



Skogen kring Hjälmarenen i ett förändrat klimat

- kunskapssammanställning med beskrivning av
framtidsutsikter utifrån förväntade klimatförändringar

Beställning: Örebro kommun
Framställt av: Ekologigruppen AB
www.ekologigruppen.se
Telefon: 08-525 201 00
Slutversion: 1 december 2023
Uppdragsansvarig: Jens-Henrik Kloth
Medverkande: Anna-Sara Liman, Aina Pihlgren
Intern granskning av rapport: Aina Pihlgren 2023-10-18
Illustrationer och kartor: Ekologigruppen AB
Framsidesbild: Lövskog i Ekeby Dreve Naturreservat invid Hjälmarens strand. Foto: Anna Maria Larson.
Internt projektnummer: 10350

**EKOLOGI
GRUPPEN**

Innehåll

INLEDNING.....	2
SAMMANFATTNING.....	3
SKOGEN KRING HJÄLMAREN.....	4
Undersökningsområdet.....	4
Skogens utbredning kring Hjälmaren.....	4
Analys av skogsmark kring Hjälmaren	4
Täthetsanalys av skogstyper	6
Granen kring Hjälmaren	8
Markfuktighetsindex (MFI).....	8
Gran på sjösänkingsmark.....	9
Gran på våtmark.....	9
Kartering av gran på olämplig jordart.....	9
FRAMTIDENS KLIMAT RUNT HJÄLMAREN	11
Klimatet förändras.....	11
Scenario RCP4,5	11
Klimatscenario för Örebro län	11
SKOGSBRUKETS FÖRUTSÄTTNINGAR KRING HJÄLMAREN I ETT FÖRÄNDRAT KLIMAT	14
Förändrat klimat – förändrade förutsättningar	14
Torkan dödar eller försvagar	15
Rätt träslag på rätt sorts mark.....	15
Bränderna får fart.....	16
Översvämningar blir vanligare.....	16
Skalbaggarna gör processen kort.....	16
Granbarkborren	16
Ökande försiktighet med gran.....	17
Många andra skadegörare gynnas av ett varmare klimat	18
Även lövträden drabbas	18
Stormfällning ökar även utan kraftigare stormar.....	18
Mildare vintrar ökar tillväxten.....	19
Rotrötan försvagar och skadar.....	19
Frosten dödar i känsliga lägen.....	19
ÅTGÄRDER I SKOGSBRUKET KRING HJÄLMAREN FÖR ATT MÖTA DET FRAMTIDA KLIMATET	20
Ståndortanpassning.....	20
Nedlagd åkermark och sjösänkingsmark	20
Blandskog minskar risken	20
Blandskog bromsar granbarkborren.....	21
Blandskog minskar risken för rotröta.....	21
Gynna förutsättningar för granbarkborrens fiender.....	21
Lövskog mindre drabbad av stormfällning.....	22
Begränsa och hantera viltbetet.....	22
Återskapa och bevara fuktiga miljöer.....	23
Hyggesfritt kan ge färre översvämningar	23
Granen är vårt artrikaste träslag	23
REFERENSER	25

Inledning

Örebro kommun utreder tillsammans med myndigheter, näringslivsaktörer och civilsamhälle möjligheten att bilda ett biosfärområde kring Hjälmaren och landskapen runt sjön. Under hösten 2023 inleddes en förstudie som kommer ligga till grund för en ansökan till UNESCO:s nationella biosfärkommitté. Denna rapport är framtagen för att utgöra ett underlag till förstudien.

Fokus för rapporten har varit att identifiera och beskriva de utmaningar som gäller för skogen och skogsbruket inom området, med särskilt fokus på granen, utifrån de nya förutsättningar som kommer att råda i och med de klimatförändringar som förväntas inträffa.

Sammanfattning

Denna rapport är framtagen som en del av en förstudie inför eventuellt bildande av ett biosfärområde kring Hjälmarén. Skogsmarken inom minst två kilometer från sjön utgör undersökningsområde och inkluderar bland annat stor areal sjösänkingsmark. Rapporten går ut på att identifiera utmaningar i framtidens skogsbruk utifrån ett förändrat klimat, med ett särskilt fokus på granen.

Ekologigruppens täthetsanalys visar att granskogar förekommer med störst täthet söder och öster om Hjälmarén. På sjösänkingsmark finns cirka 640 hektar granskog.

Torrare marker med sand och grus liksom organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark är problematiska ståndorter för gran. En analys i enlighet med metodik framtagen av Skogforsk visade att granen inom området förekommer på högst cirka 120 hektar olämpliga torrare marker. Analys av granens utbredning på organogena marker, åkermark och sjösänkingsmark genomfördes inte, metodik saknas och även underlag för en analys visade sig svårt att åstadkomma.

En sammanställning av de förändringar av klimatet kring Hjälmarén som kan förväntas genomfördes baserad på SMHI:s scenario RCP4,5. Medeltemperaturen, antalet högsommarygn, längsta period med högsommarygn och vegetationsperiodens längd förväntas öka påtagligt. Antalet kalla dygn, antalet nollgenomgångar och antalet frostdygn förväntas minska. Ökade temperaturer och mer eller mindre oförändrad nederbörd förväntas leda till torrare markskikt och längre brandsäsong.

Ett torrare markskikt leder troligen till att fler träd dör av torka eller stressas i högre grad. Detta gäller framför allt gran som planterats på olämpliga marker. Med ett torrare markskikt kommer mer nederbörd att rinna av från marken, i stället för ner i marken. Detta i kombination med nederbörd som är mer ojämnt fördelad i tid och rum kan leda till fler översvämningar, något som i stor utsträckning drabbar gran på redan fuktig, blöt eller översvämningskänslig mark. Granen är känslig för att stå blött under längre perioder.

Kortare perioder med frusen mark och därmed blötare mark vintertid kan förväntas leda till mer stormfällning av skog även om antalet stormar och stormarnas intensitet inte ökar. Torrare mark sommartid och längre brandsäsong ökar risken för bränder. Högre temperaturer vintertid innebär risk för att rotröta ökar.

Inte minst granen kan förväntas drabbas av ökad stormfällning, torka och stress, vilket kommer att öka risken för angrepp av granbarkborre. Granbarkborren har redan dödat stora mängder gran i Örebro län och i än högre grad i Södermanlands län.

En mängd åtgärder kommer att vara önskvärda för att möta de utmaningar som ett förändrat klimat innebär. Ståndortsanpassning kommer att bli allt viktigare, inte minst vad gäller att undvika att plantera gran på marker som inte är lämpliga för gran. Blandskog i stället för skogsbestånd som bara består av gran kan minska risken för angrepp av granbarkborre, rotröta och möjligen även risken för stormfällning av gran. För att möjliggöra ett ökat inslag av lövträd i skogarna behöver mängden viltbete begränsas, något som också är en förutsättning för att tall ska planteras i större utsträckning. Skogar med flera olika trädslag innebär en riskspridning. Det är också viktigt att på olika sätt gynna granbarkborrens fiender.

Ett torrare klimat innebär att återvätning och hänsyn till befintliga fuktiga och blöta delar av skogsmarken behöver öka.

Hyggesfria skogsbruksmetoder kan bidra till att minska risken för översvämningar.

Skogen kring Hjälmaren

Undersökningsområdet

Det område som har analyserats och beskrivs är i stor utsträckning samma område som det som beskrivits i rapporten GIS-analys lövstrukturer i skogslandskapet runt Hjälmaren i Västmanlands Södermanlands och Örebro län (Ekologigruppen och Metria 2021). Området har dock i den här analysen utvidgats i östra och södra delen så att gränsen för området dragits minst två kilometer från sjöns strandlinje i alla delar av området. I väster och i norr omfattar landområdet ett större avstånd från stranden, figur 1.



Figur 1. Undersökningsområde för analysen i denna rapport.

Skogens utbredning kring Hjälmaren

Sänkningen av sjön Hjälmaren åren 1878-1888 är det största sjösänkingsprojektet i Sverige genom tiderna. Stora arealer sjöbotten och ängsmark torrlades och en stor del odlades upp till åkermark. Stora arealer som inte dög som åkermark växte igen med lövskog. Hjälmarens sänkning är därför en viktig förklaring till att landskapet runt Hjälmarens har så stor andel lövskog. På längre avstånd från sjön dominerar landskapet i väsentligt högre grad av gran- och tallskogar.

Analys av skogsmark kring Hjälmaren

Undersökningsområdet runt Hjälmaren (figur 1) utgörs till nästan halva arealen av skogsmark. Åkermark upptar omkring en tredjedel av landskapet, i storleksordning följt av övrig öppen mark, exploaterad mark, sjöar och vattendrag och våtmark baserat på data från Nationella Marktäckedata (NMD), se tabell 1.

Skogsmarken runt Hjälmarén består främst av triviallövskog följt av kalhygge/skog <5m, tallskog, granskog utanför våtmark, ädellövskog, lövblandad barrskog, barrblandskog, triviallövskog med ädellövinslag och granskog på våtmark, se tabell 2.

Tabell 1. Fördelningen av marktyper inom undersökningsområdet kring Hjälmarén. Baserat på data från Nationella Marktäckedata (NMD).

Marktyp	Area (ha)	Area (%)
Skogsmark	41 518	47
Åkermark	29 812	34
Övrig öppen mark	8 583	10
Exploaterad mark	3 922	4
Sjöar och vattendrag	3 031	3
Öppen våtmark	1 848	2
Summa	88 714	100

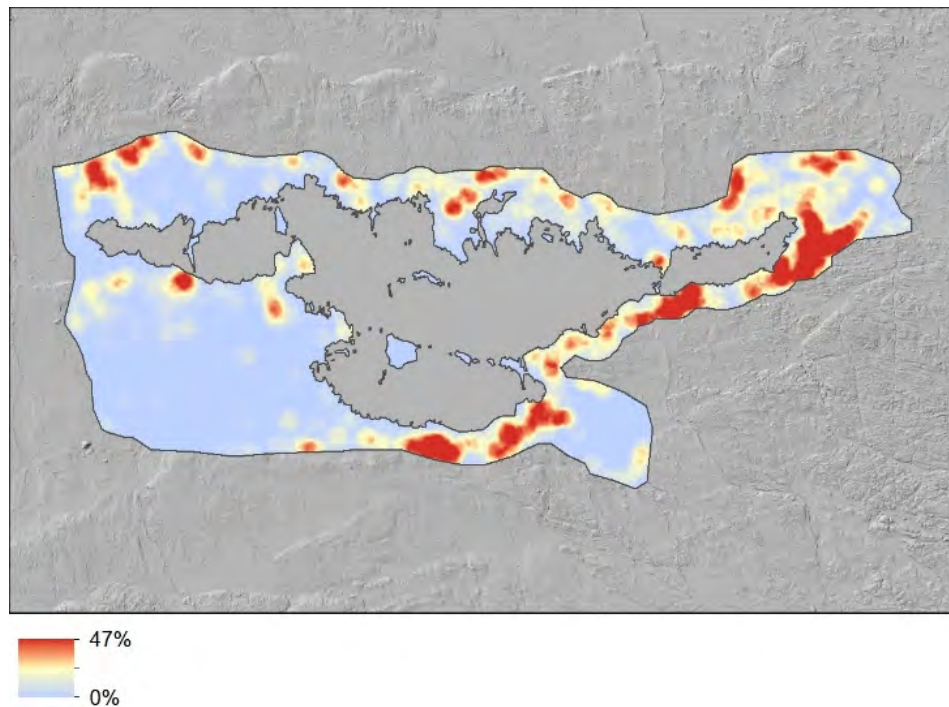
Tabell 2. Fördelningen av skogstyper inom undersökningsområdet kring Hjälmarén. Baserat på data från Nationella Marktäckedata (NMD).

Skogstyp	Area (ha)	Area (%)
Triviallövskog	11 411	28
Kalhygge/skog <5m	6 310	15
Tallskog	5 978	14
Granskog (ej våtmark)	5 065	12
Granskog (på våtmark)	110	0,3
Ädellövskog	4 978	12
Lövblandad barrskog	3 458	8
Barrblandskog	2 287	6
Triviallövskog med ädellövinslag	1 702	4
Övrigt	219	0,5
Summa	41 518	100

Täthetsanalys av skogstyper

En täthetsanalys genomfördes för granskog, gran- och barrblandskog respektive trivial- och ädellövskog för undersökningsområdet runt Hjälmaren. Som underlag för geografisk avgränsning av skogliga förekomster användes NMD (Nationella Marktäckedata), se bilaga 1 för metodbeskrivning.

Resultatet visar att granskog främst förekommer söder och öster om Hjälmaren, figur 2. Partier med gran förekommer även norr om Hjälmaren men endast mindre områden med hög täthet finns sydväst om Hjälmaren.

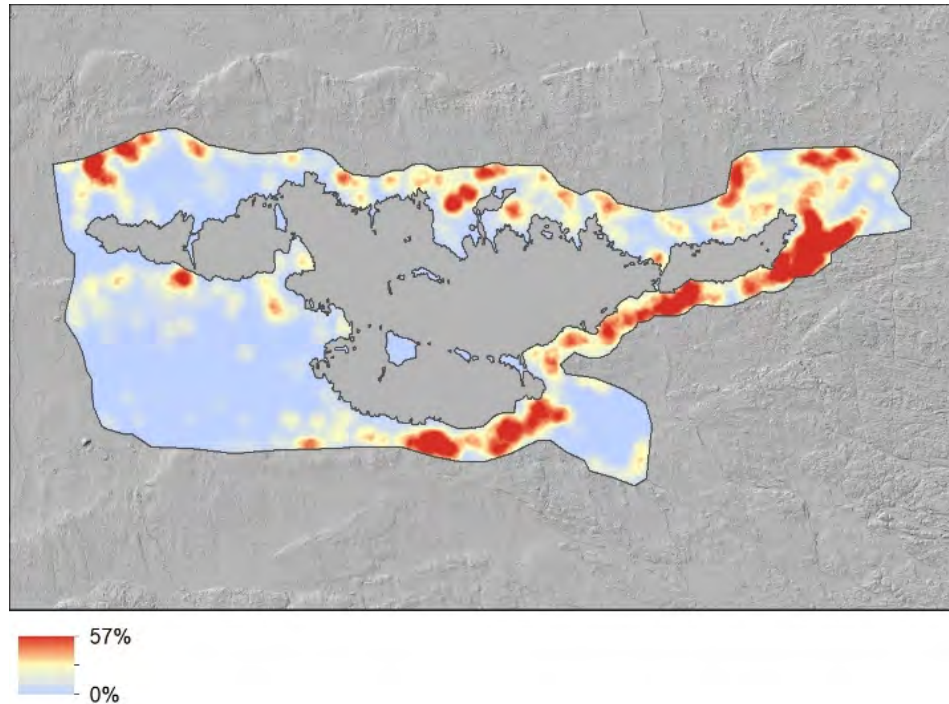


Figur 2. Täthetsanalys av gran inom undersökningsområdet. Blå färg visar låg täthet av gran och röd färg visar hög täthet av gran. 47 procent är den högsta tätheten som förekommer inom området.

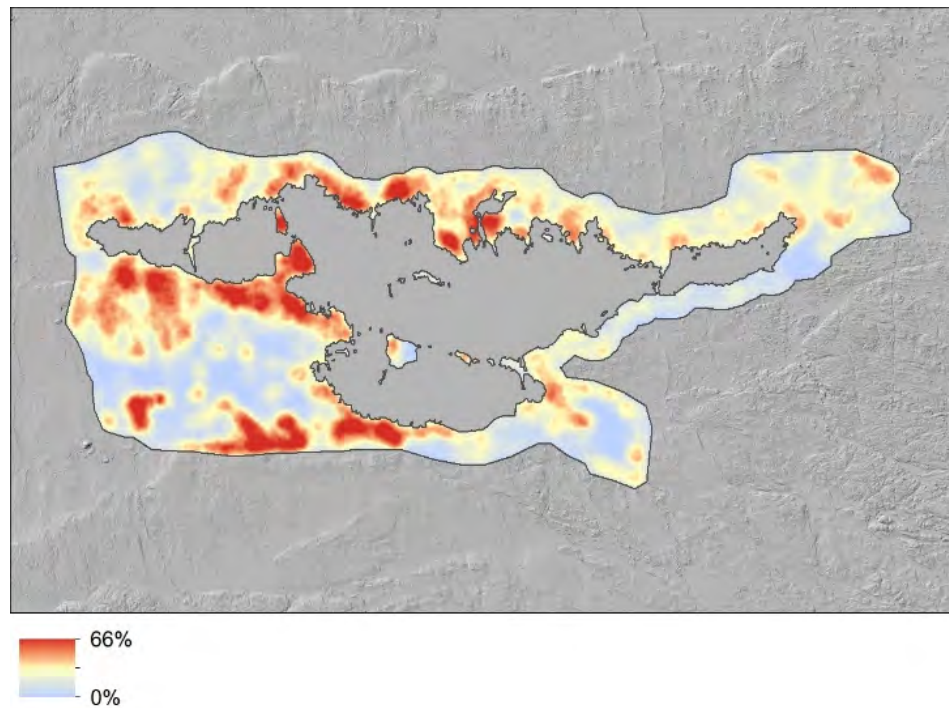
Täthetsanalysen av gran- och barrblandskog sammanslagna uppvisar i stort samma mönster som utbredningen av granskog, figur 3. Det vill säga koncentrationen av gran- och barrblandskog är störst söder och öster om Hjälmaren och med små partier med hög täthet norr om Hjälmaren. Triviallövträd och ädellövträd förekommer i större områden söder och sydväst om Hjälmaren samt i ett stråk norr om Hjälmaren. Förekomster med lägre täthet av triviallövträd och ädellövträd finns öster om Hjälmaren, figur 4.

7

Skogen kring Hjälmarén
Slutversion
1 december 2023



Figur 3. Täthetsanalys av gran och barrblandskog inom undersökningsområdet. Blå färg visar låg täthet och röd färg anger hög täthet. Analysen inkluderar inte barrskog med inslag av löv. 57 procent är den högsta tätheten som förekommer inom området.



Figur 4. Täthetsanalys av trivallöv och ädellöv inom undersökningsområdet. Blå färg visar låg täthet och röd färg visar hög täthet. Analysen inkluderar inte barrskog med inslag av löv. 66 procent är den högsta tätheten som förekommer inom området.

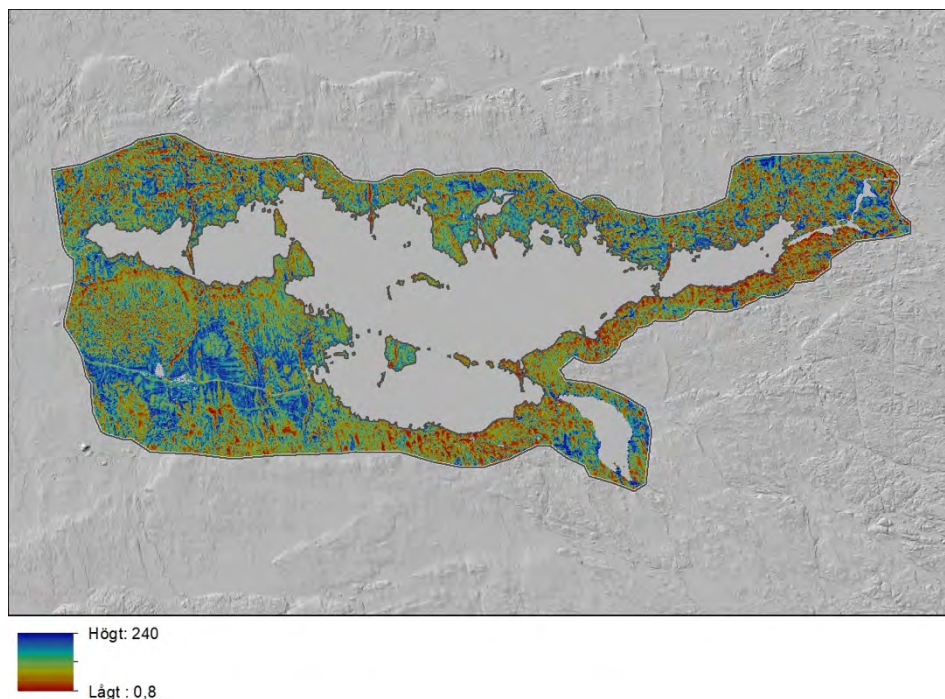
Granen kring Hjälmaren

Granskog växer bättre på mer näringsrika marker med rörligt markvatten (Willén m.fl. 2021). Gran klarar sig bra på frisk och fuktig mark med ett ansevärt jorddjup. Granen har svårare på torr mark eller frisk mark med grov textur på jordarten (både sediment och moränmarker). Skogsstyrelsen (2019b) räknar marker med sand och grus, organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark som särskilt problematiska ståndorter för gran.

Markfuktighetsindex (MFI)

Markfuktighetsindex (MFI) är ett rikstäckande index som producerades av Nationella Marktäckedata (NMD). Indexet sträcker sig från 0,8 - 240 där 0,8 är torrast och 240 är blötast. Markfuktighetsindex är ett delresultat från produktionen av Nationella Marktäckedata och baseras till stor del på Lantmäteriets höjdmödel.

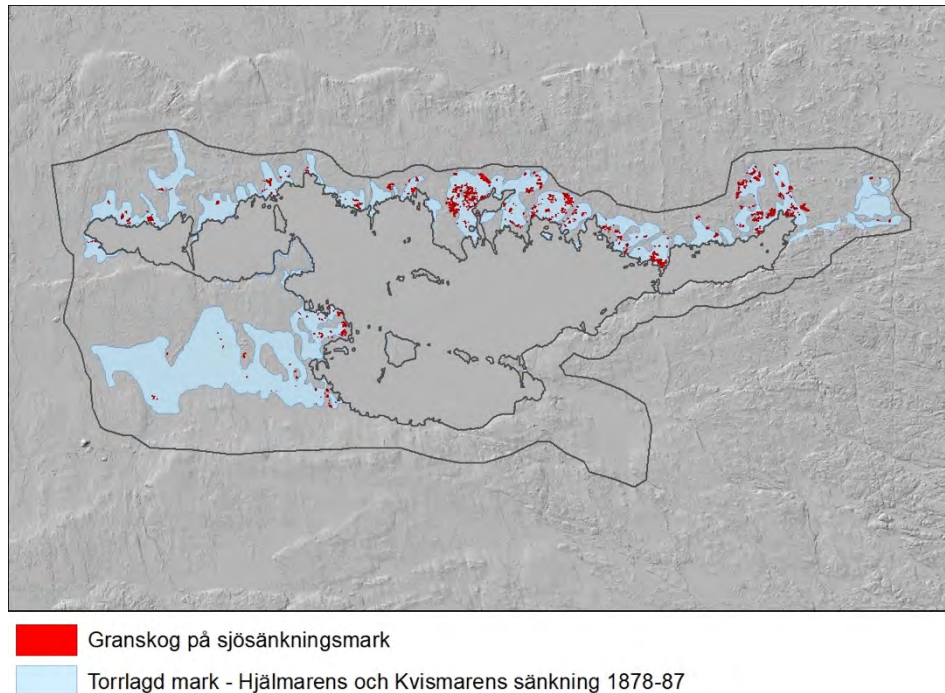
Markfuktighetsindex för undersökningsområdet visas i figur 5. Där framgår vilka områden som är fuktiga respektive torra. Willén m.fl. (2021) definierar mark med markfuktighetsindex 1–19 som olämplig för gran men använder markfuktighetsindex 10 som gränsvärde för GIS-analyser, för att minska risken för överlapp med frisk mark.



Figur 6. Markfuktighetsindex illustrerat som kontinuerligt index. Markerna som torrades vid sänkningen av Hjälmaren har stor utbredning, framför allt sydväst om Hjälmaren, och har ofta ett högt markfuktighetsindex.

Gran på sjösänkingsmark

Förekomst av granskog (alla marktper) har jämförts med sjösänkingsmark runt Hjälmarén, se figur 5. Det är främst norr om Hjälmarén som det förekommer gran på sjösänkingsmark. Sammanlagt finns cirka 640 hektar granskog inom undersökningsområdets sjösänkingsmark.



Figur 5. Granskog (röda områden) i förhållande till förekomst av sjösänkingsmark runt Hjälmarén (ljusblå områden). Sammanlagt finns cirka 640 hektar granskog inom undersökningsområdets sjösänkingsmark. Den största arealen finns i anslutning till Hjälmaréns nordöstra strand. Ljusblå ytor visar arealer som torrlades vid Hjälmaréns och Kvismarens sänkning 1878-87. Baserad på karta "Hjälmaréns och Kvismarens sjösänkning 1878-1887, torrlagd mark" (DigitaltMuseum 2023).

Gran på våtmark

Granskog på våtmark är en färdig klass i Nationella Marktäckedata (NMD). Enligt NMD förekommer det granskog på våtmark motsvarande en yta av 110 hektar, det vill säga inom 0,3 % av skogsmarken inom undersökningsområdet, se tabell 1.

Kartering av gran på olämplig jordart

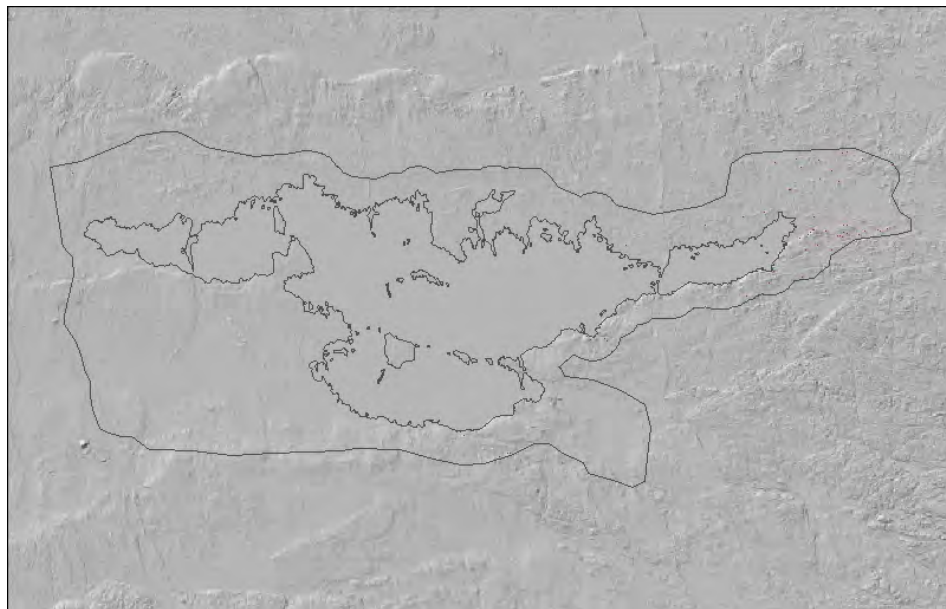
Som underlag för analysen av gran på olämplig jordart har NMD och SGU:s Jordartskarta använts. Olämpliga jordarter för gran har i Skogforsks rapport om kartering av skog på felaktig ståndort (Willén m.fl. 2021) definierats som grus, klapper och sten. I samma rapport har "eventuellt olämpliga jordarter" definierats som grov sand eller sandig morän. Willén m.fl. anger att torr mark är en klar riskfaktor för granskogen. Willén m.fl. föreslår att indexvärde 10 används som gränsvärde för att minska överlapp till frisk mark. I analysen för denna rapport har MFI 10 och lägre därför använts.

I Skogforsks rapport (Willén m.fl. 2021) anges inte vilka fuktig, blöta eller täta jordarter som kan vara olämpliga för gran.

Skogsstyrelsen (2019b) räknar som ovan nämnts förutom torra marker (sand och grus) även organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark som särskilt problematiska ståndorter för gran. Willén m.fl. har inte föreslagit någon metodik för organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark.

En analys av hur stor areal granskog som växer på organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark har inte genomförts inom ramen för föreliggande rapport beroende på bristen på metodik och brist på någorlunda lätt tillgängligt underlag.

Karteringen av gran- eller barrblandskog på olämplig ståndort resulterade i 0,5 hektar på olämplig jordart och 85,5 hektar på eventuellt olämplig jordart, se figur 7. Inkluderas även områden som klassas som kalhyggen och skog <5 meter (det vill säga objekt med potentiell nyplantering eller förekomst av planterad gran) blir motsvarande arealer 1 ha respektive 118 hektar.



- 111 - Granskog, MFI <10, olämplig jordart
- 112 - Granskog, MFI <10, ev olämplig jordart

Figur 7. Granskog på olämplig jordart (grus, klapper och sten) och på eventuellt olämplig jordart (grov sand eller sandig morän).

Framtidens klimat runt Hjälmarens

Klimatet förändras

Framtida klimatscenarion finns framtagna för alla län i Sverige och Hjälmarens ligger inom tre län; Örebro län, Västmanlands län och Södermanlands län. Scenariona är relativt lika för de tre länen och därför har Örebro län valts för att representera Hjälmarens.

Nedan ges en översiktlig beskrivning av ett meteorologiskt klimatscenario för Örebro län där klimatscenariot RCP4,5 har använts. Klimatscenariot avser tidsperioden 2071-2100. All information nedan, om inte annat anges, är hämtad från SMHI:s hemsida (SMHI 2023a). En mer utförlig beskrivning av detta klimatscenario finns i bilaga 2.

Scenario RCP4,5

Scenario RCP4,5 beskriver en framtid där utsläppen ökar inledningsvis för att sedan avta från 2040. RCP4,5 innebär högre utsläpp än vad Parisavtalet medger.

Enligt scenariot RCP4,5 antas att utsläppen når sin kulmen runt 2040 för att sedan minska. Utsläppen av koldioxid antas börjar minska till ungefär 2045 för att nå hälften av nivåerna 2050 år 2100. Utsläppen av metan antas sluta öka år 2050. Utsläppen av svaveldioxid antas minska till cirka 20 % av 1980-1990 års nivåer.

RCP4,5 leder sannolikt till en global temperaturökning på mellan 2 och 3 grader år 2100.

Det är självklart osäkert vilket av IPCC:s klimatscenarier som bäst beskriver framtidens klimat. Scenariot RCP4,5 används ofta som det mest troliga i analyser av företeelser som är beroende av antaganden om ett framtida klimat och vi har därför valt det som utgångspunkt i denna rapport. Scenariot bygger på ett antagande om att en stringent klimatpolitik kommer att tillämpas, med lägre energiintensitet, omfattande skogsplanteringsprogram, med flera åtgärder. Om dessa förutsättningar inte inträffar är något av de scenarier som innebär större klimatförändringar i stället mer troliga.

Klimatscenario för Örebro län

I tabell 3 nedan finns en sammanställning av värden för ett antal klimatindikatorer, dels i form av värden för referensperioden 1971-2000, dels de värden som anges i SMHI:s klimatscenario för RCP4,5. I bilaga 2 finns en mer detaljerad beskrivning av scenariot.

Klimatscenariot RCP4,5 (SMHI, 2023a) innebär för Örebro län sammanfattningsvis att årsmedeltemperaturen liksom antalet högsommar dygn förväntas öka väsentligt medan antalet kalla dygn och nollgenomgångar minskar påtagligt.

Vegetationsperiodens längd ökar i betydande utsträckning. Nederbörden per år ökar något, antalet dygn med kraftig eller extrem nederbörd ökar förhållandevis mer än årsmedelnederbörden. Nederbörden ökar mer under vinter och vår medan ökningen under sommar och höst förväntas vara liten.

De längsta torrperiodernas längd och antalet torra dygn förväntas minska något. Eftersom temperaturerna ökar, ökar också avdunstningen, vilket sammantaget rimligen

innebär generellt torrare förhållanden. Till detta bidrar mildare vintrar med kortare perioder av snötäcke. Mindre mängd nederbörd i form av snö bidrar också till torrare förhållanden. Antalet frostdygn minskar.

Det finns inga tendenser till ökad vindhastighet generellt och antalet stormar har inte heller ökat.

MSB (2016) har tagit fram scenarier för framtida perioder med hög risk för skogsbrand. Brandsäsongen beräknas bli allt längre och beräknas vara en månad längre i slutet av innevarande sekel jämfört med i slutet av 1900-talet.

Tabell 3. Samställning av ett antal klimatindikatorer för Örebro län för referensperioden 1971-2000 och för klimatscenariot RCP4,5 (år 2071-2100).

Klimatindikator	Referensperiod 1971-2000	RCP 4,5 (år 2071- 2100)
Medeltemperatur (°C)	5,4	8,1
Antal högsommardygn	10,5	25,5
Längsta period med högsommardygn	4,4	9,2
Antal kalla dygn	12,5	3,2
Antal nollgenomgångar	87	68
Vegetationsperiodens längd (dagar)	185	231
Medelårsnederbörd per månad (mm)	61	68
Antal dygn med kraftig nederbörd	18,6	22,6
Antal dygn med extrem nederbörd	3	4,4
Nederbörd dec-feb (mm)	51	60
Nederbörd mars-maj (mm)	48	57
Nederbörd juni-aug (mm)	75	81
Nederbörd sep-nov (mm)	69	72
Längsta torrperioden	20,5	20,0
Antal torra dygn	241	239
Antal frostdygn	144	98

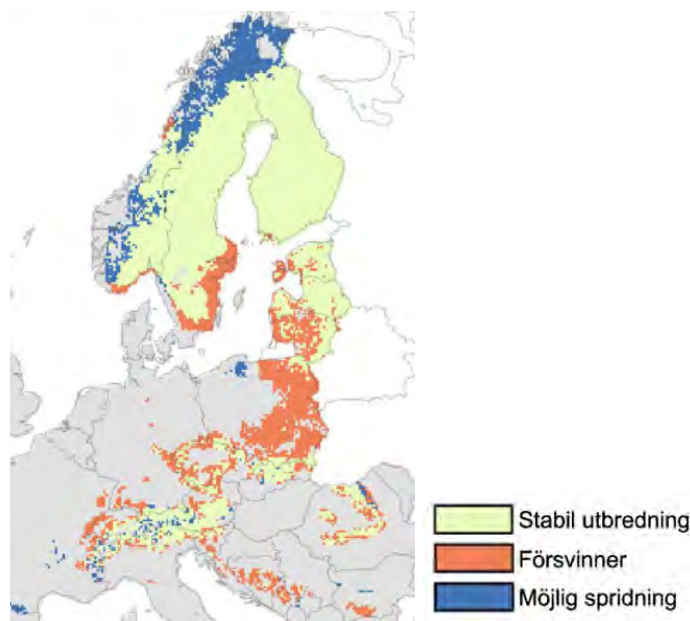
Skogsbrukets förutsättningar kring Hjälmaren i ett förändrat klimat

Förändrat klimat – förändrade förutsättningar

De förväntade klimatförändringarna kommer att påverka förutsättningarna för skogen och skogsbruk på en mängd olika sätt. Exempel på en förändring är att tillväxttakten i skogen förväntas öka. Detta kan resultera i att omloppstiden i sin tur blir kortare, vilket kan vara negativt för många arter knutna till träden.

Många växt- och djurarter flyttar under nu pågående klimatförändring sin utbredning norrut för varje år som går. Denna förflyttning är problematisk eftersom trädarterna av naturliga skäl inte flyttar norrut i samma takt.

I en studie publicerad 2022 (Nature) bedömdes det förändrade klimatets påverkan på utbredningen av 67 olika europeiska trädarter. Klimatförändringen påverkar förutsättningarna mer eller mindre starkt för alla arterna och bedömdes få stora konsekvenser för granens framtida utbredning (figur 8).



Figur 8. Utsnitt av figur ur Nature 2022. Bedömning av granens (*Picea abies*) utbredning i Europa år 2100 inom granens nuvarande huvudsakliga utbredningsområde (Nature 2022). Granen förväntas försvinna från främst sydvästra delen av undersökningsområdet runt Hjälmaren, i likhet med stora delar av södra och sydöstra Sverige och betydande delar av de sydliga delarna av granens utbredningsområde i Europa.

Nedan beskrivs en del av de problem som uppstår i och med de förväntade förändringarna av klimatet. I första hand beskrivs och diskuteras sådana aspekter som det kan vara möjligt att möta med åtgärder lokalt och regionalt.

Torkan dödar eller försvagar

Klimatscenarioet som beskrivits i tidigare avsnitt innebär visserligen att nederbörden förväntas öka något. Samtidigt ökar temperaturen, vilket innebär att avdunstningen ökar väsentligt, troligen mer än vad som kompenseras för i form av ökad nederbörd. Sammantaget kan man förvänta att framtida somrar generellt blir torrare.

Högre sommartemperaturer med fler högsommardrygn och längre perioder med högsommardrygn förväntas, vilket kan bidra till starkare uttorkning under sommarhalvåret.

Nederbörd i form av snö som blir liggande och smälter långsamt kommer att minska väsentligt, något som troligen bidrar till minskad markfuktighet.

Nederbörden kommer i framtiden i ökad utsträckning i form av kraftiga regn som den då torrare marken kommer att ha svårare att tillgodogöra sig. Mer vatten kommer att rinna av från markskiktet i stället för ner i marken.

Viss ökad mängd åska och skyfall som förväntas, innebär dels att nederbörden faller mer ojämnt fördelad och att marken får mindre nytta av koncentrerad nederbörd som inte kan tas upp utan rinner av snabbare.

Kanske blir också extrem sommartorka eller som 2018, exceptionell torka, vanligare i framtiden. Klimatmodellerna visar att sannolikheten för fler extrema vädersituationer, så som värmeböljor, torka och översvämningar ökar i ett varmare klimat (MSB 2022).

Extremt varma månader och antalet värmererekord per månad har ökat sedan början av 1900-talet (SMHI 2022) och man kan nog förvänta att de fortsätter öka framöver. Ökad frekvens av extrem värme leder sannolikt till att torra förhållanden blir vanligare.

Rätt trädslag på rätt sorts mark

Träd som planterats på mark som inte är väl lämpad för trädslaget är de som tidigast påverkas av torka. Det vanligaste exemplet är gran som planterats på för torra och magra marker. Torkstressade granar blir känsligare för skadeinsekter och svampangrepp (Skogsstyrelsen 2017). Skogsstyrelsen (2019b) räknar marker med sand och grus, organogena jordar, lerjordar och nedlagd åkermark som särskilt problematiska ståndorter för gran.

Även björkar som står på naturligt torra marker dör ofta vid långvarig sommartorka. Nyligen planterad skog är också mycket känslig för torka.

Att trädslag planteras eller gynnas på mark som lämpar sig bäst för trädslaget kallas i skogsbruket för ståndortsanpassning. Vikten av ståndortsanpassning har under lång tid framhållits i rådgivning om skogsbruk.

Granens stora potential för tillväxt och lönsamhet har medfört att gran i många fall har planterats på marker som egentligen inte är tillräckligt bördiga eller som är för torra (Monica Pettersson, Mattias Engman).

Viltbetesskadorna på tall, inte minst planterade tallar, är samtidigt mycket omfattande och har också bidragit till att gran planterats på olämpliga marker, där tall egentligen hade varit bättre lämpad. Dessa förhållanden gäller i stor utsträckning även i Örebro och Södermanlands län (Monica Pettersson, Mattias Engman).

En metodstudie för att identifiera skog på felaktig ståndort har genomförts under senare år (Willén m.fl. 2021) och har nämnts ovan. Studien visade att det är möjligt att kartera granskog på fel ståndort när den växer på torr mark respektive grova sediment och moräner. Metodiken som Willén m.fl. tagit fram har tillämpats i arbetet med denna rapport på undersökningsområdet runt Hjälmarens (se tidigare avsnitt).

Bränderna får fart

Föregående avsnitt visar att risken för skogsbränder kan förväntas öka även i området runt Hjälmarens. Temperaturen sommartid stiger påtagligt medan nederbörden inte förväntas öka i motsvarande grad, vilket leder till ett torra markskikt sommartid.

Brandsäsongen blir därmed allt längre och i slutet av innevarande sekel beräknas den vara en månad (RCP4.5) längre än den var i slutet av 1900-talet.

Vid mycket intensiva bränder skadas och dödas träd av alla arter. Mest brandbenägna och mest känsliga för bränder är dock granskogar.

Översvämningar blir vanligare

Den ökade avrinningen som beskrivs ovan innebär också att risken för att lågt liggande marker översvämmas. Detta innebär i sin tur också ett hot mot gran som växer på marker där vattnet kan bli stående.

På samma sätt som granen lider av torka mår den också dåligt när det är för blött, terrängen bör gärna slutta lite. Dikad, nedlagd åkermark är oftast inte bra för gran. När dikningseffekten försvinner efter några år blir det ofta för blött. (Föreningen & tidningen Skogen, 2023)

Stormfällning, inte minst av gran, kan bli en följd av att översvämningar blir vanligare. När fuktigare marker som gran ofta växer på tenderar att bli blötare blåser granskogen lättare omkull. Förutom att markerna kan förväntas bli mer blöta och därmed mindre hållfasta bidrar granens ytliga rotsystem till att den lättare blåser omkull.

Skalbaggarna gör processen kort

Ett varmare och delvis torrare klimat kommer att gynna ett flertal insekter som skadar träd och som tidigare begränsats av det kyliga nordiska klimatet i Sverige.

Granbarkborren

Mängden skog som dödas av granbarkborren har ökat de senaste decennierna, särskilt i spåren efter stormen Gudrun och den exceptionella torkan 2018. Omkullblåsta granar, men även granar som stressas av torka har svårt att försvara sig mot granbarkborrens angrepp, granbarkborren känner igen de försvagade träden på deras doft.

En inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2022 visade att drygt 5 miljoner skogskubikmeter gran var angripen av granbarkborre. Av den totala volymen var 3,8 miljoner m³sk i Svealand och 1,3 miljoner m³sk i Götaland.

Inventeringen visade på större volymer dödad skog i de östra delarna av Svealand och Götaland. De största volymerna av granbarkborreangripen gran återfanns i Södermanlands och Örebro län. De båda länen är sammanslagna i statistiken och i själva verket är angreppen generellt betydligt svårare i Södermanlands län. Det verkar

inte finnas någon självklar eller allmänt vedertagen förklaring till varför Södermanlands län är värst drabbat. Det sydöstliga delarna av länet är kustnära med ett torrare klimat, vilket säkerligen är gynnsamt för granbarkborrens utveckling.

Utvecklingen av granbarkborreangreppen i Södermanland förefaller dramatisk. I Regionalt skogsprogram i Sörmland sammanfattas situationen exempelvis så här: ”Saneringen av slutavverknings- och gallringsskogar av gran ökar risken för framtida råvarubrist, och innebär dessutom att hela landskapsbilden kan komma att förändras.” (Region Sörmland m.fl. 2022). Det enda som skulle kunna leda till att granbarkborrens framfart avtar i intensitet är kallare och regnigare somrar (Mattias Engman).

Ansamlingar av vindfällda granar, liksom bestånd av torkstressade granar utgör grogrund för utveckling av stora mängder granbarkborre. När granbarkborrarna blir tillräckligt många kan de angripa och döda även granar som inte är försvagade av torka. Tidigare vårar och varmare somrar innebär också att de granbarkborrar som flyger ut tidigt på säsongen hinner svärma och hinner få ut en ny generation under en och samma säsong. Om torra och varma somrar blir vanligare i framtiden kan man förutse att granbarkborren kommer att vara ett växande problem för gran i Sverige. Om stormfällning av gran dessutom ökar i omfattning kommer även detta att bidra till att granbarkborrens expansion och skadegörelse.

Granbarkborrens naturliga fiender i form av andra insekter och hackspettar är viktiga för att begränsa eller till och med förhindra utbrotten av granbarkborre. Möjligen gynnas även granbarkborrens fiender av ett varmare och torrare klimat, så att angreppen av granbarkborre inte blir så allvarliga i framtiden som man annars kan befara. Åtgärder för att gynna granbarkborrens fiender är dock angelägna och av allt att döma effektiva (SLU, 2023a; Wermelingen och Mathis 2023).

Granbarkborrens framfart gynnas när granen växer som bestånd som enbart eller till dominerande del består av gran. I blandskog verkar granbarkborrens angrepp på granar försvåras. I en studie av polska skogar (Kamińska m.fl. 2021) kunde man konstatera att de artrena äldre granbestånden drabbades hårdast medan yngre blandskogar var mest motståndskraftiga. I en studie i södra Sverige såg Kärvemo m.fl. (2014) att den viktigaste faktorn för att förutsäga utbrott av granbarkborre var volymen av gran i bestånden.

Granbarkborrens naturliga fiender trivs i skogar där det finns gott om död ved och en blandning av olika trädslag i olika åldrar. Exempel på naturliga fiender som äter granbarkborrens larver är styltflugor, parasitsteklar, myrbaggar, kvalster och vissa blomflugor. Allmän myrbagge är en av de viktigaste av granbarkborrens naturliga fiender. Myrbaggen gynnas av att det finns ett stort inslag av tall i skogarna.

Andra arter, till exempel allmän barkbock, dubbelögad bastborre och sextandad barkborre, konkurrerar med granbarkborren om utrymmet under barken.

Även hackspettar, särskilt tretåig hackspett, räknas som en viktig fiende, eftersom de gärna äter granbarkborrar. Tyvärr är den tretåiga hackspetten idag en mindre vanlig art. Bristen på varierade naturskogar och bristen på död ved är anledningen till att den tretåiga hackspetten minskat.

Ökande försiktighet med gran

Mattias Engman beskriver en viss försiktighet hos skogsägare i Södermanlands län med att plantera gran efter granbarkborrens framfart de senaste åren. Mattias Engman

beskriver vidare att marker där granbestånd dödats av granbarkborre i stor utsträckning planteras med tall, tallen har fått ett uppsving. Stora arealer granskog har dödats av granbarkborren vilket påtagligt har ökat den totala arealen som planteras. Gran planteras arealmässigt troligen fortfarande på lika stora arealer som tidigare, men eftersom den sammanlagda arealen som planteras har ökat finns nu större utrymme för plantering av tall. Mattias Engman anger också att tall planteras till trots att utmaningarna från viltet kvarstår. Om älgen möjligen har minskat i numerär i Södermanlands län under senare år har i stället skadorna av dovhjort, kronhjort och rådjur ökat. Engmans uppfattning är att älg och rådjur fortfarande är det vilt som dominerar helt i Örebro län. Det finns enligt Monica Pettersson en mer levande diskussion nu om vilka trädslag som ska planteras i nästa generation. Det finns dock ingen länsvis statistik över hur stora arealer som planteras med plantor av olika trädslag.

I vart fall i Södermanland har dock plantering av löv fortfarande mycket liten omfattning och i den utsträckning det sker är det frågan om björk, som troligen utgör omkring en halv procent av de plantor som sätts (Mattias Engman). Engman anger för Södermanland att självföryngring av björk tas tillvara i större utsträckning än tidigare.

Många andra skadegörare gynnas av ett varmare klimat

Förutom granbarkborren är snytbaggen, vilken livnär sig på plantor på barrträdshyggen, redan en stor skadegörare. Lärkborren som är snarlik granbarkborre och som angriper lärk, har spridit sig i södra Sverige de senaste 15 åren (Skogsstyrelsen 2019).

Skogsstyrelsen (2019) räknar upp ett stort antal skadegörande insekter och andra organismer som kommit in i Sverige nyligen eller som kan vara på väg. En stor del av dessa vandrar in från områden med varmare klimat och de gynnas av allt att döma av det allt varmare klimatet som förväntas i Sverige.

Även lövträden drabbas

Vilka skadegörare och sjukdomar som kommer att drabba lövträden i Sverige är svårt att förutspå. Det saknas hursomhelst inte exempel på att även lövträden drabbas. Ett förändrat klimat kommer att innebära stress även för lövträden och kommer också att gynna nya skadegörare som i vissa fall kan vara mycket aggressiva.

Den ovanligt varma sommaren 2013 drabbades Skåne av den blåsvarta björkstekeln som lämnade i stort sett alla björkar kalättna inom sitt spridningsområde. Artens vidare spridning kom av sig efter några år, troligen efter att en av artens naturliga fiender hade invandrat. Det varmare klimatet var troligen en förutsättning för artens spridning.

Askskottsjukan och almsjukan är exempel på ytterligare sjukdomar som drabbat lövträd. Askskottsjukan orsakas av en svamp som kommit till Europa med införsel av prydnadsträd från östra Asien (Björkman och Stenlid 2013). Almsjukan orsakas också av en svamp, vilken sprids främst med almsplintborren. Askskottsjukan och almsjukan har dock ingen uppenbar koppling till klimatförändringar.

Stormfällning ökar även utan kraftigare stormar

Det är inte tydligt i de klimatscenarier som tagits fram att det kommer att bli fler och kraftigare stormar i framtiden. Ökad nederbörd vintertid i kombination med fler dagar

med temperaturer över nollpunkten, det vill säga färre perioder med tjäle, gör dock skogen känsligare för starka vindar vintertid.

Kvalificerade förutsägelser för risken för stormfällning är sannolikt svåra att göra. Skogsstyrelsen (2019) anger som en mycket grov uppskattning att stora och små stormfällningar kommer att bli 20 procent vanligare i Götaland och Svealand fram till år 2050 och 30 procent vanligare fram till år 2100.

Mildare vintrar ökar tillväxten

Framtidens milda klimat förväntas ge en betydande tillväxtökning. Baserat på dagens virkesförråd och förutsatt och ett skogsbruk av det slag som bedrevs i början av detta sekel har tillväxten bedömts komma att öka drygt 20 %. Osäkerheten är dock stor. Om det blir torrare sommartid kommer detta exempelvis att begränsa den tillväxtpotential som den längre vegetationssäsongen innebär (Skogsstyrelsen 2019).

Rotröta försvagar och skadar

Näst efter viltbetesskador är rotträta den skadegörare som orsakar störst ekonomiska förluster i den svenska skogen. Skadorna uppskattades 2010 motsvara ett värde av en miljard kronor årligen (Björkman och Stenlid 2013). Rotträta drabbar främst gran och lärk och man angav redan 1995 att cirka 15 % av alla avverkningsmogna granar är drabbade av rotträta (Stenlid m.fl. 1995). Granvirke som skadats av rotträta kan inte bli sågtimmer utan klassas som massaved eller brännved.

Rotträta sprids främst vid temperaturer över fem plusgrader och kortare vintrar innebär därmed att risken för spridning av rotträta ökar med ökade kostnader som följd. Ökad utbredning av rotträta skulle innebära att fler träd faller i stormar, vilket i sin tur innebär ökad risk för utbrott av granbarkborre.

Frosten dödar i känsliga lägen

Trots att antalet frostdygn i området runt Hjälmar förväntas minska med närmare 50 % kommer risken för frostsador på gran troligen att öka i framtidens klimat.

Skogforsk (2023) beskriver enligt följande varför risken för frostsador kan komma att öka i ett framtida klimat. Tiden för granens skottskjutning kommer att inträffa tidigare i takt med att vårarna blir varmare. Antalet frostillfällen efter skottskjutningen kommer då att öka och därmed också risken för frostsador.

Olika förebyggande åtgärder för att minska risken för frostsador på gran blir därmed mer angelägna.

Åtgärder i skogsbruket kring Hjälmar för att möta det framtida klimatet

Ståndortsanpassning

Vikten av att rätt trädslag växer på rätt ställe i skogen ökar i ett framtida klimat där träden sannolikt utsätts bland annat för mer torra sommartid, större nederbörd vintertid och ökad påfrestning från starka vindar när marken inte längre är frusen.

Större försiktighet med att plantera gran på såväl torrare som fuktigare marker hör till det som är viktigast när det gäller ståndortsanpassning. Vad gäller torra marker är Skogsstyrelsens slutsats (2019) generellt för landet, att ståndortsanpassningen på torra marker behöver bli betydligt bättre. Man konstaterar på denna punkt också att detta har en stark koppling till förbättrad viltförvaltning.

Även i området runt Hjälmar blir det mer angeläget att i större utsträckning uppmärksamma behovet av ståndortsanpassning framöver. Analysen av gran på felaktig ståndort inom undersökningsområdet visade att arealerna av granskog på olämpliga torrare marker är starkt begränsad inom undersökningsområdet. Monica Pettersson och Mattias Engman vid Skogsstyrelsen i Örebro respektive Södermanlands län har dock båda uppfattningen att gran har planterats på marker som inte är väl lämpade för trädslaget. I vart fall i Södermanlands län har en viss ökad försiktighet med att plantera gran kunnat märkas i spåren efter granbarkborrens framfart (Mattias Engman).

Nedlagd åkermark och sjösänkingsmark

Skogsstyrelsen förespråkar ståndortsanpassning i sin verksamhet. Monica Pettersson vid Skogsstyrelsen Örebro uppfattar att medvetenheten om risken med att plantera gran på olämpliga marker ökat under senare år i spåren efter granbarkborrens framfart. Nedlagd åkermark är generellt tveksam som ståndort för plantering av gran. Sjösänkingsmarken, den tidigare sjöbottnen, inom undersökningsområdet har ibland planterats med gran. Här drabbas granbestånden ganska ofta av angrepp av honungsskivlingar som innebär att granskogen behöver avverkas, i vissa fall tidigare än vad markägaren hade planerat. Varför honungsskivlingen angriper på just dessa marker vet man inte. En teori kan vara att åkermarken saknar konkurrerande svampflora och att honungsskivlingarna därför lättare tar över (Monica Pettersson).

Blandskog minskar risken

Skog som bara består av en trädart och som även i övrigt är likformig drabbas lättare av skador av olika slag. Litteraturen anger att homogena granbestånd blir känsligare för störningar som stormar, insektsangrepp och rotröta.

En skog som består av två eller ännu hellre flera olika trädslag innebär också i sig en riskspridning när den ändå påverkas av större störningar. Om alla träd av en art skulle

drabbas och dö av en skadegörare finns ändå ett stort antal träd av andra arter kvar i skogen.

En blandskog innebär också på annat sätt en riskspridning. Det är lockande att plantera eller gynna trädslag som i dagsläget är de bäst betalda när de avverkas. Vid den tidpunkt, långt in i framtiden, då träden som nu planteras är avverkningsmogna är det dock osäkert vilka trädslag som efterfrågas mest och betalas bäst.

Det regionala skogsprogrammet för Sörmland (Region Sörmland m.fl. 2022) konstaterar följande på temat blandskog: ”För att skapa framtidens motståndskraftiga skogar kommer det förmodligen krävas en blandning av trädslag och varierade skogsskötselmetoder.”

Blandskog bromsar granbarkborren

Ju större andel gran det finns i ett landskap desto lättare hittar granbarkborren granar som är lämpliga att angripa.

Trädslagsrena granbestånd drabbas hårdare än blandskogar av granbarkborreangrepp. Av blandskogarna hade de med lövträd lägst andel barkborreangrepp (Skogsstyrelsen 2019b).

Experiment har visat att doft av för respektive insektsart ”fel” trädslag minskar angrepp av bland annat granbarkborre (Kärvemo m.fl. 2016).

Att bygga upp skogsbestånd som består av flera olika trädslag och träd i olika åldrar är ett bra sätt att minska risken för framtida insektskador. Många insektsarters framfart försvåras när deras målart inte är ensamt dominerande. Hlásny m.fl. 2019 med flera betonar vikten av att blanda trädslag.

Blandskog minskar risken för rotröta

Blandskog av lövträd och barrträd har i många studier visat sig vara mindre känslig för angrepp av rotröta än ren barrskog. Man tror att en möjlig förklaring kan vara att löv- och barrförna som faller från olika trädslag i en blandskog kan gynna förekomsten av svamparter som konkurrerar med rottickan. Antalet kontakter mellan de olika granarnas rotträdar minskar också i en blandskog (Stenlid m.fl. 1995).

Gynna förutsättningar för granbarkborrens fiender

En skog med stor variation och förekomst av död ved ger goda förutsättningar för granbarkborrens fiender och är troligen mer motståndskraftig mot granbarkborrens angrepp jämfört med likformiga skogar med grandominans och utan död ved. Det är också viktigt att vid bekämpningen av granbarkborren inte göra åtgärder som missgynnar granbarkborrens fiender och samtidigt inte har någon effekt för att begränsa granbarkborren.

Skogsstyrelsen listar följande förslag till hur granbarkborrens fiender kan gynnas (Skogsstyrelsen 2023a).

- Spara klena träd och träddeklar av både gran och andra trädslag som inte granbarkborren gillar. Då gynnar du andra barkborrearter, vilket i sin tur ökar antalet naturliga fiender eftersom de får mer att äta.

- Öka andelen tall. Det gynnar bland annat myrbaggen som är en av de viktigaste fienderna till granbarkborren.
- Genom skogsskötsel som släpper in mer ljus i granbestånd kan man gynna pollen- och nektarproducerande växter. Dessa näringskällor gör att parasitsteklar lever längre och kan producera flera ägg.
- Undvik bekämpningsmetoder som innebär att antalet fiender minskar i relation till antalet granbarkborrar. Vid vinteravverkning finns till exempel risken att fler styltflugor än granbarkborrar stryker med.
- Agera snabbt när du upptäcker nya angrepp av granbarkborre. Om du fräser bort all bark på stamdelar som är grövre än 10-15 cm, dödar du granbarkborrarna innan de naturliga fienderna hinner lägga sina ägg. Då letar fienderna i stället upp andra angripna granar (som du inte upptäckt) och lägger sina ägg där.
- Låt de granbarkborredödade granar som du inte hittat i rätt tid stå kvar om det inte är ekonomiskt lönsamt att ta vara på virket. Avverkning av dessa träd riskerar att drabba fienderna hårdare än granbarkborren.
- Gynna hackspettarna genom att spara gamla träd som börjar få bohål. Hackspetten gillar särskilt asp, men även grova högstubbar och grova döda stående träd av alla trädslag.

Lövskog mindre drabbad av stormfällning

Lövskog är över lag mindre drabbad av stormfällning jämfört med barrskogar. Detta beror i första hand på att lövträden saknar löv under vinterhalvåret då stormarna oftast inträffar och därför har mindre vindfång.

Det verkar inte klart om inslag av lövträd i en granskog skulle minska risken för stormfällning. Risken för stormfällning av gran beror på många olika faktorer som om gallring nyligen genomförts, skogens vindexponering och markfuktigheten.

För att minska risken för stormfällning är ett råd om skötsel att man inte ska gallra granskogen efter att den nått 20 meters höjd, skogen blir känsligare efter en gallring och generellt är en stor del av träden som blåser omkull de som har högre höjd (Skogseko 2020).

Begränsa och hantera viltbetet

Klövsvilt är en värdefull tillgång på flera sätt, samtidigt som skadorna viltet orsakar lokalt upplevs som så omfattande att det är svårt att bedriva lönsamt skogs- och jordbruk (Region Sörmland m.fl. 2022).

Skogsstyrelsen har beräknat att hjortdjurens skador på skogen motsvarar en minskning av BNP för skogsbruket och skogsindustrin om sammantaget 7,2 miljarder kronor per år totalt i Sverige (Skogsstyrelsen 2023b).

Viltbetet skadar unga tallplantor allvarligt och innebär ofta att lövträdsplantorna betas bort eller stympas i späd ålder. Av denna anledning har skogsägarna i stor utsträckning inriktat skogsbruket mot att plantera och gynna gran.

Skogsstyrelsen (2019) sammanfattar problematiken kring viltbete och hur det hänger ihop med en ensidig inriktning mot gran på följande sätt: ”Om problemen med

granbarkborre ska kunna hållas på en hanterbar nivå på lång sikt måste därför först klövviltstammarna regleras ner till en nivå som tillåter föryngring av fler trädslag på sin respektive optimala ståndort...”

Mattias Engman beskriver att det i spåren efter granbarkborrens härjningar i Södermanlands län finns många kalhyggen som snabbt intas av lövplantor och menar att detta ger ökade förutsättningar för naturlig föryngring av lövträd. Överflödet av lövplantor skulle kunna innebära att viltet inte hinner beta allt löv och att flera lövplantor än tidigare därmed hinner utvecklas till lövträd (Mattias Engman).

Återskapa och bevara fuktiga miljöer

Ett framtida torrare klimat innebär att det blir än mer viktigt att bevara och återskapa fuktiga och blöta miljöer i skogen. Behovet ökar av skyddszoner längs vattendrag, sjöar, våtmarker och fuktig skogsmark.

Återvätning och minskad dikesrensning är en åtgärd som kan vara effektiv för att möta ett framtida torrare klimat.

Ett hänsynsfullt hyggesfritt skogsbruk bidrar också till att fuktiga miljöer bevaras intakta.

Återvätning av dikad skogsmark kan också bidra till att skapa barriärer för brand i ett landskap och samtidigt minska tillgången på torr torv som kan brinna länge.

Generellt är återvätning alternativt fortsatt försumpning en mycket bra åtgärd för att minska läckage av koldioxid från dikad skogsmark. Det finns dock risk för att vissa typer av marker börjar producera metan efter återvätning. I vissa lägen kan också vattenkvalitén försämrans nedströms. Detta är risker som bör värderas innan beslut tas om återvätning.

Många biotoper och arter som är beroende eller gynnas av fuktiga eller blöta förhållanden i skogen är i dagsläget undanträngda. Generellt har bevarande av fuktiga och blöta miljöer liksom återvätning också stor positiv betydelse för biologisk mångfald.

Hyggesfritt kan ge färre översvämningar

En skog kan fånga över hälften av ett regn i trädkronorna (Skogsstyrelsen 2019b). Flödet i bäckar och åar jämnas därför ut i skog med sammanhängande trädskikt på ett helt annat sätt än i skogsmark med stort inslag av kalhyggen. Denna ekosystemtjänst blir viktigare i ett framtida klimat där intensiva och mer ojämnt fördelade regn blir vanligare. Hyggesfritt skogsbruk kan därmed minska risken för översvämningar och skador på bebyggda miljöer och infrastruktur.

Granen är vårt artrikaste trädslag

Mycket av problematiken i denna rapport kretsar kring granen som trädslag.

Samtidigt som man kan konstatera att en ensidig odling av gran kan medföra en rad problem är det viktigt att uppskatta granen som en naturlig del av våra skogsekosystem.

Granen anses faktiskt vara den trädart som har flest arter knutna till sig. Artdatabanken har uppskattat att den är viktig för inte mindre än 1 100 arter, medan 370 arter är

specialiserade att enbart leva på gran. En stor del av arterna utgörs av skalbaggar som lever på granens döda ved och svamparter som bildar mykorrhiza på granens rötter (Ehnström och Holmer 2019).

Referenser

Tryckta källor

- Angelstam, P. Hållbart nyttjande av skogen - visioner för de svenska skogslandskapen. Rapport skog Nr 3 2022. SLU.
- Björkman, C. och Stenlid, J. 2013. Svampar och insekter. Rapport från Future Forests 2009-2012. Future Forests rapportserie 2013:5. 2010.
- Ehnström, B. och Holmer, M. 2019. Gran. Grann, grandios och rik.
- Ekologigruppen och Metria. 2021. GIS-analys lövstrukturer i skogslandskapet rung Hjälmarens i Västmanlands Södermanlands och Örebro län. 2021-12-21.
- Jentzen, M., Kullgren, E., Hultén E-L. 2014. Skogspraktikan. Varför vi bör gå över till naturnära skogsbruk.
- Jentzen, M. 2021. Tjäderanpassat skogsbruk. En tjäderlekplats i Västra Götalands län.
- Hlásny T., Krokene P., Liebhold A. m.fl. 2019. Living with barkbeetles: impacts, outlook and management options. European Forest Institute. From Science to Policy 8.
- Kamińska, A., m.fl. 2021. Mass outbreaks and factors related to the spatial dynamics of spruce bark beetle (*Ips typographus*) dieback considering diverse management regimes in the Białowieża forest. Forest Ecology and Management. Volume 498.
- Karlsson, M. 2021. Konsten att hugga träd och ha skogen kvar.
- Kärvemo, S., Johansson, V., Schroeder, M. & Ranius, T. 2016. Colonisation-extinction dynamics of a tree-killing bark beetle. *Ecosphere*. 7:e01257.
- Kärvemo, S., Van Boeckel, T.P., Gilbert, M., Grégoire, J-C., & Schroeder, M. 2014. Large-scale risk mapping of an eruptive bark beetle - Importance of forest susceptibility and beetle pressure. *Forest Ecology and Management* 318: 158-166.
- Länsstyrelsen i Södermanlands län. 2019. Regional handlingsplan för grön infrastruktur i Södermanlands län. Rapport nr 2019:20.
- Länsstyrelsen i Örebro län. 2019:12. Handlingsplan för grön infrastruktur i Örebro län – kunskapsunderlag och åtgärder. Publikationsnummer 2019:2.
- Länsstyrelsen i Örebro län. 2020. Örebro läns skogar ur ett klimatperspektiv. Publikationsnummer 2020:5.
- Länsstyrelsen i Örebro län. 2021. Skogsprogram för Örebro län. Publikationsnummer 2021:14.
- Länsstyrelserna i Örebro, Västmanland och Södermanlands län, m.fl. Hjälmarlandskaps lövmiljöer. En rik kulturbygd med höga natur- och produktionsvärden. Bruka, Värna, Värda.
- MSB. 2016. Framtida perioder med hög risk för skogsbrand enligt HBV-modellen och RCP-scenarier. Rapport april 2016.
- MSB. 2022. Klimatförändringarnas effekter på förekomsten av naturolyckor. Publikationsnummer MSB2107.
- Nilsson, S. B. Skilj på prognos och scenario. Kritik mot SKA 22 från professor Sten B Nilsson.
- Olsson, R. 2010. Rottröta. Skogens värsta skadegörare. Future Forests. Reportage 3. September 2010.
- Peichl, M., Martinez-Garcia, E. Fransson J. E. S., Wallerman, J., Ludon, H., Lundmark, T., Nilsson M. B. 2023. Landscape-variability of the carbon balance across managed boreal forests. *Global Change Biology*. 2023:29:1119-1132.
- Region Sörmland m.fl. 2022. Regionalt skogsprogram i Sörmland. Handlingsplan 2022-2030.
- Skogsstyrelsen. 2015. Skogen i ett varmare klimat.
- Skogsstyrelsen. 2015. Effekter av ett förändrat klimat -SKA 15. Rapport 12/2015.
- Skogsstyrelsen. 2016. Effekter av klimatförändringar på skogen och behov av anpassning i skogsbruket. Rapport 2016/2.
- Skogsstyrelsen. 2017a. Skogsträdens genetiska mångfald: status och åtgärdsbehov. Rapport 2017/7.
- Skogsstyrelsen. 2017b. Naturlig föryngring av tall och gran. Skogsskötselserien nr 4.
- Skogsstyrelsen. 2019a. Skogsbrukets kostnader för viltskador. Åtterrapporering till regeringen. 2019/16.

- Skogsstyrelsen. 2019b. Klimatanpassning av skogen och skogsbruket -mål och förslag på åtgärder. Rapport 2019/23.
- Skogsstyrelsen. 2021. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – bakgrund och motiv till val av scenarier. Rapport 2021/6.
- Skogsstyrelsen. 2022. Skogliga konsekvensanalyser 2022 – syntesrapport. Rapport 2022/11.
- Skogsstyrelsen m.fl. Hjälmjarlandskapets lövmiljöer. För dig som vill satsa på björkproduktion i din skog. Bruka, Värna, Vårda.
- SLU. 2011. Insekter och klimatförändringar – vad vi vet, tror oss veta och inte vet. Fakta Skog Nr 6, 2011.
- SLU. 2022. Inventering av granbarkborreangrepp i Götaland och Svealand 2022.
- SLU. 2023a. Granbarkborrens fiender – vilka är de och vilken betydelse har de. Fakta skog 3/2023.
- SLU. 2023b. Skogsdata 2023.
- SMHI. 2022. Observerad klimatförändring i Sverige 1860-2021. Klimatologi Nr 69, 2022.
- Stenlid, J., Swedjemark, G. och Vollbrecht, G. 1995. Rotröta drabbar inge bara gran. Fakta skog. Nr 12 1995.
- Sturm, K. 1993. Zeitschrift für Ökologi und Naturschutz 2.1993, 181-192.
- Sweco. Förutsättningarna för de areell näringarna kring Hjälmarens. En näringslivsanalys.
- Thor, M., Ståhl, G., Stenlid, J. 2004. Räkna med rotröta: nytt hjälpmedel för skoglig planering. Resultat / Skogforsk, 1103-4173 ; 2004:13. Uppsala: Skogforsk.
- Wermelinger, B., Mathis, D. S. 2021. Natürliche Feinde von Borkenkäfern. Merkblatt für die Praxis 67/2021.
- Willén, E., Johansson, F., Jacobsson, S., Keskitalo, C., och Friberg, G. 2021. Kartering av skog på felaktig ståndort. Studie med nationellt tillgängliga geodata. Skogforsk. Arbetsrapport 1091-2021.

Digitala källor

- DigitaltMuseum. 2023. Karta över Hjälmarens och Kvismarens sjösänkning 1878-1887, torrlagd mark. <https://digitaltmuseum.se/021016179906/karta-over-hjalmarens-och-kvismarens-sjosankning-1878-1887-torrlagd-mark> [Hämtad 2023-09-05]
- Europeiska kommissionen. 2023. Klimatförändringarnas konsekvenser. https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sv // [hämtad 2023-10-13]
- Föreningen & Tidningen Skogen. 2023. Granen kinkig med vatten. Föreningen & Tidningen Skogen. <https://www.skogen.se/nyheter/granen-kinkig-med-vatten/> [Hämtad: 2023-10-18]
- Nature. 2022. EU-Trees4F, a dataset on the future distribution of European tree species. Nature. <https://www.nature.com/articles/s41597-022-01128-5> [hämtad 2023-11-28]
- Skogseko. 2020. Förebygg risk för stormskador. Skogseko nr 4 2020. <https://e-tidning.skogseko.se/p/skogseko/skogseko-nr-4-2020/a/forebygg-risk-for-stormskador/1525/360833/17559009> [hämtad 2023-10-12]
- Skogforsk. 2023. Risken för frostskador på gran kan komma att öka i ett framtida klimat. Skogforsk. <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2021/risken-for-frostskador-pa-gran-kan-komma-att-oka-i-ett-framtida-klimat> [Hämtad: 2023-10-16]
- Skogsstyrelsen. 2023a. Granbarkborrens naturliga fiender. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/bruka-skog/skogsskador/insektsskador/granbarkborre/granbarkborrens-fiender/> [Hämtad: 2023-10-17]
- Skogsstyrelsen. 2023b. Nationell inventering: var tionde ungtall skadad senaste året. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/nyhetslista/nationell-inventering-var-tionde-ungtall-skadad-senaste-aret2/> [Hämtad: 2023-10-16].
- SMHI. 2023a. Fördjupad klimatscenariotjänst. SMHI. www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/fordjupade-klimatscenarier/met/orebro_lan/rcp45/2071-2100/year/abs [Hämtad: 2023-09-11]
- SMHI. 2023b. Fördjupad klimatscenariotjänst. SMHI. 2023. Klimatindikator – geostrofisk vind. SMHI. www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-geostrofisk-vind [Hämtad: 2023-09-11]
- SMHI. 2023c. Fördjupad klimatscenariotjänst. SMHI. 2023. Stormskador i framtiden. www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimat effekter/stormskador-i-framtiden-1.7080 [Hämtad: 2023-09-11]

Skogen kring Hjälmaren
Slutversion
1 december 2023

Muntliga källor

Monica Pettersson, skogskonsulent, Skogsstyrelsen Örebro.

Mattias Engman, skogskonsulent, Skogsstyrelsen Nyköping.

Bilaga 1. Metodik för GIS-analyser

Täthetsanalys granskog, gran- och barrblandskog samt trivial- och ädellövskog

I följande steg beskrivs formateringen av indata och täthetsanalys, samt urvalet av potentiella trakter för aktuella trädslag: Samtliga analyssteg genomfördes i ArcGIS Desktop med dokumentation av analysen i Model Builder.

1. Underlag för geografisk avgränsning av granförekomster utgjordes av NMD, exempel för granskog: Klass IN ('Granskog (på våtmark)', 'Granskog (utanför våtmark)').
2. Täthetsanalysen [Focal statistics; neighbourhood=circle, statistics type=SUM] genomfördes på avståndet 797 meter, vilket motsvarar 200 ha. Analysen har inte tagit hänsyn till eventuella kanteffekter, utan omfattar bara utredningsområdet.
4. För varje cell (10*10 meter) räknades värdet om till värdekärntäthet i procent genom att dela värdet med maxantal celler i respektive sökfönster vilket motsvarar 100% täthet.

Kartering av gran på felaktig ståndort

I följande steg beskrivs formateringen av indata och kartering av granskog på felaktig ståndort – dvs områden där det finns ökad risk för att granen drabbas av nedsatt vitalitet: Här definierat som områden med förekomst av gran, på torr mark, i kombination med grov textur på jordarten (både sediment och moränmarker).

Samtliga analyssteg genomfördes i ArcGIS Desktop med dokumentation av analysen i Model Builder. Analysen följer föreslagen kartering av gran på felaktig ståndort enligt Willén et al. (2021).

1. Underlag för geografisk avgränsning av granförekomster utgjordes av Nationella marktäckedata (NMD) basskikt ogeneraliserad v 1.0 2018 [Klass IN ('Granskog (på våtmark)', 'Granskog (utanför våtmark)')] samt i ett scenario utökat med gran och barrblandskog [Klass IN ('Granskog (på våtmark)', 'Granskog (utanför våtmark)', 'Barrblandskog (på våtmark)', 'Barrblandskog (utanför våtmark)')].
2. Underlag för geografisk avgränsning av torr mark utgjordes av Nationella Markfuktighetsindex [MFI <10]. I klassen Torr inkluderas 1-19, tröskelvärdet 10 användes för att minska överlappet med frisk mark. MFI bedöms vara en god indikator på rörligt markvatten.
3. Underlag för geografisk avgränsning av jordarter med grov textur SGU Jordartskarta. Västra delen av utredningsområdet 1:25 000 och resterande delen 1:50 000. Underlaget omvandlades till ett raster [10*10 meter och snappades till NMD]. Urval av jordarter enligt Tabell 1. i Willén et al (2021); SGU Kod

definierat som olämplig jordart för gran Klapper och sten, samt grus [JG2 IN (34, 51, 92, 57, 62, 8803, 9336, 93)] samt Grovsand och sandig morän [JG2 IN (10, 31, 55, 13, 8809, 95, 9299)]. I utredningsområdet förekommer endast kod 34, 57 samt 10, 31, 13 och 95.

4. De tre rastren (granförekomst=100, förekomst av torr mark=10 och förekomst av olämplig jordart 1= Klapper och grus 2= Grovsand och Sandig morän) summerades i Raster calculator
["%Extract_NMD_AB_Granskog_Reclass%" +
"%Extract_NMD_MFI_56_Reclass%"+"%Jordart_merge_Clip_urval_olämpliga_Reclass%"]. Beräkningen resulterade i ett raster med tre klasser:

111 – Granskog, MFI <10, Olämplig jordart (klapper eller grus)

112 - Granskog, MFI <10, Olämplig jordart utökad (grovsand och sandig morän)

0 – Övriga värden (ej olämpliga ståndorter eller ej förekomst av gran)

Bilaga 2. Beskrivning av SMHI:s klimatscenario

Beskrivning av RCP4,5 för Örebro län

Nedan ges en mer detaljerad beskrivning av SMHI:s klimatscenario RCP4,5 för Örebro län. Referensperioden är, med vissa angivna undantag, tidsperioden 1971-2000.

Högre årsmedeltemperatur

Scenariot visar att klimatet i Örebro län förändras utöver den naturliga variationen för perioden 2071-2100. Temperaturen ökar under alla årstider, men den största temperaturökningen sker under december-februari. Under referensperioden var medeltemperaturen per år för hela Örebro län 5,4 °C. Medeltemperaturen per år beräknas enligt scenariot nå en temperatur om 8,1°C för perioden 2071-2100.

Högsommardygn

Antalet högsommardygn (dygn per år då dygnets maxtemperatur är över 25°C) ökar från 10,5 för referensperioden till 25,5 för perioden 2071-2100. Längsta period med högsommardygn under 1971-2000 var 4,4 dygn per år för Örebro län. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer den längsta perioden med högsommardygn vara 9,2 dygn per år för perioden 2071-2100. Detta innebär att antalet högsommardygn mer än fördubblas.

Kalla dygn

Antalet kalla dygn (dygn då dygnets högsta temperatur understigit - 7°C) minskar från 12,5 under referensperioden till 3,2 för perioden 2071-2100. Scenariot innebär därmed att antalet kalla dygn reduceras till 25 % av det som uppmättes under 1900-talets sista årtionden.

Nollgenomgångar

Begreppet nollgenomgångar innebär antalet dygn då temperaturen växlar mellan minusgrader och plusgrader. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer antalet nollgenomgångar minska från 87 (1971-2000) till 67,9 (2071-2100).

Längre vegetationsperiod

Vegetationsperiodens start

Vegetationsperiodens start är det första dygnet i en sammanhängande period om sex dygn då dygnsmedeltemperaturen under alla sex dygnen är över +5 °C.

Under referensperioden var vegetationsperiodens start för hela Örebro län den 20 april (dag 110 från 1 januari). Om klimatet utvecklas enligt scenariot

kommer vegetationsperioden att starta 20 mars (dag 79 från 1 januari) för perioden 2071–2100.

Vegetationsperiodens längd

Vegetationsperiodens längd är antal dagar från vegetationsperiodens första dag till och med den sista. Under referensperioden var vegetationsperiodens längd för Örebro län 185 dygn per år. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer vegetationsperiodens längd att uppgå till 231 dygn för perioden 2071–2100. Vegetationsperiodens längd kommer därmed att öka med nästan 25 %.

Ökad och kraftigare nederbörd

Under referensperioden var medelnederbörden per år för hela Örebro län 61 mm/månad. Scenariot ger en medelnederbörd per år om 68 mm/månad för perioden 2071–2100. Scenariot innebär en ökning av årsmedelnederbörden med cirka 11 %.

Under referensperioden var antalet dygn med kraftig nederbörd (> 10 mm/dygn) per år för hela Örebro län 18,6. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer antalet dygn med kraftig nederbörd per år öka till 22,6 för perioden 2071–2100, det vill säga en ökning med drygt 20 %

Antalet dygn med extrem nederbörd (>20mm/dygn) förutsägs öka från 3,0 till 4,4 under motsvarande perioder, en ökning med närmare 50 %

Tidpunkt för nederbörd

Under december-februari ökar nederbörden från 51 mm/månad till cirka 60 mm/månad (perioden 2021-2100) för Örebro län. Under mars-maj ökar nederbörden från 48 mm/månad till cirka 57 mm. Under juni-augusti ökar nederbörden från 75 mm/månad till cirka 81 mm/månad. Under september-november ökar nederbörden från 69 mm/månad till cirka 72 mm/månad.

Det vill säga nederbörden ökar mest under perioden december till maj och ökar minst under september till november.

Liten förändring av torka

Längsta torrperioden

En period utan nederbörd kallas torrperiod och beskriver årets eller säsongens längsta torrperiod.

Under referensperioden var den längsta torrperioden per år för hela Örebro län 20,5 dygn. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer den längsta torrperioden att uppgå till 20,0 dygn per år för perioden 2071–2100. Scenariot innebär således inte en ökning av de längsta torrperioderna.

Torra dygn

För att det ska uppkomma allvarlig torka krävs en längre period utan nederbörd. Ett mått på torka är antalet torra dygn under en viss period.

Under referensperioden var antalet torra dygn per år för hela Örebro län 241. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer antalet torra dygn att minska till 239 för perioden 2071-2100. Scenariot innebär således inte en ökning av antalet torra dygn.

Samtidigt bör man komma ihåg att ökade temperaturer leder till ökad avdunstning vilket i sig kan leda till ökad torka.

Mildare vintrar

Den största temperaturökningen för Örebro län sker under månaderna december–februari och vintersäsongen blir därmed kortare och mildare.

Färre frostdygn

Antalet frostdygn under referensperioden var för Örebro län 144 per år. Om klimatet utvecklas enligt scenariot kommer antalet frostdygn minska till 98 per år för perioden 2071-2100. Antalet frostdygn beräknas därmed minska med drygt 30 %.

Vindhastighet och stormar förväntas inte öka

Geostrofisk vind

Eftersom det inte finns några långa homogena tidsserier av uppmätt vindhastighet har geostrofisk vind, en idealiserad genomsnittlig vindhastighet som beräknats utifrån lufttrycksobservationer, använts av SMHI i stället (SMHI, 2023b).

I SMHIs beräkning går det inte att se någon tydlig tendens i geostrofisk vindhastighet för ett geografiskt område mellan Göteborg-Stockholm-Malung för åren 1939-2022.

För södra Sverige finns en tendens att den geostrofiska vindhastigheten har minskat något sedan 1990-talet.

Stormar

Det kan inte påvisas att de senaste svåra stormarna och problemen i deras spår beror på den globala uppvärmningen. Klimatscenerierna ger inga tydliga svar på hur vinden kan komma att förändras i ett framtida klimat (SMHI, 2023c).

Längre brandsäsong

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har tagit fram scenarier för framtida perioder med hög risk för skogsbrand (MSB, 2016). Beräkningsmodellen HBV-Skogsbrand beskriver fuktigheten i de markskikt som har störst betydelse för antändningsrisk i skogsmark. Modellen är verifierad mot statistik på inträffade skogsbränder i Sverige. I modellen beräknas fuktigheten i två markskikt, som bestäms av nederbörd, snösmältning, avdunstning och avrinning till djupare markskikt.

Brandsäsongens start

I och med ett varmare klimat kommer brandrisksäsongen att starta tidigare. Till mitten av seklet (2021-2050) visar scenarierna att starten sker i mitten av juni i Götaland och södra Svealand. I slutet av seklet (2068-2097) visar RCP4,5 att starten tidigareläggs ytterligare någon vecka (MSB 2016).

Brandsäsongens slut

Brandsäsongen avslutades nästan vid samma tidpunkt i hela landet för referensperioden 1961-1990, mellan slutet på juli och mitten på augusti (MSB, 2016).

Till mitten av seklet har slutdatumet förskjutits med ungefär en vecka.

Brandsäsongens längd

Temperaturen sommartid stiger påtagligt medan nederbörden inte förväntas öka i motsvarande grad, vilket leder till ett torra markskikt sommartid. Brandsäsongen blir därmed allt längre och i slutet av innevarande sekel beräknas den vara en månad längre än den var i slutet av 1900-talet.

Risk för ökad mängd åska

Ökad mängd åska nämns av många som ett troligt framtida scenario. I ett varmare klimat kan mängden åska förväntas öka även om mer kvalificerade förutsägelser om detta tycks saknas, SMHI tycks inte göra någon förutsägelse.

Referenser

MSB. 2016. Framtida perioder med hög risk för skogsbrand enligt HBV-modellen och RCP-scenarier. Rapport april 2016.

SMHI. 2023b. Fördjupad klimatscenariotjänst. Klimatindikator – geostrofisk vind. SMHI. www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-geostrofisk-vind [Hämtad: 2023-09-11]

SMHI. 2023c. Fördjupad klimatscenariotjänst. Stormskador i framtiden. www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimat effekter/stormskador-i-framtiden-1.7080 [Hämtad: 2023-09-11]