnas, Gävleborgs och Värmlands län

Snö i framtida klimat

Rapport för våra sju nordligaste län

Rapportens metadata

Snö i framtida klimat – för de sju nordligaste länen

SMHI – Håkan Persson, Anna Johnell, Elin Sjökvist, Joel Dahné. Rapportnummer hos SMHI 2020-29

1. Sammanfattning

I de länsvisa klimatanalyserna presenterade SMHI år 2015 beräkningar som beskriver metrologiska och hydrologiska förhållanden i ett framtida klimat. I det arbetet ingick några indikatorer som beskriver framtida snöförhållanden. Under år 2019 efterfrågade Länsstyrelserna i de sju nordligaste länen utökade analyser av framtida snöförhållanden.

Analyserna visar på mycket kraftiga minskningar av såväl snödjup som antal dagar med olika snömängd. Minskningar väntas under hela snösäsongen och i stort sett över hela norra Sverige. Allra mest påtagliga väntas minskningarna bli i delar av Värmland och Dalarna, samt längs Norrlandskusten.

Växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader väntas till slutet av seklet minska något i delar av Värmland och Dalarna, vara oförändrad längs Norrlandskusten och öka i de inre delarna av norra Sverige.

Snöns densitet väntas till slutet av seklet generellt minska för ett specifikt datum under vintern. Minskningarna är störst i delar av Värmland och Dalarna samt längs Norrlandskusten.

Innehåll

Rapportens metadata **2**

1. Sammanfattning **3**

2. Bakgrund **5**

3. Syfte **6**

4. Tidsperioder **7**

5. Levererade klimatindex **8**

6. Diskussion och Slutsatser **10**

7. Resultat **13**

7.1 Snödjup ... 13
7.2 Antal dagar med olika snömängd ... 16
7.3 Antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader ... 19
7.4 Snöns densitet ... 20

8. Metodik **22**

8.1 Dataunderlag för framtida klimat ... 22
8.2 Metod för beräkning av framtida absolutvärden ... 22

9. Referenser **24**

2. Bakgrund

Länsstyrelserna i Värmland, Dalarna, Gävleborg, Jämtland, Västernorrland, Västerbotten och Norrbotten har konstaterat att det finns behov av ökad kunskap om framtida snöförhållanden inom en mängd sektorer i samhället. I de länsvisa klimatanalyserna (SMHI, 2015) presenterades tämligen kortfattad information om framtida snöförhållanden. Därför har länsstyrelserna i de sju nordligaste länen efterfrågat kompletterande analyser av hur snöförhållanden kan komma att utvecklas i området i ett framtida klimat. Utöver analyser som täcker samtliga sju län, har även mer platsspecifika studier efterfrågats för de 16 platser som illustreras i Figur 1.

Länsstyrelsen Västernorrland har därefter valt att redovisa delar av analysresultaten som för Västernorrlands län in i denna rapport. Mer detaljer finns också i bilagan Snö i framtida klimat – bilaga Västernorrland.

Figur 1 De sju nordligaste länen med 16 platser utvalda för mer specifika studier

3. Syfte

Beräkna ytterligare indikatorer för snöförhållanden fram till slutet av detta sekel, utöver de som togs fram i de länsvisa klimatanalyserna år 2015.

4. Tidsperioder

För att beskriva förhållanden under såväl historiskt som framtida klimat har beräkningar gjorts för perioden 1963–2098[1]. I vissa analyser har dessa specifika tidsperioder studerats:

- Historisk referensperiod: 1963–1992
- Mitten av (nuvarande) sekel: 2021–2050
- Slutet av (nuvarande) sekel: 2069–2098

Viktigt att ha i åtanke vid läsning av rapporten är att vi nu, år 2020, är klart närmare *mitten av seklet* än den *historiska referensperioden*. Det klimat som beskrivs av den historiska referensperioden är alltså inte det klimat som vi har idag, klimatförändringen har redan pågått många år och förändrat t.ex. temperatur- och snöförhållanden.

[1] Den standardiserade referensperioden är 1961–1990, men den kan inte användas eftersom de hydrologiska beräkningarna som används för att beräkna snöförhållanden kräver ett par års ”insvängningstid”.

5. Levererade klimatindex

I rapporten Snö i framtida klimat – för de sju nordligaste länen (SMHI rapport nr 2020–29) presenteras ett antal klimatindex baserat på beräkningar av snöförekomst i framtida klimat. Nedan följer en beskrivning av de olika analysmetoderna samt beskrivning av de olika indexen.

Analysmetod

Kartor

Kartorna visar de sju nordligaste länen. Data beskriver medelvärden över angiven säsong och tidsperiod, samt de klimatscenarier som ligger till grund för beräkningarna.

Grafer

Graferna presenteras dels i form av stapeldiagram där en stapel representerar ett medelvärde under en tidsperiod. Grafer presenteras också som årscykel, med månadsmedelvärden för respektive tidsperiod. Varje diagram motsvarar data från en av de 16 i projektet utvalda platserna.

Tabeller

Tabellerna visar medelvärden över en given tidsperiod för alla 16 i projektet utvalda platser.

Klimatindex

Antal dagar med snödjup över 5, 50 och 100 cm

Indexet beskriver ett medelvärde över given tidsperiod för antal dagar per år med ett givet snödjup.

Snödjup, årscykel

Beskriver snödjupets variation över året idag och i slutet av seklet.

Snödjup, månadsmedel

Beskriver den geografiska utbredningen av snön månadsvis efter tre statistiska mått: medelvärde över en 30-årsperiod, minsta värdet under en 30-årsperiod och största värdet under en 30-årsperiod.

Antal dagar med vatteninnehåll över 40 och 60 mm

Visar medelvärdet av antal dagar under ett år då snön har ett vatteninnehåll på minst 40 och 60 mm. 40 mm motsvarar 20-40 cm snödjup och 60 mm motsvarar 40-60 cm snödjup. Kan översättas direkt till vattenmängd vid avsmältning.

Antal växlingar mellan dygn med plusgrader och dygn med minusgrader

En förenkling av indexet som benämns ”nollgenomgångar”. Nollgenomgångar beskriver inomdygnsvariationen i temperatur, medan detta index beskriver mellandygnsvariationen, dvs då dygnsmedeltemperaturen växlar mellan plus- och minusgrader.

Snöns densitet, årscykel

Indexet beskriver förändringen av snöns densitet över året i dagens och framtidens klimat.

Klimatindex	Kartor	Grafer	Tabeller
Antal dagar med snödjup över 5, 50 och 100 cm		X	
Snödjup, årscykel		X	
Snödjup, månadsmedel	X		
Antal dagar med vatteninnehåll över 40 och 60 mm	X		
Antal växlingar mellan dygn med plusgrader och dygn med minusgrader			X
Snöns densitet, årscykel		X	

6. Diskussion och Slutsatser

Snöförhållanden kan variera kraftigt mellan olika år och beroende på lokala terrängförhållanden. Sådana variationer kan inte beskrivas med de beräkningar som har gjorts i denna studie. Istället beskrivs här medelvärden för snöförhållanden under 30 årsperioder och för områden med omkring 10–50 kvadratkilometers storlek.

Skillnaderna i snöförhållanden över de sju nordligaste länen, samt mellan kusten och fjälltrakterna, är också stor. De resultat som har tagits fram i denna studie har endast analyserats översiktligt, sett till hela det studerade området. Detaljerade analyser av förhållandena på en mer lokal skala kan dock göras utifrån befintliga resultat.

Vidare kan det ha stor betydelse hur resultaten presenteras, för hur dessa uppfattas. Detta gäller exempelvis hur färgskalan väljs på en karta, vilket typiskt hänger samman med hur stort och varierande det aktuella området är. Det kan också påverka om resultat beskrivs som absoluta värden (t.ex. snödjup i cm) eller som relativa förändringar (t.ex. minskning av snödjup i %).

Utöver ovan nämnda faktorer, som alla är viktiga att ha i åtanke då beräkningsresultaten analyseras och används vidare, är att denna typ av modellberäkningar för framtida klimat alltid innebär stora osäkerheter. Osäkerheterna kan delvis ses i form av olika resultat för olika utsläppsscenarier, men det finns också en mängd andra osäkerheter i hela beräkningskedjan. Resultaten visar därmed inte exakt hur det kommer att bli, men kan ses som bästa möjliga indikatorer på framtida förhållanden utifrån dagens kunskapsläge.

För att denna rapport ska vara överskådlig, redovisas i det efterföljande kapitel 7, endast en liten del av alla resultat som har tagits fram inom studien. Slutsatserna i detta kapitel 6 baseras dock på samtliga resultat och är inte specifika för de figurer som redovisas i kapitel 7. Studiens samtliga resultat har till länsstyrelserna bifogats till rapporten i digital form.

Snödjup

- Medelsnödjupen minskar framöver kraftigt i nästan hela området och minskningar sker under hela snöperioden. Störst minskningar av snödjupen väntas vid slutet av seklet. Dessa resultat gäller för båda utsläppsscenarierna, men med störst minskningar för det högre scenariot RCP8,5.
- De absoluta minskningarna (i cm) är störst under senvintern i de västligaste fjällen (som mest över 100 cm för RCP8,5), men även stora längs Norrlandskusten, i de inre delarna av Jämtlands och Västerbottens län samt i norra Värmlands och mellersta Dalarnas län
- De relativa minskningarna (i %) är störst i de södra områdena samt längs Norrlandskusten (som mest 85% minskning av största medelsnödjupet för RCP8,5)

- Både det maximala och minimala månadssnödjupet minskar framöver i stora delar av området. Störst minskningar av snödjupen väntas vid slutet av seklet. Dessa resultat gäller för båda utsläppsscenarierna, men med störst minskningar för det högre scenariot RCP8,5.

Antal dagar med olika snömängd

- Antalet dagar per år med snötäcke över 40 respektive 60 mm vatteninnehåll minskar framöver kraftigt i nästan hela området. Störst minskningar av antal dagar väntas vid slutet av seklet. Dessa resultat gäller för båda utsläppsscenarierna, men med störst minskningar för det högre scenariot RCP8,5.
- Minskningarna är störst i de sydliga fjällen, i inlandet samt längs Norrlandskusten (över 60 dagar för RCP8,5)
- Antalet dagar per år med snödjup över 5 cm, 50 cm respektive 100 cm minskar kraftigt i samtliga 16 studerade områden. Störst minskningar av antal dagar väntas vid slutet av seklet. Dessa resultat gäller för båda utsläppsscenarierna, men med störst minskningar för det högre scenariot RCP8,5.
- De relativa minskningarna är allra störst för snödjup över 100 cm (70% eller mer[2] för RCP8,5), följt av snödjup över 50 cm (30% eller mer[3] för RCP8,5) och minst för snödjup över 5 cm (15–80% för RCP8,5)
- Minskningarna är störst i söder samt längs Norrlandskusten

Antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader

- Antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader väntas till slutet av seklet minska något i de sydligaste delarna, vara oförändrat längs Norrlandskusten och öka i de inre delarna av norra Sverige
- Ändringarna är generellt större för RCP8,5 än för RCP4,5
- Detta mått är inte direkt jämförbart med det likartade måttet *nollgenomgångar*

Snöns densitet

- Snöns medeldensitet väntas till slutet av seklet generellt minska för ett specifikt datum under vintern. Detta gäller för båda utsläppsscenarierna, men med störst minskningar för det högre scenariot RCP8,5.
- Minskningarna är störst i de södra delarna samt längs Norrlandskusten (som mest 40% för RCP8,5)
- Den lägre densiteten bedöms främst bero på att snötäcket är tunnare än under referensperioden och att tillkommande fluffig nysnö blir en större andel av snötäcket

---

[2] I flera fall väntas snödjupen inte nå upp till 100 cm vid slutet av seklet
[3] I flera fall väntas snödjupen inte nå upp till 100 cm vid slutet av seklet

- I de fjällnära områdena väntas dock en snabbare kompaktering i slutet av vintrarna vid slutet av seklet, vilken då kan leda till något ökade medeldensiteter
- Den snabbare kompakteringen kan ha ett samband med ökat antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader
- Det finns dock stor osäkerhet i resultaten för snöns densitet i ett framtida klimat. Detta delvis p.g.a. att metoden för kompaktering av snön i den hydrologiska modellen kan vara sämre anpassad för att beskriva milda vintrar med snabba växlingar mellan nysnö och töväder.

7. Resultat

Beräknade snöförhållanden presenteras dels som kartor över de sju nordligaste länen och dels som olika typer av grafer och tabeller. Kartorna baseras på resultaten i den hydrologiska modellens delavrinningsområden. Grafer och tabeller har tagits fram för följande 16 platser fördelade över de olika länen (och illustrerade i Figur 1):

Norrbottens län:	Luleå, Jokkmokk, Katterjåkk
Västerbottens län:	Umeå, Lycksele, Hemavan
Västernorrlands län:	Sundsvall, Sollefteå
Jämtlands län:	Höglekardalen, Sveg
Dalarnas län:	Idre, Mora
Gävleborgs län:	Gävle, Föne (vid Ljusdal)
Värmlands län:	Tåsan (vid Sysslebäck), Myre (vid Åmotfors)

Inom projektet har en stor mängd kartor, grafer och tabeller tagits fram, av vilka endast enstaka exempel visas i denna rapport. Samtliga resultatillustrationer bifogas till länsstyrelserna i en digital bilaga.

7.1 Snödjup

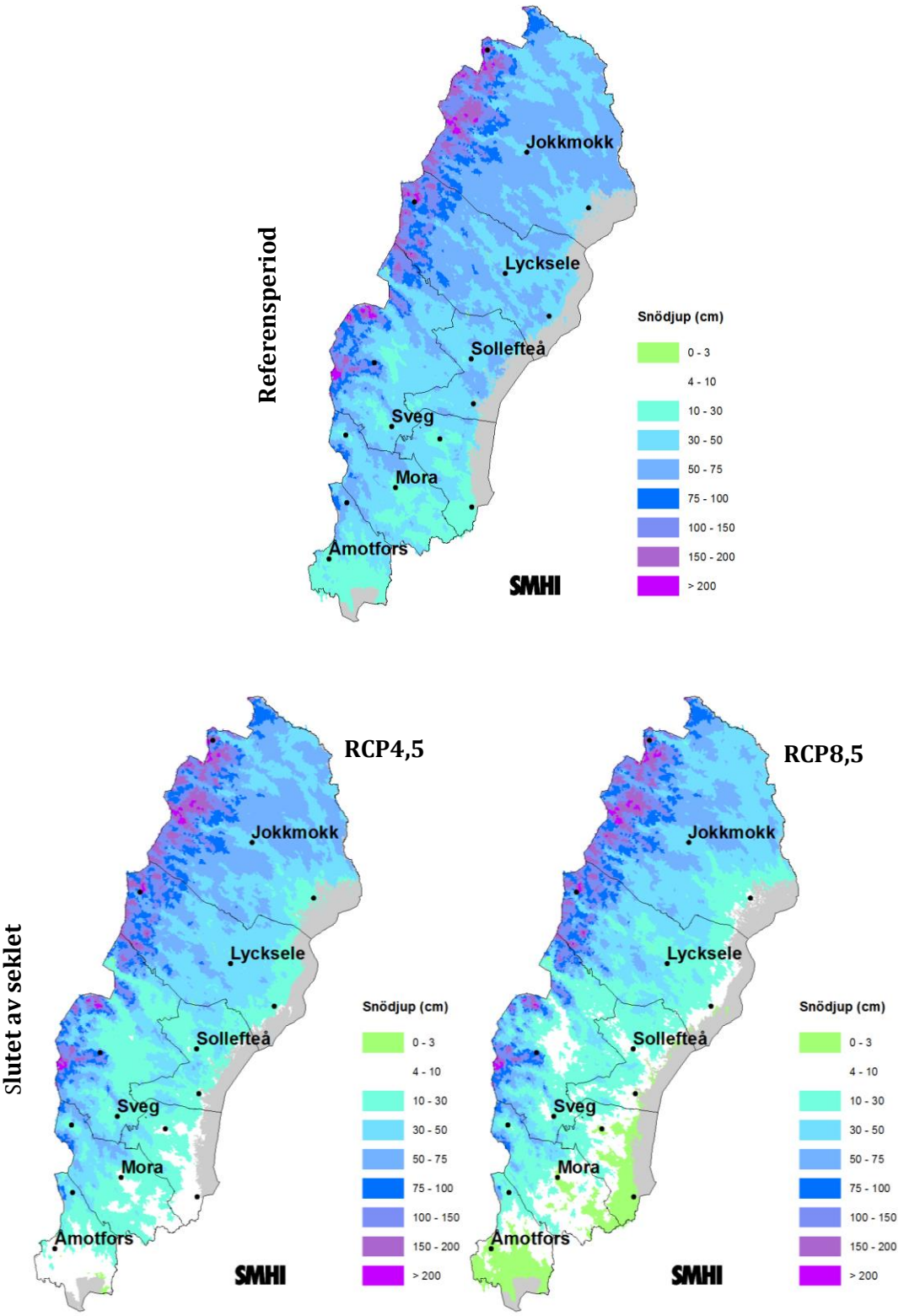
Beräkningar av snödjup har illustrerats med kartor och grafer:

- Kartor med *medel, minimala och maximala snödjup*[4] för varje månad under perioden september-maj för referensperioden samt vid mitten och slutet av seklet
- Grafer för de 16 platserna med *medelsnödjupen* för varje enskild årsdag (januari-december) för referensperioden samt vid slutet av seklet

Exempel – karta

För *medelsnödjup i mars* visas i Figur 2 beräkningsresultat för referensperioden samt vid slutet av seklet. Snödjupen varierar under referensperioden från 10 cm i söder, till över 200 cm i fjällen. Minskningar väntas framöver i nästan hela området, undantaget delar av de nordostligaste fjällen. De absoluta minskningarna (i cm) är som störst i de allra västligaste fjällen (drygt 100 cm för RCP8,5 respektive 50 cm för RCP4,5), men även stora längs Norrlandskusten, i de inre delarna av Jämtlands och Västerbottens län samt i norra Värmlands och mellersta Dalarnas län (25–50 cm för RCP8,5 och mindre för RCP4,5).

[4] Minimala och maximala snödjup för vardera 30 års-period (d.v.s. inte medel av vardera års maximala snödjup)

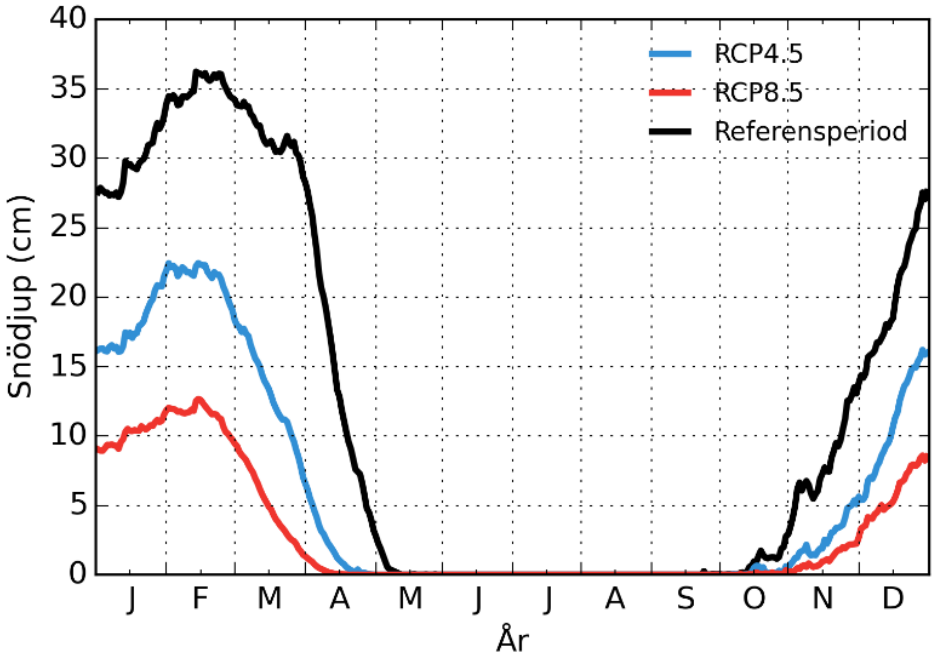

Referensperiod
Jokkmokk
Lycksele
Sollefteå
Sveg
Mora
Åmotfors
Snödjup (cm)
0 - 3
4 - 10
10 - 30
30 - 50
50 - 75
75 - 100
100 - 150
150 - 200
> 200
SMHI
Slutet av seklet
RCP4,5
RCP8,5

Figur 2 Medelsnödjup i mars för referensperiod (1963–1992) samt slutet av seklet (2069–2098) med utsläppsscenario RCP4,5 respektive RCP8,5. Länsgränserna samt de 16 platserna beskriva högst upp i kapitel 7 är markerade i kartorna. Dock är endast sex av platserna namngivna, för att undvika ett allt för plottrigt utseende.

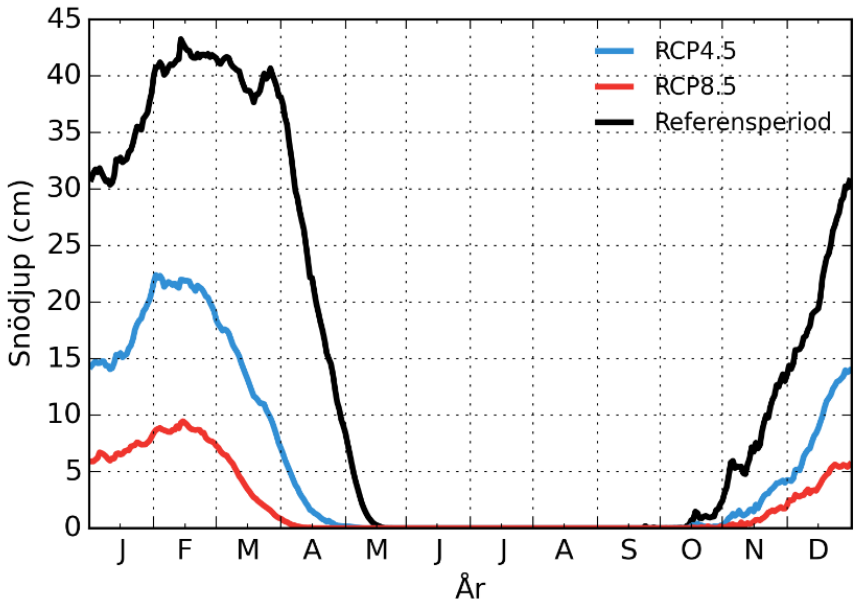
Exempel – graf

För variationen i *medelsnödjup* över ett år visas i Figur 3 resultat för Sollefteå respektive Sundsvall under referensperioden samt vid slutet av seklet. Medelsnödjupet ökar från slutet av hösten, fram till ett maximum i februari/mars, och avtar sedan. Snödjupet väntas mot slutet av seklet minska under hela snöperioden, med större minskningar för det högre utsläppsscenariot RCP8,5. I Sollefteå väntas det största medelsnödjupet för en specifik dag minska från 35 cm ned till drygt 12 cm för RCP8,5. Under vårvintern väntas minskningarna bli ytterligare något större, där t.ex. maj väntas vara i stort sett snöfri vid slutet av seklet. I Sollefteå väntas även det maximala snödjupet vid slutet av seklet i medeltal inträffa 0,5 månader tidigare än under referensperioden. För Sundsvall väntas minskningen av medelsnödjupet bli ännu kraftigare. Det största medelsnödjupet för en specifik dag väntas minska från 43 cm ned till 7-8 cm vid slutet av seklet för RCP8,5. Vårvintermånaderna april/maj väntas vara i det närmaste snöfria.

Sollefteå



Sundsvall



Figur 3 Snödjup under ett medelår (månader på x-axeln) i Sollefteå respektive Sundsvall. Medelvärden har beräknats för varje enskild dag på året under referensperioden (1963–1992) samt för RCP4,5 och RCP8,5 vid slutet av seklet (2069–2098).

7.2 Antal dagar med olika snömängd

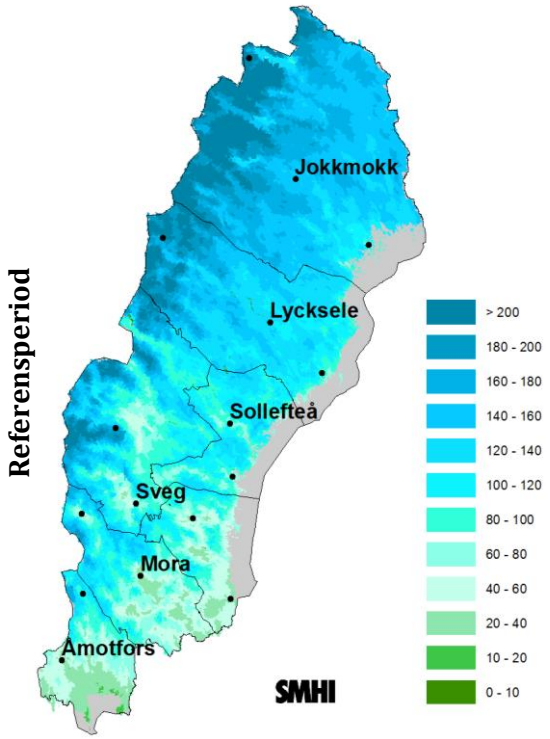
Beräkningar av antal dagar med olika snömängd har gjorts på två olika sätt. Dels i form av snötäckets vatteninnehåll, som har illustrerats med kartor, dels i form av snödjup, som har illustrerats med grafer:

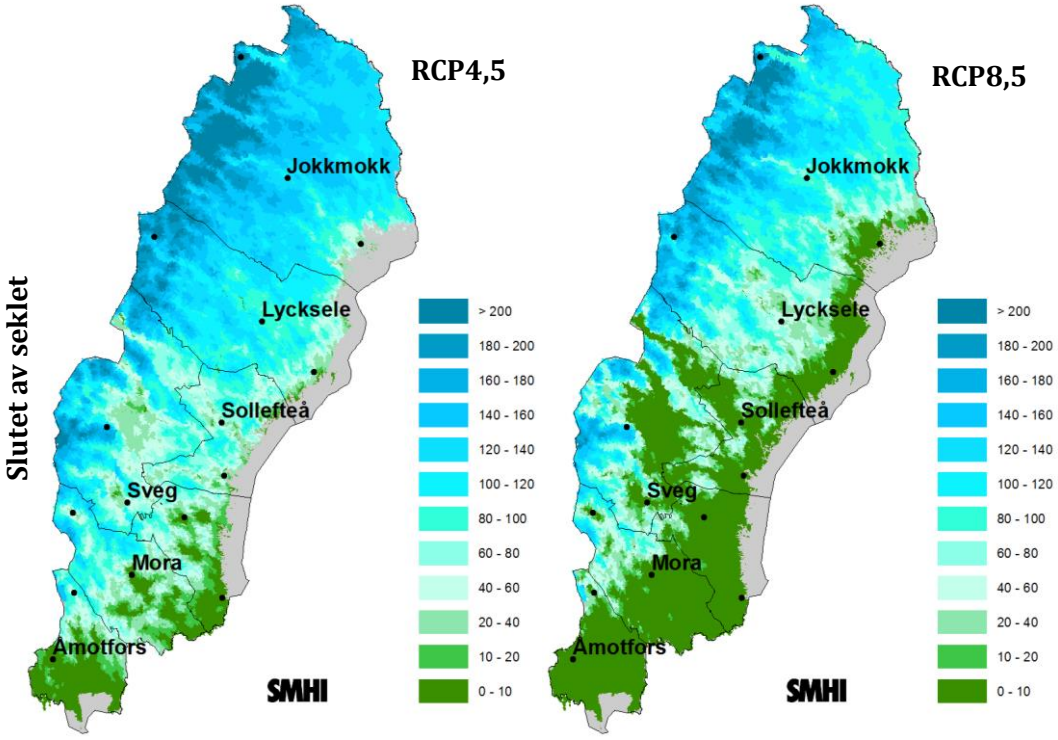
- Kartor med medelvärden av antal dagar per år med snötäcke över 40 respektive 60 mm vatteninnehåll för referensperioden samt vid mitten och slutet av seklet
- Grafer för de 16 platserna med medelvärden av antal dagar per år med snödjup över 5 cm, 50 cm respektive 100 cm[5] för referensperioden samt vid mitten och slutet av seklet

Exempel – karta

För *antal dagar med snötäcke över 60 mm vatteninnehåll* visas i Figur 4 beräkningsresultat för referensperioden samt vid slutet av seklet. Antalet dagar per år varierar under referensperioden från nära noll i söder, till över 200 i fjällen. Det väntas kraftiga minskningar av antalet dagar per år i nästan hela området, undantaget delar av de nordostligaste fjällen. Minskningarna är störst för det högre utsläppsscenariot RCP8,5 och överstiger där 60 dagar stora delar av de sydliga fjällen, inlandet och Norrlandskusten.

[5] För vissa stationer är det inga eller väldigt få tillfällen med mer än 100 cm snödjup, vilket gör analyserna mer osäkra.


Referensperiod
Jokkmokk
Lycksele
Sollefteå
Sveg
Mora
Åmotfors
SMHI
> 200
180 - 200
160 - 180
140 - 160
120 - 140
100 - 120
80 - 100
60 - 80
40 - 60
20 - 40
10 - 20
0 - 10

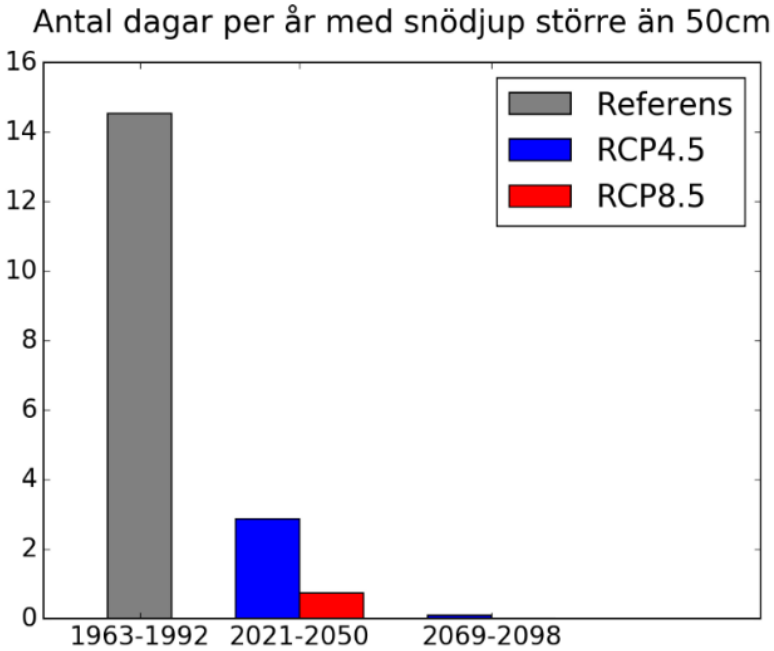

Slutet av seklet
RCP4,5
RCP8,5
Jokkmokk
Lycksele
Sollefteå
Sveg
Mora
Åmotfors
SMHI
> 200
180 - 200
160 - 180
140 - 160
120 - 140
100 - 120
80 - 100
60 - 80
40 - 60
20 - 40
10 - 20
0 - 10

Figur 4 Medelvärde för antal dagar per år med snötäcke över 60 mm vatteninnehåll för referensperiod (1963–1992) samt slutet av seklet (2069-2098) med utsläppsscenario RCP4,5 respektive RCP8,5. Länsgränserna samt de 16 platserna beskriva högst upp i kapitel 7 är markerade i kartorna. Dock är endast sex av platserna namngivna, för att undvika ett allt för plottrigt utseende.

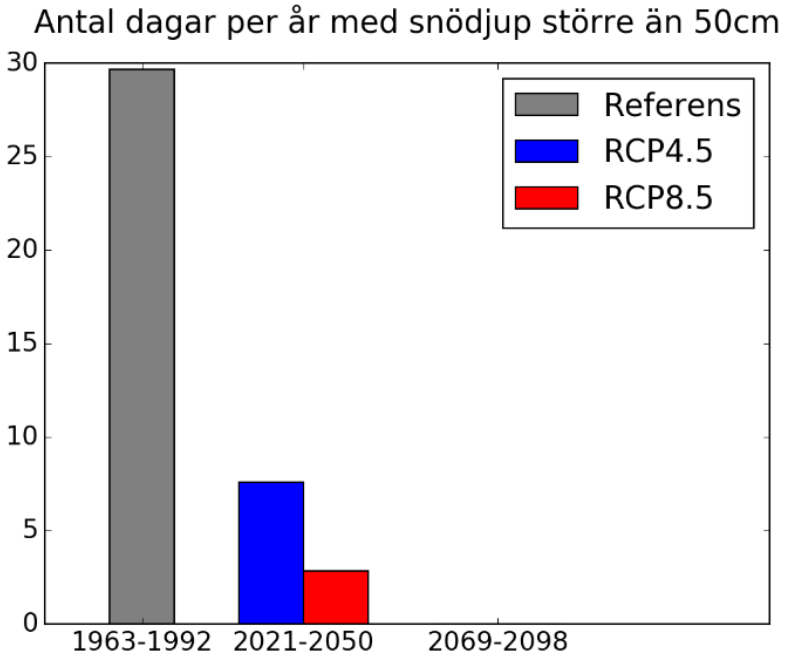
Exempel – graf

För *antal dagar med snödjup över 50 cm* visas i Figur 5 resultat för Sollefteå respektive Sundsvall för referensperioden samt vid mitten och slutet av seklet. Under referensperioden är det i Sollefteå 14 dagar per år med snödjup över 50 cm. Antalet sjunker kraftigt i samtliga framtidsscenarier, och är lägst för RCP8,5 vid slutet av seklet där det är 1 dag per år. För Sundsvall väntas en ännu kraftigare minskning, från 30 dagar per år under referensperioden, till ungefär 1–2 dagar vid mitten av seklet och inga dagar alls vid slutet av seklet.

Sollefteå



Sundsvall



Figur 5 Medelvärde för antal dagar per år med snödjup över 50 cm för referensperioden (1963-1992), mitten av seklet (2021-2050) samt för slutet av seklet (2069-2098) i Sollefteå respektive Sundsvall

7.3 Antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader

Beräkningar av växlingar från dygn med minusgrader (dygnsmedeltemperatur under noll grader) till direkt efterföljande dygn med plusgrader (dygnsmedeltemperatur över noll grader) redovisas nedan i tabell. Dessa resultat är inte direkt jämförbara med s.k. *nollgenomgångar* som presenteras på smhi.se. Nollgenomgångar beskriver antalet tillfällen då temperaturen varit såväl över som under noll grader inom ett och samma dygn.

Exempel – tabell

Medelvärden av antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader presenteras i Tabell 1 för referensperioden samt mitten respektive slutet av seklet. För Sollefteå ökar antalet växlingar från 15 till 16 gånger eller är oförändrat, och för Sundsvall ökar det från 14 till 15 eller är oförändrat (beroende av utsläppsscenario).

Tabell 1 Medelvärden för Sollefteå och Sundsvall av antal växlingar från dygn med minusgrader till dygn med plusgrader. Resultat redovisas för referensperioden (1963–1992) samt vid mitten (2021-2050) respektive slutet av seklet (2069-2098) för såväl RCP4,5 som RCP8,5.

	Utsläppsscenario	Referensperiod	Mitten av seklet	Slutet av seklet
Sollefteå	RCP4,5	15	16	16
	RCP8,5	15	16	15
Sundsvall	RCP4,5	14	15	15
	RCP8,5	14	15	14

7.4 Snöns densitet

Beräkningar av snöns densitet har illustrerats med en graf för vardera av de 16 platserna. Graferna innehåller *snöns medeldensitet* för varje enskild dag under ett medelår för referensperioden samt vid slutet av seklet.

Exempel – graf

Snötyp	Densitet [g/cm³]
Mycket fluffig snö	< 0,03
Nyfallen torr nysnö	0,03-0,1
Våt nysnö	0,1-0,2
Vindpackad nysnö	0,2
Packad senvintersnö	0,2-0,3
Vårsnö under avsmältningens slutskede	0,4

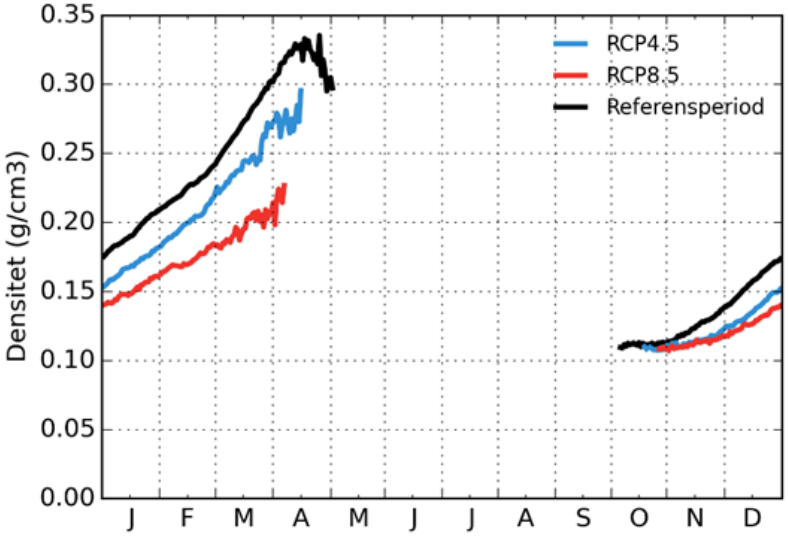
Tabell 2 Snöns densitet (SMHI, 2020

För variationen i *snöns medeldensitet* över ett år visas i Figur 6 resultat för Sollefteå respektive Sundsvall för referensperioden samt vid slutet av seklet. Den fluffiga nysnön i början av vintern kompakteras successivt av vind och temperaturvariationer under vintern. Typiska densiteter för olika snötyper visas i Tabell 2.

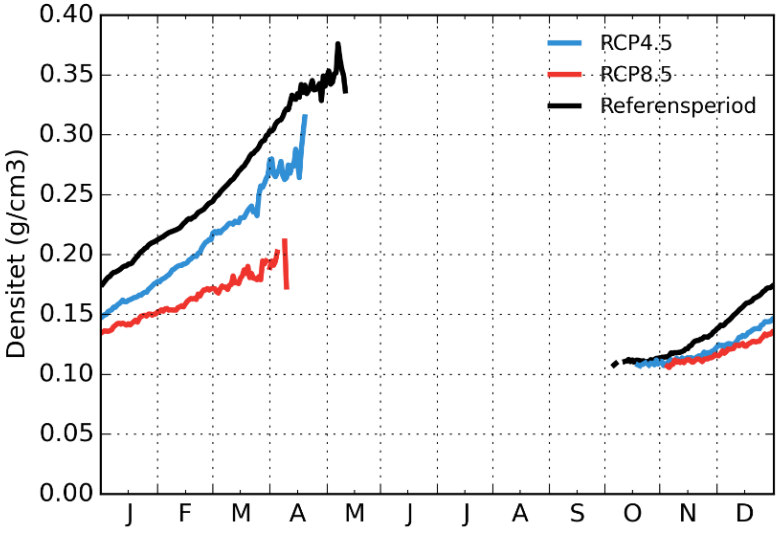
Snöns densitet väntas i slutet av seklet vara lägre fram till slutet av mars, med en liknande skillnad mot referensperioden i såväl Sundsvall som Sollefteå och för det högre utsläppsscenariot RCP8,5. Snösmältningen väntas i april i såväl Sollefteå som Sundsvall.

Att densiteten är lägre fram till mars beror delvis på att snön kommer senare, och vid ett specifikt datum därmed inte har hunnit kompakteras under lika lång tid som för referensperioden. Främst bedöms dock denna skillnad bero på att snötäcket är tunnare än under referensperioden och att tillkommande fluffig nysnö blir en större andel av snötäcket och därmed minskar densiteten i större utsträckning än under referensperioden. Vidare finns osäkerhet kring metoden för kompaktering av snön i den hydrologiska HYPE-modellen. Metoden kan vara sämre anpassad för att beskriva mildare vintrar med snabba växlingar mellan nysnö och töväder.

Sollefteå



Sundsvall



Figur 6 Snöns densitet under ett medelår (månader på x-axeln) i Sollefteå respektive Sundsvall. Medelvärden har beräknats för varje enskild dag på året under referensperioden (1963–1992) samt för RCP 4,5 och RCP8,5 vid slutet av seklet (2069-2098).

8. Metodik

8.1 Dataunderlag för framtida klimat

Analyserna baseras på i stort sett samma dataunderlag som användes för de länsvisa klimatanalyserna (SMHI, 2015). Skillnaden består i att denna studie baseras på resultat från den hydrologiska modellen HYPE (Lindström m.fl., 2010) som uppsatt för Sverige kallas S-HYPE (Strömqvist m.fl., 2012).

I denna modell beräknas utöver ”vanliga” hydrologiska mått som t.ex. flöde och snöns vatteninnehåll även snödjup och snöns densitet. Beräkningar görs för 28055 delavrinningsområden fördelade över de sju nordligaste länen.

Beräkningar av snöförhållanden har gjorts med S-HYPE[6] genom att använda resultat i form av nederbörd och temperatur från nio datorbaserade klimatmodeller, utvecklade för att beräkna hur klimatet kan förändras på sikt. I denna studie används genomgående medelvärden från dessa nio klimatmodeller. Varje klimatmodell har även körts för två utsläppsscenarier från FNs klimatpanel[7] som beskriver olika halter av växthusgaser i atmosfären fram till år 2100:

- RCP4,5[8] (koldioxidutsläppen ökar fram till 2040)
- RCP8,5[9] (fortsatt höga utsläpp av koldioxid)

För detaljerade beskrivningar av såväl beräkningsgång samt klimatmodeller och utsläppsscenarier hänvisas till Sjökvist m.fl. (2015).

8.2 Metod för beräkning av framtida absolutvärden

För att kontrollera hur väl klimatscenarierna samt den hydrologiska modellen S-HYPE kan beskriva historiska snöförhållanden, har enkla visuella jämförelser gjorts mellan beräknade och uppmätta snödjup för de 16 platserna presenterade i kapitel 7.

Beräkningar utifrån klimatscenariodata gav i många fall stora underskattningar i jämförelse med uppmätta snödjup. Då beräkningarna istället baserades på uppmätt temperatur och nederbörd[10], stämde resultaten dock mestadels bra med de uppmätta snödjupen.

---

[6] S-HYPE2012 ver. 4.0.0 samt HYPE ver. 4.13.2
[7] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)
[8] Representative Concentration Pathway med en ökad nettoinstrålning på 4,5 W/m^2
[9] Representative Concentration Pathway med en ökad nettoinstrålning på 8,5 W/m^2
[10] Från SMHIs databas PTHBV

Dessa kontrollberäkningar visar att absoluta värden på snödjup beräknade med klimatscenariodata inte är direkt användbara i detta fall. En metod för att hantera denna typ av problem, är att från klimatscenarierna istället studera förändringen över tid och lägga den till absolutvärden från referensperioden. I detta fall kan absolutvärden från referensperioden inte utgöras av mätningar, eftersom beräkningar av framtida snöförhållanden ska göras för hela området samtidigt som mätningar endast finns från ett fåtal platser. Därför utgörs absolutvärden under referensperioden istället av snöförhållanden beräknade från mätningar av nederbörd och temperatur.

[Framtidsperiod] = [Referensperiod] × [Förändring]

där

[Referensperiod] = Beräknat med den hydrologiska modellen från mätningar av nederbörd och temperatur

För kartor över snödjup: medel- och maxvärden för varje månad på året

För grafer över snödjup: medelvärden för varje dag på året

För antal dagar med olika snömängd: tidsserier

[Förändring] = 1 + [(Procentuell förändring mellan framtidsperiod och referensperiod i klimatscenarierna) / 100]

För kartor över snödjup: medel- och maxvärden för varje månad på året

För grafer över snödjup: medelvärden för varje dag på året

För antal dagar med olika snömängd: medelvärden för varje dag på året[11]

För snöns densitet har ingen justering gjorts, dels eftersom det inte har funnits mätningar att jämföra beräknade densiteter med, och dels då effekterna av en justering har bedömts vara extra osäkra för just snöns densitet.

För antal växlingar mellan dygn med plusgrader och dygn med minusgrader finns inget behov av justering, då detta redan har gjorts för temperatur (och nederbörd) i tidigare beräkningssteg (se Sjökvist m.fl. (2015)).

[11] Nya tidsserier har skapats för framtidsperioderna, vilka i sin tur har analyserats vidare

9. Referenser

Lindström, G., Pers, C.P., Rosberg, R., Strömqvist, J., Arheimer, B. (2010). *Development and test of the HYPE (Hydrological Predictions for the Environment) model – A water quality model for different spatial scales*. Hydrology Research 41.3-4:295-319.

Sjökvist, E., Axén Mårtensson, J., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Berglöv, G., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K., Södling, J., Berggreen Clausen, S. (2015). *Klimatscenarier för Sverige Bearbetning av RCP – scenarier för meteorologiska och hydrologiska effektstudier*, SMHI KLIMATOLOGI Nr 15, 2015.

SMHI (2015). *Framtidsklimat i [Dalarnas/Värmlands/Norrbottens/Västerbottens/Jämtlands/ Västernorrlands/Gävleborgs] län − enligt RCP-scenarier*, SMHI KLIMATOLOGI Nr [16/17/32/33/34/35/36], 2015.

SMHI (2020). *Snöns densitet, vatteninnehåll och tyngd*, Kunskapsbanken på smhi.se, Uppdaterad 28 maj 2019

Strömqvist, J., Arheimer, B., Dahné, J., Donnelly, C. and Lindström, G. (2011). *Water and nutrient predictions in ungauged basins – Set-up and evaluation of a model at the national scale*. Hydrological Sciences Journal, 57:2, 229-247.

Länsstyrelserna