



Kandidatarbete
i skogsvetenskap
Fakulteten för skogsvetenskap

2015:27

**Invasiva arter i Sverige vid ett förändrat klimat -
En fallstudie med *Acer pseudoplatanus* L. och *Dothistroma*
needle blight**

*Invasive species in Sweden in a changing climate -
A case study of *Acer pseudoplatanus* L. and *Dothistroma* needle blight*

Louise Åkerstedt & Marie Löfgren

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,
Handledare: Per Hansson, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0592 Nivå: G2E

Umeå 2015



Kandidatarbete i skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges Lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Louise Åkerstedt & Marie Löfgren
Titel, Sv	Invasiva arter i Sverige vid ett förändrat klimat - En fallstudie med <i>Acer pseudoplatanus L.</i> och <i>Dothistroma</i> needle blight.
Titel, Eng	Invasive species in Sweden in a changing climate - A case study of <i>Acer pseudoplatanus L.</i> and <i>Dothistroma</i> needle blight.
Nyckelord/ Keywords	Främmande arter, klimat, medeltemperatur, medelnederbörd, utbredningsområde/ Alien species, climate, mean temperature, mean precipitation, geographic range
Handledare/Supervisor	Per Hansson, Institutionen för skogens ekologi och skötsel & VOX Natura/ Department of Forest Ecology and Management
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

Förord

Detta arbete består av en litteraturstudie som behandlar de två invasiva arterna *Dothistroma needle blight* och sykomorlönnen (*Acer pseudoplatanus L.*). Ett kartanteringsarbete i GIS-programmet ArcMap 10.2 har utförts.

Idén till arbetet uppkom efter en del funderingar över aktuella och framtida problem inom svenskt skogsbruk. Nya skadegörare och nya arters framfart i samband med klimatförändringar fångade vårt intresse.

Syftet med arbetet är att upplysa om två olika invasiva arters påverkan och spridning i det svenska skogslandskapet, givet de potentiellt kommande klimatförändringarna.

Vi vill tacka vår handledare Per Hansson för hans positiva stöd och handledning under arbetets gång. Vi vill även tacka Anders Pettersson, på avdelningen för landskapsanalys vid institutionen för skoglig resurshushållning, för hans högst uppskattade hjälp.

SAMMANFATTNING

Vårt klimat är under förändring, vilket leder till förändringar i den svenska skogen. Denna studie behandlar två invasiva arters potentiella utbredning i Sverige år 2098 med kommande klimatförändringar. Studien berör skadesvampen *Dothistroma needle blight* och trädet sykomorlönn, *Acer pseudoplatanus*. I studien användes klimatscenarier från SMHI:s forskningscenter Rossby Centre. Klimat- och kartdata hämtades från SMHI:s databas SCID samt från Lantmäteriet och behandlades i GIS-programmet ArcMap. Klimatscenariot RCP 8.5 valdes, vilket innebär nuvarande klimatpolitik och en ökning av växthusgasutsläppen. Klimatindex som användes i studien är bland annat medeltemperatur och medelnederbörd. Resultatet visar att stora delar av Sverige har, med tanke på temperatur och nederbörd, passande klimat för *Dothistroma needle blight* såväl som för sykomorlönn. Eftersom *Dothistroma needle blight* i första hand angriper tall kommer denna vara begränsad till de områden som i framtiden föryngras med tall. Något som kan komma att öka eftersom tall tros klara klimatförändringar bättre än gran. Områden ej passande för *Dothistroma* är till exempel fjällkedjan, Mälardalen och Gotland. *Dothistroma* gynnas av ihållande och rikligt regn. Antal dagar med nederbörd kommer vara tämligen jämt fördelat över landet medan dagar med riklig nederbörd kommer vara begränsade till västkusten och fjällkedjan. Passande klimat för sykomorlönnen, med tanke på temperatur och nederbörd, kommer finnas över i stort sett hela landet, med undantag för fjällkedjan och större delen av Lappland. Sykomorlönnen kommer förmodligen i större utsträckning begränsas av jordart. Bäst trivs den på lerig mark vilket främst finns i Skåne, mellansvenska sänkan och på några få platser vid floddeltat längs norrlandskusten. Däremot kommer den, liksom andra träd, gynnas av den längre växtsäsongen.

Nyckelord: främmande arter, exoter, klimat, introduktion, utbredningsområde.

SUMMARY

Our climate is changing and this will cause an alteration in the Swedish forests. This study will deal with the potential range of two invasive species in the year of 2098 in Sweden, given a climate change. The two species that are investigated are the fungal disease *Dothistroma* needle blight and the Sycamore maple. During the study future climate-scenarios from the SMHI:s reaserchcenter, Rossby Centre, were used. Climate- and map data were collected from the SMHI database, SCID and from Lantmäteriet. It was processed in a GIS- program called ArcMap. The climate scenario RCP 8.5 was chosen, which indicates present climate politics and an elevation of the greenhouse gases. Climate indexes such as, mean temperature and mean precipitation were used. The results show that most parts of Sweden, given the future environment, provide both the *Dothistroma* needle blight and the sycamore tree with an appropriate climate. Since the *Dothistroma* needle blight, firstly attacks pine it will be confined to the areas where pine is grown. These areas are likely to increase since it is believed that in the future pine will cope with the climate changes better than spruce. Areas believed not to be suitable for *Dothistroma* are for example the Swedish mountains, Mälardalen and Gotland. *Dothistroma* is benefited by continuous rain and heavy rain. Whilst the number of days with precipitation will be fairly even across the country, the number of days with heavy rain will be limited to the west coast and the Swedish mountains. Suitable environment for the Sycamore maple, given the future environment, will exist all across Sweden, with the exception of the Swedish mountains and most of Lappland. The Sycamore maple will probably be more restricted by the existing soil type. The tree specoes prefers to grow on clay, which is most abundant in Skåne, the middle Swedish lowlands and in small patches of river deltas along the northern coast. It will, like most other trees, be favored by the prolonged growing season in the future.

Key- words: alien species, exotic, introduction, geographic range.

Innehåll

1. INLEDNING.....	8
1.1 Klimatförändringar	8
1.1.1 Temperatur	8
1.1.2 Nederbörd	9
1.2 Främmande och invasiva arter	9
1.3 <i>Dothistroma</i> needle blight.....	10
1.3.1. Historisk utbredning	10
1.3.2. Nutida utbredning	11
1.3.3. Biologi	11
1.3.4. Bekämpning och kontroll <i>Dothistroma</i>	13
1.4 Sykomorlön, <i>Acer Pseudoplatanus</i>	14
1.4.1 Utbredning, Europa	15
1.4.2. Sykomorlön som invasiv art i Sverige	16
1.4.3. Biologi	17
1.4.4. Miljö	18
1.4.5. Virke och användning	18
1.4.6. Bekämpning och kontroll av sykomorlön	19
1.5. Syfte	19
2. MATERIAL OCH METOD	20
2.1. Litteraturstudie.....	20
2.1.1. <i>Dothistroma</i> needle blight	20
2.1.2. Sykomorlön, <i>Acer pseudoplatanus</i>	20
2.2. Data.....	20
2.2.1. Valda parametrar för <i>Dothistroma</i> needle blight	21
2.2.2. Valda parametrar för sykomorlön, <i>Acer pseudoplatanus</i>	22
3. RESULTAT	23
3.1. <i>Dothistroma</i> needle blight.....	23
3.1.1. Temperatur	23
3.1.2. Volym och utbredning av tall	23
3.1.3. Nederbörd	23
3.2. Sykomorlön, <i>Acer pseudoplatanus</i>	24
3.2.1. Temperatur, nederbörd och jordart	24
3.2.2. Växstsäsongens längd	25

4. DISKUSSION.....	26
4.1 <i>Dothistroma</i> needle blight.....	26
4.2. Sykomorlön, <i>Acer pseudoplatanus</i>	27
4.3. Felkällor och begränsningar.....	28
Litteraturförteckning	29
Bilaga 1.....	34
Bilaga 2.....	35

1. INLEDNING

Som en följd av de senaste decenniernas konstaterade klimatförändringar, finns det vissa farhågor om att det i framtiden skulle kunna bli svårare att odla inhemska trädslag, framför allt i södra Sverige (Skogsstyrelsen, 2013). Inhemska trädslag som tall och gran kan missgynnas av ett förändrat klimat. Ett annorlunda klimat kan också innebära ökade skaderisker med storm, skadeinsekter och patogener. Förändringar som kommer ha negativ påverkan på både enskilda markägare och nationella klimatmål. Främmande arter kan vara både till fördel och till problem för skogsbruket. Nya arter ökar valmöjligheten av trädslag vid förnygring och kanske därmed möjlig ståndortsanpassning. Det finns även invasiva arter som kan utgöra problem vid till exempel skogsförnygring. Arter som hittills skapat problem är bland annat druvfläder, jättebalsamin och jättebjörnlöka. Det har, till och med från myndighetshåll, framförts åsikter om att utan införande av nya trädarter kan skogarna komma att bli glesa, ha låg inbindning av kol och låg produktion av biobränsle (Skogsstyrelsen, 2009).

Vår studie kommer att behandla två invasiva arters potentiella utbredning i Sverige med kommande klimatförändringar. De arter som berörs i studien är skadesvampen *Dothistroma needle blight*, i texten förkortad till *Dothistroma*, och sykomorlönnen (tysklönn), *Acer pseudoplatanus L.*

1.1 Klimatförändringar

Vårt klimat är under ständig förändring. Klimatet förändras naturligt beroende på att avståndet mellan jorden och solen, liksom solens aktivitet varierar över tid. På kortare sikt synliggörs detta genom att vi har olika årstider och på längre sikt kan det leda till mer storskaliga förändringar såsom istider och värmeperioder. De senaste århundraden har dock människans utsläpp i atmosfären haft ett stort bidragande till att klimatet förändras, detta är vad vi idag kallar klimatförändringar (SMHI, Rossby Centre, 2014).

I Sverige, på det statliga institutet SMHI, forskas det en hel del kring klimatet och dess potentiella förändringar. Här används insamlad klimatdata för att ställa upp framtidens klimatscenarier (SMHI, 2014).

Framställandet av olika klimatscenarier kan vara till hjälp när svåra beslut ska tas angående utsläpp och anpassning till klimatförändringar. Olika samhällsaktörer kan få en uppfattning om hur vårt beteende kan påverka framtidens klimat och hur det i sin tur kan komma att påverka oss (SMHI, 2014).

De klimatscenarier som SMHI idag använder är namngivna efter den av människan påverkade strålningsdrivning som uppnås år 2100. Olika strålningsdrivningar representerar olika ökningar av växthusgaser i atmosfären. Jämförelsen görs med förindustriell tid, år 1750. RCP8,5 innebär att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären leder till en strålningsdrivning på $8,5\text{W/m}^2$ år 2100, i jämförelse med förindustriell nivå. Idag är strålningsdrivningen knappt 2W/m^2 .

1.1.1 Temperatur

En klimatafaktor som har förändrats och, som högst troligt, kommer att fortsätta förändras med tiden är temperaturen. SMHI använder en sammanställning av den globala temperaturökningen från FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). I denna sammanställning bedöms jordens medeltemperatur öka mellan $0,3^\circ\text{C}$ och

4,8°C tills slutet av det nuvarande seklet, beroende på vilket scenario man använder sig av. Det finns fyra olika scenarier att välja mellan och det som skiljer dessa åt är hur mycket eller lite växthusgaser, såsom koldioxid, metan och lustgas, man kommer att producera i framtiden. Vi menar att den framtida miljöpolitiken är en aspekt som kan komma att påverka detta i hög grad.

1.1.2 Nederbörd

Även mängden nederbörd kan påverkas med ett förändrat klimat. En global temperaturökning förväntas medföra ett förändrat nederbördsmönster, där kontrasten mellan nederbördsrika och torra områden ökar och skapar mer extrema miljöer (SMHI, 2014). Med ett varmare klimat följer även att mer vatten kan hållas kvar i form av vattenånga i atmosfären och detta kan leda till att tillfällena med störtskurar blir mer frekvent. Brist på eller ett stort överflöd av vatten kan komma att bli ett problem för växter och djur.

1.2 Främmande och invasiva arter

För varje år som går ökar antalet främmande arter i Sverige (Naturvårdsverket, 2015). En främmande art är en art som människan, avsiktligt eller inte, har förflyttat till ett område utanför dess naturliga utbredningsområde. Människan kan ha hjälpt arten att sprida sig över naturliga spridningshinder såsom hav eller bergskedjor (Naturvårdsverket, 2013).

Naturvårdsverket (2015) definierar en främmande art på följande vis:

”En främmande art kan:

*utrota någon av landets egna arter eller bestånd,
förändra ett helt ekosystem,
vara bärare av nya sjukdomar som angriper inhemska arter,
blanda sig med lokala bestånd,
utkonkurrera hotade arter för resurser och livsutrymme,
hybridisera med landets egna arter.”*

Av de arter som kommer till Sverige är det bara ett fåtal som har förmågan att etablera sig och av dessa orsakar mycket få arter störningar eller problem (Naturvårdsverket, 2013). Man ska dock aldrig utesluta att en art, som hittills varit harmlös, kan skapa problem i framtiden. Det kan dröja flera decennier eller till och med sekel innan en introducerad art ställer till problem. Då kan arten vara väl anpassad till sin nya omgivning och i princip omöjlig att bekämpa.

I världen finns cirka 400 trädslag som anses vara invasiva (Björkman, et al., 2013). Ett invasivt trädslag producerar stora mängder frön eller avkommor som kan etablera sig på stort avstånd (>100 meter) från moderträdet.

Idag finns det i Sverige ett hundratal främmande arter etablerade i hav, sjöar och vattendrag och cirka 1400 arter på land. Cirka 380 av dessa räknas som ”invasiva främmande arter” (Naturvårdsverket, 2015). En invasiv art, enligt definitionen ovan, kan skapa problem i naturen och för människan. De kännetecknas alltså av att de kan sprida och etablera sig i nya miljöer på bekostnad av inhemska arter (Björkman, et al., 2013). Skogsstyrelsen (2013) definierar en invasiv främmande art som: ”... vars introduktion eller spridning genom

riskbedömning har konstaterats hota biologisk mångfald och ekosystemtjänster och som också kan ha en negativ inverkan på människors hälsa eller ekonomin”.

Ekosystemtjänster är ekosystems direkta och indirekta bidrag som gynnar människors välmående. Dessa tjänster kan bland annat ge oss rening av vatten och luft, jordbildning, primärproduktion och naturupplevelser.

1.3 Dothistroma needle blight

Dothistroma needle blight, även kallad *Dothistroma* red- band needle blight, är en trädssjukdom som orsakas av *Dothistroma* spp. som i sin tur delas upp i två skadesvamparter, *Dothistroma pini* och *Dothistroma septosporum* (Watt, et al., 2011). Båda arterna ger upphov till sjukdomen (Gothier & Nicolotti, 2013). *Dothistroma* needle blight drabbar i första hand tall och har konstaterats infektera över 80 av 116 arter och underarter inom *Pinus*- släktet (van Gelderen, 1997).

Dothistroma spp. har även konstaterats på ytterligare minst sju trädararter är *Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii* och fem arter av *Picea* (Watt, et al., 2008). Angrepp på de sju övriga arterna har inte varit lika allvarliga som angrepp på *Pinus* spp. Mottagligheten för sjukdomen varierar även inom *Pinus*- släktet.

I frågan om hur mottaglig *Pinus sylvestris* är för *Dothistroma* råder delade meningar (Brown, et al., 2003). Majoriteten av rapporterade fall stödjer att *P. sylvestris* har låg mottaglighet för sjukdomen. Där det rapporterats att *P. sylvestris* drabbats har infektionen varit lindrig även på platser där andra mer mottagliga arter har varit infekterade (Peterson, 1982).

Pinus contorta är ett av de trädslag som är mest mottagligt för *Dothistroma*. *P. contorta* är klassat som ”highly susceptible”, d.v.s. högt mottaglig, av Woods m.fl. (2005).

Dothistromas spridning och utveckling är starkt korrelerad med klimatet (Bulman, 2006). I synnerhet med mängden nederbörd under sommarhalvåret. I hårt drabbade områden kan man se en stark koppling mellan ökade utbrott och mängden nederbörd under vår och sommar samt en höjning av lägsta dygnstemperatur under sensommaren.

1.3.1. Historisk utbredning

I många decennier har *Dothistroma* needle blight varit ett problem i planteringar av exotiska tallar på södra halvklotet (Bradshaw, 2004). Svampens utbredning har nu även ökat på norra halvklotet och drabbar även inhemska trädslag. Svampen angriper ofta tallplanteringar. Monokulturer är särskilt mottagliga, i synnerhet när det gäller arter som befinner sig utanför sitt naturliga utbredningsområde.

Dothistroma spp. observerades i British Columbia, Kanada, under tidigt 1800- tal (Welsh, et al., 2009) och nämndes i text av Doroguin, Ryssland, år 1912. På 1960- talet hittade man svampen i herbariematerial plockat i USA daterat 1914 (Thyr & Shaw, 1964) . Redan då, år 1964, förutspådde man att den skulle kunna ge epidemiska utbrott i Nordamerika och Europa. Samma år hade alla unga bestånd av *Pinus radiata* i östra och centrala Afrika drabbats och även utbrott i Chile och Nya Zeeland rapporterats (Gibson, 1974).

Sedan 1960- talet har svampen spridit sig över norra halvklotet och orsakat stora förluster för skogsbruket (Bradshaw, 2004). Det var under denna tidsperiod den fick fäste i Nordamerika. Drabbade trädararter var *Pinus contorta*, *P.nigra*, *P.ponderosa* och *Pinus radiata* (Gothier &

Nicolotti, 2013; Gibson, 1974; Peterson, 1967). Angreppen spred sig till en början sporadiskt och orsakade ingen större skada i naturliga skogar. De senaste decennierna har svampen även drabbat inhemska trädslag och inte bara exoter (Woods, 2011).

1.3.2. Nutida utbredning

Ett av de värst drabbade områdena är British Columbia, Kanada (Woods, 2011). År 2002 gjordes där en inventering över 21 000 ha som visade att 93 % av 700 bestånd ungskog (under 20 år gamla) hade symptom för sjukdomen. Vid samma inventering rapporterades att 55-åriga bestånd av *P. contorta* hade 20 % avgång beroende på sjukdomen, samt 60 % av träden var hårt drabbade och klassades som döende. Hos dessa träd fanns mindre än 5 % av barrmassan kvar.

I Storbritannien har sjukdomen ökat sedan början av 2000-talet och orsakat hög avgång i plantager av *Pinus nigra* spp. *laricio* och *P. contorta* (Sturrock, et al., 2011). Sjukdomen spred sig snabbt över landet och år 2006 rapporterades att plantager av *P. contorta* var. *latifolia* i Skottland drabbats. Mortaliteten visade sig vara hög, i vissa områden upp till 90 %, även i bestånd som var 50 år och äldre. Den snabba spridningen, både i Storbritannien och i British Columbia, underlättas av stora planteringar med lättmottagliga arter.

År 2008 gjordes en undersökning över passande levnadsområden för *Dothistroma* needle blight med dagens klimat världen över. (Watt, et al., 2008). Klimatmodellen CLIMEX användes för att kartlägga möjliga utbredningsområden. Resultaten baseras på senaste klimatperioden, referensperioden, 1961 – 1990. I princip hela västra Europa, förutom vissa delar av Alperna i Schweiz och östra delarna i Spanien, tros ha passande klimat för skadesvampen. Klimatet i östra Europa har klassats som ”huvudsakligen passande” för *Dothistroma*. Många länder i Europa har rapporterat förekomst av *Dothistroma* (Tabell 1). Länder som fram till år 2008 ej meddelat att *Dothistroma* hittats är bland annat Irland, Nederländerna, Luxemburg, Vitryssland och de baltiska staterna. Även södra delarna av Sverige, Norge och Finland bedöms redan idag ha passande klimat för skadesvampen.

Idag är *Dothistroma* utbredd över stora delar av världen, Eurasien, Afrika, Oceanien, och Amerika (Watt, et al., 2008). Svampen kan växa i många olika miljöer så som t.ex. subarktiskt, kontinentalt, tempererat, medelhavsklimat, subtropiskt och tropiskt (Watt, et al., 2011).

Tabell 1. Länder i Europa där *Dothistroma* spp. påträffats (Watt, et al., 2008).

Table 1. Countries in Europe where *Dothistroma* spp. are found (Watt, et al., 2008).

Bosnien- Hercegovina	Kroatien	Slovakien
Bulgarien	Makedonien	Spanien
Danmark	Montenegro	Tjeckien
England	Polen	Tyskland
Frankrike	Rumänien	Ukraina
Georgien	Schweiz	Ungern
Grekland	Serbien	Wales
Italien	Skottland	Österrike

1.3.3. Biologi

Dothistroma orsakar stor skada på trädens barr och leder till att barren fälls (Gibson, 1974). Sjukdomen etablerar sig oftast först i trädets nedre delar vid grenarnas bas. Därifrån sprider

de sig till trädens yttre och övre delar tills ett kroniskt tillstånd nås. En tydlig gräns mellan sjuka och friska delar går att se (Gothier & Nicolotti, 2013).

Konidiesporen tränger in i barret via stomata, klyvöppningarna, med ett stift som växer in i barret (Gibson, 1974). Härifrån växer hyfer in både mellan och in i cellernas mesofyll, bladkött. Vårdceller dör av giftet som svampen utsöndrar eller av sitt egna inbyggda försvar. Vårdcellen kollapsar efter 32 till 114 dagar och det är då symptomen börjar synas (Peterson, 1973). Tidiga tecken på angrepp är att barren gulnar och uppvisar bruna ränder som kan se ut att vara vattenfyllda. Dessa bruna band byter sedan färg till rött (Gothier & Nicolotti, 2013). De karaktäristiska tegelröda banden syns tvärs över barren, cirka 1- 3 mm breda. Dessa kan vara synliga även efter att barren har dött och ramlat av. Den röda färgen beror på svampens produktion av gifterna mykotoxin och dothistromin (Shain & Franich, 1981).

I nästa stadie av sjukdomen bildas svarta fruktkroppar, pyknider, i de röda banden (Franich, et al., 1986). Fruktkropparna är det som är mest synligt av svampen. Till en början är de vita men blir med tiden mörkt bruna eller svarta. Runt om fruktkroppen kan trasiga celler från barret sticka upp som flagor (Bradshaw, 2004).

Intill de röda banden blir barren gula av död vävnad och omkring denna syns ett mörkgrönt område vilket innehåller celler med hög ligninhalt (Franich, et al., 1986). Änden av det infekterade barret dör och i vissa fall dör hela barret och faller av (Gothier & Nicolotti, 2013). När döda barr faller av skapas så kallade lejonsvansar, barrlösa grena med en tofs av barr längst ut.

Asexuella konidiesporer bildas i de svarta pykniderna och är svampens huvudsakliga spridningskälla. De första konidiesporerna sprids på våren från barr som infekterats året innan (Bradshaw, 2004). Produktionen av sporer kan vara upp till sju månader om året men de flesta infektioner sker från försommar till sensommar beroende på väderförhållanden (Gilmour, 1981; Karadzic, 1989). Sporererna sprids när regndroppar faller ner på dem. På detta vis sprids sjukdomen till nya barr på samma träd (Gibson, 1974), i först hand infekteras nya barr eller barr som är ett år gamla (Bradshaw, 2004). Blött väder är positivt för spridningen av sporer (Peterson, 1973). Sporer kan gro och tränga in i nya barr även vid torrt väder men symptomen kommer inte synas innan luftfuktigheten ökat igen (Bradshaw, 2004; Gadgil, 1977).

Konidiesporer kan hålla sig levande i död vävnad i 2- 6 månader under normala förhållanden och ännu längre om vädret är torrt (Gadgil, 1970). Den långa inkubationstiden tillsammans med närvarande spridningsmaterial leder till att sjukdomen blir kronisk (Gibson, 1974).

Dothistromas sexuella förökning är ännu till stor del okänd. Ascosporer kan bildas i svarta fruktkroppar (apothecier) på barr som släppt trädets och fallit ned på marken (Bradshaw, 2004). Sporer från dessa har dock inte lika stor betydelse för spridningen som konidiesporer (Karadzic, 1989). Förutom med hjälp av regn kan sporer färdas med vinden över långa distanser, upp mot 16 mil (Gilmour, 1967a). De kan även färdas med hjälp av moln som förflyttar sporer över ännu större distanser (Gibson, et al., 1964). Det huvudsakliga spridningssättet för *Dothistroma* till nya regioner anses dock vara genom förflyttning av plantmaterial (Gibson, 1974).

Groning och därmed förmåga att infektera en värd kan ske i ett stort temperaturspann, med minimum på 4,4°C under kontrollerade förhållanden och mellan 7-28°C i fält (Gothier & Nicolotti, 2013; Gadgil, 1967; Peterson, 1967). Den ultimata groningstemperaturen ligger kring 18-20 grader. Temperaturen är dock mindre viktig än luftfuktighet. Vid lägre

temperaturer krävs en lång period med hög luftfuktighet (Bradshaw, 2004). Svampens livslängd beror sedan på temperatur, barrets fuktighet och värdrädet.

Sjukdomens virulens (aggressivitet) beror på miljömässiga faktorer såsom luftfuktighet och temperatur. På norra halvklotet är mängden nederbörd från juni till september en god indikator på hur omfattande sjukdomen kommer att bli (Peterson, 1973). Generellt leder en lång, torr period efter infektionen till mindre aggressiva utbrott och långsammare sjukdomsutveckling än vid blött väder (Bradshaw, 2004; Gadgil, 1977).

Även ljusintensitet har stor påverkan på sjukdomens omfattning. Groningen av konidier och tidig tillväxt påverkas inte av ljuset men utvecklingen av symptom är drastiskt förminskad med låg ljusintensitet (Gadgil & Holden, 1976). Om barrmassan skuggas 5 till 20 dagar efter inkubation syns inga symptom (Ivory, 1977a). Symptomen kan dock utvecklas så snart solskyddet tas bort (Bradshaw, 2004).

Förstörelsen av barrmassan gör att trädets tillväxt minskar och kan i extrema fall leda till att trädet dör (Gibson, 1974). Tillväxtförlusten kan beräknas vid en barrförlust på minst 25 %, varefter den ökar proportionellt med den andel som blivit skadad (Hocking & Etheridge, 1967). När infektionen nått en andel på 75 % av barrmassan upphör tillväxten helt. Diametertillväxten hämmas mer än höjdtillväxten.

Andra studier visar att kopplingen mellan sjukdomens aggressivitet och förlust i tillväxt är speciellt stark när unga, kraftigt fotosyntiserande barr angripits (Gibson, 1974; Woods, 2011). Träd med 20 % infekterade barrmassa hade 20 % lägre volymtillväxt än friska träd och träd med 40 % infektion också hade 40 % lägre volymtillväxt.

1.3.4. Bekämpning och kontroll *Dothistroma*

Att bekämpa *Dothistroma* kan vara möjligt om den upptäcks tidigt och förhållandena är optimala (Gothier & Nicolotti, 2013). I det tidiga stadiet av sjukdomen är långdistansspridning av sporer ovanligt och därför är det lättare att begränsa spridningen. Det krävs många sporer för att en infektion ska ta fart. Långdistansspridning, via till exempel moln, blir inte ett så stort problem innan spridningskällan byggt upp ett tillräckligt stort förråd av sporer. Att utrota svampen helt ses i vissa områden som lönlöst efter som den vanligen sprids in igen från närliggande bestånd.

Det är lättare att stoppa en infektion i en kommersiell skog än i en naturskog, eftersom det kan finnas fler restriktioner som förhindrar t.ex. gallring och andra åtgärder som kan förändrar mikroklimatet. Platser som har relativt högre infektionsrisk är raviner, dalar, grunda fördjupningar och slätter omgivna av högre terräng. Platser med lägre risk för infektion är höga åsar och kullar (Gothier & Nicolotti, 2013).

På södra halvklotet kontrolleras *Dothistroma* needle blight i kommersiellt skogsbruk av framavling av resistent plantor och besprutning med fungicider (Bradshaw, 2004) Ordentligt utförda skogsvårdsåtgärder som beskärning och gallring har också hjälpt för att kontrollera sjukdomen genom att insjuknat material har tagits bort. Borttagning av material gör även att kontakten mellan träden minskar vilket i sin tur minskar sporspridningen från träd till träd, samt ökar luftgenomströmningen mellan träden vilket minskar fuktigheten (Bulman, et al., 2004).

Vid beskärning hamnar träddeklar på marken som snart koloniserar av andra svampar och nedbrytare som kan konkurrera ut *Dothistroma* (Gothier & Nicolotti, 2013). Tiden som *Dothistroma* hinner sprida sina sporer blir mycket kort och risken att den sprider sig längre

distanser är väldigt låg.

Vid fler än 300 stammar per hektar är ingrepp som gallring och beskärning svåra att motivera ekonomiskt (Gothier & Nicolotti, 2013).

Vid nyetablering av bestånd tas plantmaterial fram ur föräldraträd som väljs efter sin resistens. Antingen väljs arter med naturlig resistens, till exempel *P. sylvestris*, alternativt väljs individer från den mest resistenta proveniensens inom en art (Bradshaw, 2004).

Ett beprövat sätt att behandla drabbade bestånd är att bespruta med kopparfungicider. Dessa kan spridas över ett område med hjälp av flygplan vilket kan vara fördelaktigt i svårframkomlig terräng. Fungiciderna dödar konidiesporerna så snart de landar på barrets yta samt när nya sporer släpps ut från konidierna (Gothier & Nicolotti, 2013).

Besprutning är inte bara fördelaktig för att undvika volymförluster utan också för att minimera potentiella hälsorisker orsakade av giftet dothistromin. Dothistromin liknar till strukturen aflatoxin som är ett starkt cancerframkallande gift. Giftet kan utgöra en hälsofara för skogsarbetare som arbetar där träd är insjuknade i *Dothistroma*, speciellt vid blöta väderförhållanden. Dothistromin är inte bara giftigt för växtceller utan också för bakterier, svampar, djur och människoceller (Bradshaw, 2004).

Besprutning kan även vara svårt att motivera ekonomiskt. Ett glest bestånd med många infekterade stammar kan bli svåra att behandla. Då kan det vara mer lönsamt att manuellt ta bort de träd som är infekterade eller beskära de delar som är sjuka (Gothier & Nicolotti, 2013).

Ytterligare sätt att undkomma infektion av *Dothistroma* är att avstå från att plantera känsliga arter i riskzoner. Svampen sprids lätt i monokulturer och därför är heterogena skogar att föredra. Dock är inte heterogena skogar särskilt populärt inom det kommersiella skogsbruket eftersom det inte kan kontrolleras vilket trädslag som föryngras. Har man redan ett känsligt trädslag på marken är risken stor att föryngringen också består av känsliga träd. Att byta till ett mer resistent trädslag kan dessvärre vara sämre både ekonomiskt och tillväxtmässigt. (Gothier & Nicolotti, 2013).

Tester har gjorts för att försöka hitta andra svampar eller bakterier som kan agera som motverkande medel mot *Dothistroma*. Man har funnit att några *Trichoderma* och *Bacillus spp.* har förmågan att ta död på eller hämma tillväxten av *Dothistroma spp.* Bakteriebekämpning har inte testats i praktiken och dess verkan är därmed fortfarande okänd (Gothier & Nicolotti, 2013).

1.4 Sykomorlön, *Acer Pseudoplatanus*

Lönnen har länge varit ett populärt vårdträd och använts i parker och alléer (Arnborg & Hustich, 1953). I Sverige finns tre arter av lönn, skogslönn (*Acer platanoides*), naverlönn (*Acer campestre*) och sykomorlön (*Acer pseudoplatanus*). Skogslönn och naverlönn räknas som inhemska arter medan sykomorlönnen är införd i landet. Sykomorlönnen kom till Sverige redan på 1800- talet (Björkman, et al., 2013) och räknas som introducerad men ”naturaliserad” i södra och mellersta Sverige (Skogsstyrelsen, 2009). Lönnens framtid spåddes av Arnborg och Hustich (1953) te sig olika för de olika arterna. Sykomorlönnens framtid i de svenska och danska skogarna ansågs se ljus ut medan skogslönnen liksom naverlönnen förmodades få mindre betydelse i framtidens skogsbruk. Denna förutsägelse om framtiden har visat sig vara riktig. Idag är sykomorlönnen ett mer framstående trädslag inom

skogsbruket (Skogsstyrelsen, 2013). De inhemska arterna skogslönn och naverlönn är på tillbakagång. Skogslönnen finns endast sparsamt i egna bestånd och förekommer främst i blandbestånd eller som parkträd. Naverlönnen är sällsynt och växer naturligt bara i de sydligaste delarna i landet, ofta liknar den mer en buske än ett träd (Löf, et al., 2009).

Arten har konstaterats vara invasiv enligt gängse definitioner (Björkman, et al., 2013). Försöker man ta bort ett träd reagerar trädet kraftigt genom att skjuta nya skott från stubben. Sykomorlönn räknas som invasiv i Sverige, Norge, Lettland och Litauen och potentiellt även i Finland (Skogsstyrelsen, 2009).

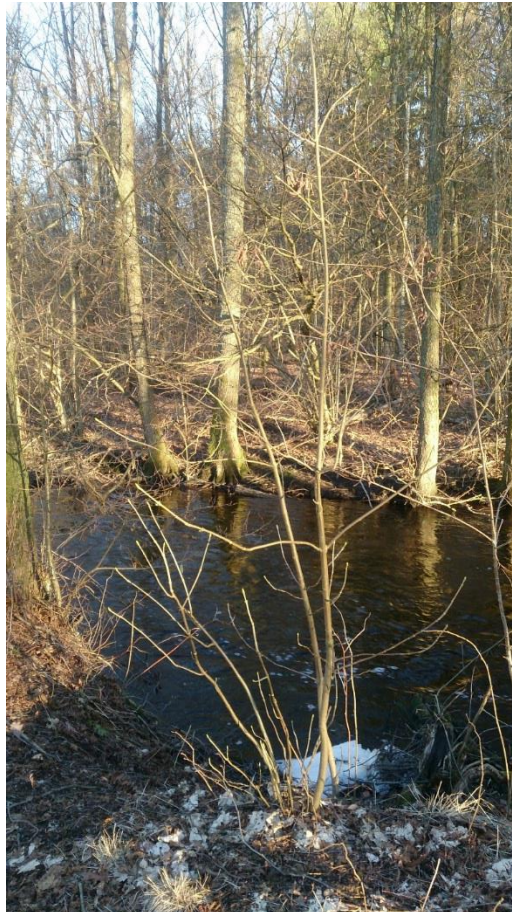


Foto 1. Ett sätt att känna igen sykomorlönn utan löv är att betrakta dess delvis nedbrutna, avfallna löv. Dessa är tydligt vitaktiga och sticker ut från övrig lövförna. (Foto: Per Hansson, februari 2015)

Photo 1. One way to recognize the sycamore maple without its leaves, is to look upon the partially decomposed leaves on the ground. These have a distinct white color which stands out from the rest of the litter.

1.4.1 Utbredning, Europa

Sykomorlönnens naturliga utbredningsområde är svårt att fastställa eftersom den i århundraden flyttats runt och planterats på nya platser. Idag har den en vid utbredning i Europa (Figur 1). Ursprunget tros vara vid trakterna av Pyrenéerna, Alperna och Karpaterna (Vedel, et al., 2004). Med tanke på trädets spridningshistorik är det troligt att det fortsätter sprida sig i östlig till nordöstlig riktning över Europa (Weidema & Buchwald, 2010).

Sykomorlönnen har länge flyttats runt och i många länder är det okänt vid vilken tidpunkt den infördes i respektive landet (Krabel & Wolf, 2013). Ett exempel är England där man tror att arten infördes av romarna så tidigt som på 500- talet. I Nederländerna planterades den redan på 1400- talet som parkträd och senare även som skogsträd. Idag växer sykomorlönnen ända upp över södra Skandinavien, Skottland och Irland. I Sverige har den hittats upp till 59:e breddgraden, det vill säga Sörmland. Sykomorlönnen introducerades som skogsträd i Danmark på 1700- talet (Krabel & Wolf, 2013) och idag finns där omkring 17000 hektar planterat. Detta kan jämföras med omkring 140 hektar i Sverige (Björkman, et al., 2013).

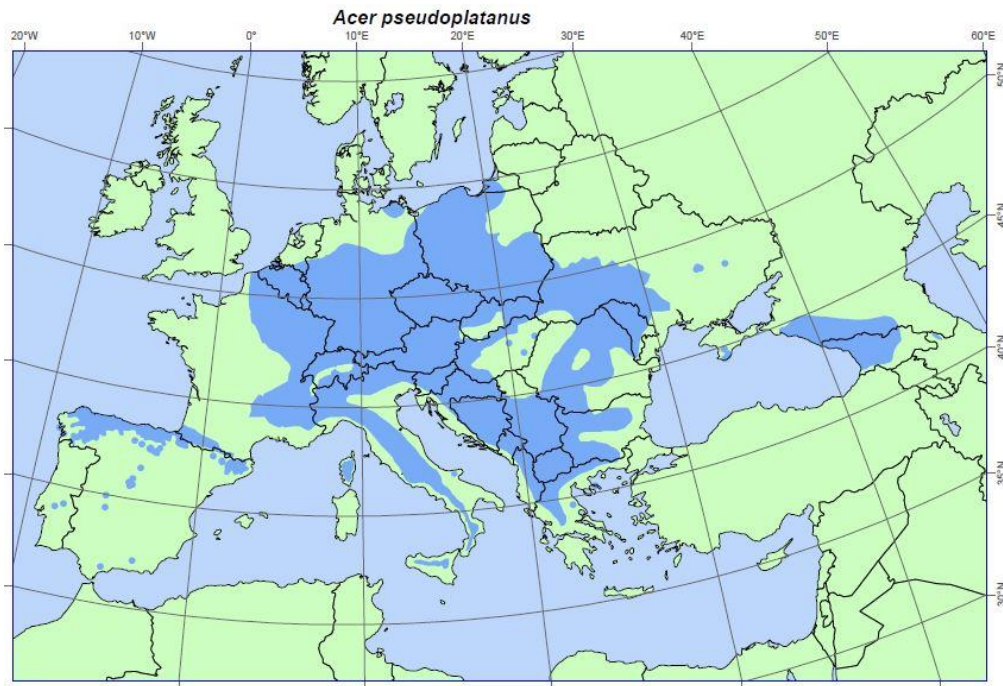


Fig. 1. Utbredning av sykomorlön (*Acer pseudoplatanus*) i Europa. EUFORGEN 2009, www.euforgen.org
Fig 1. Distribution of Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*) in Europe. EUFORGEN 2009, www.euforgen.org

1.4.2. Sykomorlön som invasiv art i Sverige

Svenska bestånd av sykomorlön är i regel små och innehåller oftast andra trädslag. I ett examensarbete av Jenny Sjöstedt (2012) gjordes en inventering av 40 bestånd i södra Sverige, huvudsakligen i Skåne. Beståndens storlek varierade mellan 0,3 och 5,6 hektar, de flesta mellan en och två hektar stora. De flesta bestånd är anlagda under 1950- och 60- talet. Andelen sykomorlön i bestånden varierade mellan 42 % till 100 %. Tre fjärdedelar av bestånden var inte rena bestånd av sykomorlön. Den vanligaste trädarten som var inblandad i sykomorbestånden var bok, näst vanligast var ek och ask. Många bestånd var även blandbestånd av ek och bok.

Att införa eller plantera sykomorlön kan medföra vissa risker. EU- organisationen CABI listar risker och påverkande faktorer på sin hemsida. Där går att läsa att sykomorlönnen kan skada ekosystemtjänster, förändra ekosystem och habitat och reducera naturlig biodiversitet (CABI, 2014). De skriver även att den räknas som invasiv eftersom den har hög reproduktionstakt, producerar många och långlivade frön som kan överleva över ett år i frövila och har hög anpassningsförmåga till nya miljöer. Sykomorlönns spridning är svår

och kostsam att kontrollera. Dessutom är den ett trädslag som ofta medvetet transporteras mellan länder.

Risken för att sykomorlönnen ska hybridisera med närstående arter är utan betydelse eftersom de genetiskt har utvecklats olika. Hur inhemska skadeinsekter skulle kunna gynnas av ökade arealer sykomorlön är idag okänt. Ökade arealer kan eventuellt gynna insekter som föredrar trädet som föda, bomaterial eller ynglingsmaterial (Björkman, et al., 2013).

Även risken för att skapa problem med skadegörare anses låg. Sykomorlönnen är dock värd för ett antal svamparter, till exempel *Nectria cinnabarnia* och *Rhytisma acerinum* (Möller, 1965), som eventuellt skulle kunna vara skadliga på mer känsliga trädslag (Björkman, et al., 2013).

Även om sykomorlönnen ses som ett hot mot biologisk mångfald kan den även ha en positiv inverkan på biodiversiteten eftersom den är värdväxt för hotade arter (Björkman, et al., 2013). Sykomorlönnen är den enda värdväxten för den mycket hotade fjärilen brunbandad lobmätare, (*Nothocasis sertata*). Dessutom är sykomorlönnen värd för fler hotade lavar. Skogsstyrelsen (2009) skriver dock att sykomorlönnen har haft en negativ effekt på andra växter och svampar. I områden där man försöker behålla en inhemsk flora av träd kan arten ställa till stora problem. Ett exempel på detta är nationalparken Söderåsen i Skåne där sykomorlönnen ses som ett stort hot mot ek- och avenbokskogarna samt lind- och lönnskogarna (Länsstyrelsen i Skåne län, 2005).

1.4.3. Biologi

Sykomorlönnen har högre vitalitet än de inhemska lönnarna, skogslön, *Acer platanoides* och naverlön, *Acer campestre*, och har på vissa platser i Europa bildat egna bestånd (Arnborg & Hustich, 1953). Rena bestånd är dock sällsynt, sykomorlönnen förekommer företrädesvis i små grupper eller som solitärer. På vissa håll i Europa förekommer den i blandskogar med *Betula*- och *Abies*- arter (van Gelderen, et al., 1995). I gynnsamma förhållanden kan sykomorlönnen bli upp till 30 meter hög och leva upp till 500 år (Rusanen, 2003; Quatier & Bauer- Bovet, 1974). Hos fristående träd reduceras höjdtillväxten och trädet breder istället ut sig med långa sidogrenar (Kjölby, et al., 1958).

Trädet börjar producera frö när det är omkring 15- 20 år gammalt (Quatier & Bauer- Bovet, 1974). Hos de flesta träd blommar hanblommorna före honblommorna. Arten blommar i maj-juni precis innan lövsprickning. Pollenproduktionen är låg men blommorna innehåller mycket nektar och drar till sig många pollinatörer (Weidema & Buchwald, 2010). I en studie av Pigott och Warr (1988) visades att befruktning kan ske när det är så kallt som 5,5°C, även om det tar längre tid än vid högre temperaturer. I studien visades att redan inom 24 timmar hade så gott som alla blommor befruktats vid temperaturer mellan 5,5 – 12,0°C. Vid 15°C och högre temperaturer ökar hastigheten för befruktning snabbt. Resultatet av befruktningen syns i september då klyvfrukterna mognar (Quatier & Bauer- Bovet, 1974). Trädet producerar rikligt med frukter som innehåller två frön var (Möller, 1965). Ett kilo frö innehåller upp mot 12 000 enskilda frön. Fröna har god spridningsförmåga och kan därmed snabbt kolonisera nya platser. Under en säsong kan ett enskilt träd producera upp till 10 000 frön som effektivt sprids med vinden (CABI, 2014).

Givet att det finns luckor och något öppna platser kan frö gro även i slutna skogar (Weidema & Buchwald, 2010). Ungdomstillväxten är hög och plantan kan sitt första år växa 20 - 25 cm och sedan fortsätta med cirka en meter om året (Rusanen, 2003; Quatier & Bauer- Bovet, 1974). I ungdomen är plantan skuggtålig men med tiden blir den allt mer ljusälskande. I

skuggiga förhållanden har sykomorlönnen högre tillväxt än till exempel björk- och askplantor (Weidema & Buchwald, 2010). Täta mattor av sykomorplantor kan bildas. Liksom en granplanta klarar sig sykomorplantan länge som undertryckt och i skugga. När sedan tillfälle ges och rätt förhållanden infinner sig tar tillväxten fart (Weidema & Buchwald, 2010). En planta av sykomorlönns kan ses som fysiologiskt ung så länge den är under 1 meter hög, även om den rent tidsmässigt är upp mot 50 år gammal (Kjölby, et al., 1958). Dock föredrar sykomorplantan att växa i goda ljusförhållanden och kan planteras i fullt ljus (Möller, 1965). Lönnplantor är begärliga för betesdjur och vilt och har svårt att komma upp i hagar och betesmarker (Weidema & Buchwald, 2010). Både som planta och som vuxet träd är sykomorlönnen tålig mot frost (Möller, 1965).

1.4.4. Miljö

Sykomorlönnen är ett hårdigt trädslag som trivs på många platser. Den tål att växa vid havet där den utsätts för mycket salt men är egentligen ett träd som trivs i mer bergiga trakter (Quatier & Bauer- Bovet, 1974). Den kan växa upp på 2000 meter över havet, vid trädgränsen blir den dock mer busklik (van Gelderen, et al., 1995) .

Optimala miljöförhållanden sägs finnas i schweiziska Alperna på en höjd mellan 900- 1300 meter över havet (Möller, 1965). Här är den genomsnittliga årsnederbörden 1400 mm, medeltemperaturen under vinter -3°C och på sommaren +14°C. Ett annat område som anses vara optimalt för sykomorlönnen är "Randegebirg" där temperaturer och nederbördsmängder är liknande de i schweiziska Alperna (Kjölby, et al., 1958).

EU- organisationen CABI (2014) skriver att bästa miljöförhållandena för sykomorlönnen är där årsmedelnederbörden överstiger 1200 mm och årsmedeltemperaturen ligger omkring 12-13°C. Arten klarar inte av köldknäppar där temperaturen understiger -30°C. Prefererade miljöer är annars där årsmedelnederbörden ligger i ett spann från 600 till 1600 mm. Den årliga medeltemperaturen är mellan 5 - 14°C. Den varmaste månaden får medeltemperaturen inte understiga 12°C och inte överstiga 24°C. Årets kallaste månad får inte ha medeltemperaturer under -10°C och inte heller medeltemperaturer över 8°C. Korta torrperioder tolereras under sommarhalvåret. En torrperiod definieras som 2-3 månader med sammanlagt mindre nederbörd än 40 mm.

Sykomorlönnen trivs på näringsrika och djupa jordar med god vattentillgång (Quatier & Bauer- Bovet, 1974). Därmed kan nederbörd vara en begränsande faktor (Henrikssen, 1988). Föredragen jordmån är sandblandad lera eller lerblandad sand, även om den verkar växa bra på flera jordarter, till exempel styv lera (Möller, 1965). Dock får leran inte nå ända upp till markytan utan endast finnas längre ner i jordhorisonten med en mer dränerande jordart ovanpå. Där det endast finns styv, fast lera trivs inte sykomorlönnen. På alltför kompakt mark får sykomorlönnen, liksom andra träd, gula blad (Kjölby, et al., 1958). Särskilt bra trivs den på goda jordar, gärna klakhaltiga, med djupt och poröst mull/ mår med gott vattenflöde. Rikligt med gräs på växtplatsen kan hämma trädets tillväxt (Möller, 1965). Föredraget pH värde är 5.5- 7.5 (Evans, 1984).

1.4.5. Virke och användning

I de flesta europeiska länder har sykomorlönnen liten betydelse för skogsbruket eftersom den förekommer i små och utspridda, eller blandade bestånd (Krabel & Wolf, 2013).

Sykomorlönnens virke skiftar lite i gult och vitt till skillnad från den vanliga skogslönnen som vanligtvis har röda nyanser (Skogforsk, 2014). Virket är mycket vackert och populärt

framför allt i musikinstrument. Dessutom kan sykomorlönns virke få ett vackert, vågigt mönster tack vare fiberförloppet. Sykomorlönnen har något lägre densitet än skogslönnen vilket ger virket något sämre styrka och elasticitet. Veden krymper inte lika mycket som skogslönns virket är stabilt. Lönns egenskaper är annars i klass med bokens med hänsyn till densitet, hårdhet och beständighet mot röta. Sykomorlönns ved är lätt att färga och är därför bra om man vill imitera andra träslag.

Sykomorlönns användningsområden är i princip de samma som för boken. Den är fördelaktig att använda då färg, homogenitet och stabilitet är viktigt, till exempel för möbler, golv och husgeråd. Virket är även formstabilt och lämpar sig bra för tillverkning av musikinstrument, yxskaft och liknande. Yx- och räfskaft av lönn sägs inte ge blåsor i händerna. Sykomorlönns virke är mer eftertraktat än skogslönns tack vare den ljusare färgen och det mer homogena virket.

I Storbritannien används sykomorlönnen ofta i kustområden för att fungera som vindskydd och i syfte att bryta starka vindar från Atlanten (CABI, 2014). Ett djupväxande rotsystem och ett bra grenverk gör att den kan reducera vindens hastighet in över land.

1.4.6. Bekämpning och kontroll av sykomorlönn

I Danmark har man slutat rekommendera sykomorlönn som träslag för häckar och dylikt. I Tyskland behövs tillstånd om man vill plantera det på en plats där den inte redan finns (Weidema & Buchwald, 2010).

Eftersom fröproduktionen är hög är det mest effektiva att bekämpa moderträdet för att bli av med det. Att hugga ner trädet leder ofta till att stubbskott kommer upp. Dessa kan bekämpas med herbicider (Weidema & Buchwald, 2010).

1.5. Syfte

Frågeställningen som studien syftar att besvara är: Hur kan respektive art, *Dothistroma spp.* och *Acer pseudoplatanus*, spridas i Sverige om klimatet förändras?

Studien kommer dessutom behandla följande frågor:

- Arternas inverkan på svensk flora
- Arternas påverkan på svenskt skogsbruk
- Finns det något sätt att bekämpa eller begränsa arternas spridning

2. MATERIAL OCH METOD

2.1. Litteraturstudie

Största del av litteraturen som använts i studien är hämtat från databaser som är kopplade till Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU). De huvudsakliga databaserna som använts är Primo, Web of Science och Google Scholar.

2.1.1. *Dothistroma* needle blight

För skadesvampen *Dothistroma* needle blight, har information hämtats från diverse vetenskapliga artiklar. Majoriteten av dessa artiklar har återfunnits med hjälp av boken ”Infectious Forest Diseases” (Gonthier & Nicolotti, 2013).

2.1.2. Sykomorlönn, *Acer pseudoplatanus*

Information om sykomorlönn har hittats med hjälp av vetenskapliga artiklar, böcker och faktablad. En stor del av informationen är hämtad från webbportalen NOBANIS, som informerar om främmande och invasiva arter inom Europa.

2.2. Data

I studien användes klimatscenarier från forskningscentret Rosby Centre som drivs av SMHI. Klimat- och kartdata hämtades från SMHI:s databas SCID (Climate index database for Sweden) och behandlades i GIS-programmet ArcMap, version 10.2. GIS står för Geografiskt Informationssystem och i detta program kan kartor och data bearbetas. Modeller för arbetsgång i ArcMap kan ses i Bilaga 1 (*Dothistroma*) och Bilaga 2 (sykomorlönn).

För att kunna producera ett framtidsscenario förutbestämdes fem olika parametrar: område, period, säsong, klimatscenario och klimatindex.

Som område valdes ”Sverige”. Klimatscenariot RCP 8.5 valdes, vilket innebär nuvarande klimatpolitik och en ökning av växthusgasutsläppen (koldioxid, metan och lustgas) som medför att strålningsdrivningen når 8.5 W/m^2 , år 2100. Strålningsdrivningen är skillnaden mellan energin från solen som träffar jorden och den energi som jorden emitterar ut i rymden. Detta kan anses vara det mest negativa scenariot, som medför stora förändringar i klimatet. Klimatindex som anses intressanta och relevanta att inkorporera i studien är bland annat medeltemperatur och medelnederbörd.

Olika perioder och säsonger valdes beroende på vilka parametrar som undersöktes.

Även en jämförelse av växtsäsongens längd gjordes. Då jämfördes den framtida växtsäsongen med växtsäsongen för referensperioden, år 1961- 1990.

SMHI:s datafiler är indelade i tidsperioder och säsonger (Tabell 2) vilka förkortas på följande vis:

Tabell 2. Förklaring av SMHI:s tidsperioder och säsonger som används i klimatdatafiler.

Table 2. Explanation of SMHI’s time periods and seasons, used in climate data files.

Tidsperioder	Säsonger
P1 = 1961 -1990 (referensperiod)	ANN = årliga
P2 = 1991 – 2013	DJF = december, januari, februari
P3 = 2021 – 2050	MAM = mars, april, maj
P4 = 2069 – 2098	JJA = juni, juli, augusti
	SON = september, oktober, november

Uppgifter, karta och data över volym tall i Sverige hämtades från SLU:s hemsida (SLU, 2015) från databasen kNN som är en sammanslagning av satellitbilder från Saccess och fältdata från Riksskogstaxeringen.

Jordartskarta hämtades från Lantmäteriets hemsida (Lantmäteriet, u.d.)

Vidare använde vi oss av en Sverigekarta från Lantmäteriet som visar Sveriges riksgrens. ©Lantmäteriet I2014/00764.

2.2.1. Valda parametrar för *Dothistroma needle blight*

För att framställa en karta över framtida potentiella utbredningsområde gjordes en litteraturstudie för att hitta preferenser för *Dothistroma needle blight*'s livsmiljö. Följande parametrar har valts vid undersökningen av möjliga utbredningsområden för *Dothistroma needle blight* (Tabell 3).

Tabell 3. Utvalda parametrar för undersökning av möjlig utbredning av *Dothistroma needle blight*.

Table 3. Chosen parameters for analysis of possible range for *Dothistroma needle blight*.

Temperatur	Värde
Lägsta temperatur för utveckling	4,4°C
Optimal temperatur för utveckling	16-20°C
Maximal temperatur för utveckling	31°C

Nederbörd	Värde
Nederbörd över 1 mm	Antal dagar
Kraftig nederbörd, över 10 mm	Antal dagar

För att kunna undersöka valda parametrar valdes följande datafiler ur SMHI:s databas SCID (Tabell 4):

Tabell 4. Valda datafiler från SMHI:s klimatdatabas.

Table 4. Chosen data files from SMHI's climate database.

Index	Beskrivning	Period	Säsong
t2m_meanSeason	Säsongsmedeltemperatur	P4	Samtliga
t2m_meanSeason	Säsongsmedeltemperatur	P4	JJA
t2m_max	Maximal dygnsmedeltemperatur	P4	JJA
precip_nLT1	Antal dagar utan nederbörd (under 1mm)	P4	Samtliga
precip_maxWetSpell10	Max antal blöta dagar i följd (dygnsnederbörd över 10m)	P4	Samtliga

2.2.2. Valda parametrar för sykomorlönn, *Acer pseudoplatanus*

Följande parametrar har valts vid undersökning av möjlig utbredning av sykomorlönn (Tabell 5). Parametrarna valdes efter vad som framkom ur litteraturstudien. Det är den *prefererade* livsmiljön för sykomorlönn som undersökts, inte den absolut krävda miljön för överlevnad.

Tabell 5. Utvalda parametrar för undersökning av möjlig utbredning av *sykomorlönn, Acer pseudoplatanus*.

Table 5. Chosen parameters for analysis of possible range for Sycamore maple, *Acer pseudoplatanus*.

Temperatur	Värde
Absolut lägsta temperatur för överlevnad	- 31°C
Prefererad årlig medeltemperatur	5 – 14°C
Prefererad medeltemperatur, varmaste månaden	12 – 24°C
Prefererad medeltemperatur, kallaste månaden	- 10 – (+8°C)

Nederbörd	Värde
Prefererad årlig medelnederbörd	600 – 1600mm
Längsta torrperiod	60 dagar

Växtperiod	Värde
Växtsäsongens längd, referensperiod P1	Antal dagar
Växtsäsongens längd, P4	Antal dagar

För att kunna undersöka valda parametrar valdes följande datafiler ur SMHI:s databas SCID (Tabell 6):

Tabell 6. Valda datafiler från SMHI:s klimatdatabas.

Table 6. Chosen data files from SMHI's climate database.

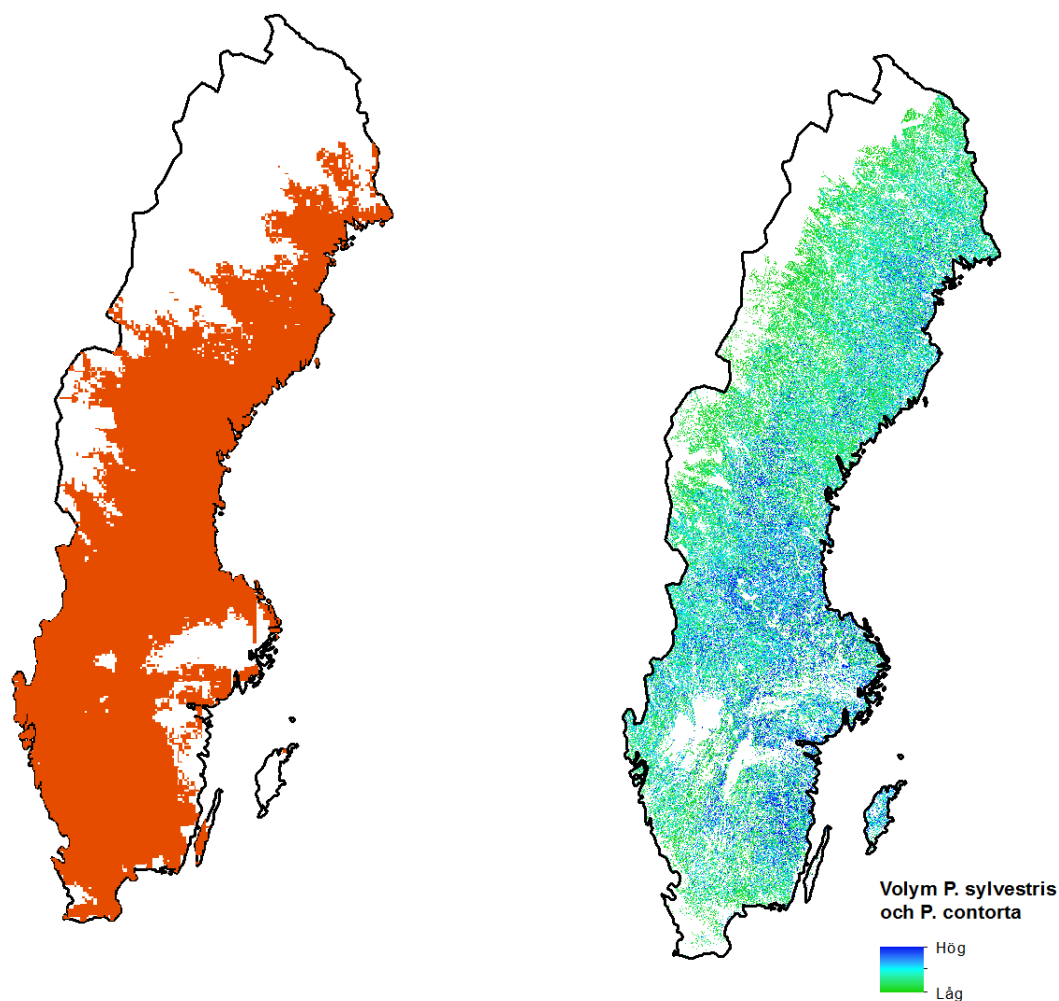
Index	Beskrivning	Period	Säsong
t2m_min	Lägsta dagliga medeltemperatur	P4	DJF
t2m_meanAnnual	Årsmedeltemperatur	P4	ANN
t2m_meanSeason	Säsongsmedeltemperatur	P4	JJA
t2m_meanSeason	Säsongsmedeltemperatur	P4	DJF
precip_sumAnnual	Årsmedelnederbörd	P4	ANN
precip_maxDrySpell1	Max antal dagar i följd utan nederbörd	P4	MAM, JJA
t2m_nVegPeriod5	Växtsäsongens längd: skillnad mellan växtsäsongens start och slut (dagar)	P4	ANN
t2m_nVegPeriod5	Växtsäsongens längd: skillnad mellan växtsäsongens start och slut (dagar)	P1	ANN

3. RESULTAT

3.1. *Dothistroma* needle blight

3.1.1. Temperatur

Prefererad miljö för *Dothistroma* needle blight, år 2069 – 2098, med hänsyn till temperatur finns representerad i mycket stora delar av Sverige (Figur 2, t.v.). Områden som inte uppfyller kraven för temperatur är fjällkedjan, större delen av Lappland, Mälardalen, delar av ostkusten och Gotland. Kartan visar temperaturer som krävs för att infektion ska vara möjlig, alltså inte temperaturer som begränsar svampens överlevnad.



Figur 2 (till vänster). Prefererad miljö för *Dothistroma* needle blight år 2069 – 2098, med hänsyn till temperatur.

Figur 2 (left). Preferred environment conditions for *Dothistroma* needle blight, year 2069 – 2098, considering temperature.

Figure 3 (till höger). Utbredning av *Pinus sylvestris* och *P. contorta*, med hänsyn till volym, år 2010 (kNN).

Figure 3 (right). Range of *Pinus sylvestris* and *P. contorta*, considering volume, year 2010 (kNN).

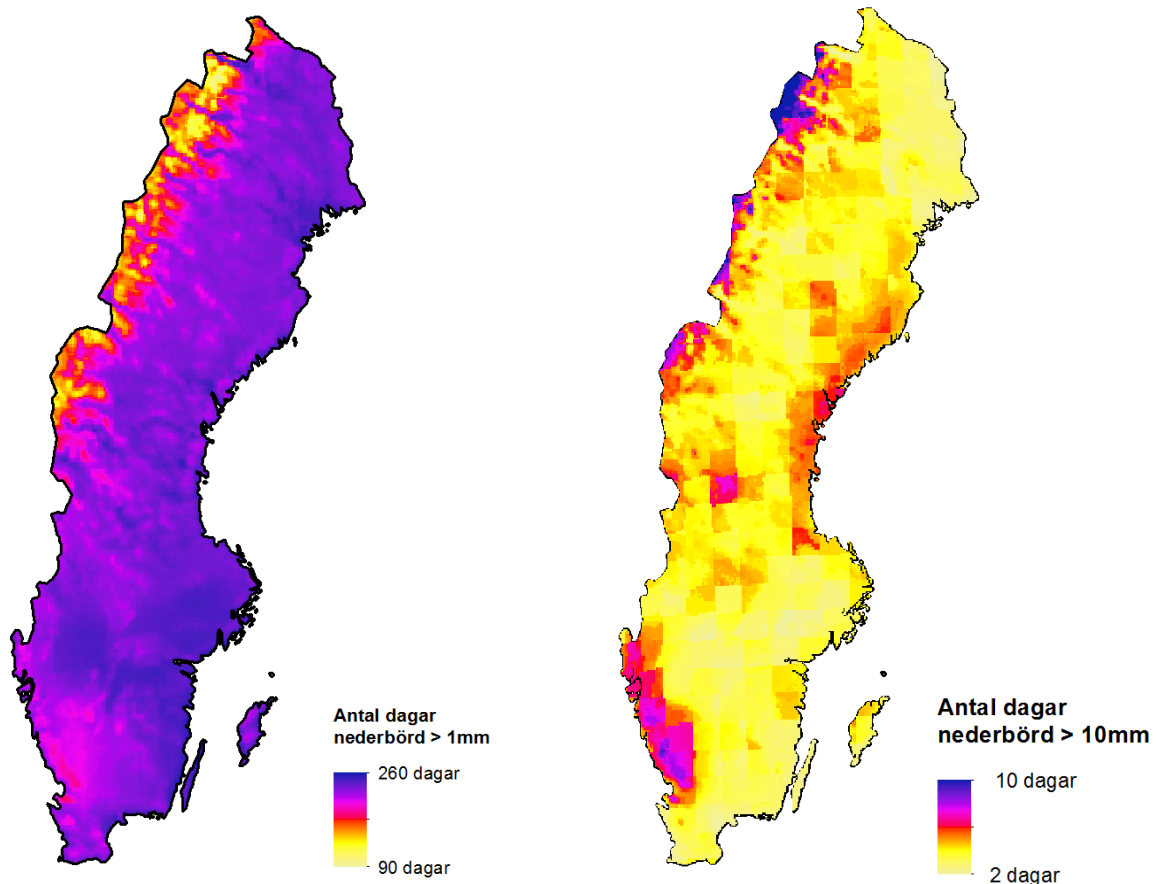
3.1.2. Volym och utbredning av tall

Dothistroma needle blight går främst på tall. *Pinus sylvestris* och *P. contorta* växer över i princip hela Sverige, volymuppskattning från år 2010 (Figur 3, t.h.). *Dothistromas* utbredning begränsas av värdväxternas utbredning. Dock krävs inte höga volymer tall eftersom

Dothistroma föredrar ungskog, vilket på kartan har låg värden för volym. Dessutom är *P. contorta* mer mottaglig för sjukdomen än *P. sylvestris*, områden med *contorta* löper därför större risk för utbrott.

3.1.3. Nederbörd

Nederbördsmängd år 2069 – 2098. Antal dagar med nederbörd över 1 mm (Figur 4), samt antal dagar med kraftig nederbörd, över 10 mm (Figur 5). Antalet dagar med nederbörd över 1 mm kommer vara färre på västkusten och i fjällkedjan än i övriga delar av landet. Samma områden kommer dock ha fler dagar med kraftig nederbörd. Dock går det ej att skilja på om nederbörden faller i form av snö eller regn. I norra delarna av landet och fjällkedjan är sannolikheten att nederbörden faller i form av snö större än i övriga delar av landet. Södra delen av norrlandskusten, liksom området kring Siljan, kommer ha något fler dagar med kraftig nederbörd än övriga landet.



Figur 4. Antal dagar med nederbörd över 1 mm, år 2069- 2098.

Figure 4. Number of days with precipitation over 1 mm year 2069 - 2098.

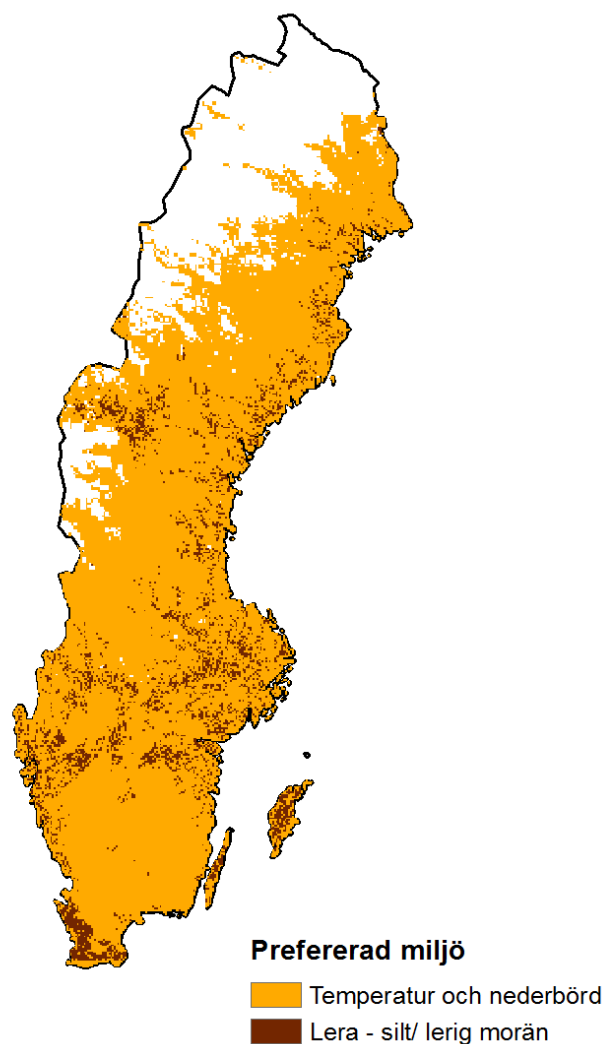
Figur 5. Antal dagar med kraftig nederbörd över 10mm, år 2069 – 2098.

Figure 5. Number of days with heavily precipitation over 10mm, year 2069 2098.

3.2. Sykomorlönn, *Acer pseudoplatanus*

3.2.1. Temperatur, nederbörd och jordart

Större del av Sverige kommer att ha passande klimat för sykomorlönnen, år 2069 – 2098, med tanke på temperatur och nederbörd (Figur 6). Det som kan begränsa det potentiellt invasiva trädslagets utbredning är förekomsten av leriga jordarter. Totalt sett blir optimala områdena betydligt färre och mindre om hänsyn tas till detta (Figur 6). Dessa områden omfattar delar av Skåne, västkusten, Mellansvenska sänkan, norrlandskusten och delar av Jämtland.



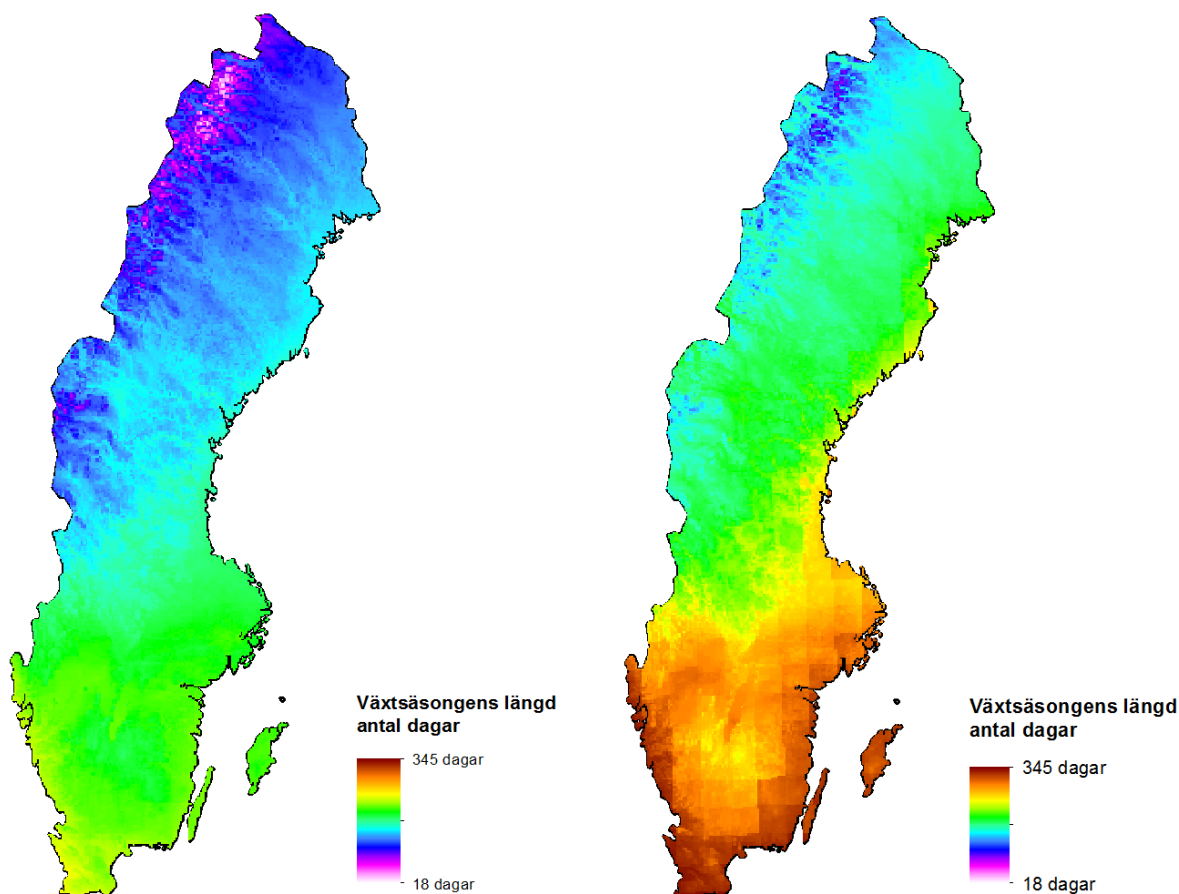
Figur 6. Prefererad miljö för sykomorlönn, *Acer pseudoplatanus*, år 2069 – 2098, med hänsyn till klimat (temperatur och nederbörd) samt områden med prefererad jordart, lera- silt och lerig morän.

Figure 6. Preferred environment conditions for Sycamore maple, *Acer pseudoplatanus*, year 2069 – 2098, considering climate (temperature and precipitation) and areas with preferred type of soil, clay- silt and moraine with clay.

3.2.2. Växstsäsongens längd

Längden av växstsäsongen som idag råder i Skåne kommer förflytta sig norrut mot Närke, Gästrikland och Norrlandskusten (Figur 7). Växstsäsongen i södra Sverige kommer likna den som idag finns i centrala Spanien, norra Italien samt östra Frankrike.

Längre växstsäsong gynnar sykomorlönnen. Den kommer kunna börja växa tidigare på våren vilket ger den större tidsutrymme att växa och sprida sig.



Figur 7a. Växstsäsongens längd i dagar, referensperioden år 1961 – 1990.

Figure 7a. Length of growing season, number of days, reference period, year 1961 – 1990.

Figur 7b. Växstsäsongens längd i dagar, år 2069 – 2098.

Figure 7b. Length of growing season, number of days, year 2069 -2098.

4. DISKUSSION

4.1 *Dothistroma* needle blight

Stora delar av landet kommer ha de temperaturvärden *Dothistroma* kräver för att utvecklas (Figur 2). Dock kommer *Dothistroma* begränsas av sina värdväxters utbredning. Observera att kartan i Figur 3 visar utbredningen av *Pinus sylvestris* och *P. contorta*, år 2010, ej år 2069-2098, som klimatdata avser. Hur tallen är spridd över Sverige om 80 år är öppet för spekulation.

Med en vegetationsperiod som är upp till tre månader längre än idag kommer den årliga skogstillväxten kunna öka med 30 % (SMHI, Skogsstyrelsen m.fl., 2015). Med en klimatförändring som i klimatscenariot RCP 8.5 ökar både medeltemperaturen och nederbördsmängden. Med detta klimatscenario kommer nederbördsmängden främst öka under vinterhalvåret medan somrarna förväntas bli torrare. För barrträdens del kommer detta förmodligen påverka granen mest negativt. Den är mer torkkänslig än tallen. Torkstress medför sämre utveckling av rotsystemet vilket i sin tur leder till ökad risk för stormskador. Stormskadorna kan också öka på grund av kortare perioder med tjäle då rötterna stabiliseras i jorden. Om knappt hundra år kommer klimatet i Götaland, Svealand och södra Norrland likna det klimat som idag finns söder om Östersjön. En av de anpassningar som kan göras till klimatförändringen i dessa delar av landet är att vara mer noggrann med att ståndortsanpassa skogsbruket. Det innebär till exempel att plantera tall på ”tallmark”, vilket inte alltid görs idag då tallen i större utsträckning drabbas av viltbetesskador. I och med att tall även tål temperaturförändringar bättre än gran kan tall i framtiden bli ett mer tilltalande alternativ vid förnyring. Detta kan innebära att tall blir mer vanligt i perioden 2069 – 2098 än vad det är idag.

Att plantera tall minskar förstås även risken för granens två stora skadegörare, rotröta och granbarkborre (Skogsstyrelsen, 2015). På medelgoda till goda marker i Norrland tror man dock att gran fortfarande kommer vara bättre virkesproducent än tall.

Pinus contorta är mer mottaglig för *Dothistroma* än den inhemska *P. sylvestris* och därmed löper de norra- och mellersta delarna av Sverige större risk för epidemiska utbrott som utbredningen ser ut idag. Introduktionsplanteringarna av den kanadensiska tallen *Pinus contorta* kan komma att förskjutas längre norr ut med ett varmare klimat. Enligt dagens lagar får den inte planteras söder om den 60:e breddgraden, en gräns som år 2098 med stor sannolikhet kommer vara korrigerad. Med ett varmare klimat flyttas contortatallens sydgräns troligen längre norrut. Å andra sidan kan ett varmare klimat öppna för andra introduktioner av nya *Pinus*-arter i Sverige vilket kan öka risken för infektion och spridning av sjukdomar, såväl *Dothistroma* som andra arter. Exempel på andra arter är rotröta orsakad av rotticka.

Det är genom angrepp på olika tallarter som *Dothistroma* kan påverka den svenska floran och också skogsbruket. Skulle *Dothistroma* få liknande fäste i Sverige som den under tidigt 2000-tal fick i British Columbia, Kanada, så kan effekterna bli förödande. Detta scenario förutsätter dock, enligt vår mening, att fler och mer känsliga *Pinus*-arter planteras i svensk skog i framtiden. Skulle det exempelvis planteras mer *P. contorta* istället för vår inhemska *P. sylvestris*, kan risken öka för ett sjukdomsutbrott. I nuläget med de restriktioner som finns kring plantering av *P. contorta*, kan det inte förväntas att arten tar över den dominans som *P. sylvestris* innehar i dagens skogsbruk och därmed är risken för ett större utbrott relativt låg. Dock bör hållas i minnet att contortatallen idag är dominerande i vissa nordliga inlandskommuner. *Dothistroma* skulle eventuellt kunna få fäste i dessa skogar och sedan sprida sig från dessa potentiella infektionshärdar ut i övriga tallskogar.

Dothistroma needle blight är beroende av och gynnas av regn. Helst ihållande och rikligt. Inga siffror för optimala nederbördsmängder hittades i litteraturstudien, varför sambandet ”ju mer nederbörd desto bättre” antogs gälla. Figur 4 och 5 ger en indikation på vilka områden som kommer ha flest antal dagar med nederbörd respektive flest dagar kraftigt nederbörd år 2098. Med dessa resultat kan *Dothistroma* needle blight trivas särskilt bra i de sydvästra delarna av Sverige, där det kommer vara ett högt antal dagar med riklig nederbörd samt många dagar med nederbörd över en millimeter. Risken att nederbörden ska falla i form av snö i dessa områden är också mindre i och med att klimatet blivit varmare även vintertid. I övriga delar av landet kommer det vara fler dagar med nederbörd över en millimeter men samtidigt färre dagar med kraftig nederbörd. Även dessa områden kommer att passa *Dothistroma* bra så länge som inte alltför stor andel av nederbörden består av snö.

Bekämpning av *Dothistroma* needle blight kan göras på flera olika sätt. Givet att *Dothistroma* needle blight sprider sig till Sverige, är det viktigt att bekämpa svampen i ett tidigt skede innan den hunnit etablera sig och långdistansspridning börjar ske. Mest effektivt är att göra tidiga ingrepp genom att beskära, gallra, välja bra plantmaterial och bra planteringsplats. Genom beskärning tas sjuka delar av trädet ut och källan till spridningsmaterial tas bort. Gallring hjälper på så vis att miljön runt träden blir torrare och mer ogästvänlig för svampen. Det är viktigt att bra och tåliga plantor används vid plantering. Förädlad material är att föredra framför naturligt (Gonthier & Nicolotti, 2013). Föräldraträden bör då ha valts utifrån resistens och mer tåliga träddarter bör prefereras som t.ex. *P. sylvestris*, som har visats vara relativt motståndskraftig mot *Dothistroma*.

Vid stora utbrott av *Dothistroma* kan bekämpning innebära en hälsorisk eftersom *Dothistroma* i sig producerar ett cancerframkallande gift, dothistromin. Detta motiverar att bekämpa *Dothistroma* i ett så tidigt stadie som möjligt.

4.2. Sykomorlön, *Acer pseudoplatanus*

Endast delar av fjällkedjan och Lappland kommer att ha för kargt klimat för att sykomorlönnen ska trivas. Dock blir utbredningsområdet radikalt mindre om den viktiga preferensaspekten jordart tas med i beräkningarna. De av sykomorlönnen föredragna leriga jordarter förekommer främst i de bördiga slättområdena i Skåne, längs västkusten, Mellansvenska sänkan och vid älvsdeltan och vattendrag längs Norrlandskusten. Andra trädslag som trivs på leriga jordarter är i först hand ek (Almgren, et al., 1984). Även hybridasp, poppel, gran, björk och bok kan växa bra på lera även om de föredrar något grövre textur. Ek är till skillnad från sykomorlönnen mycket ljuskrävande. På samma mark kan då tänkas att sykomorlönnen konkurrerar ut eken, vilket kan vara ett av hoten mot landets bestånd av ädellöv.

Vad gäller konkurrens med den inhemska skogslönnen kan sykomorlönnen säkert dra fördel av sin explosionsartade självföryngring. Skogslönnen och sykomorlönnen trivs på samma sorts jordar, näringsrika och kalkhaltiga jordar (d.v.s. med högt pH).

Växtsäsongens längd som idag råder i sydligaste delarna av Sverige kommer ha förflyttats så långt norr ut som till Dalarna och Norrlandskusten (Figur 7). Växtsäsongen, som ju bestäms av temperaturen, kommer att bli upp till tre månader längre i framtiden. Detta gynnar självklart inte bara sykomorlönnen utan alla trädslag. Med en längre växtsäsong och varmare temperaturer kommer trädens, framför allt lövträdens utbredningsområden växa. Detta skulle ge möjligheter för att öka andelen ädellöv i de svenska skogarna.

Av Sveriges virkesförråd på cirka 3 miljarder skogskubikmeter är det idag endast 1,5 % som utgörs av de ädla lövträden ek och bok (Skogforsk, 2014). Övriga ädellöv, lönn inräknat, utgör ändå mindre andelar. Ädellöven är idag begränsade till södra delarna av Sverige. Således utgörs cirka 30 % av virkesförrådet av ek och bok i Skåne.

Sverige importerar det mesta av det ädellöv som går till sågtimmer och vidareförädling som möbelfabrikation (Skogforsk, 2014). De inhemska ädellöven används oftast till bioenergi eller massaved. Ett varmare klimat kan eventuellt öka intresset, samt göra det möjligt att odla ädellöv i fler delar av Sverige. Detta skulle kunna leda till lägre import och högre svenska priser för timmer och virke. Dessutom gynnas den biologiska mångfalden av ett ökat inslag av löv i våra skogar.

Sykomorlönnen i sig bedöms inte kunna påverka den svenska floran nämnvärt negativt. Den är dock värd för vissa insekter och lavar och skulle kunna öka mängden och utbredningen av dessa ifall den själv får spridas. På samma vis kan den genom konkurrens missgynna den inhemska skogslönnen och de arter som lever i symbios denna. Man tror inte heller att sykomorlönnen kommer hybridisera med andra arter.

Eftersom sykomorlönnen räknas som invasiv kan det finnas behov av att på vissa platser bekämpa den. Exempel på sådana platser kan vara naturreservat eller nationalparker där man endast vill ha inhemska svenska trädslag, och i synnerhet de ädla lövträden. Att bekämpa sykomorlönnen är svårt eftersom den skjuter rikligt med stubbskott ifall den skadas eller som en reaktion på stress. Dock anses det mest effektivt att i första hand ta bort moderträdet för att få bort risken för fröspridning. Även detta leder till en mängd nya stubbskott. Det effektivaste sättet är att bekämpa skotten med herbicider.

4.3. Felkällor och begränsningar

Utbredningskartorna i detta kandidatarbete, för såväl *Dothistroma* needle blight och sykomorlönn, återspeglar dessa invasiva arters *prefererade* områden med hänsyn till i första hand temperatur och nederbörds mängder. I studien har tillgängligt data begränsat vilka parametrar som vi kunnat undersöka. Bland annat hade vi även velat undersöka antal dagar i följd med regn och antal dagar i följd med kraftigt regn, eftersom *Dothistroma* gynnas av ihållande regn, minst tre dagar i följd (Woods, 2011). Med de data vi använt har vi inte heller kunnat skilja mellan snö och regn som nederbörd, då SMHI alltid anger nederbörden i smält form. Formen av nederbörd är av betydelse eftersom både *Dothistroma* och sykomorlönn gynnas av regn. Under vintern när nederbörden faller i form av snö är båda arterna i vila. Data har även varit uppdelat antingen säsongsvis med tre månader i taget eller årliga värden. Detta berör i första hand när temperaturkraven undersökts, då resultatet förmodligen blivit tydligare om vi haft månadsvisa data. I fallet med sykomorlönn har vi inte kunnat undersöka högsta och lägsta temperatur i varmaste respektive kallaste månaden, utan fått använda oss av varmaste och kallaste säsong, tremånadersperiod.

Litteraturförteckning

- Desprez-Loustau, M.-L.o.a., 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of Forest Science*, pp. 597 - 612.
- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörnäs, A., 1984. *Ädellövskog Ekologi och Skötsel*. April 1984 red. Uddevalla: Skogsstyrelsen.
- Arnborg, T. & Hustich, I., 1953. *Våra Träd*. Stockholm: Svenska Skogsvårdsföreningen .
- Barnes, I., Crous, P., Wingfield, B. & Wingfield, M., 2004. Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of Pinus is caused by two distinct species of Dothistroma, D-septosporum and D-pini. *Studies In Mycology*, pp. 551-565.
- Barnes, I. o.a., 2008. New host and country records of the Dothistroma needle blight pathogens from Europe and Asia. *Forest Pathology*, pp. 178-195.
- Björkman, C., Felton, A., Boberg, J. & Widenfalk, O., 2013. *Fakta Skog: Rön från Sveriges Lantbruksuniversitet: Ekologiska risker med exotiska trädslag*, Linköping: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Bradshaw, R. E., 2004. Dothistroma (red- band) needle blight of pines and the dothistromin toxin: a review. *Forest Pathology*, vol. 34 , pp. 163- 185.
- Brown, A., Rose, D. & Webber, J., 2003. *Red Band Needle Blight of Pine (Information Note)* , Edinburgh : UK Forestry Commission .
- Bulman , L., 1993. Cyclaneusma needle. cast and Dothistroma needle blight in NZ pine plantations. *New Zealand Forestry*, 38, pp. 21-24.
- Bulman, L. S., 2006. *Foliar Diseases of Pine - The New Zealand Experience*. Missoula, MT, USA , US Department of Agriculture, Forest Service, Health Protection, pp. 57-60 .
- Bulman, L. S., Gadgil, P. D., Kershaw, D. J. & Ray , J. W., 2004. *Assessment and control of Dothistroma needle blight*, Rotorua, New Zealand : Forest research .
- CABI, 2014. www.cabi.org. [Online]
Available at: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/2884>
[Använd 17 Mars 2015].
- Develey-Rivière , M.-P. & Galiana, E., 2007. Resistance to pathogens and host developmental stage: a multifaceted relationship within the plant kingdom. *New Phytologist*, pp. 405-416.
- Evans, J., 1984. *Silviculture of Broadeaved Woodland*. Storbritanien : Forest Commission .
- Franich, R. A., Carson, M. J. & Carson , S. D., 1986. Synthesis and accumulation of benzoic acid in Pinus radiata needles in response to tissue injury by dothistromin, and correlation with resistance of P. radiata families to Dothistroma pini. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 28 , pp. 267- 296 .
- Gadgil, P. D., 1967. *Effects of environment of infection*, New Zealand: New Zealand Journal of Botany.

- Gadgil, P. D., 1970. Survival of *Dothistroma pini* on fallen needles of *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of Botany*, 8:3, pp. 303- 309 .
- Gadgil, P. D., 1977. Duration of leaf wetness periods and infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *New Zealand Journal of Forestry Science* vol.7 no. 1, pp. 83-90.
- Gadgil, P. D. & Holden, G., 1976. Effect of light intensity on infection of *Pinus radiata* by *Dothistroma pini*. *New Zealand Journal of Forestry Science* vol. 6 no. 1, p. 1976.
- Gibson, I. A. S., 1974. Impact and control of dothistroma blight of pines. *European Journal For Pathology*, pp. 89-100.
- Gibson, I. A. S., Christensen, P. S. & Munga, F. M., 1964. First Observation in Kenya of Foliage Disease of Pines By *Dothistroma pini* Hulbary. *The Commonwealth Forestry Review* no.1, p. 31.
- Gilmour, J. W., 1967a. *Distribution, impact and control of Dothistroma pini in New Zealand*, Rotorua: New Zealand Forest Service. Reprint. .
- Gilmour, J. W., 1981. *The effect of season on infection of Pinus radiata by Dothistroma pini*, Rotorua, New Zealand : Forest Research Institute.
- Gothier, P. & Nicolotti, G., 2013. *Infectious Forest Diseases*. Croydon : CABI .
- Groenewald, M. o.a., 2007. Characterization and distribution of mating type genes in the dothistroma needle blight pathogens. *Phytopathology*, pp. 825-834.
- Henrikssen, H. A., 1988. *Skoven og dens dyrkning*. Köpenhamn: Dansk Skovforening .
- Hocking, D. & Etheridge, D., 1967. Dothistroma needle blight of pines: Effect and etiology. *Annals of Applied Biology*, pp. 133-141.
- Ioos, R. o.a., 2010. Development, comparison, and validation of real-time and conventional PCR tools for the detection of the fungal pathogens causing brown spot and red band needle blights of pine. *Phytopathology*, pp. 105-114.
- Ivory, M. H., 1977a. Infection of *Pinus radiata* foliage by *Scirrhia pini*. *Transactions of the British Mycological Society* vo. 59, pp. 365-375.
- Karadzic, D., 1989. *Scirrhia pini* Funk et Parker. Life cycle of the fungus in plantations of *Pinus nigra* Arn. in Serbia. *European Journal Forestry Pathology*, 19, pp. 231-236.
- Kjölby, V., Sabroe, A. S. & Moltesen, P., 1958. *Aer (Acer Pseudoplatanus)*. Danmark: Dansk Skovforening .
- Krabel, D. & Wolf, H., 2013. Chapter 8: Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L) . i: *Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspective*. u.o.:Springer Science & Business Media, pp. 373-402.
- Lantmäteriet, u.d. *Lantmäteriet*. [Online]
Available at: <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Kartor-flygbilder->

och-ortnamn/

[Använd 26 Mars 2015].

Länsstyrelsen i Skåne län, 2005. *Bevarandeplan för Natura 2000-område Söderåsen*. Malmö/
Kristianstad: Länsstyrelsen i Skåne län.

Löf, M., Moeller- Madsen, E. & Rytter, L., 2009. *ww.skogsstyrelsen.se*. [Online]

Available at: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/10-Skotsel%20av%20adellovskog.pdf>

[Använd 13 Mars 2015].

Möller, C. M., 1965. *Vore skovtræarter og deres dyrkning*. København: Dansk Skovforening.

Naturvårdsverket, 2015. *Naturvårdsverket*. [Online]

Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Frammande-arter/Frammande-arter-hot-mot-biologisk-mangfald/>

[Använd 09 Mars 2015].

Naturvårdsverket , 2013. *Naturvårdsverket*. [Online]

Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Frammande-arter/Spridning-av-frammande-arter/>

[Använd 09 Mars 2015].

Naturvårdsverket , 2015. *Naturvårdsverket*. [Online]

Available at: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Frammande-arter/>

[Använd 09 Mars 2015].

Peterson, G. W., 1967. *Dothistroma needle blight of Pines in North America*, u.o.: FAO Plant Protection Bulletin, 17, pp. 269-278.

Peterson, G. W., 1973. *Infection of Austrian and Ponderosa Pines by Dothistroma pini in Eastern Nebraska* , Lincoln, Nebraska : Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station .

Peterson, G. W., 1982. *Dothistroma Needle Blight of Pines* , Washington D.C. : Forest Insect & Disease Leaflet 143, U.S. Department of Agriculture Forest Service .

Pigott, C. D. & Warr, S. J., 1988. Pollination, fertilization and fruit development in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.). *New Phytologist*, 111, pp. 99-103 .

Quatier, A. & Bauer- Bovet, P., 1974. *Träd och buskar i Europa*. Stockholm: Albert Bonniers Förlag AB.

Rusanen, M. M. T., 2003. *EUROGEN Technical guidelines for genetic conservation and use of sycamore (Acer Pseudoplatanus)*, Rome, Italy : I.P.G.R.

Shain, L. & Franich, R. A., 1981. Introduction of Dothistroma blight symptoms with dothistromin. *Physiological Plant Pathology*, pp. 49-55.

Sjöstedt, J., 2012. *A literature study and survey of sycamore maple (Acer pseudoplatanus L.) in southern Sweden*, Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences .

Skogforsk, L. S. S., 2014. *Kunskap Direkt*. [Online]

Available at: <http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/Adellov/>

[Använd 09 April 2015].

Skogsstyrelsen , 2009. *Regler om användning av främmande trädslag* , Jönköping: Skogsstyrelsen .

Skogsstyrelsen, 2013. *Yttrande angående förslaget på en ny EU- förordning för invasiva främmande arter*. Stockholm: Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen, 2015. *Skogsstyrelsen*. [Online]

Available at: <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Skog-och-miljo/Skog-och-klimat1/Klimatanpassat-skogsbruk/Klimatanpassning/>

[Använd 09 april 2015].

SLU , 2015. <http://www.slu.se/>. [Online]

Available at: <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/tjanster-och-produkter/interaktiva-tjanster/slu-skogskarta/>

SMHI, Rosby Centre, 2014. *Klimatforskning vid Rosby Centre*. [Online]

Available at: <http://www.smhi.se/forskning/forskningsomraden/klimatforskning>

[Använd 11 mars 2015].

SMHI, Skogsstyrelsen m.fl., 2015. *Klimatanpassningsportalen*. [Online]

Available at: <http://www.klimatanpassning.se/atgarder/exempel-pa-anpassning/klimatanpassning-av-skog-haradsmarken-fordjupning-1.82207>

[Använd 09 april 2015].

SMHI, 2014. *klimatscenarier*. [Online]

Available at: <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/om-klimatscenarier-1.76789>

[Använd 12 mars 2015].

Sturrock, R. N. o.a., 2011. Climate change and forest diseases. *Plant Pathology vol 60*, p. 133–149.

Thyr, B. D. & Shaw, C. G., 1964. Identity of the fungus causing red band disease on pines.

Mycologia, vol 56, pp. 103- 109 .

van Gelderen, D. M., 1997. *Conifers The Illustrated Encyclopedia, Volume 2*. Portland: Timber Press.

van Gelderen, D. M., de Jong, P. C. & Oterdoom, H. J., 1995. *Maples of the World*. Hong Kong: Timber press, INC. .

Watt, M., Ganley, R. J., Kriticos, D. J. & Minning, L. K., 2011. Dothistroma needle blight and pitch canker. *NRC Research Press* , pp. 412- 424 .

Watt, M. S., 2009. The hosts and potential geographic range of Dothistroma needle blight. *Forest Ecology and Management*, vol 257, p. 1505–1519.

Watt, M. S., Ganley, R. J., Kriticos, D. J. & Manning, L. K., 2011. Dothistroma needle blight and pitch canker: the current and future potential distribution of two important diseases of Pinus species. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(2) , pp. 412-424.

Watt, M. S. o.a., 2008. The host and potential range of Dothistroma needle blight. *Forset Ecology and Management* 257, pp. 1505- 1519.

Vedel, H., Dahl , M., Svedberg, U. & Jansson, C.-. A., 2004. *Skogens träd och buskar*. Danmark: Bokförlaget Prisma.

Weidema, I. & Buchwald, E., 2010. *NOBANIS*. [Online]
Available at: http://nobanis.org/files/factsheets/Acer_pseudoplatanus.pdf
[Använd 12 Mars 2015].

Welsh, C., Lewis, K. & Woods, A., 2009. The outbreak history of Dothistroma needle blight: an emergin forest disease in northwestern Bitish Columbia, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 39, 12, pp. 2505- 2519.

Woods, A., Coates, K. & Hamann, A., 2005. Is an unprecedented dothistroma needle blight epidemic related to climate change?. *Bioscience*, pp. 761-769.

Woods, A. J., 2011. Is the health of British Columbia's forests being influenced by climate change? If so, was this predictable. *Plant Pathology*, Volym 33, pp. 117-126.

Bilaga 1.

Modell över arbetsgång i ArcMap för *Dothistroma* needle blight.

