



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 895–2016

Förädling av lärk i Sverige – Kunskapsläge och material

Genetic improvement of larch in Sweden
– Knowledge status and seed material

Johan Westin, Andreas Helmersson och Lars-Göran Stener

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 895–2016

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Förädling av lärk i Sverige
– Kunskapsläge och material.

Genetic improvement
of larch in Sweden.

– Knowledge status and seed
materials.

Bildtext:

Kontrollerade korsningar av europeisk lärk (höger i bild) och japansk lärk (vänster i bild) i arkivet på Ekebo försöksstation våren 2015.

Ämnesord:

Lärk, förädling, odlingsmaterial, frö, plantor, klon, proveniens, fröplantage, Sverige, skogsskötsel, skador, virkesproduktion, massaved, timmer, bioenergi, omloppstid.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Johan Westin, Skog Dr. Skogsträdsförädlare på Skogforsks forskningsstation i Sävar. Jobbar med skogsträdsförädling med fokus på främst gran i norra Sverige men även med lärk, hybridasp och poppel. Forskar inom gränsområdet mellan populationsgenetik och växtfysiologi.



Andreas Helmersson, Skog Dr. Jobbar som skogsträdsförädlare på Skogforsks forskningsstation i Ekebo, Svalöv med främst skogsträdsförädling av barrträd med fokus på fenologi och växtfysiologi.



Lars-Göran Stener, Jägmästare. Jobbar som skogsträdsförädlare på Skogforsks forskningsstation i Ekebo, Svalöv med bl.a. ansvar för förädling av lövträd i södra Sverige men aktiviteter med barrträd såsom gran och lärk ingår också.

Abstract

The aim of the project was to summarise the current state of knowledge regarding larch and the material available for genetic improvement of larch in Sweden. The report includes a literature review and an international survey of the larch species relevant for Swedish conditions, such as the European larch (*L. decidua* Mill.), Japanese larch (*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière), hybrid larch (*L. x marschlinii* Coaz) and Siberian larch (*L. sibirica* Ledeb.).

Larch is a marginal species where the breeding resources are short-term and intermittent. A greater focus on climate adaptation in forestry has increased interest in marginal species such as larch. Larch offers good growth, relatively short rotation periods, and is relatively safe from storm damage at older ages. Swedish and international studies show that there is great potential to genetically improve current material in terms of production, stem quality and vitality, which would make the larch even more attractive for Swedish forestry.

However, the larch is at greater risk of frost damage because of its relatively long growth period. Level of hardiness varies greatly between species, provenances, and between individuals within the larch genus. The greatest biological threat comes from larch canker (*Lachnellula willkommii*), larch needle cast (*Meria laricis*), root-rot (*Heterobasidion annosum*) and possibly the parasitic fungi *Phytophthora*. Larch can also suffer from grazing and bark stripping by wild animals. Grazing damage has a limited impact on survival and growth, but bark stripping is often lethal. All larch species, except Siberian larch, are currently considered as exotic species in Sweden, and are therefore subject to restrictions regarding deployment in forestry.

The Swedish breeding population of larch consists of about 200 selected plus trees in clonal archives and seed orchards. There is also a base for selection among the progenies in field trials of about 1 000 plus trees, of which about 900 are Siberian larch progenies from Russian plus trees. In southern Sweden, hybrid larch is the main species used in larch plantations, originating from Swedish, Danish and German seed orchards. In northern Sweden, Siberian larch is the only species used, and virtually all seed material is imported from Finnish seed orchards.

In a potential long-term breeding programme for larch, the breeding population must be increased, especially for European and Japanese larch. This increase could primarily come from selection of plus trees in the Swedish trials or could be based on material from other breeding organisations in Northern Europe. Robust comparisons between northern European and Swedish larch seed orchards are currently lacking, as well as deployment recommendations based on field performance. A country-wide series of experiments in which different larch species and types of materials are compared is suggested.

Innehåll

Summary	3
Sammanfattning	4
1. Inledning och syfte.....	5
2.1. Kunskapssammanställning.....	6
2.2. Materialsammanställning.....	6
3. Lärkens egenskaper och odling	6
3.1. Utbredning och morfologiska egenskaper.....	6
3.1.1. Europeisk lärk.....	8
3.1.2. Sibirisk lärk.....	9
3.1.3. Japansk lärk	10
3.1.4. Hybridlärk	11
3.2. Lärkskogsskötsel i kortbet.....	13
3.2.1. Plantodling	13
3.2.2. Ståndortskrav	13
3.2.3. Beståndsetablering	14
3.2.4. Gallring och förnygringsavverkning.....	15
3.2.5. Lärkens produktion	15
3.3. Virkets användning.....	16
3.3.1. Massaved	17
3.3.2. Energiråvara	18
3.3.3. Sågad vara.....	19
3.4. Biotiska skadegörare.....	20
3.4.1. Svamp.....	20
3.4.2. Insekter	22
3.4.3. Viltbetning.....	23
3.4.4. Fåglar.....	24
3.5. Abiotiska problem.....	24
3.5.1. Frost	24
3.5.2 Vind.....	26
3.6 Miljökonsekvenser	26
3.7. Generativ förökning	27
3.7.1. Blomning	27
3.7.2. Grobarhet och hybridprocent.....	29
3.7.3. Kott- och fröhantering.....	30
3.8. Vegetativ förökning.....	31
3.8.1. Ympning.....	31
3.8.2. Sticklingar	31
3.8.3. Somatisk embryogenes	32
4. Materialsammanställning	32
4.1. Fältförsök och plusträdsmaterial	32
4.1.1 Skogforsk – fältförsök.....	34
4.1.2 Skogforsk – plusträdsmaterial	34
4.2. Fröplantager	37

4.2.1. Hybridfröplantager	37
4.2.2. Lärkfröplantager i Sverige.....	38
4.2.3. Lärkfröplantager i norra Europa	40
4.3 Frötillgång och behov.....	44
4.3.1 Sibirisk lärk.....	44
4.3.2 Hybridlärk	44
4.3.3 Användningsområden	45
5. Förädling.....	46
5.1 Förädlingsmål.....	46
5.1.1. Grundförutsättningar	46
5.1.2. Industrins behov av olika råvaror.....	46
5.1.3. Förädlingsmål – egenskaper	46
5.1.4. Genetiska parametrar	47
5.1.5. Hybridförädling.....	48
5.2. Förädling av lärk i Sverige.....	49
5.2.1. Hela Sverige 1940-1990.....	49
5.2.2. Södra Sverige 1990–	49
5.2.3. Norra Sverige 1990–.....	50
5.3. Slutsats förädling	50
7. Referenser.....	51
Bilaga 1	61
Bilaga 2a	63
Bilaga 2b.....	65
Bilaga 2c	67
Bilaga 2d.....	69

Summary

The aim with the project was to summarize the current knowledge on larch and the material available for larch tree breeding in Sweden. The project includes a literature review and an international survey of the larch species relevant for Swedish conditions such as european larch (*L. decidua* Mill.), japanese larch (*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière), hybrid larch (*L. × marschlinsii* Coaz) and siberian larch (*L. sibirica* Ledeb.).

In Sweden long-term breeding programs exists for the economically most valuable tree species – Scots pine, Norway spruce, Silver birch and Lodgepole pine. Larch breeding activities are short-term and intermittent.

A greater focus on climate adaptation in forestry has, for example, resulted in an increased interest in new species such as larch. Larch offers good growth, relatively short rotation age and is relatively storm safe at older ages. In southern Sweden hybrid larch is mainly used today in larch plantations, with the seed material originating from one old Swedish seed orchard, as well as Danish and German seed orchards. In northern Sweden Siberian larch is mainly planted and virtually all seed material is imported from Finnish seed orchards.

The risk of frost injury is high for larch due to its relatively long growth period. Large differences in hardiness exists between species, provenances - and between individuals within the larch genus. Siberian larch is mainly susceptible to spring frosts while hybrid larch, and Japanese larch, are more susceptible to fall frost. The greatest biological threat comes from larch canker (*Lachnellula willkommii*), larch needle cast (*Meria laricis*), root-rot (*Heterobasidion annosum*) and possibly the parasitic fungi *Phytophthora*. Larch can also suffer from grazing and bark stripping from wild animals. Currently all larch species, except Siberian larch, are considered as exotic species in Sweden which renders restrictions for deployment in forestry.

The risk of frost injury is high for larch due to its relatively long growth period. Large differences in hardiness exists between species, provenances - and between individuals within the larch genus. Siberian larch is mainly susceptible to spring frosts while hybrid larch, and Japanese larch, are more susceptible to fall frost. The greatest biological threat comes from larch canker (*Lachnellula willkommii*), larch needle cast (*Meria laricis*), root-rot (*Heterobasidion annosum*) and possibly the parasitic fungi *Phytophthora*. Larch can also suffer from grazing and bark stripping from wild animals. Currently all larch species, except Siberian larch, are considered as exotic species in Sweden which renders restrictions for deployment in forestry.

The Swedish base population of larch for breeding consists of about 200 selected plus-trees in clonal archives and seed orchards. In addition, a base for selection exists, mainly for Siberian larch, among the progenies in field trials of about 1000 plus-trees. Breeding offers a great potential to improve yield, stem quality and vitality and thus the economic benefit of larch. For long-term breeding the base population need to be increased, especially for European and Japanese larch. Also, recommendations for seed orchard deployment of Swedish and north European larch seed orchards, based on field results, are needed.

Sammanfattning

Syftet med studien var att sammanfatta det aktuella kunskapsläget för lärk och det material som finns tillgängligt för lärkförädling i Sverige. Studien omfattar en litteraturgenomgång och en omvärldsanalys av de lärkarter som främst är aktuella för svenska förhållanden d.v.s. europeisk lärk (*L. decidua* Mill.), japansk lärk (*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière), hybridlärk (*L. × marschlinsii* Coaz) och sibirisk lärk (*L. sibirica* Ledeb.).

I Sverige finns i dag långsiktiga förädlingsprogram för de ekonomiskt mest värdefulla trädslagen – tall, gran, björk och contortatall. Lärk är en marginell art där förädlingsinsatserna är kortsiktiga och intermittenta.

Ökad fokus på beredskap och handlingsfrihet inför kommande klimatförändring har bl.a. medfört ett ökat intresse för nya trädslag såsom lärk. Lärk erbjuder hög tillväxt, relativt korta omloppstider, är relativt okänslig för viltskador och är i äldre bestånd relativt stormsäker. I södra Sverige planteras idag huvudsakligen hybridlärk med ursprung från svenska, danska och tyska fröplantager. I norra Sverige planteras uteslutande sibiriskt lärkmaterial från främst finländska fröplantager.

Lärk har en ökad risk för frostsador på grund av dess relativt sett långa tillväxtperiod. Stora skillnader finns mellan arter, provenienser - och mellan enskilda individer i frosthårdighet. Sibirisk lärk är t.ex. känslig för vårfrost medan hybridlärk, liksom japansk lärk, är känsligare för höstfrost. Den biologiska hotbilden är störst från lärkkräfta (*Lachnellula willkommii*), lärkskytte (*Meria laricis*), rotticka (*Heterobasidion annosum*) samt möjligen algsvampen *Phytophthora*. Lärk kan även drabbas av viltbetning och i viss mån av fejning. För närvarande betraktas alla lärkarter, förutom sibirisk lärk, som exoter i Sverige, vilket medför restriktioner för användning inom skogsbruket.

Den svenska baspopulationen för förädling av lärk består av ca 200 plus-trädskloner i klonarkiv eller i fröplantager. Sedan tillkommer, i huvudsak för sibirisk lärk, en urvalsbas i form av avkommor i olika fältförsök från ca 1 000 plus-trädskloner. Potentialen för att genom skogsträdsförädling förbättra lärkens produktion, stamkvalitet och vitalitet och därmed det ekonomiska utfallet vid odling av lärk är stor. För långsiktig förädling behöver baspopulationen utökas, inte minst för europeisk och japansk lärk. Dessutom behöver nya försök anläggas med syfte att ta fram praktiska rekommendationer om olika fröplantagers användning i Sverige.

1. Inledning och syfte

Intresset för skogsodling med lärk har ökat under de senaste 10-åren, vilket bl.a. avspeglas genom en ökad försäljning av lärkplantor. Intresset har förantletts av behov att: 1) minska risken för bakslag i skogsbruket inför en okänd framtid genom odling av fler trädslag, 2) använda trädslag med bättre stormfasthet än gran (Larsson-Stern, 1999) samt 3) använda trädslag med mindre känslighet för törskate på tallmarker i norra Sverige. Dessutom har ekonomin för lärkodlingar förbättrats på grund av lärkens snabba biomassaproduktion och höga bränslevärde i kombination med de, fram till år 2010, stigande priserna på bränslesortiment (Skogforsk, 2010).

Lärk har planterats i Sverige som parkträd och allé-träd sedan slutet av 1700-talet (Kiellander & Lindgren, 1978). Ur ett mer skogligt perspektiv beskriver Schotte (1917) förekomsten av planterad lärk på flera håll i Sverige i början på 1900-talet. Trots god tillväxtförmåga och bra virkesegenskaper har lärken i realiteten inte etablerat sig som ytterligare ett barrträdslag för skogsproduktion i Sverige. Det ökade intresset för lärk på senare år kan vara ett trendbrott men kan också vara en tillfällig uppgång. Det är därför angeläget att granska trädslaget närmare för att peka på några möjliga fördelar och nackdelar samt på vilket sätt det svenska odlingsmaterialet av lärk kan förbättras.

I södra Sverige baseras fortfarande kunskapen om lärk i stor grad på forskning som utfördes under främst 1950- och 1960-talen (Kiellander & Lindgren, 1978). Redan då bedömdes potentialen att förbättra det svenska odlingsmaterialet som stor. Den hybridlärk som i dag används i södra Sverige har en hög ungdomstillväxt och kan med god ekonomi drivas med omloppstider på 35–40 år (Boije-Malm & Stener, 2002; Larsson-Stern, 1999; Stener, 2007).

I norra Sverige har resultat från en serie med trädslagsförsök visat att rysk lärk tillsammans med contortatall, haft den högsta tillväxten efter 20 år (Westin & Kroon, 2011). I slutet av 1990-talet bidrog det rysk-skandinaviska lärkprojektet till att skapa utökade möjligheter för urval genom anläggning av fältförsök med sibirisk lärk i Sverige, (Martinsson & Lesinski, 2007). Där lades grunden till genetiska studier av de fyra huvudsakliga lärkarterna i Ryssland (*L. sukaczewii*, *L. sibirica*, *L. gmelinii* och *L. cajanderi*).

Dagens förädlingsarbete med lärk arbetar efter kortsiktiga, intermittenta insatser som är beroende av extern finansiering. Det ökade intresset för lärk i kombination med en hög förädlingspotential föranleder dock att en mer långsiktig handlingsplan utarbetas. Målet med denna studie är att översiktligt sammanställa befintlig kunskap om lärk samt tillgängligt genetisk material. Mer specifikt skall studien utgöra ett underlag för en ny förädlingsstrategi för lärk.

Utredningen omfattar kunskapssammanställning genom främst litteraturstudier, omvärldsanalys via forskarkontakter och intervjuer samt en sammanställning av tillgängligt genetisk material.

2.1. KUNSKAPSSAMMANSTÄLLNING

Mycket av den svenska litteraturen som berör lärk har granskats. Dessutom har internationellt publicerad litteratur sökts upp för att besvara specifika frågeställningar relevanta för en eventuellt långsiktig förädling av lärk. Litteratursammanställningen är omfattande men gör inte anspråk på att vara komplett. För mer utförlig information om t.ex. sibirisk lärk hänvisas till Karlman (2010) och för europeisk lärk, japansk lärk respektive hybridlärk till (Pâques et al., 2013) och (Larsson-Stern, 2003).

Under hösten 2012 gjordes en mindre enkätundersökning med anknytning till lärkens användning i Sverige, där några av de större plantodlingsorganisationerna kontaktades: Bergvik Skog AB, Nextforest AB, Ramlösa Plantskola AB, SCA Norrplant, Holmen Skog AB, Sundins skogsplantor AB och Svenska Skogsplantor AB.

Utländska kontakter har framför allt tagits med forskare i norra Europa (Danmark, Finland, Norge, Tyskland, Polen, Frankrike och Lettland), inte minst de med anknytning till det tidigare EU finansierade projektet Treebreedex (<http://treebreedex.eu>).

2.2. MATERIALSAMMANSTÄLLNING

Sammanställning av tillgängligt förädlingsmaterial som t.ex. plusträdskloner och genetiska fältförsök har främst gjorts med hjälp av Skogforsks förädlingsdatabas och gamla arkivdokument. Viss nyregistrering av kloner och omstrukturering av ursprungsmaterialet i databasen har varit nödvändig för att kunna överblicka materialet och skapa en mer komplett bas för framtiden.

3. Lärkens egenskaper och odling

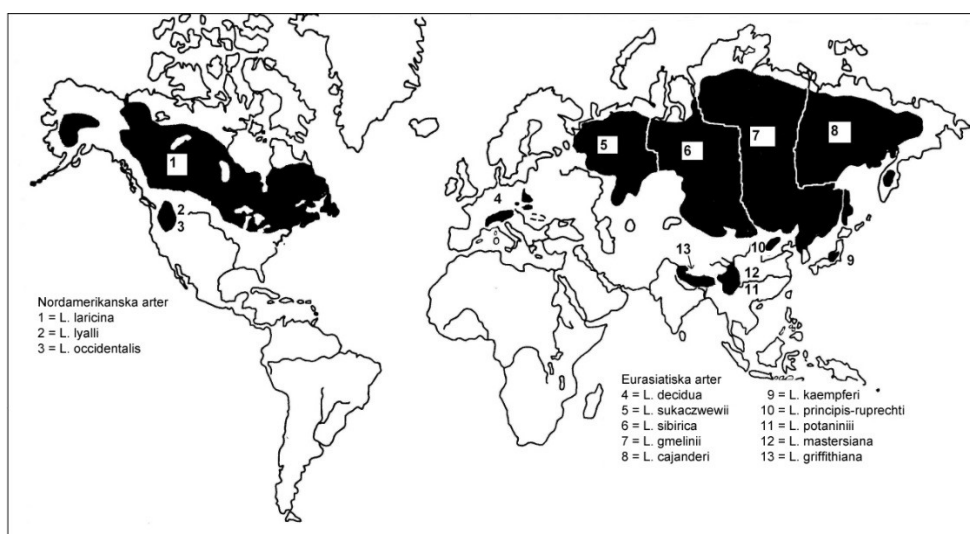
3.1. UTBREDNING OCH MORFOLOGISKA EGENSKAPER

Lärk (*Larix sp.* Mill.) är ett släkte med barrfällande trädslag som tillhör familjen *Pinaceae*. De finns naturligt enbart på norra halvklotet och framförallt i den norra tempererade zonen i Amerika, d.v.s. Kanada och USA resp. i Eurasien d.v.s. Europa, Ryssland och Kina m.fl. länder i östra Asien (Figur 1). Släktet omfattar ca 13 arter men det finns en viss oenighet om systematiken. En grov uppdelning mellan amerikanska resp. euroasiatiska lärkarter kan göras (Semerikov & Lascoux, 1999; Wei & Wang, 2003) medan uppdelningen av de euroasiatiska lärkarterna fortfarande är oklar. Lärken har sin största spridning i Asien, särskilt i Ryssland där lärkarter växer antingen i trädslagsrena bestånd eller i blandbestånd på stora områden. Totalt finns cirka 280 miljoner hektar lärk i Ryssland, vilket motsvarar 37 % av den totala skogsarealen.

De arter som främst behandlas i den här rapporten är europeisk lärk (*L. decidua* Mill.), japansk lärk (*L. kaempferi* (Lamb.) Carrière), hybridlärk (*L. × marschlinsii* Coaz) och sibirisk lärk (*L. sibirica* Ledeb.). Den japanska lärken har tidigare även benämnts med det vetenskapliga namnet *L. leptolepis* (Siebold & Zucc.) Gordon. För hybridlärk är det vetenskapliga namnet *L. × eurolepis* (Henry) vanligt förekommande men det officiella vetenskapliga namnet för hybridlärk är sedan 1995 *L. × marschlinsii* Coaz. För sibirisk lärk används i detta arbete beteckningen i dess mera vidsträckt bemärkelse enligt von Ledebour eftersom ursprunget av den i Sverige använda ”sibiriska lärken” i många fall är oklar.

Namnet ”sibirisk lärk” har dessutom i dagligt bruk en vidsträckt tolkning och det görs oftast ingen åtskillnad mellan olika varianter av lärk från Ryssland. Den kanske mest intressanta varianten av sibirisk lärk, ur ett svenskt skogligt perspektiv, är *L. sukaczewii* Djl. från nordvästra Ryssland och i praktiken är det den som avses med ”sibirisk lärk” (Figur 1, art 5).

Övriga arter som omnämns i rapporten är Dahurisk lärk (*L. gmelinii* Rupr.) inklusive underarten Ussurilärk (*L. olgensis* A. Henry alt. *L. gmelinii* var. *olgensis* (A. Henry) Ostenf. & Syrach), Cajander lärk (*L. cajanderi* Mayr.) och den nordamerikanska lärkarten Tamarack (kanadalärk) (*L. laricina* Du Roi K.). Däremot berörs inte de nordamerikanska lärkarterna Lyall lärk (Berglärk) (*L. lyallii* Parl.), västamerikansk lärk (*L. occidentalis* Nutt.) i rapporten och inte heller de kinesiska lärkarterna *L. principis-ruprechtii*, *L. potaninii* (Batalin), *L. mastersiana* (Rehd. & E.H. Wilson) och Himalaya lärken *L. griffithiana* (Carr.).



Figur 1.
Utbredningsområde för lärk (karta från Schmidt (1995), anpassad efter Karlman (2010).

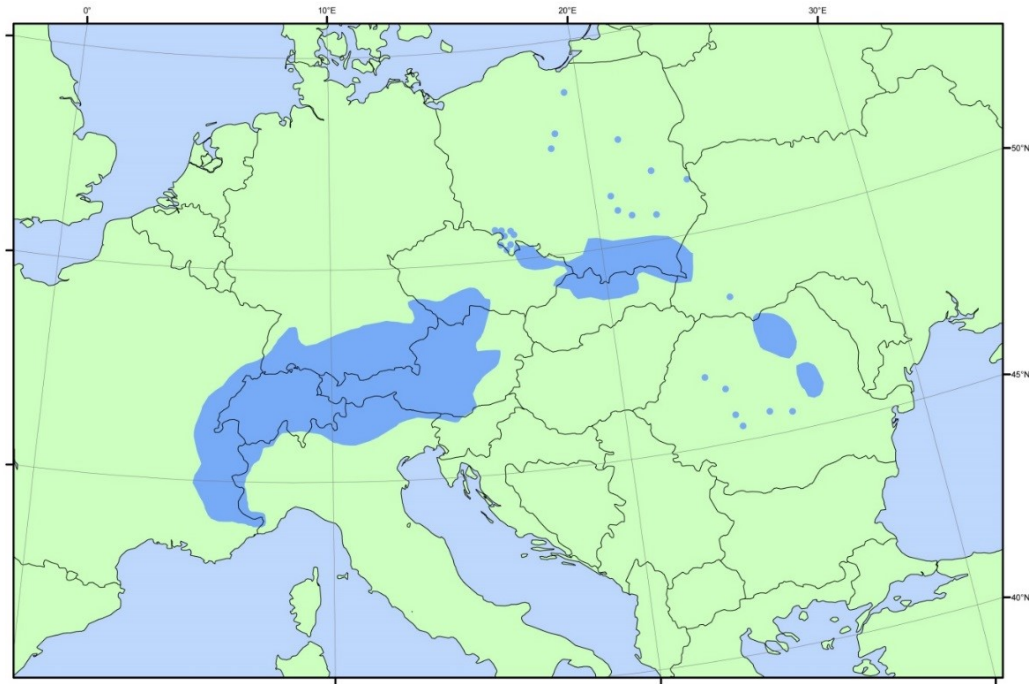
I Sverige uppgår det uppskattade virkesförrådet av lärk till 1,2 miljoner m³sk d.v.s. ungefär 0,04 % av totala virkesförrådet (Skogsstyrelsen, 2013). Eftersom förekomsten av lärk är relativt liten i Sverige är uppgifter om virkesförråd utifrån riksskogstaxeringens årliga stickprovsinventering mycket osäkra. Av den anledningen skiljer man inte på olika lärkartarter. Av det befintliga virkesförrådet finns ca 60 % i Götaland, varav ca 60 % utgörs av träd grövre än 25 cm (Skogsstyrelsen, 2013). Den övervägande delen av lärkarealen utgörs av planterad hybridlärk i Skåne och Blekinge (Johansson, 2012).

3.1.1. Europeisk lärk

Europeisk lärk har sitt naturliga utbredningsområde i Mellaneuropa (Figur 2). Arten brukar delas in i ett antal autoktona ursprungsområden men hur indelningen görs varierar och därmed också antalet områden. Påques et al. (2013) beskriver åtta områden, vilket också är den indelning som tillämpas i denna rapport. Lärken i Alperna brukar särskiljas från lärk i eller i närheten av Karpaterna. Mellan Alperna och Karpaterna ligger Donau-floden och i dess dalgång finns inte lärk naturligt. Lärken i Karpaterna utgörs av fyra områden med delvis splittrad förekomst av lärk (Polen, Sudeterna, Slovakien och Rumänien), medan lärken i Alperna bildar ett större mer sammanhängande område (sydvästra, centrala, norra och nordöstra alperna). I definitionen av det polska proveniensområdet ingår enligt Påques et al. (2013) lärk från i princip hela det geografiska Polen med undantag för den polska delen av Sudeterna. För definitioner av proveniensområdena i alpområdena hänvisas till Påques et al. (2013).

De första svenska lärkplanteringarna kom till stånd på gods i Västsverige vid slutet av 1700-talet och då med europeisk lärk införd från Skottland (Hannerz et al., 1993; Schotte, 1917). Den skotska lärken hade i huvudsak sitt ursprung från Tyrolen, d.v.s. lärk från det norra alpområdet men betraktas ofta som en egen skotsk ”landras” som delvis uppvisar andra egenskaper än den ursprungliga alplärken (Giertych, 1980). Nästan all lärk som användes i Sverige mellan åren 1789 och 1891 var skotsk lärk som främst planterades i parker och alléer. Mycket av den kunskap vi har om lärk i Sverige bygger på en avhandling av Gunnar Schotte (1917), där europeisk lärk var i fokus men även sibirisk, japansk och amerikansk lärk (främst *L. laricina*) diskuterades.

De tidigaste observationerna av skillnader mellan europeisk och sibirisk lärk (Schotte, 1917) blev lätt vilseledande eftersom den stora variationen inom framförallt sibirisk lärk då inte var känd. De fenologiska skillnaderna mellan europeisk och sibirisk lärk, av lämpligt proveniensursprung, är små på våren men desto större på hösten. De säkraste morfologiska skiljetecknen mellan europeisk och sibirisk lärk är kottarnas utseende och barrantalet på kortskotten på fjolårets långskott. Europeisk lärk har 40–60 barr medan sibirisk lärk har 25–40. Kärnveden är rödbrun hos båda arterna, men efter torkning kan vedfärgen hos sibirisk lärk förändras något, med en svag dragning mot grönt. Färgen på honblommorna och de späda kottarna är inte något säkert sätt att särskilja arterna på.



Figur 2.
Naturlig utbredning av europeisk lärk i Europa. Källa EUFORGENE 2009.

3.1.2. Sibirisk lärk

Sibirisk lärk växer naturligt i Europa i form av spridda förekomster i den nordvästra delen av Ryssland. Utbredningsområdet tar sin början öster om sjön Onega och Vita havet och vidare österut till i floden Jenisey (art 5 och 6 i Figur 1). Såväl allozym- som DNA-studier ger stöd för en uppdelning av den sibiriska lärken i en västlig resp. östlig variant (alternativt art) med en överlappande hybridzon (Khatab et al., 2008; Semerikov & Lascoux, 2003; Semerikov et al., 1999). Utbredningsområdet för den västliga sibiriska varianten motsvarar ungefär området för *L. sukaczewii* (Figur 1 område 5) medan den östliga sibiriska varianten tar över vid floderna Ob och Irtysh, öster om Uralbergen (Figur 1 område 6). För att klargöra en eventuell ytterligare uppdelning av den sibiriska lärken i fler underarter krävs större molekylära studier där flera populationer ingår. Sibirisk lärk betraktas i Sverige som en inhemsk art, till skillnad från övriga lärkarter, eftersom makrofossilfynd av ved och kottar, daterade till mellan 8700 och 7500 år f. Kr., har gjorts i svenska fjällen (Kullman, 1998). Senare har fynden bekräftats genom ca 10 000 år gammalt lärkpollen i Lappland från tidig Holocene (Bergman et al., 2004). Den sibiriska lärken kan betraktas som en återintroducerad art i Sverige.

Större importen av frö med sibirisk lärk har fram till slutet av 1990-talet skett under 1890-, 1930- och 1950-talen (Edlund, 1966). Importen under 1890-talet utgjordes troligtvis endast av en proveniens från det europeiska Ryssland, nämligen den s.k. Raivola lärken. Den kallas även Lintulalärk och kommer från ett område på ca 50 ha vid Roshchinka floden (Lintulajoki på finska) vid samhället Roshchino (Raivola på finska) i Karelen. I detta område har lärk såtts och planterats i åtminstone fem omgångar med början år 1738 fram till 1970-talet (Redko & Mälkönen, 2005). Tysken Fockel anlade på uppdrag av tsaren den första omgången skog där, med syfte att trygga den ryska virkesförsörjningen till skeppsbyggnad när tillgången på ek började minska. I den äldsta delen, en

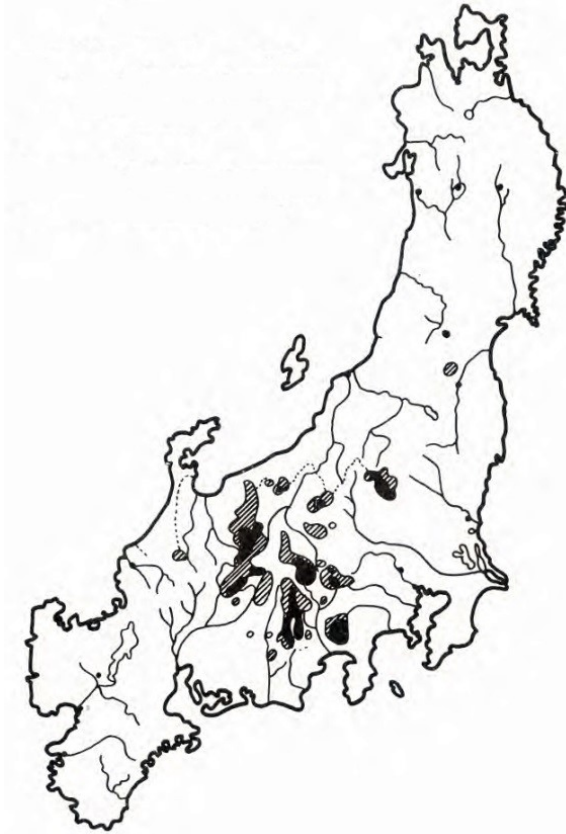
yta av ca 5 ha, som anlades under åren 1738-1750, användes med säkerhet frö från sibirisk lärk med ursprung ca 20 km söder om Archangelsk (ca 63°15'N). I de yngre delarna finns sibirisk lärk med okänt ursprung samt några små ytor med dahurisk lärk och europeisk lärk. Raivola lärken har haft ett stort inflytande på kultiveringen av lärk över hela världen och är sedan 1991 med på UNESCO's världsarvslista. Efter 1890-talet dröjde det ända till 1930-talet då nästa större import av lärkfrö gjordes till Sverige. Den importen härrör från främst två provenienser – troligtvis från Arkhangelsk respektive Altai. Det frö som infördes under 1950-talet har däremot klart definierade proveniensursprung och utgör ett bra underlag för proveniensforskning.

Den sibiriska lärkens potentiella användning i Sverige har utretts av Karlman (2010). Resultaten baseras bl.a. på nya fältförsök i Sverige, anlagda inom det rysk-skandinaviska lärkprojektet SibLarch där organisationer från Sverige, Norge, Finland, Island och Ryssland ingick. Bland annat insamlades frö från mer än 1000 lärkar fördelade över stora delar av Ryssland och fältförsök etablerades år 2003 inte bara i Sverige utan i ytterligare nio länder. Resultat från de svenska försöken vid fem års ålder indikerar en hög produktionspotential för sibirisk lärk i Sverige och framför allt för den med ursprung från nordvästra Ryssland. En anledning till att projektet SibLarch fokuserade på sibiriska lärkarter och främst den från nordvästra Ryssland, var att man förväntade sig en hög tillväxtpotential i Skandinavien. Dessutom fanns en enorm population att välja material från. Virkesförrådet med lärk i Ryssland är runt 25 miljarder m³, eller drygt tio gånger Sveriges totala virkesförråd av gran och tall (Shvidenko & Nilsson, 1994). I ett kandidatarbete av Söderholm och Öhman (2010) beräknades den potentiella skogsodlingsarealen för sibirisk lärk i Sverige till 2.9 miljoner hektar eller ca 19 % av skogsmarken i de nordligaste svenska länen (Västernorrland-, Jämtland-, Västerbotten-, Gävleborg- och Norrbottens län).

3.1.3. Japansk lärk

Det naturliga utbredningsområdet för japansk lärk är begränsat till de centrala delarna av den japanska huvudön Honshu (1300-3000 m.ö.h.) (Figur 3) och sträcker sig över bergen Manokami (ca 38° 05 ' N.L.) och Yamazumi (35° 08 N.L.). Dessutom finns ganska stora bestånd i Oze-Nikko, Asama, Shirane, de Chichibu, den Yatsuga ta och Fuji bergen. Inom det norra området växer japansk lärk på 900–1 850 m.ö.h. och i de centrala och södra delarna på 1 000–2 800 m.ö.h. Den bästa tillväxten hittas dock mellan 1 400–1 800 m, i norr, och mellan 1 400-2 100 meter i de centrala och södra regionerna. Jordarna i området är huvudsakligen vulkaniska eller av kalkstenstyp (Hayashi, 1951). Nederbörden i området varierar mellan 1 270 och 3 570 mm per år, medan intervallet i årsmedeltemperaturen är från 1°C till 7°C. Artens utbredning utgörs inte av en enda homogen population utan består av flera små genetiskt isolerade populationer med stora miljömässiga skillnader. Det finns indikationer på att japansk lärk och Dahurisk lärk är besläktade systerarter med liknande migrationshistorik men bilden är inte entydig (Khatab et al., 2008; Semerikov et al., 1999; Zhang et al., 2010). Ytterligare DNA studier behöver göras för en korrekt fylogenetisk klassificering av de euroasiatiska lärkarterna.

Utmärkande morfologiska drag för japansk lärk är att den har mer eller mindre horisontellt växande grenar, till skillnad från t.ex. den europeiska lärkens mer hängande grenar. Under vintern är färgen på årsskotten rödaktig på japansk lärk medan den på europeisk lärk är mer gulaktig (Páques et al., 2006). Färgskillnaderna är störst och tydligast på fjolårsskotten. Som unga plantor kan arterna skiljas genom att japansk lärk tappar så gott som alla barr efter första växtsäsongen medan europeisk lärk behåller barren på den övre tredjedelen (eller mer) av stammen (Páques et al., 2006).



Figur 3.
Naturlig utbredning av Japansk lärk (*L. kaempferi*) på den japanska huvudön Honshu. Fyllda mörka ytor anger hög andel lärk medan streckade ytor innebär en mindre andel. Anpassad efter (Hayashi, 1951).

3.1.4. Hybridlärk

Lärkartor kan hybridisera och arthybriderna är ofta fertila (Karlman, 2010; Kiellander, 1958). Hybriden mellan japansk lärk och europeisk lärk är egentligen den enda lärk som bör kallas hybridlärk. Övriga hybrider inom lärksläktet (t.ex. *L. decidua* × *L. sibirica* och *L. sibirica* × *L. kaempferi*) bör i stället kallas för lärkhybrider. Förekomst av hybridlärk dokumenterades ungefär samtidigt i Schweiz och Skottland efter naturlig hybridisering av europeisk lärk och japansk lärk som växte i närheten av varandra. Det finns dock exempel från Estland där frön efter hybridisering mellan japansk och europeisk lärk grott redan år 1795 (Sander & Läänelaid, 2007).

Den mest kända hybridlärken är den s.k. dunkeld-lärken som upptäcktes i byn Dunkeld i östra Skottland. År 1885 planterades elva japanska lärkar vid Dunkelds herrgård där redan två europeiska lärkar växte. Frö samlades senare in från de japanska lärkarna och plantor planterades ut. År 1904 noterades att de unga plantorna var exceptionellt vitala och hade ett, från de japanska moderträden, avvikande växtsätt och utseende. Henry och Flood (1919) drog slutsatsen att plantorna var ett resultat av en korsning mellan de båda arterna och benämnde hybriderna som *L. × eurolepis*. Redan år 1917 hade dock Johann Coaz beskrivit en hybrid mellan dessa trädslag som uppstått i ett arboretum i Tschärner Holz år 1901. Hybridavkommorna växte nära slottet Marschlins, Schweiz och Coaz gav hybriderna namnet *L. × marschlinsii*. Det officiella vetenskapliga namnet för hybridlärk är sedan 1995 *L. × marschlinsii* Coaz. (United States Department of Agriculture, 2006), vilket också används av Svensk Kulturväxtdata (SKUD, 2012). Vanliga vetenskapliga synonymer för hybridlärk är *L. × henryana* Rehder men framför allt *L. × eurolepis* Henry (Nelson, 1980; Sander & Läänelaid, 2007). Det förekommer att hybridkorsningar med japansk lärk som moder respektive som fader tilldelats olika vetenskapliga namn. Korsningar där modern är japansk (*L. kaempferi* × *L. decidua*) har t.ex. angetts som *L. × marschlinsii* Pâques et al. (2013), alternativt *L. × leptoeuropea* Dengler (Pâques, 1989) respektive *L. × leptoeuropaea* medan den reciproka korsningen *L. decidua* × *L. kaempferi* angetts som *L. × eurolepis* (Lelu et al., 1994c; Pâques et al., 2013). Inga signifikanta skillnader mellan de olika korsningstyperna har dock observerats.

Morfologiskt kan europeisk lärk, japansk lärk och hybridlärk relativt väl särskiljas från varandra genom färgen på årsskotten och i vilken utsträckning barren behålls efter första årets tillväxt. Hybridlärk intar en intermediär position i båda egenskaperna. För noggrannare bestämning finns molekylära metoder där arterna kan särskiljas med hjälp av RAPDs (Scheepers et al., 2000), mt-DNA samt cp-DNA (Acheré et al., 2004) eller SSR markörer (Chen et al., 2015; Wagner et al., 2012).

Arealen planterad hybridlärk i Sverige har ökat markant de senaste åren, speciellt från 2006 och framåt, som en konsekvens av stormen Gudrun år 2005. Enligt Skogsstyrelsen beviljades återbeskningsstöd för 2 900 ha hybridlärk, vilket utgjorde ca 5 % av barrträdplanteringarna efter Gudrun. I dag planteras ca 3 miljoner lärkplantor i Sverige (Skogsstyrelsen, 2013), varav hybrid- respektive sibirisk lärk utgör hälften var. Hybridlärk är det främmande trädslag som prövats i störst omfattning i södra Sverige. Vi har dock fortfarande liten erfarenheten i Sverige av hur hybridlärken utvecklas över en hel omloppstid (Skogsstyrelsen, 2009).

3.2. LÄRKSOGSSKÖTSEL I KORTHET

3.2.1. Plantodling

Lärkens snabba ungdomstillväxt gör att täckrotsplantor kan odlas fram under en tillväxtsång medan barrotsplantor, som enbart odlas på friland, kan behöva två säsonger för att bli tillräckligt stora (Martinsson & Lesinski, 2007). Lärk i allmänhet, och hybridlärk i synnerhet, avslutar tillväxten sent på hösten vilket innebär att plantor som odlas i Sverige riskerar frostsador redan i plantskolan. Hybridlärksplantor lego-odlas därför ofta av skogsplantskolor i Danmark eller norra Tyskland där klimatet är mildare på hösten. Även vid odling av t.ex. sibirisk lärk i svenska skogsplantskolor finns en risk för frostsador.

3.2.2. Ståndortskrav

3.2.2.1. Bördighet

Lärken förefaller, jämfört med gran och tall, att vara mer känslig för odlingsmiljön och uppvisar ofta ett samspel med växtmiljön. Europeisk lärk har t.ex. i försök visat ett tydligt miljöspel för olika proveniensier (Giertych, 1980).

I Finland anses sluttningar med fuktig och djup mineraljord vara den bästa marktypen för sibirisk lärk (Viherä-Aarnio & Nikkanen, 1995). I Sverige finns en enkel tumregel att sibirisk lärk för bästa avkastning bör planteras på marker med vegetationstyp av blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.) eller bättre (Karlman, 2010). Även på bördiga marker på hög höjd över havet kan lärk producera bra (Martinsson, 1995). Sibirisk lärk växer betydligt sämre på näringsmässigt svaga och torra marker och är där underlägsen t.ex. tall (Edlund 1966; Remröd and Strömberg, 1978; Martinsson, 1995). På Island används sibirisk lärk (*L. sukaczewii*) på vulkaniska jordar och den anses, av de 20–30 arter som växer tämligen väl på Island, vara den art som växer bäst på magra och torra marktyper (Eysteinnsson & Skúlason, 1995). Schotte (1917) refererar till en källa som hävdar att ”magraste sand och grus på högsta backar”, kan beskogas med lärk medan den inte trivs på våt jord. Det är uppenbart att lärkens förmåga att överleva på magra och torra marktyper behöver särskiljas från dess förmåga att ge hög avkastning på andra marktyper.

Enligt Hibberd (1991) växer hybridlärken bäst på fuktiga, men väl-dränerade medelgoda lerjordar men man bör undvika alltför finjordsrika marker och torra marker, speciellt där årsnederbörden är under 750 mm. År 2011 inventerades ett stort antal hybridlärkplanteringar som etablerades under åren 2000-2010 i Götaland och Bergslagen (Johansson et al., 2012). Syftet var dels att beskriva etableringsresultatet och dels att hitta lämpliga planteringar för långsiktig uppföljning hybridlärkens produktion. Inget samband kunde påvisas mellan lärkplantornas etablering och ståndorternas bördighet. Det är dock för tidigt att utvärdera ett eventuellt samspel mellan tillväxtmiljö och produktion.

I lärkbestånd utvecklas mykorrhiza som kan effektivisera näringsupptaget och överlevnaden för träden. Resultat från inokuleringsförsök med mykorrhiza på 1-årig tamaracklärk indikerar att dess effekt är störst vid låga näringsnivåer (Chakravarty & Chatarpaul, 1990). Dessutom hade plantor med mykorrhiza lägre skott-rot kvot, vilket antyder att de skulle kunna vara mindre känsliga för uttorkning efter utplantering i fält.

3.2.2.2. Markvatten

Att lärkarterna är lämpade för sluttningar är en uppfattning som etablerades tidigt t.ex. av Wahlgren (1914). En vanlig uppfattning är att lärk behöver s.k. ”rörligt markvatten” (Hägglund & Lundmark, 1982) d.v.s. ytligt rinnande grundvatten för att växa bra. Det kan sägas stödjas av att lärk växer bra i sluttningar men även andra arter t.ex. vanlig gran växer bra i sådana miljöer. Odlingslokaler med periodvis mycket hög grundvattennivå, t.ex. mark som under delar av året ligger i eller under grundvattennivån, är däremot inte lämpliga för lärk och speciellt inte för sibirisk lärk (Karlman, 2010). I ett experiment med krukade 2–4 åriga plantor av europeisk lärk, tall (*Pinus cembra*) och gran (*Picea abies*) studerades gasutbyte och vattenpotential på plantorna respektive marken (Havranek & Benecke, 1978). Även under ”icke-transpirerande” förhållanden upphörde inte transpirationen helt för lärken, till skillnad från de andra arterna. Under transpirerande förhållanden och successivt sjunkande vattenpotential i marken reducerades lärkens gasutbyte inte förrän vattenpotentialen sjönk under $-3,5$ bar. Först därefter stängdes gasutbytet snabbt. För tallen började en gradvis reduktion i gasutbytet redan vid en vattenpotential under $-0,4$ bar. Tallen upprätthöll den högsta kvoten mellan nettofotosyntes/transpiration och var effektivare än lärk (och även gran) på att utnyttja och hushålla med en begränsad tillgång på markvatten. I en annan studie med samma arter men på ett litet antal äldre träd (37–58 år) som växte på hög höjd i Alperna, studerades transpiration och vattenpotential i xylemet (Anfodillo et al., 1998). Europeisk lärk visade där en relativt hög transpiration även under perioder med måttligt underskott på vatten, d.v.s. uttorkande förhållanden. När den japanska lärken började planteras i Europa vid slutet av 1800-talet drabbades den i kontinentala områden av stora avgångar orsakade av sommartorka (Pâques et al., 2013).

Sammantaget tyder resultaten på att lärk, jämfört med andra arter, inte hushållar med vatten på ett lika ekonomiskt sätt, vilket kan göra den känslig för vattentillgången. För att lärken kontinuerligt ska klara av att upprätthålla en relativt hög transpiration behöver rotsystemet mer eller mindre kontinuerligt kunna nå och utnyttja grundvattennivån utan att marken är mättad med vatten.

3.2.3. Beståndsetablering

Lärken har den tidigaste skottsträckningen av alla arter av ekonomisk betydelse inom det svenska skogsbruket. Hur lärkplantorna hanteras vid vårplantering har därför visat sig vara mycket viktigt (Martinsson & Lesinski, 2007; Westin & Kroon, 2011). Lärkplantor som inte är i vila under transport och plantering drabbas lätt av stress. Om skottsträckningen påbörjats måste plantorna vattnas upp för att inte överlevnaden ska påverkas negativt. Plantering innan knopp-sprickning är att föredra, men är bara möjlig om plantorna kylförvarats innan. Lärken är dessutom känslig för försommartorka, vilket är ett skäl till att plantering vanligen görs under sensommaren i norra Sverige. Även sena höstplanteringar d.v.s. från den tidpunkt då barren gulfärgats rekommenderas för praktisk skogsodling (Kiellander & Lindgren, 1978).

Vid vårplantering av hybridlärk är det inte ovanligt att övre delen av toppskottet är dött p.g.a. sen invintring i samband med höstfrost i plantskolan, men det verkar inte ha någon större praktisk betydelse. För t.ex. europeisk lärk, som till skillnad från hybriderna har låg motståndskraft mot lärkkräfta, kan sådana skador bli allvarliga eftersom de senare kan vara en inkörsport för stamkräfta (Kiellander & Lindgren, 1978).

Instabilitetsproblem och hög andel baskrökar, orsakade av bl.a. alltför stora plantor vid utplanteringen, har uppmärksammats i flera fältförsök (Stener, 2007). Lärk kan generellt ha allvarliga kvalitetsdefekter, främst vad beträffar raket, vilket har påtalats i ett flertal studier (Karlman, 2010; Keiding & Olsen, 1965; Westin & Kroon, 2011; Yde-Andersen, 1980). Till viss del kan kvalitetsdefekterna förklaras av planttyp, markegenskaper och planteringspunkt (Larsson-Stern, 1999). Stora genetiska skillnader i raket har dock påvisats, vilket tyder på att problemet med krokiga träd till viss del kan åtgärdas med genetisk förädling (Pâques, 2004). Om frekvensen krokiga träd inte är alltför stor påverkas dock inte det ekonomiska utfallet speciellt mycket, eftersom de krokiga träden främst tas ut vid de första gallringarna där sortimenten ändå enbart utgörs av massa- eller bränsleved (Stener, 2007). En till två röjningar krävs beroende på lövförekomst och lärkart. Hybridlärk växer dock vanligen ifrån det konkurrerande lövuppslaget, vilket minskar röjningsbehovet (Powell & Vescio, 1986).

3.2.4. Gallring och föryngringsavverkning

Lärk är en av de mest ljuskrävande trädarterna i Norden, vilket ställer krav på relativt hårda och frekventa gallringar. Hög stamtäthet i kombination med hög tillväxt resulterar snabbt i högt upphissade grönkronor, vilket reducerar trädutväxten. För hybridlärk på bördig mark i södra Sverige kan exempelvis gallringar med 5-6 års intervall vara lämplig från ca 15 års ålder (Hildingsson, 2006; Larsson-Stern et al., 2005). Produktionstabeller för olika boniteter och med olika gallringsscheman har utarbetats för svenska förhållanden för hybridlärk (Johansson, 2012) och sibirisk lärk (Vuokila et al., 1983).

Omloppstiden för lärk varierar, beroende på art, bördighet och syfte. I allmänhet är omloppstiden för europeisk lärk 80–100 år och för japansk lärk ca 70 år. Sibirisk lärk kan avverkas efter 55–75 år men omloppstiden är bonitetsberoende och omloppstider på till 150 år förekommer. För hybridlärk på god mark i södra Sverige är omloppstider mellan 30 och 45 år möjliga, d.v.s. tre omloppstider med hybridlärk motsvaras ungefär av två omloppstider med gran på samma mark (Sonesson & Rosvall, 2011a). Lärkens kortare omloppstid ger högre nuvärde för hybridlärk än gran (Sonesson & Rosvall, 2011b) och ännu kortare omloppstider är tänkbara om målet enbart är biomassa.

3.2.5. Lärkens produktion

En genomgång av lärkens produktion i Sverige har gjorts av Ekö et al. (2015) och baseras på permanenta provytor fördelade på 26 lokaler med hybridlärk i främst sydvästra Sverige, 13 lokaler med europeisk lärk i Götaland och Svealand, 16 lokaler med japansk lärk i Götaland och 23 lokaler med sibirisk lärk i främst Svealand och Norrland. Produktionsytorna var lokaliserade till bördiga ståndorter och de var välskötta med minimal inverkan av stickvägar.

Den årliga medeltillväxten för hybridlärk mellan 30 och 56 år var i genomsnitt $14.1 \text{ m}^3 \text{sk ha}^{-1}$ med en spridning från 9.6 till $17.6 \text{ m}^3 \text{sk ha}^{-1}$. Vid en omloppstid

på 40 år uppskattades produktionen till 14.4 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Hybridlärkens medelproduktion var 30 % högre än granens på de nio ytor där den jämförelsen var möjlig. Resultatet indikerar att hybridlärken växer bättre än vad tidigare svenska produktionsstudier visat (Ekö et al., 2004). En relevant jämförelse mellan arterna försvåras av produktionsytornas generellt sett låga åldrar i kombination med att lärk respektive gran har olika långt kvar till dess att tillväxten kulminerar. För hybridlärk kulminerar exempelvis den årliga medeltillväxten relativt tidigt. Tidigare studier på hybridlärk har pekat på en slutvolym vid 45 års ålder på omkring 300 m³sk ha⁻¹ (stående skog) och en totalproduktion på ca 575 m³sk ha⁻¹ (Larsson-Stern, 2003). På likvärdiga lokaler har gran vid samma ålder en omloppstid som normalt sett är minst 20 år längre. Lärkens produktionen kan höjas ytterligare genom att använda förädlad plantmaterial från de bästa fröplantagerna i Sverige och Danmark, varvid en årlig medelproduktion på ca 16 m³sk ha⁻¹ på bördiga marker i södra Sverige kan vara fullt möjlig.

Produktionsytorna med europeisk lärk äldre än 50 år, d.v.s. betydligt äldre än de med hybridlärk, visade på en årlig medelproduktion på 7.8 m³sk ha⁻¹ med en spridning från 4.8 till 10.0 m³sk ha⁻¹. För en omloppstid på 50 år uppskattades produktionen till 8.8 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. Svenska fröplantager med europeisk lärk saknas idag och vi har ingen kunskap om vad tillväxten skulle kunna bli med material från danska, tyska, polska eller tjeckiska fröplantager.

För japansk lärk uppskattades den årliga medeltillväxten under en 50 årig omloppstid till 10.2 m³sk ha⁻¹, d.v.s. högre än för europeisk lärk. I en tidigare studie föreföll tillväxtmönstret för japansk lärk att mer likna hybridlärk än europeisk lärk (Larsson-Stern, 2003). För japansk lärk finns även möjlighet att höja produktionen ytterligare med material från danska fröplantager.

De sibiriska lärkytorna visade, för ytor som var minst 40 år gamla, en årlig medelproduktion på 6.1 m³sk ha⁻¹ med en variation från 1.8 till 10.8. På två av ytorna (ålder > 25 år, ståndsortsindex ca T28) kunde tillväxten jämföras med tall, varvid lärkens produktion var 7 % respektive 11 % högre. Vid en omloppstid på 60 år uppskattades produktionen till 6.2 m³sk ha⁻¹ år⁻¹. I en tidigare studie av Martinsson (1995) växte sibirisk lärk 10-25 % bättre än tall på intermediärt bördiga marker. Även här kan användning av fröplantagematerial från Sverige och Finland höja produktionen ytterligare ca 10 %.

3.3. VIRKETS ANVÄNDNING

En av grundförutsättningarna för att initiera ett förädlingsprogram med lärk är att det finns en framtida avsättning för det lärkvirke som skall produceras. Vad vi tror om virkesmarknaden i framtiden avgör också vilka förädlingsmål som förädlingsarbetet bör inriktas mot. Vid odling av lärk är i dag slutmålet vanligtvis timmer.

3.3.1. Massaved

Sulfatprocessen är i dag den dominerande metoden för framställning av pappersmassa och så gott som alla vedslag, inklusive lärk, kan utnyttjas. En nackdel med sulfatprocessen är det låga utbytet. Enbart ca 40–50 procent av veden blir papper. Det främsta alternativet till sulfatmassa är mekanisk massa, som har ett utbyte på mer än 90 %. Lärk anses dock olämplig för mekanisk massa på grund av de färgproblem som kärnveden ger upphov till (Nova Scotia Department of Lands and Forests, 1989). Storleksmässigt är lärkfibrerna (trakeider) ungefär lika stora som tallens, men lärk har väsentligt större andel småfibrer, vilket minskar den genomsnittliga fiberlängden (Edlund, 1966). Trakeidandelen i veden är också något lägre för lärk än tall p.g.a. att lärken innehåller en volymmässigt betydligt högre kvantitet mörkstrålar. Lärkmassans egenskaper förefaller avvika något från andra barmmassor i Skandinavien och kan i rivstyrka jämföras med s.k. Sydstatsmassa (Edlund, 1966). Sammantaget utgör dock lärkens fiberegenskaper i sig inget hinder för massatillverkning.

Lärkvedens massaegenskaper skiljer sig också från tall- och granvedens, vilket innebär att den i sulfatprocessen bör hanteras separat. Lärkved är, jämfört med tallved, något rikare på lignin, fattigare på alkohol-bensen lösliga extraktivämnen, men framför allt väsentligt rikare på vattenlösliga extraktivämnen. Lärkens huvudsakliga hemicellosa, arabogalaktan, är ett s.k. extraktivämne som skiljer sig från tallens och granens vanliga hemicellulosor genom att vara vattenlöslig och hydrolyserbar (Edlund, 1966; Keith & Chauret, 1988). Extraktivämnen utgör en heterogen grupp som innehåller många olika ämnen. En del av extraktivämnena kan, förutom lägre massautbyte, ge upphov till oönskade avsättningar på massa och papper samt på processutrustning.

Vedåtgången per ton massa ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$) beror av vedens densitet och kärnvedsandel (Sable et al., 2012) och minskar normalt med ökad veddensitet och ökad kärnvedsandel. Lärkens arabinogalaktan i kärnveden bidrar till högre densitet. I sulfatprocessen går arabinogalaktanet förlorat, vilket sänker massautbytet men samtidigt ökar utbytet med ökad veddensitet. I provkokningar med sibirisk lärk, europeisk lärk och tall blev exempelvis utbytet för både sibirisk och europeisk lärk ca 0,5 – 1,0 % lägre än för tall (Edlund, 1966). Lärkens massautbyte borde, vid vanliga värden på andelen kärnved och arabinogalaktan i kärnveden, teoretiskt vara ca 4 % lägre än för ved utan kärnved. Lärkvedens densitet bör därför vara minst 10 % högre än för ved utan kärnved för att samma massautbyte ska nås per volymenhet ved (Edlund, 1966).

Lärkens veddensitet varierar med art, genetiskt ursprung och beståndshistorik och kan uppvisa mycket olika densitetsnivåer. Veddensiteten i brösthöjd ökar med stigande ålder till en övre nivå varefter den genomsnittliga densiteten planar ut eller minskar långsamt. En övre densitetsnivå på 450–550 kg m^{-3} vid 15 år ålder har observerats (Keith & Chauret, 1988). Även i tid mer utdragna förlopp finns redovisade där utplaningen börjar vid ca 20 år och ett max nås vid ca 40–60 år (Kärkkäinen, 1978; Luostarinen, 2011). För flera lärkarter samt för tall finns exempel på densitetsnivåer på ca 450–550 kg m^{-3} (Fries & Ericsson, 2006; Karlman et al., 2005; Sable et al., 2012). Karlman et al. (2005) redovisar betydligt högre densitetsnivåer för lärk, ca 600–700 kg m^{-3} . Vid ökande årsringsbredd från ca 1 mm upp till ca 4 mm minskar lärkens veddensitet medan den för årsringsbredder därutöver är relativt konstant (Edlund, 1966; Kärkkäinen, 1978). Om trädslagsjämförelser görs vid samma årsringsbredd (2–3 mm) finns exempel på att sibirisk lärk har ca 30 % högre densitet än tall och ca 50 % högre än gran (Edlund, 1966).

Lärkens relativt höga densitet är till stor del relaterad till den höga halten av arabinogalaktan i kärnveden. I kärnveden ökar halten från mårgen och utåt och är högst i den yttre kärnveden för att minska tvärt vid övergången till splintved (Keith & Chauret, 1988). Halten av arabinogalaktan är vanligtvis mellan 10–13 % av torrvikten (Edlund, 1966; Martinsson & Lesinski, 2007) men även halter på 5–40 % finns rapporterad (Simson et al., 1968). Mängden arabinogalaktan på barrträd är relaterad till kärnvedsbildning (Hillis, 1987) som i sin tur är relaterad till tillväxt och ålder. Små årsringar, vårved och normal ved innehåller mer arabinogalaktan än breda årsringar, sommarved respektive tryckved (Simson et al., 1968).

Kärnveden är den del av veden som är mest resistent mot nedbrytning, d.v.s. av central betydelse för hållfastheten och möjligheterna att utgöra ett miljövänligt alternativ till tryckimpregnerat virke. Lärkvedens beständighet mot röta varierar starkt mellan populationer och art (Curnel et al., 2008). Lärkens kärnvedsandel av vedvolymen vid brösthöjd ökar snabbt till ca 60–70 % under de första 15–30 åren (Edlund, 1966; Pauwels et al., 2003). Europeisk lärk har lägre kärnvedsandel än både japansk lärk och hybridlärk (Pauwels et al., 2003). För tall börjar kärnvedsbildningen vid ca 20 års ålder (Edlund, 1966; Fahlgren & Jansson, 2010) men det finns rapporter om kärnvedsbildning redan från ca 10 års ålder (Gjerdrum, 2003). Kärnvedsbildningen på tall förefaller dock gå lite långsammare än för lärk. Lärkved från förstagallringar, med relativt låg andel kärnved, förefaller vara den lärkråvara som är bäst lämpad för massaproduktion.

För lärk kan barkens andel av volymen ibland vara betydande. Det finns exempel på mer än 15 % barkandel vid diametrar under 15 cm och med stor variation mellan bestånd (Martinsson, 1995; Pauwels et al., 2003). På sibirisk lärk varierade andelen t.ex. mellan 12–35 % bark av stamvolymen (Martinsson, 1995). Orsaken till den stora variationen är okänd och barktjockleken förefaller varken vara korrelerad med t.ex. stamdiameter eller trädålder. Skillnader i genetik och ståndortsfaktorer är dock de troligaste förklaringarna. Andra lärkarter än sibirisk lärk har liknande barkandel. Om massautbytet jämförs i enheten m^3sk , d.v.s. inklusive barkvolym, kräver lärken p.g.a. den höga barkandelen, en veddensitet som är i storleksordningen 20 % större än t.ex. tallens för att uppnå samma utbyte.

3.3.2. Energiråvara

Det ökade intresset för biobränsle och lärkens snabba och höga biomassaproduktion gör lärken intressant som bränslesortiment t.ex. genom uttag av gallringsvirke och GROT. Sedan år 2005 har priset på bränslesortiment ökat kraftigt, även om priset sedan år 2010 har sjunkit. Lärken anses lämplig för bränslesortiment på grund av dess jämfört med andra trädslag relativt höga värmevärde. Värmevärdet, d.v.s. den mängd värme som uppkommer vid fullständig förbränning per kg, är i stort sett konstant för många olika trädslag men påverkas av densitet, fukthalt och vedens sammansättning. Räknet per kilo är det effektiva värmevärdet hos barrved i absolut torrt tillstånd ca $19,5 \text{ MJ kg}^{-1}$ (Strömberg & Herstad Svärd, 2012). Vid samma fukthalt beror nästan alla skillnader mellan trädslag i värmevärde per m^3 på skillnader i densitet, vilket gynnar lärken om den har högre densitet (Berggren, 2007). Lärkvedens sammansättning t.ex. hög halt av extraktivämnen påverkar också värmevärdet i gynnsam riktning. Energünehållet är ca $33\text{--}38 \text{ MJ g}^{-1} \text{ TS}$ i extraktivämnena

och ca 25 MJ g⁻¹ TS i lignin (Liss, 2005). Detta kan jämföras med cellulosa och hemicellulosa, som utgör huvudbeståndsdelen i ved, med ett energiinnehåll på ca 17 MJ g⁻¹ TS.

Lärkens höga barkandel jämfört med t.ex. tall innebär att volymproduktionen under bark blir lägre. Barken är dock användbar för energiproduktion. Inom massa- och sågverksindustrin används den internt för uppvärmning eller går till försäljning till värmeverk. Bark har relativt hög kvävehalt, ca 0,5 %, vilket kan leda till förhöjda NO_x-emissioner vid förbränning. Värmevärdet för bark motsvarar eller är något högre än värmevärdet för ved men eftersom fukthalten vanligtvis är betydligt högre blir det effektiva värmevärdet lägre (Strömberg & Herstad Svärd, 2012). Priset för bark är ungefär som för GROT om barken har en fukthalt under 60 %. Fuktigare bark har ett betydligt lägre värde, och då rör det sig snarare om destruktion än om förbränning.

3.3.3. Sågad vara

Lärkvirket anses vara motståndskraftigt mot olika nedbrytande organismer och kan i viss utsträckning sägas vara ett miljövänligt alternativ till tryckimpregnerat virke (Larsson-Stern, 1999). Den högre motståndskraften än t.ex. tall har framför allt sin grund i en betydligt högre kärnvedsandel. Kärnvedsandelen hos lärk är redan från tidig ålder mycket hög och det finns också stora skillnader mellan olika lärkarter (Berggren, 2007; Bergstedt & Lyck, 2007). Även mellan naturlig rysk sibirisk lärk och frodvuxen sibirisk lärk odlad i Finland hittades stora skillnader i vedegenskaper (Luostarinen, 2011). I en studie på europeisk-, japansk lärk och hybridlärk i Europa (Curnel et al., 2008) varierade lärkvedens beständighet mot rötning starkt mellan populationer och art. Val av proveniens och art spelade en avgörande roll för vedens motståndskraft mot röta men även andra faktorer som kärnvedsandel och trädålder bidrog till variationen. Den mest rötresistenta veden utgjordes inte enbart av europeisk lärk från gamla alpina bestånd, utan även snabbväxande lärk från låglandet producerade hållbart virke. Lärkvedens hållbarhet bör således kunna förbättras genom traditionell urvalsförädling där de bästa individerna från de bästa populationerna väljs. Man ska överlag vara försiktig med att jämföra vedegenskaperna från ung snabbväxande hybridlärk med gammal långsamväxande lärk från naturskog i Sibirien. Åringsbredden kan variera från några tiondels millimeter för lärk i Sibirien till uppemot 15 mm för europeisk lärk från Irland. Densiteten kan på samma sätt variera från ca 410 till 760 kg m⁻³. Tillväxtförhållandena har stor betydelse för lärkens vedegenskaper. På Nya Zeeland betraktas exempelvis ved från inhemsk europeisk lärk som icke-beständigt vid markkontakt, detta trots hög kärnvedsandel, medan europeisk lärk som vuxit i Europa, betraktas som måttligt beständig.

Lärkens kärnved är som nämnts ungefär lika motståndskraftigt mot röta som tallens kärnved (Nilsson & Edlund, 1996) men lärken gynnas av en högre kärnvedsandel. Lärkkärnved beräknas ha en livslängd på ca 15 år ovan mark utan underhåll (Jildestedt, 2007) vilket kan jämföras med t.ex. 30 år för tryckimpregnerad tall. Vid tryckimpregnering, impregneras splintveden medan kärnveden lämnas orörd eftersom extraktivämnena, som till stor del fyllt cellernas lumen, omöjliggör vätsketransport. Tryckimpregneringen påverkar virkets beständighet men inte dess styvhet eller hållfasthet (Kecklund, 2014). Beståndsdelarna i impregneringsmedlen är av CMR-typ, d.v.s. Cancerogena, Mutagena och Reproduktionsstörande ämnen, vilket gör att de bör undvikas.

Lärk är inte aktuell för tryckimpregnering eftersom den höga kärnvedsandelens gör att splinten sällan kommer med i den sågade plankan. Alternativt kan virkets beständighet förbättras genom behandling med värme respektive med kiselämnen. Att binda kiselämnen till vedfibrer är en nyutvecklad metod vid vilken en kiselossilisering sker framförallt på ytan av fibrerna, vilket kapslar in dem och skapar en fysisk barriär. Inkapslingen medför att fibrerna görs otillgängliga för rötsvamparna samtidigt som ett flamskydd skapas. De kiselämnen som används är vattenlösliga, d.v.s. de måste fixeras i träet med någon metod (OrganoWood, 2014; Sioo, 2014). Träskyddet räcker i ca 10 år och fungerar även på lärk (Nilsson, 2014; www.sioo.se, 2014).

Lärkvirke är svårt att torka på grund av att sommarvedens höga densitet fungerar som en barriär vid uttorkningen, vilket även gör att vatten tas upp långsamt (Berggren, 2007). När lärken torkat så har dess hårda svartkvistar en tendens att lossna. Lärkvirke ytbehandlas främst för att ge det en jämnare grånad och för att minska risken för sprickbildning (Berggren, 2007). Ytbehandling med järnvitriol gör att virket grånar jämnare än utan ytbehandling men behandlingen påskyndar enbart det som naturen gör på några år och tillför inte trämaterial något skydd. Såpa eller träolja är exempel på andra ytbehandlingsmedel (Jildestedt, 2007). Lärkverkets faktiska livslängd beror av i vilken miljö virket placeras och med vilka intervall underhåll som t.ex. ytbehandling sker.

Det saknas officiell statistik om vad lärkvirket används till i Sverige men altan-golv och fasader är vanliga användningsområden. Utrustning till utomhuslekplatser förekommer också, vilket motiveras av att man i den specifika miljön vill undvika impregnerat virke. Mindre sågverk har även specialiserat sig mot lärk och det finns flera mindre företag som erbjuder allt från massiva trägolv till limträbalkar i lärk (Govertzson, 2014; Nilsson, 2014; Sigleif, 2014). Lärkens höga densitet gör att den inte bör spikas, utan skruvas med självborrande skruv alternativt förborras innan spikning/skruvning (Berggren, 2007). Lärkens såg- och hyvlingsegenskaper kan ifrågasättas då det finns exempel på att dess sågningsbarhet och hyvelbarhet bedömts som undermålig (Frisk, 2011; Gyllin, 2013).

3.4. BIOTISKA SKADEGÖRARE

3.4.1. Svamp

Lärkkräfta är en svamp (*Lachnellula willkommii*) som uppträder allmänt som en saprofytt på döda kvistar men kan också gå in i levande ved via sår och död vävnad, där den utbreder sig när trädet är inaktivt under vinterhalvåret. Mindre grenar kan dö av angreppet, men på stammar och större grenar kan ”kampen” mellan svamp och träd bli långvarig. Lärkträd i åldern 10–20 år är mest utsatta men individer i alla åldrar kan angripas (Kulej, 2006). Sjukdomen gynnas av förhållanden som nedsätter trädets vitalitet och motståndskraft och av miljöer med hög luft- och/eller markfuktighet (Ostaff, 1985). Sjukdomen är mer allvarlig under icke optimala mark- och klimatförhållanden, vilket talar för att odlingsmaterial som är väl anpassade till odlingslokalen ska väljas (Hahn & Ayers, 1943; Ito et al., 1963; Sylvestre-Guinot & Delatour, 1983).

Alla lärkarter är mer eller mindre mottagliga för lärkkräfta. Redan vid mitten av 1800-talet upptäcktes att europeisk lärk som planterats i nordvästra Europa, speciellt i områden med relativt maritimt klimat, var känslig för lärkkräfta. Senare proveniensförsök med europeisk lärk har visat på stora proveniensskillnader i såväl tillväxtförmåga som i känslighet för kräfta (Paques et al. 1999, 2013). Lärk från Sudeterna och Polen visade exempelvis i sydsvenska försök, anlagda under 1940- och 50-talen, både hög produktion och mindre mottaglighet för lärkkräfta än andra ursprung som t.ex. den skotska lärken (Kiellander & Lindgren, 1978). Japansk lärk och hybridlärk är inte helt resistenta mot lärkkräfta men angreppen är oftast inte av allvarlig art. Den sibiriska lärken kan angripas men har högre motståndskraft än t.ex. europeisk lärk. I t.ex. Finland har det visat sig att skadorna på ryska lärkarter som angrips av lärkkräfta, vanligtvis inte är av dödlig karaktär (Lukkarinen et al., 2010; Lähde, 1978; Ohenoja, 2001; Silander et al., 2000). För att förbättra hybridlärkens motståndskraft ytterligare har hybridlärkkorsningar mellan sudetisk och japansk lärk föreslagits, eftersom arterna möjligen har olika anlag för resistens (Kiellander & Lindgren, 1978). Om samma förädlingsfokus ägnats den europeiska lärken som hybridlärken så anser en del forskare att de båda arterna skulle uppvisat en likvärdig tillväxt, kräftresistens och stamkvalitet.

Lärkskyttesvampen (*Meria laricis*) infekterar lärkens barr där den orsakar nekros, vilket avbarrar träden. Europeisk lärk är extremt känslig medan hybridlärk kan drabbas av svåra angrepp men den är generellt sett mindre känslig än europeisk lärk (Biggs, 1964). För japansk lärk finns rapporter om angrepp i Europa medan den på Nya Zeeland anses vara resistent. I inokuleringsförsök har enstaka barr av japansk lärk kunnat infekteras artificiellt medan varken dahurisk eller sibirisk lärk kunde infekteras. Lärkskytte gynnas av fuktig väderlek under det tidiga utvecklingsstadiet av barren och återkommande regn under sommaren kan ge upprepade infektioner (Hagle, 2004). Tillväxtförluster orsakade av allvarliga infektioner är antagligen den största negativa effekten. Lärkskytte förekommer ofta, men inte alltid, tillsammans med mjöldaggssvamp (*Hypodermella laricis*), som också gynnas av fuktig väderlek (Biggs, 1964). Den kombinerade effekten av *Meria* och *Hypodermella* kan ha betydligt större negativ påverkan än effekten av svamparna var för sig. I plantskolor orsakar lärkskytte förluster i form av direkt dödlighet på lärk, vilket gör lärkskytte till en av de mest betydande sjukdomarna. Sjukdomen upptäcks oftast på barrotsplantor under andra växtsäsongen. När svampen väl fått ett utbrott kvarstår sjukdomen oftast i plantskolan. Man bör därför rutinmässigt förebygga infektion av lärkskytte med besprutning av fungicider.

Törskatesvamp förekommer i två former, en värdväxlande (*Cronartium flaccidum*) och en icke värdväxlande (*Peridermium pini*). De angriper framför allt tall (Persson et al., 2008) medan lärksläktet anses vara betydligt mer motståndskraftigt, vilket gör lärk intressant på bättre tallmarker i törskatedrabbade områden i norra Sverige (Skogsstyrelsen, 2009).

Gremmeniella (*Gremmeniella abietina*) förekommer i åtminstone två olika varianter – en nordamerikansk och en europeisk variant. Ibland anges även den Gremmeniella som förekommer i Asien som en egen variant (EPPO, 1990). Den europeiska varianten anses vara ursprungsformen och är mer virulent än den nordamerikanska. Den angriper tall (*Pinus spp.*), gran (*Picea spp.*) men även lärk (*Larix spp.*) och ädelgran (*Abies spp.*). Den nordamerikanska varianten angriper huvudsakligen tall (*Pinus spp.*) och mer sällsynt gran (*Picea spp.*) (Canadian Food Inspection Agency, 2012). Av lärkarterna har japansk lärk observerats som värdväxt för svampen (EPPO, 1990) men ännu har inga skador rapporterats från praktiska föryngringar.

Algsvampen *Phytophthora* (*Phytophthora ramorum*) har sedan år 2009 observerats i Storbritannien och har där orsakat stora skador. *Phytophthora* är en parasitisk algsvamp som framför allt angriper japansk lärk men skador på europeisk lärk har också observerats. Den har även påträffats i andra europeiska länder, men då främst på plantor och buskar av *Rhododendron sp.*, *Viburnum sp.* och *Camelia sp.* Hittills har inga *Phytophthora*-angrepp rapporterats på lärk i Sverige men det finns en stor risk att den sprids hit.

I Sverige förekommer två arter av rotticka – *Heterobasidion annosum* och *Heterobasidion parviporum* som tidigare betecknades med undergrupperna P respektive S. Lärk har visat sig synnerligen känslig när den angrips av rotticka (Stenlid et al., 1995). Rottickan orsakar rotröta i framför allt kärnveden hos lärk och kan sprida sig högt upp i stammen. Eftersom lärk har en relativt mörk kärnved kan det ibland vara svårt att se begynnande rötangrepp i t.ex. stubbskäret. Dessutom uppträder rötan ofta fläckvis i kärnveden. I södra Sverige är det *H. annosum* som angriper lärk. Lärk kan bli kraftigt smittad av rotticka vid plantering på mark där det tidigare beståndet utgjorts av rötinfekterad gran (Stener & Ahlberg, 2002). Lärken verkar också kunna bli smittad väldigt tidigt. Det finns exempel på hybridlärk där 70 % av plantorna smittats redan vid fem års ålder (Rönneberg, 1997). I mellersta och norra Sverige är det *H. parviporum* som är den dominerande varianten och den förefaller mest angripa gran och i mindre omfattning sibirisk lärk.

Andra svampar som kan nämnas är rostsvampen (*Melampsora epitea*) som är den vanligaste svampen i salixodlingar. Den värdväxlar mellan salix och lärkträd men orsakar inte någon direkt skada på lärk. Bladrostsvampen *Melampsora larici-populina* som kan vara allvarlig på poppel värdväxlar också med lärk men orsakar inte heller någon direkt skada på lärken.

3.4.2. Insekter

Den kanske viktigaste skadegöraren är snytbaggen (*Hyllobius abietis* L.) som angriper lärkplantor i samma utsträckning som gran- och tallplantor. I de områden av Sverige där snytbaggen utgör ett problem, behövs därför någon form av plantskydd i kombination med en väl utförd markberedning.

Lärksäcksmalen (*Coleophora laricella*) kan vara en allvarlig skadegörare i planteringar och fröplantager i södra Sverige och utmed Norrlandskusten. Den kan vara en mycket envis och skadlig insekt, angrepp kan pågå så länge som 12 år (Tabakovic-Tosic et al., 2011). Lärksäcksmalen förekommer tämligen allmänt i södra Sverige och längs norrlandskusten upp till Norrbotten. Honan lägger äggen på barren där den nykläckta larven äter sig direkt in i barret och urholkar

detta. På hösten tillverkas en säck av ett urätet barr där den övervintrar. Larven är mycket begärlig för mesfåglar under vintern. Förpuppningen sker inne i säcken och den nya generationen malar kläcks och svärmar sedan i juni. Malen kan vara svår att bli av med och vid långvariga angrepp bör expertis rådfrågas.

Lärkborren (*Ips cembrae* Heer) är en potentiell skadegörare som i Sverige hittills enbart observerats i Skåne. Den har i utseende, storlek och levnadssätt mycket stora likheter med granbarkborren. Största skillnaden är att den föredrar lärk och att den även kan yngla av sig i klen virke. Lärkborrar hittades sommaren 2011 i ett lärkbestånd i Skåne efter att misstänkta skador uppmärksammats året innan. Lärkborrens naturliga utbredningsområde är lärkskogar i Centraleuropas bergstrakter men den etablerade sig i mitten av 1990-talet på Själland i Danmark. Lärkborrarna förökar sig främst i gallringsved som ligger och torkar i skogen över sommaren, och angriper sedan lärkbestånden följande år. Baserat på erfarenheterna från Danmark är rekommendationen att i Skåne, undvika att lagra lärk grövre än 5 cm i diameter efter 1 juli. Sådant virke bör flisas eller köras till industri och upparbetas innan den nya generationen lärkborrar hinner lämna virket. Om lärkvirke måste lagras över sommaren bör lagringen ske minst 200–300 meter från närmaste lärkbestånd.

Granbarrlus förekommer över hela landet och de vanligast förekommande arterna är den större (*Sacciphantes abietis*) respektive den mindre granbarrlusen (*Adelges laricis*). Angripna skott täcks av vit ”ull” och grenarna blir svarta av lössens utsöndringar. Barrmassan kan minska betydligt på grund av angreppen, vilket påverkar tillväxten negativt det närmsta året eller åren. Upprepade angrepp år efter år är ovanliga och den ekonomiska betydelsen av angreppen försumbar.

Andra insekter som kan angripa lärk men som idag inte är några betydande skadegörare är lärkbock (*Tetropium gabrieli* Weise) (Ericson, 2010), bladstekeln (*Pristiphora laricis*), larver av blomflugan *Strobilomyia laricis* (Pulkkinen, 1989; Turgeon, 1994), lärkträdsvecklaren (*Zeiraphera diniana* även *Zeiraphera griseana*/*Sphaleroptera diniana*) och barrskogsnunnan (*Lymantria monacha*).

3.4.3. Viltbetning

Lärk kan skadas kraftigt av viltbetning men den har en stor förmåga att återhämta sig och den växer dessutom snabbt förbi det betningskänsliga stadiet (Larsson-Stern et al., 2005). Erfarenheter från södra Sverige tyder på att hybridlärken utsätts för fejning och betesskador främst då den förekommer i areellt sett små planteringar (<2 ha) eller då den är insprängd i bestånd av andra arter. Andra resultat indikerar att det inte finns något tydligt samband mellan andel viltskadade plantor och planteringens täthet (Johansson et al., 2012). Skogsstyrelsen och Skogforsk initierade gemensamt en fältinventering av 30 olika lärkplanteringar i Jönköpings län genom ett examensarbete på SLU med syfte att studera omfattningen av viltskador (Frisk, 2011). Sammantaget bedömdes viltskadorna inte vara så svåra att lärkplanteringar generellt behöver hägnas. På de inventerade objekten var andelen betningsskadade hybridlärkar med färsk skada ca 26 % och ca 6 % var fejade. Inkluderades även äldre betningsskador var andelen skadade träd ungefär 50 %. Betningsskadorna bedömdes dock ha en begränsad inverkan på överlevnad och tillväxt medan fejningsskadorna var svåra och ofta dödliga. Man konstaterade att lärkens snabba tillväxt och goda förmåga att läka skador gör den till ett relativt vilttåligt

trädslag, trots ganska omfattande betningsskador. Resultaten överensstämmer väl med andra studier (Johansson et al., 2012). Fejning var vanlig på träd mindre än 3 m meter och förekom inte alls på träd över den höjden. Vid jämförelse med en tidigare (2006/2007) älgbetesinventering, ÄBIN, på 20 tall-objekt och totalt 1974 tallstammar i delvis samma område förefaller andelen skadade lärkträd vara närmare 10 gånger så hög som för tall (Frisk, 2011) (För information om ÄBIN se www.skogsstyrelsen.se). Andra resultat pekar mot att lärk är ungefär lika begärlig som vanlig tall och värtbjörk men mer begärlig än gran (Witzell et al., 2009).

3.4.4. Fåglar

Flera arter av korsnäbbar äter gärna lärkfrön, speciellt på sibirisk lärk men även hybridlärk. Bändelkorsnäbben (*Loxia leucoptera*) är specifikt knuten till lärk men även den mindre korsnäbben (*Loxia curvirostra*) som föredrar gran, kan välja lärk. Korsnäbbar kan orsaka betydande skador i lärkfröplantager men är ingen allvarlig skadegörare i vanlig skog.

3.5. ABIOTISKA PROBLEM

3.5.1. Frost

Klimatanpassade lärkarter är ofta extremt köldtåliga (Sakai & Okada, 1971). Exempelvis bildar dahurisk lärk skogsbestånd längre norrut än någon annan trädart på jorden. Vid odling av lärk i Sverige är frostsador på plantor inte ovanliga, vilket åtminstone indikerar en otillräcklig klimatanpassning för lärkplantor på öppna hyggen eller motsvarande. Växthusexperiment med olika arter av *Picea*, *Pinus* och *Larix* visade på stora artskillnader i frosthårdighet under tillväxtfasen (Christersson & Fircks, 1989). Däremot fanns det för plantor i samma tillväxtfas nästan inga skillnader i hårdighet mellan olika provenienser av samma art. Frosthårdigheten för *Larix* spp. bedömes ligga mellan hårdigheten för *Pinus* spp. och *Picea* spp. För barrträdsarter som är aktuella för Sverige var slutsatsen att: 1) frostsador uppstår under tillväxtsäsongen och inte under vintern, 2) skador som orsakas av klimatisk stress under vintern är orsakad av frosttorka och 3) frostsador orsakas inte av låga temperaturer i sig utan av iskristallbildning som alltid påbörjas vid ungefär -2°C . Viss underkylning (super-cooling) kan ske inledningsvis men därefter sker kristallbildning extracellulärt, och olika arters förmåga att tolerera den frys-inducerade uttorkning som sker är avgörande för arternas förmåga att överleva i tempererade klimat (Sakai & Larcher, 1987).

Tillväxtrytmen för ett skogsodlingsmaterial måste vara klimatiskt väl anpassat till den lokal där det skall odlas. I den boreala skogen, utgör frosttolerans under vår och höst bland de viktigaste anpassningsegenskaperna att ta hänsyn till när plantmaterial väljs för skogsodling (Howe et al., 2003).

Den europeiska och sibiriska lärkens förmåga att klara höstfrost i Sverige är starkt knuten till tillväxtrytmen och den fotoperiodiska responsen hos de enskilda arterna (Simak, 1970). Den lärk som planteras i Sverige kommer oftast från sydligare breddgrader, vilket gör att dagslängden i stora delar av Sverige, under tidig höst är längre än i ursprungsområdet. I artificiella frystester med framför allt sibirisk lärk bekräftas kopplingen till fotoperiod genom att frys-skadorna under tillväxtavslutningen bäst förklaras av latitudsprung (Karlman, 2010). Sen tillväxtavslutning i kombination med relativt låga temperaturer gör

lärken känslig för frost (Simak, 1970). Temperaturen är viktig för att lärkens toppskott ska mogna (förvedas) på ett bra sätt även under kortdagsförhållanden på hösten (Simak, 1970). Vid experiment med låg (5–10°C) respektive hög (15°C) temperatur och kort dag, förblev toppskotten oförvedade i den låga temperaturen, vilket gjorde plantorna mer mottagliga för frostsador under hösten. Även på ett-årig tamarack lärk föreföll hög temperatur inte vara negativ när väl plantorna fått en fotoperiodisk signal om tillväxtavslutning (Colombo & Raitanen, 1993). Plantornas hårdighet var högre med kvarsittande barr på stammen än utan barr. Svag tillväxt kan å andra sidan fås med plantmaterial som konsekvent invintrar för tidigt. Exempelvis kan sibirisk lärk i södra Sverige avsluta tillväxten alltför tidigt på hösten, vilket medför en inoptimal tillväxt genom att de relativt milda höstarna inte utnyttjas.

Enligt en undersökning på japansk lärk ökade frostsadorna av varaktiga gödselgivor (Hansen, 1992). Andra rapporterar att gödsling med P eller K minskade frostsadorna på sibirisk lärk något, medan gödsling med enbart N ökade frostsadorna (Koskela, 1970). På dahurisk lärk hade skottvävnaden från höstgödslade fröplantor både något högre koncentration och innehåll av N och signifikant högre frosthårdighet än kontrollen (Li et al., 2012). Tidpunkten för tillväxtavslutning, och därmed frosthårdigheten, förefaller påverkas av gödselgivor även om effekten är otydlig.

Skador till följd av frost under våren kan vara allvarligare än de skador som höstfrost kan orsaka (Koskela, 1970), vilket även indikerar vikten av en korrekt temperaturrespons på våren för god anpassning och tillväxttrytm. När tillväxt och överlevnad hos introducerade populationer av sibirisk och dahurisk lärk studerades i Alberta efter 13 års tillväxt var det olika klimatvariabler (bl.a. temperatur) som var effektivast för att prediktera höjd och överlevnad (Rehfeldt et al., 1999). I artificiella frystester med framför allt sibirisk lärk kunde frostsador under tillväxtstarten på våren bäst förklaras av proveniensernas longitudursprung, genom att de östliga proveniensernas snabba reaktion på temperatur gjorde att de skadades mer (Karlman, 2010). Isländska erfarenheter av sibirisk lärk visar att den kan vara känslig för ett förhållandevis varmt vinterklimat med återkommande perioder med varma luftmassor under tiden då träden inte visar aktiv skotttillväxt. Risken för allvarliga skador i samband med knoppsprickning under varma perioder på våren åtföljda av kyligare perioder har lett till att plantering av sibirisk lärk numera inte rekommenderas på södra och sydvästra Island (Eysteinnsson & Skúlason, 1995). Även i södra Sverige är klimatet sannolikt en anledning till att västliga sibiriska sorter, men ändå förhållandevis nordliga, uppvisar hög dödlighet och/eller dålig tillväxt (Stener, 2007). Material som förflyttas långt söderut i förhållande till dess ursprungliga växtplats startar tillväxten tidigt på våren, vilket ökar risken för vårfrostsador

Lärkens generellt sett snabba respons på stigande temperatur under tidig vår gör den, speciellt i plantstadiet, känslig för tidig frost. Uppenbart frostsatta marker bör därför undvikas. På moss- och lavrika marker inom hedlandsområden är frostnätter vanligt förekommande under stor del av vegetationsperioden. Sådana marker är olämpliga för plantering av (sibirisk) lärk p.g.a. den låga tillväxtpotentialen och den höga risken för frostsador (Wiksten, 1962). Skador av bl.a. frost kan även ge upphov till sekundära infektioner (Eidmann & Klingström, 1990; Wiksten, 1962). Exempelvis hävdar Day (1950) att en

anledning till att europeisk lärk är mer känslig för lärkkräfta än japansk lärk beror på skillnader i när och hur frostsador inträffar (Day, 1950). Detta grundas på observationer av vårfrostsador på europeisk lärk i Dorset, England, där skadorna som främst drabbade små skott var fördelade över hela kronan medan frostsador på japansk lärk framförallt skedde som höstfrostsador på toppskottet.

3.5.2 Vind

Lärken anses vara instabil i ungdomen och är då känslig för vind. I äldre välgallrade bestånd är den mer stormfast. Jämförande undersökningar efter stormen Gudrun år 2005 i södra Sverige påvisade inga signifikanta skillnader mellan lärk och gran, men i medeltal var vindskadorna lägre i lärkbestånd (23 %) än i granbestånd (32 %) (Zetterberg 2007). Ofta förekommer stormar under vinterhalvåret, d.v.s. då lärken fallt barren, vilket minskar risken för allvarliga skador.

3.6 MILJÖKONSEKVENSER

Lärk anses kunna ge såväl positiva som negativa miljöeffekter även om motiven ofta är vagt grundade. En positiv effekt kan vara att lärk kan bidra till ökad variation i ett ofta grandominerat skogslandskap. Ökad men måttlig användning av lärk kan antagligen förhöja skogens rekreativvärde framför allt i form av relativt öppna bestånd med äldre lärkträd. Jämfört med andra barrträdsarter har lärk ett mer öppet krontak, vilket släpper ned mer ljus till marken. I lärkbestånd inom områden med regelbundna snörika vintrar når mer snö marken, vilket leder till mindre tjäle och därmed kan markvegetationen komma igång tidigare på våren. Detta kan resultera i mer och rikare fältskikt i skogslandskapet.

I ungdomsfasen präglas täta lärkplanteringar, i likhet med täta trädslagsrena bestånd av andra barrträdsdrag, av att fältskikt ofta saknas och att marken mer eller mindre täcks av ett tjockt lager barrförna. I gallringsmogen ålder skapar däremot upprepade gallringar ett stort ljusinsläpp och en riklig underväxt, vilket ger förutsättningar för en hög biodiversitet (Larsson-Stern et al., 2005).

Negativa miljöeffekter med lärk hänger främst ihop med att alla lärkarter, förutom sibirisk lärk, betraktas som exoter vid odling i Sverige, vilket medför restriktioner för användning från både skogsvårdslagen och olika miljöcertifieringssystem. Detta kan framöver bli ett hinder för en ökad användning av t.ex. hybridlärk. Hotbilden vid omfattande användning av en exot anses komma från en ökad risk för angrepp av skadesvampar och insekter (Ek, 2014). Ett annat hot är om arten lätt sprider sig, så att den konkurrerar ut annan inhemsk vegetation. Lärk har omvittnad god spridningsförmåga via frö och samlade erfarenheter från såväl Island (Blöndal, 1987) som Norge (Fremstad & Elven, 1997) visar att viss självspredning ofta sker när lärk odlas i större skala i främmande miljöer. Lärksarters förmåga att hybridisera är en potentiell ytterligare miljökonsekvens. Det faktum att sibirisk lärk inte naturligt kunnat sprida sig inom Fennoscandia efter den postglaciala tidens slut talar däremot mot självspredning i stor skala. Brandövervakning och aktiv bekämpning av bränder kan möjligen missgynna en naturlig föryngring med en pionjär som lärk.

Som en direkt följd av att sibirisk lärk påvisats i Sverige som makrofossil från början av den postglaciala tiden (Kullman, 1998) behandlas den i Skogsvårdslagen som en inhemsk trädart. Rennärigen uppskattar inte storskaliga satsningar på sibirisk lärk, även om fokus främst ligger på en minskad användning av contortatall (Svenska Samernas Riksförbund, 2008). Lärk i stor omfattning i renbetesområdet befaras kunna förändra förutsättningarna för lavbetet och minska renarnas framkomlighet i markerna. Lärkplanteringar anlagda i fjällbjörkskog under 1930-talet, exempelvis i trakten av Hemavan i Västerbotten, har annars slagit väl ut ur produktionssynpunkt (Kullman, 1980).

3.7. GENERATIV FÖRÖKNING

3.7.1. Blomning

Lärkarterna är samkönade d.v.s. det finns både han- och honblommor på samma träd. Blomställningar förekommer vanligtvis spridda över hela den del av kronan som inte beskuggad. Honblommor är mest frekventa i den övre delen av kronan medan hanblommor är mer frekventa längre ned (Eis & Craigdallie, 1983), men vanligtvis finns betydande överlapp i fördelningen. Både han- och honblommor mognar på ett år och differentieras vanligtvis på kortskott efter första året (Owens & Molder, 1979). På tamarack (Powell et al., 1984) och japansk lärk (Powell & Hancox, 1990) kan dock blommor också differentieras lateralt på långskott samma år som skotten sträcker.

I allmänhet når lärken sexuell mognad ungefär vid 15 års ålder om den växer i öppna bestånd men i slutna bestånd inträffar detta betydligt senare vid 35–40 års ålder. Blommor kan dock börja produceras i liten skala redan vid 5–10 års ålder för att sedan bli mer frekventa. T.ex. ökade såväl antalet träd med han- och honblommor respektive antalet blommor per träd från 5 till 7 års ålder för planterad tamarack (Tosh & Powell, 1991). Vid mycket gynnsamma förhållanden kan dock lärk blomma vid mycket ung ålder. Redan efter 3 år bildades hanblommor på japansk lärk efter att ha vuxit kontinuerligt vid långdagsförhållanden under 21 månader (Robinson & Wareing, 1969).

Lärkpollenkornet har en diameter på ungefär 75 μm , vilket är ca 25 % större än granpollen och ungefär dubbelt så stort som tallpollen (Niklas, 1984). Till skillnad från tall och gran saknar lärkpollen vingar och tar dessutom upp vatten vid direktkontakt (Tomlinson, 1994). I vått tillstånd är pollenkorntet tyngre än vatten. I torrt tillstånd är sedimenteringshastigheten i luft ca 3 cm s^{-1} för lärk medan den för gran och tall är 2.7 respektive 2.3 cm s^{-1} (Niklas 1984). Äldre rapporter om en betydlig högre sedimenteringshastighet för lärkpollen är antagligen felaktiga (Niklas, 1984). Lärkpollenkornets relativa storlek, högre sedimenteringshastighet och större förmåga att ta upp vatten gör att det förväntas var luftburen under kortare tid och kortare avstånd.

Tidpunkten för pollinering är avgörande för utvecklingen av grobara och högkvalitativa frön (Owens et al., 1994). På lärk, till skillnad från gran och tall, påbörjas reduktionsdelningen hos pollenmodercellerna under hösten och färdigställs under våren och delningen tycks tillfälligt kunna avstanna om temperaturen faller under 2-4 °C. Det pollen som bildas vid sådana kyliga förhållanden blir abnormt (Edlund, 1966) och moderblommor som pollinerats med sådant pollen förmår inte producera grobart frö. Från det att pollenkornet hamnat på märket och fram till befruktningen förflyter sedan 6–8 veckor (Barner & Christiansen, 1960). Arkegonerna, d.v.s. honorganen, förefaller inte vara färdigbildade förrän ca 44 dagar efter pollinationen.

Hanblommor produceras inte lika rikligt på lärk som hos andra arter inom familjen *Pinaceae* och de är mycket mer utspridda och blandade med andra typer av knoppar på grenar i den lägre delen av kronan (Owens, 2008). Hanblommor tenderar att vara mer rikligt förekommande på grenar som inte är de mest livskraftiga men det är svårt att göra prognoser över vilka grenar eller var på grenarna som blommor kommer att bildas. Vanligtvis är det bara små pollenkvantiteter som finns tillgängligt för pollinering. Detta kan innebära att man t.ex. vid artificiella korsningar eller tilläggs-pollinering måste extrahera och fryslagra pollen några år innan pollineringen. Den utspridda fördelningen av hanblommor i kronan försvårar dessutom insamling av stora mängder pollen.

Lärkens blomning är mycket känslig för omgivningens temperatur och fuktighet. Vårfrost kan orsaka stora skador på blomningen och kan vara ett stort hinder i förädlingsarbetet men även för fröproduktionen i fröplantager. I t.ex. hybridlärkfröplantager kan några få dagar med värme i mars resultera i blomning men den ger sällan någon frösättning p.g.a. efterföljande frost. En sen blomning ökar således sannolikheten för en bra frösättning. Under perioder när kottutvecklingen är snabb och frost inträffar kan många kottar förloras (Shearer & Turnbull, 1990). Överhuvudtaget fördröjs och rubbas blomutvecklingen av ett kallt och fuktigt klimat under våren. Man får en markant nedgång i grobarheten om det regnar under pollinationstiden, d.v.s. under de 2-3 veckor som honblommorna är mottagliga. När temperaturens inflytande på pollenutvecklingen och pollengrobarheten jämfördes mellan europeisk, japansk och sibirisk lärk, var japansk lärk den mest frostkänsliga arten av de tre eftersom inga mogna pollenkorn bildades efter frost (Ekberg & Eriksson, 1967).

Blomningsstimulering av tamarack lärk har visat sig fungera genom behandling med gibberellin (GA4/7), bladsprayning och rotbeskärning. Positiva behandlingseffekter har uppnåtts på både inkrukade ympar i växthus och frilandsodlade ympar (Eysteinson & Greenwood, 1990). Det finns även exempel på förbättrad blomning via strangulering på 10 åriga ympar av japansk lärk (Katsuta et al., 1981). Det är sedan tidigare känt att blomning kan initieras i större utsträckning på plantor som odlas horisontellt under våren året innan blomning jämfört med plantor som odlas vertikalt (Longman & Wareing, 1958; Robinson & Wareing, 1969).

3.7.2. Grobarhet och hybridprocent

Lärkfröet är bevingat, nästan triangulärt i formen, och sprids huvudsakligen med vindens hjälp. En embryologisk studie av europeisk, japansk och sibirisk lärk har visat att embryot uppnådde full storlek vid början eller mitten av augusti och att endosperman var fullt matad vid slutet av samma månad. Mognadsutvecklingen var snabbast på sibirisk lärk (Hakansson, 1960).

Lärk producerar ofta en stor andel tomma frön speciellt i hybridlärkfröplantager p.g.a. hög självpollinering (Hacker & Bergmann, 1991; Lewandowski et al., 1994; Slobodník & Guttenberger, 2005), vilket även kan orsaka problem i det operativa förädlingsarbetet. Andelen tomma frön som produceras i lärkplantager varierar och beror på flera faktorer t.ex. genetik, tillgång på han- resp. honblommor, tidsmässig synkronisering av blomning och väderförhållanden under blomning (Colas et al., 2008).

Ett bra fröår innebär att man i bästa fall kommer upp i grobarheter runt 40 %, vilket ska jämföras med 20-30 % grobarhet under ett normalår. Den höga andelen frön som inte grott analyserades av (Owens et al., 1994) och förklaras antingen av faktorer relaterade till fröämnenas utveckling eller till pollineringen. Fröämnenas utveckling var antingen underutvecklade vid pollinering eller hade en hämrad fröämnesutveckling efter pollinering. Alternativt faktorer förknippade med pollineringen, t.ex. pollenets groning, tubtillväxt eller själva befruktningsögonblicket. I en experimentell fröplantage med europeisk lärk i Polen, var medeltillgången på matat frö ca 27 % även när han- och honblomningen var tidsmässigt väl synkroniserad. Det tomma fröet berodde i detta fall dels på otillräcklig pollinering (17 %), störningar i bildandet av megasporer i honblomman (9 %), icke fertila pollen (17 %) och embryo degenerering (30 %) (Kosiński, 1987). Proportionen av fyllda frön från olika kloner av europeisk lärk varierade mellan 41 % och 62 % medan japansk lärk endast hade 19 % fyllda frön (Trober & Haasemann, 2000).

I många hybridplantager orsakar skillnader i blomningsfenologi att kloner av europeisk lärk resp. japansk lärk inte passar bra ihop, vilket ofta resulterar i liten eller utebliven produktion av hybridfrö (Pâques et al., 2013). I plantager är pollineringen också influerad av både vindens riktning och turbulenseffekter och en stor del av fröet i hybridplantager är ofta självpollinerat (Trober & Haasemann, 2000). Se även avsnitt 4.2.3. Som plantköpare av hybridlärk är det viktigt att skaffa sig information om andelen hybrider. För skogsodlingsmaterial med ursprung från hybridlärkfröplantager och som saluförs utifrån kategorierna ”beståndsutvalt”, ”individutvalt” eller ”testat” krävs enligt EU:s skogsbruksdirektiv (EGT, 1999) att säljaren kan ge besked om hur stor andel fröet som utgörs av hybridlärk. De diagnostiska markörer som utvecklats för europeisk och japansk lärk samt deras hybrider tillåter nu rutinmässigt denna kontroll (Pâques, 2009).

3.7.3. Kott- och fröhantering

Lärkens fröproduktion varierar kraftigt mellan år och olika lärkarter har olika lägsta fröbärande ålder och antal år mellan stora skördar (Tabell 1). I Ryssland har sibirisk lärk i genomsnitt goda fröår med 5 års intervaller (Edlund, 1966) och europeisk lärk producerar frö med ungefär 3–4 års intervaller (Matras & Pâques, 2008). Den viktigaste orsaken till den stora variationen mellan goda fröår anses vara en kombination av alltför tidig blomning och efterföljande frost. Därutöver kan det finnas år med endast hanblommor och mycket få honblommor. Edlund (1966) menade att det i fröplantager med sibirisk lärk i första hand gäller att med olika metoder få pollenet att nå honblommorna. Ett förslag var att i huvudsak tillåta hanblommade träd vara högre än övriga träd i plantagen och att plantagerna förlades till områden med torrt och varmt klimat på våren.

Tabell 1.

Höjd vid fröbärande ålder och fröårsintervall från naturliga bestånd anpassad efter (Shearer, 2008).

Art	Höjd vid mogen ålder (m)	Lägsta ålder vid fröskörd	År mellan stora fröskördar
<i>L. decidua</i>	9–40	10	3–10
<i>L. gmelinii</i>	20–30	14–15	2–4
<i>L. kaempferi</i>	30–40	15	3
		12–16	4–8
<i>L. lyallii</i>	9–25	30	2–10
<i>L. occidentalis</i>	30–55	25	2–10
<i>L. sibirica</i>	??–40	12	3–5

Källor: Arno (1972); Asakawa et al. (1981); ODLF (1966); Schmidt och Shearer (1990); Tulstrup (1952).

Lärkkottar bör samlas in så snart de är mogna och flertalet lärkarter mognar under perioden september till december. Den japanska lärkens kottar mognar exempelvis under perioden september (i Europa) till mitten eller senare delen av oktober (i Japan) medan den sibiriska lärken mognar från september till november (i Ryssland) (Shearer, 2008). En tumregel verkar vara att kottar av sibirisk lärk bör samlas in när barrens färg övergår från grönt till gult för att säkra en hög frökvalitet (Lobanov, 1985).

Fröet kan avvingas maskinellt men integumentet, d.v.s. höljet som fäster vingen till fröet, är svår att ta bort utan att skada fröet (Edwards, 1987). Det finns därför fortfarande behov av att utveckla skonsammare maskinella metoder för avvingning av lärkfrö. För fröpartier med låg grobarhet finns metoder utvecklade för att rensa bort t.ex. tomma frön för att höja grobarheten markant (Walfridsson et al., 2014). Lärkfrö kan gro utan speciell behandling för att bryta frövilan, men fröet gror snabbare och mer enhetligt om fröet först stratifieras i kall och fuktig sand vid 2°C under två veckor (Martinsson & Lesinski, 2007).

3.8. VEGETATIV FÖRÖKNING

Vegetativ förökning (kloning) av de genetiskt bästa individerna kan vara en attraktiv metod för att öka odlingsvärdet. Kostnaderna för vegetativt förökade plantor är dock betydligt högre än för fröplantor.

3.8.1. Ympning

Ympning är den vanligaste formen av vegetativ förökning och används främst för att föröka upp kloner till fröplantager eller klonarkiv. Konventionell ympning med ymppris från gamla icke-juvenila träd fungerar bra på samtliga arter av lärk. Kronympning (top-grafting), d.v.s. ympning av juvenilt ymppris från unga plantor i kronan på äldre träd, är en möjlig metod för att reducera tiden till blomning. Metoden fungerar bra på vissa trädslag men inte på alla (Almqvist, 2013). För lärk finns några få resultat men med helt olika resultat. Robinson och Wareing (1969) rapporterar helt utebliven effekt två år efter kronympning på europeisk och japansk lärk. Eventuella effekter på blomning efter ytterligare några års ympstillväxt framgår inte. Kronympning av knoppar ("top-budding") från 2-9 åriga fröplantor på 17-åriga träd av japansk lärk var dock framgångsrik (Hamaya et al., 1989). Exempelvis kortades tiden för produktion av blommor med ungefär 15 år jämfört med obehandlade kontroller. Honblomningen kom igång efter 4-5 år efter att kronympningen utförts och hanblomningen lite tidigare. Kronympning bör övervägas i ett framtida förädlingsprogram med lärk.

3.8.2. Sticklingar

Lärk anses allmänt som ett lättrotat trädslag vid sticklingförökning. Metoden har använts för hybridlärk i flera länder bl.a. Belgien, Frankrike, Tyskland, Storbritannien och Irland eftersom man där haft stora svårigheter att producera frö i hybridlärkfröplantager. Det är dock främst Storbritannien som har producerat kommersiella sticklingplantor av hybridlärk i större skala. Sticklingförökningen påbörjades 1990 av Forestry Commission, och som mest producerades 150 000 sticklingar per år. En låg rotningsfrekvens (<40 %) och plagiotropisk (horisontell) tillväxt medförde att plantkostnaden blev hög, vilket gjorde att sticklingprogrammet övergavs 1996 (Perks, 2006). I dag används inte sticklingar kommersiellt i Storbritannien.

Endast småskalig produktion (några få tusen sticklingar) har gjorts årligen i Frankrike för att studera och utvärdera tekniken (Pâques et al., 2013). Inkonsekvent rotbildning är ett särskilt problem vid sticklingsförökning av hybridlärk. Variationen i rotning mellan kloner var mycket stor (0–100 %), även om flertalet kloner rotades inom intervallet 60–80 %. Denna variation visade sig också vara oförutsägbar från år till år, vilket ytterligare försvårar urvalet av bra kloner till vegetativ förökning (Perks, 2006).

Även om andelen rotade sticklingar är låg och svårigheter att sticka enskilda kloner finns, bör metoden ändå övervägas för avkommeprövning i ett förädlingsprogram då mervärdet av att testa kloner i fält kan kompensera den högre plantkostnaden.

3.8.3. Somatisk embryogenes

Somatisk embryogenes (SE) med hybridlärk rapporterades första gången 1989 (Klimaszewska, 1989), samt för reciproka korsningar av hybridlärk (Lelu et al., 1994a; Lelu et al., 1994b; Lelu et al., 1994c). Stora framsteg har gjorts sedan dess vad gäller initiering av somatiska embryon från olika lärkarter och det finns nu ett framarbetat förökningsprotokoll för hybridlärk (Pâques et al. 2013). Det finns fortfarande flera problem, som även observerats för andra barrträd, vilka måste lösas. Initiering av somatisk embryogenes från mogna fröembryon har ännu inte varit speciellt lyckad för någon av lärkarterna. Initieringen påverkas bl.a. av de föräldrar som ingår i korsningarna, vilket indikerar att den är genetiskt styrd (Lelu et al., 1994c). I steget efter initieringen förökas de embryonala cellerna varvid en avsedd mängd somatiska embryon bildas efter mognadsbehandling. För flertalet barrträdsarter försämras embryomognaden ju längre de initiala cellerna odlas (Klimaszewska et al., 2007). Detta gäller dock inte för hybridlärk (Pâques et al. 2013) och är en faktor som underlättar produktionen vid praktisk stordrift.

Somatisk embryogenes är ett arbetsintensivt förökningsalternativ, vilket utan automatisering ger dyrare plantor än sticklingförökning. Vid exploatering av vinsten från enskilda genetiskt bra kloner kommer somatisk embryogenes sannolikt att vara ett värdefullt verktyg, men den kommer troligen vara för dyr för att användas i den praktiska förädlingen.

4. Materialsammanställning

I detta avsnitt beskrivs vilka genetiska material och försök med lärk som finns i Sverige och för fröplantager beskrivs förutom de svenska även närliggande utländska plantager, som skulle kunna vara användbara i Sverige.

4.1. FÄLTFÖRSÖK OCH PLUSTRÄDSMATERIAL

De fältförsök med lärk som för närvarande finns i Sverige kan klassificeras i olika försökstyper: avkommeförsök (Avk), demonstrationsförsök (Demo), proveniensförsök (Prov), Trädslagsförsök (Trsl) samt kombinationer av dessa. Totalt finns det 31 försök i Skogforsks regi och 23 försök från SLU, d.v.s. det är totalt 54 försök som behandlas i rapporten (Tabell 2, Figur 4).

Information om många av SLU-försöken finns i databasen Silvaboreal (www.silvaboreal.com) under kategorin Genetik och växtförädling. Silvaboreal är en svensk registerdatabas över skogliga fältförsök som administreras av SLU. I databasen finns försök utlagda av SLU, Skogsstyrelsen, Sveaskog, Energimyndigheten, IVL och Skogforsk. För närvarande är det dock endast ett fåtal av Skogforsks försök som registrerats men planen är att lägga in samtliga förädlingsförsök i Silvaboreal.

Tabell 2.

Sammanställning av existerande lärkförsök i Sverige med fördelning över trädslag, planteringsår, ansvarig organisation och försökstyp där "Avk"=Avkommeförsök, "Demo"=Demonstrationsförsök, "Prov"=Proveniensförsök och "Trsl"=Trädslagsförsök. Försöken finns även beskrivna mer i detalj i Bilaga 1.

Art /Planteringsår	Organisation /Typ av försök								
	Skogforsk				SLU				Alla
	Avk	Demo	Prov	Alla	Avk	Prov	Trsl	Alla	Samtliga
Larix decidua -1970						5		5	5
1971-1989									
1990-	2			2					2
Larix kaempferi -1970						3		3	3
1971-1989									
1990-									
Larix marschlinsii -1970									
1971-1989									
1990-			2	2					2
Larix sibirica -1970			10	10		1		1	11
1971-1989									
1990-			8	8		1			9
Larix sp. -1970	2			2		3	2	5	7
1971-1989			1	1		3		3	4
1990-	4	2		6	3			3	9
Årsvis sammanfattning -1970	2		10	12		12	2	14	26
1971-1989			1	1		3		3	4
1990-	6	2	10	18	3	1		4	22
Totalt samtliga arter	8	2	21	31	3	16	2	21	52

I Silvaboreal finns i dag 31 lärkförsök registrerade inom kategorin genetik och växtförädling som skulle kunna användas för selektion av plusträd (Figur 4). Dessutom finns ytterligare 116 försök i de andra kategorierna som i viss mån kan utnyttjas för urval. Av SLU försöken (Tabell 2) ingår bl.a. fem från Simaks försöksserie med 76 provenienser av europeisk lärk som anlades 1960-1968 på 14 lokaler i Sverige, från Skåne i söder till Västerbotten i norr (Karlman & Karlsson, 2013).

4.1.1 Skogforsk – fältförsök

Den största delen av Skogforsks 31 försök är proveniensförsök (21 st.) och av de resterande tio är åtta avkomme- och två demonstrationsförsök (Tabell 2). De äldsta försöken utgörs i huvudsak av sibirisk lärk och planterades under åren 1948-1968. Det finns även yngre avkomme- och proveniensförsök med sibirisk lärk som bör inventeras inom de kommande åren (Tabell 1, Bilaga 1). Samtliga försök kan användas för urval av nya kandidater för främst mellersta och norra Sverige. De mest intressanta försöken i södra Sverige är två avkommeförsök som planterades år 2003 med europeisk lärk från Sudeterna (Bilaga 1; F1366-Trolleholm, F1367-Gullringen). De inventerades hösten 2012 och kommer bidra med nya kandidater till kommande lärkförädling genom urval av de bästa individerna inom de bästa familjerna.

Skogforsk ansvarar även för de 19 avkommeförsök av lärk som planterades under C.L. Kiellanders ledning i södra Sverige under perioden 1945–1963 (Kiellander & Lindgren, 1978). Avkommeförsökens storlek varierade mellan 600 till 10 000 plantor per försök (i genomsnitt 2 500 plantor) och var av orienterande karaktär, vilket innebär att de gett grundläggande information om vilka arter och hybrider som är odlingsvärda i södra Sverige. Av dessa försök finns dock endast ett fåtal kvar och de som fortfarande existerar utgörs mer eller mindre av restpartier där de ingående identiteterna är svåra att reda ut. Försöken har i dag ingen reell praktisk funktion och ingår inte i Tabell 2. Om det mot förmodan skulle gå att rekonstruera försöken, finns dock möjligheten att göra urval av nya plusträd, vilket är speciellt intressant för europeisk lärk. Flera av försöken var nämligen hårt angripna av lärkkräfta i ungdomsfasen, så de som överlevt har sannolikt en hög motståndskraft mot kräftan.

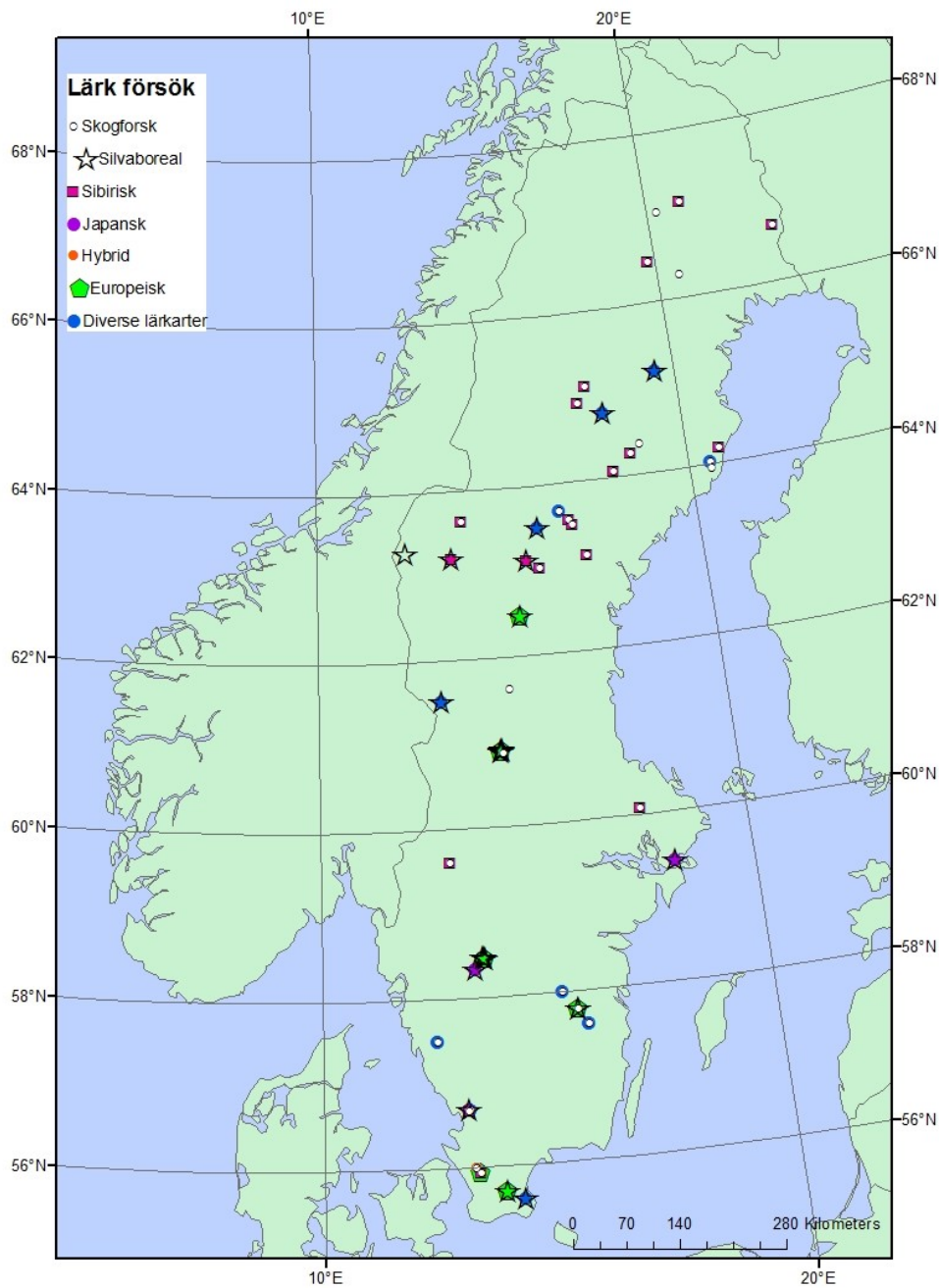
4.1.2 Skogforsk – plusträdsmaterial

I Tabell 3 redovisas det totala antalet plusträdskloner i Skogforsks regi som finns som ympar i klonarkiv eller i fröplantager samt antalet föräldrakloner som finns representerade i form av avkommor i försök fördelat på art, land varifrån de valts och latitudklasser. För europeisk lärk finns det totalt 206 unika kloner, varav 85 kloner i form av ympar i arkiv och plantager samt 121 kloner i form av avkommor i försök. De flesta av klonerna härstammar från den europeiska lärkens ursprungsområden (Tjeckien, Polen), men det finns även en hel del som registrerats som svenska vilket innebär att ursprunget är okänt. Antalet japanska kloner är få, vilket är ett allvarligt problem om nya, bättre kandidater ska väljas och/eller nya hybridfröplantager ska anläggas. Däremot är det jämförelsevis god tillgång på rysk lärk, vilket främst beror på de under år 2003 anlagda sibiriska lärkförsöken inom det rysk-skandinaviska lärkprojektet (Martinsson & Lesinski, 2007). Sammanfattningsvis finns goda möjligheter att välja ut nytt material för fortsatt förädling för sibirisk lärk och i viss mån även för europeisk lärk.

Tabell 3.

Översikt av totala antalet plusträdskloner av lärk som finns i klonarkiv och i fröplantager samt antalet föräldrakloner som finns representerade genom sina avkommor i försök enligt Skogforsks databasregister. Klonerna har fördelats på art samt latitudintervall inom det land varifrån de valts där CZ=Tjeckoslovakien, DK=Danmark, NO=Norge, PL=Polen, FI=Finland, RU=Ryssland, SE=Sverige. Samma klon kan vara representerad i såväl klonarkiv, plantage och försök men kolumnen "Totalt" anger totala antalet unika kloner, därför överensstämmer inte alltid totalsumman med summan för respektive cell.

Art	Land	Latitud	Antal kloner			
			Klonarkiv	Fröplantage	Försök	Totalt (unika)
<i>Larix decidua</i>	CZ	49-51			4	4
		Okänd			69	69
	DK	55-58				2
		Okänd				1
	NO	59-61				1
		62-64			1	1
	PL	49-51		30	27	30
		Okänd	4		4	4
SE		55-58	30	11	16	59
		59-61		17		25
		62-64		2		6
		65+				2
		Okänd		2		2
Totalt			34	62	121	206
<i>Larix kaempferi</i>	DK	55-58	5	10	11	12
	SE	55-58	33	21	14	56
		59-61		1		2
Totalt			38	32	25	70
<i>Larix marschlinsii</i>	SE	55-58			5	12
		59-61			1	1
Totalt					6	13
<i>Larix sibirica</i> (<i>sukaczewii+sibirica</i>)	FI	59-61		1		11
		62-64		11		28
	RU	49-51			79	79
		52-54			44	44
		55-58			267	267
	SE	59-61				
		62-64			71	71
		65-67			94	94
		55-58			1	2
		59-61			26	1
	62-64			21	5	30
	65+			13	3	14
Okänd	Okänd			1	1	
Totalt				72	567	697
<i>Larix gmelinii</i>	FI	62-64				4
	RU	49-51			125	125
		52-54				
	SE	55-58			60	60
	59-61				1	
Totalt					185	190
<i>Larix cajanderi</i>	RU	49-51				
		52-54				
		55-58				
		59-61			75	75
		62-64				
	65-67					
Totalt					58	58
Totalt			72	166	1 037	1 309



Figur 4. Lokalisering av Skogsforsks aktiva lärkförsök (cirkelsymbol) och de försök i Silvaboreal (stjärnsymbol) som tillhör kategorin "Genetik och växtförädling". Den lärkart som ingår i försöken symboliseras av de olika färgerna enligt förklaringen i figuren. En viss överlappning av symbolerna förekommer eftersom flera försök är anlagda på samma lokal.

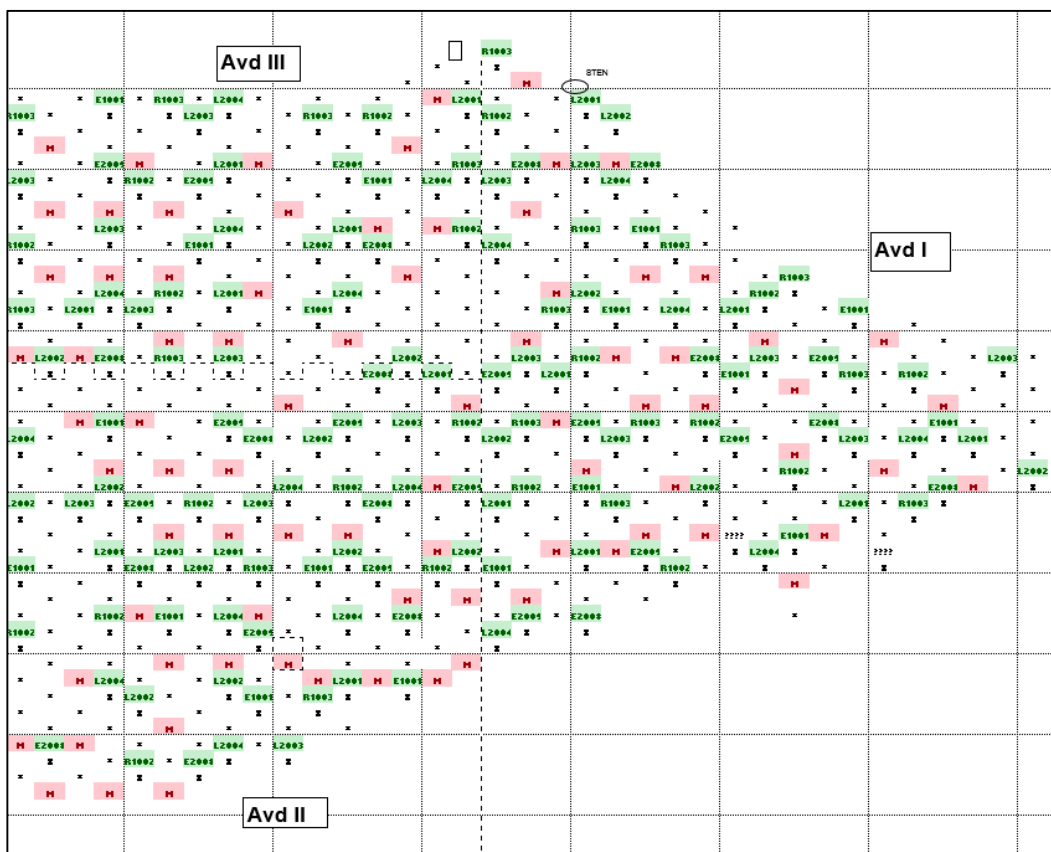
4.2. FRÖPLANTAGER

Fröplantager anläggs för massförökning av förädlad frö till skogsbruket. I dag produceras den största mängden lärkfrö i Nordeuropa från fröplantager men en liten del, främst för sibirisk lärk, kommer fortfarande från frötäktsbestånd. För lärk är hybridfröplantager vanliga speciellt i maritima områden. Nedan beskrivs kort om hybridfröplantager i allmänhet och därefter lärkfröplantager från Sverige, Danmark, Finland och norra Europa.

4.2.1. Hybridfröplantager

4.2.1.1 Utformning och problem

En traditionell hybridlärkfröplantage består av ett antal kopior (rameter) av en moderklon av en art (Figur 6, röd markering) och ett antal kopior av ett flertal faderkloner av en annan art (Figur 6, grön markering), där moderklonen oftast är japansk lärk och faderklonerna är europeiska lärkar. För att få ett så rent hybridfrö som möjligt skördas endast kott på moderklonen (Hannerz et al., 1993) medan faderklonerna enbart fungerar som pollinatörer. Det är viktigt att välja en genetiskt bra och helst självsteril japansk klon, eftersom den utgör halva genbidraget till alla frön som produceras i plantagen. För de frön som inte är hybridfrön ökar dessutom risken för inavel om den japanska klonen inte är självsteril.



Figur 6.

Exempel på fördelning av en *L. kaempferi* moderklon (Klon M2001, "M"), markerad med rödfärg, resp. tio *L. decidua* faderkloner (L2001, L2002, L2003, L2004, E1001, E2008, E2009, R1001, R1002, R1003) markerade med grön färg i avdelning 1-3 i hybridlärkfröplantage 51-Maglehem.

Ett problem som uppmärksammats med hybridlärkplantager är att det frö som produceras inte alltid är hybridlärk. I en fransk studie av olika fröplantager varierade hybridandelen mellan 2 och 67 % (Acheré et al., 2002). En anledning kan vara att blomningen mellan de båda lärkarterna inte är synkroniserad, d.v.s. att den ena arten blommar före den andra, i kombination med inkommande externt lärkpollen tillhörande samma art som plantagens moderklon (den klon som kott skördas på). Ett annat skäl kan vara att moderklonen inte är självsteril, d.v.s. att en viss del av fröet är själv-pollinerat. Problemen uppstår sannolikt under år då den interna pollenproduktionen är liten. Det finns också hybridlärkfröplantager som innehåller många moderkloner men andelen hybridfrö blir med en sådan design ofta lägre. Ett exempel är den engelska fröplantagen NT23 som visat en hybridprocent på 15 % (muntligen Steve Lee, Forestry Commission, England). Variationen i andelen frö som är hybridlärk, kan orsaka praktiska problem för såväl plantproducenter som plantkonsumenter. Detta har även fått konsekvenser för produktionsforskningen i de fall man gjort mätningar i bestånd/försök med ursprung från hybridlärkfröplantager och utgått från att samtliga träd varit hybrider. Det finns alltså en risk för att hybridlärkens produktion underskattats i många studier.

Fyra huvudsakliga strategier har enligt Pâques et al. (2013) använts men med delvis begränsad framgång för att komma till rätta med låg andel hybridfrö i fröplantager: 1) Välja europeiska och japanska kloner som är synkroniserade avseende blomningsfenologin. 2) Plantera fler individer av de europeiska och/eller japanska klonerna. 3) Komplettera den naturliga pollenproduktionen med artificiell pollinering. 4) Etablera nya andra generationens plantager där träden inte utgörs av rena arter utan av hybrider. 5) Använda vegetativ förökning.

4.2.2. Lärkfröplantager i Sverige

Under åren 1953-1965 var intresset för lärk stort i Sverige och det anlades totalt 21 lärkfröplantager. De var främst avsedda att producera arthybrider mellan europeisk, japansk och sibirisk lärk och ännu (2015) är fortfarande 12 plantager i drift (Figur 5, Bilaga 2a). Det förnyade intresset för skogsodling av hybridlärk och sibirisk lärk under 2000-talet har inneburit att tre nya hybridlärkplantager anlagts samt att två äldre plantager med sibirisk lärk har re-vitaliserats. Den inhemska efterfrågan på lärkplantor och därmed på frö är medelmåttig men ökande. Den aktuella fröskörden utnyttjas för närvarande till fullt och en brist på inhemskt frö förväntas vid ett tilltagande intresse.

De fröplantager som existerar enligt rikslängden (Skogsstyrelsen, 2014) och de som är under uppbyggnad presenteras i Tabell 4. De förvaltas av fem aktörer och plantagerna kan delas in i statusgrupper: 1) nyanlagd eller under uppbyggnad, 2) i produktion eller återuppstätt och 3) vilande eller under avveckling.

Tabell 4.

Svenska lärkfröplantager enligt rikslängden, samt nyanlagda plantager som ännu ej registrerats i rikslängden. Klonkategori A= Individ- och fenotypurvalda och B= testade.

Namn	Beteckning	Anlagd	Kloner		Status	Areal (ha)	Ägare
			Kategori	Antal			
<i>Larix marschlinsii</i>							
Domsjöänget		1966	A	22	Vilande	2	Holmen
Gåtebo		2012	B		Nyanlagd	1	Södra Skogsägarna
Hjälmsult	FP-741	1962	A	30	Produktion	1	Sveaskog
Klev	FP-92	1962	A	21	Avveckling	3	Svenska Skogsplantor
Lagan	FP-744	2000	B	7	Produktion	2	Svenska Skogsplantor
Maglehem	FP-51	1958	A	10	Produktion	3,5	Sveaskog
Petersborg		2012	A		Nyanlagd	4	Svenska Skogsplantor
Söregärde		2009	B	22	Nyanlagd	2	Södra Skogsägarna 50% Sundins Skogsplantor 50%
Trolleholm	FP-743	2000	AB	28	Produktion	3	Trolleholms Gods AB
<i>Larix succaszewii</i>							
Dammsjön	FP-124	1963	A	15	Återuppstått	4	Svenska Skogsplantor
Östteg	FP-14	1959	A	30	Återuppstått	4	Svenska Skogsplantor

4.2.2.1 Hybridlärk

De äldre fröplantagerna från 1953-1965 anlades med fenotypiskt utvalda plusträd från försök respektive planteringar i Sverige och Danmark. Tyvärr är informationen om plusträdens ursprung ofta bristfällig, men flertalet av de europeiska lärkarna har skotskt ursprung men härstammar sannolikt från alpreionen och Polen. I de nyanlagda plantagerna har till viss del resultat utnyttjats från avkommeprövningar för urval av de bästa klonerna. De plusträd som ingår i plantagerna i dag är generellt sett relativt få och kunskapen om deras avelsvärden är ofta dålig.

Den i särklass största kvantiteten hybridlärkfrö i Sverige har producerats i plantage Maglehem (FP-051) och den är ett konkret resultat av den forskning som bedrevs på 1950- och 1960-talen. Maglehemsplantagen utgörs av fenotypiskt utvalda plusträd från bestånd i södra Sverige. De europeiska plusträden har sannolikt sitt ursprung från Skottland, som i sin tur härstammar från alpreionen och anses tillhöra en av de sämsta europeiska provenienserna (Kiellander & Lindgren, 1978). Resultaten från en avkommeprövning av de ingående klonerna ledde år 1979 till en genetisk gallring av plantagen och av de 10 ursprungliga europeiska faderklonerna återstår 9.

I flera andra svenska hybridlärkfröplantager används i princip samma föräldrar som i Maglehemsplantagen, inte minst samma japanska moder. Plantage Hjälmsult (FP-741) var från början en ren europeisk lärkplantage där klonerna hade ursprung från Blizcyn i Polen. Plantagen gjordes i början av 2000-talet om till en hybridfröplantage genom att tillföra samma japanska klon som ingår i Maglehemsplantagen. Den har liksom de nyanlagda plantagerna i Lagan (FP-744) och Trolleholm (FP-743) ännu inte nått optimal fröproduktion. Lagan innehåller också samma japanska moderklon som i Maglehem, medan Trolleholmsplantagen innehåller en fenotypiskt utvald klon från ett danskt försök. Plantage Klev (FP-92) är en äldre hybridplantage som är specifik på så sätt att den utgörs av en europeisk moderklon och 20 japanska faderkloner. Den har haft starkt avtagande fröskördar senaste åren och är nu under avveckling.

4.2.2.2.Sibirisk lärk

Majoriteten av de kloner som ingår i de sibiriska plantagerna i Sverige är otestade, och utgörs av fenotypiskt utvalda plusträd. Den sibiriska lärken härstammar troligen från Arkhangelskområdet och Uralbergen samt i några fall från den så kallade Raivola-lärken. I några fall kan plusträden härstamma från Sibirien. Resultat från norrländska planteringar har visat att lärk från Sibirien oftast har en sämre hårdighet p.g.a. ett alltför sydligt ursprung. Det ökade intresset för sibirisk lärk är en anledning till att frö kan komma att skördas från några av de äldre svenska fröplantagerna och insatser har där gjorts för öka fröproduktionen. Till exempel slyröjdes/gallrades Östteg-plantagen under 2013 för att gynna lärkens utveckling. Den tidigare hybridfröplantagen, Domsjöänget (FP-413) med europeisk och sibirisk lärk har inte skördats på många år eftersom den varit i dåligt skick (Prescher, 2013). Arealen har nu halverats efter det att den europeiska lärkklonen gallrats bort och utgörs numera enbart av 22 sibiriska kloner.

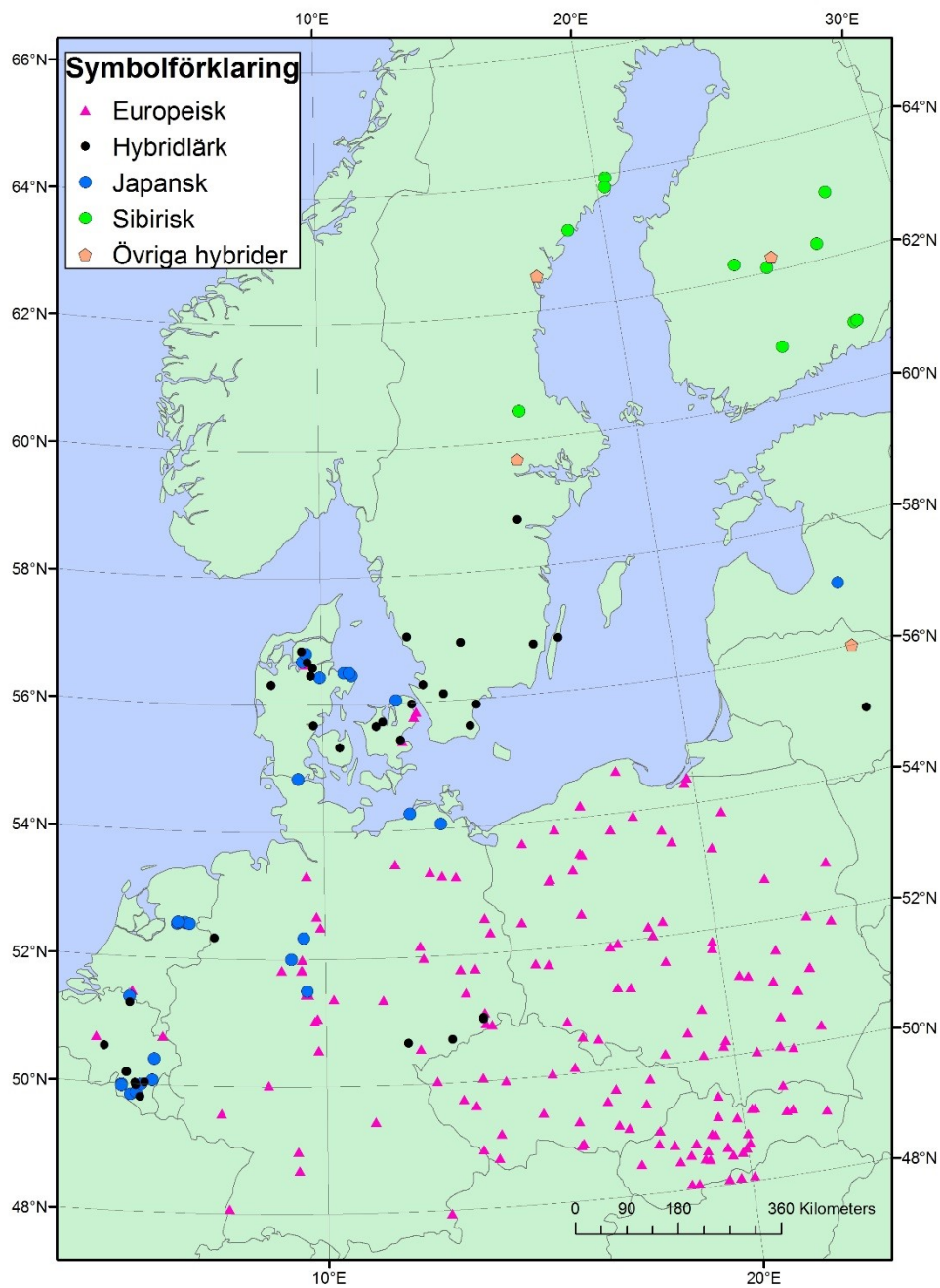
4.2.2.3.Europeisk och japansk lärk

Det saknas idag svenska fröplantager av europeisk och japansk lärk och det finns endast ett registrerat frötäcksbestånd i rikslängden och det avser japansk lärk.

4.2.3. Lärkfröplantager i norra Europa

Existerande nordeuropeiska fröplantager med lärk redovisas i Figur 5. I Bilaga 2 presenteras existerande nordiska och baltiska lärkfröplantager För central-europeiska plantager hänvisas till sammanställningen som gjorts inom Treebreedex projektet (<http://treebreedex.eu>). Flertalet av de aktiva fröplantagerna i norra Europa finns med i Figur 5, med undantag för plantagerna i Storbritannien som ligger utanför kartvyn. Åtskilliga av fröplantagerna skulle kunna vara användbara i Sverige för produktion av plantor till den svenska marknaden. Dessutom kan selektion av specifika kloner göras för integrering i det svenska förädlingsprogrammet. För Storbritannien tillkommer 15 godkända fröplantager av lärk, varav fem utgörs av europeisk- och sex av japansk lärk samt fyra av hybridlärk (Lee, 2003). Dessutom finns några godkända frötäcksbestånd med hybridlärk.

Förutom vissa danska och finska fröplantager har vi idag ingen kunskap om användbarheten av plantmaterial från fröplantagerna i Sverige. Därför bör man anlägga s.k. odlingstester innan de används i svenskt skogsbruk i stor skala. Under alla omständigheter bör man vara försiktig med kraftiga nordlig förflyttning, tills dess resultat finns från sådana fälttester. De ingående klonerna i de olika fröplantagerna utgör en stor potential för att ta fram ett genetiskt bättre odlingsmaterial för svenskt skogsbruk. Den europeiska lärken, särskilt lärk med östeuropeiskt ursprung, förefaller kunna användas i det inre av Mellansverige och upp till och med södra Norrland men kanske även längre norrut. Sannolikt är det stora skillnader mellan olika ursprung och enskilda individer, vilket gör det nödvändigt att etablera jämförande försök på olika lokaler för att visa hur långt norrut man kan odla europeisk lärk.



Figur 5.
 Nordeuropeiska lärkfröplantager, frötäcksbestånd eller klonarkiv som skulle kunna vara lämpliga för svenska förhållanden. Baseras på Bilaga 2 samt Treebreedex sammanställning av centraleuropeiska plantager (<http://treebreedex.eu>).

4.2.3.1 Danmark

I Danmark finns fröplantager eller frötäktsbestånd av både av europeisk och japansk lärk (Figur 5) men intresset är framför allt inriktat på hybridlärk. Dansk hybridlärkfrö används i stor omfattning i södra Sverige och de danska fröplantager som är tillgängliga framgår av Bilaga 2b. I Danmark är det två organisationer som är ansvariga för produktionen av hybridlärksfrö: Naturstyrelsen (www.naturstyrelsen.dk) respektive Hede Danmark Skovfrö (www.hdseed.dk).

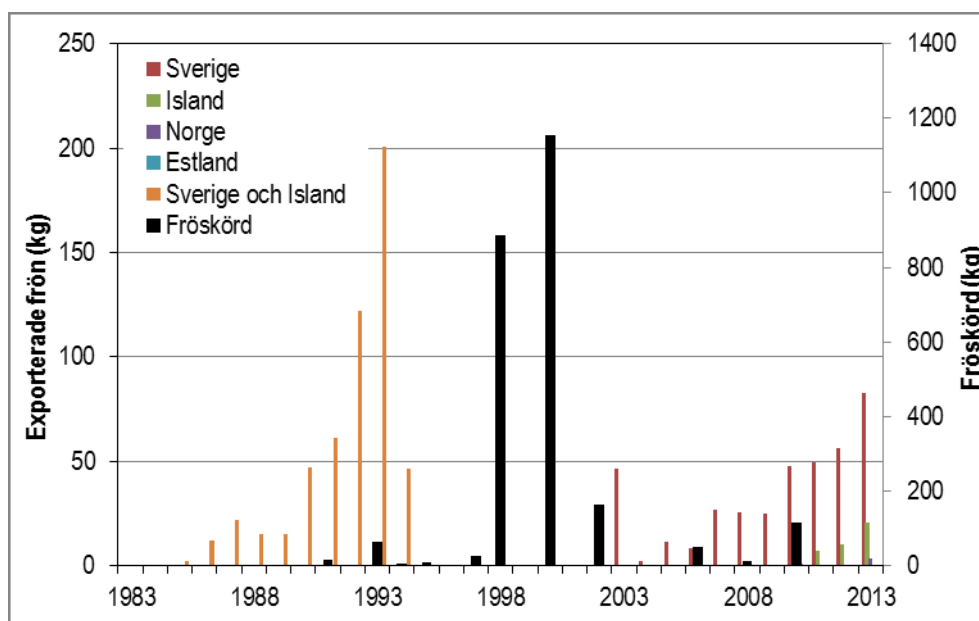
De kloner som ingår i de danska hybridlärkplantagerna är kategoriserade efter urvalskriterier såsom kvalificerade, indirekt testade eller testade i avkommeprövningar. För de flesta plantagerna återstår dock en utvärdering av avkommorna för att kunna kategoriseras som testade. Frötäktsbestånd och fröplantager av japansk och europeisk lärk finns också enligt kategorierna kvalificerade eller testade (Bilaga 2b).

Mycket låg andel hybridplantor har bl.a. rapporterats från den danska hybridfröplantagen Sönderskovgård (FP-244). Efter en undersökning av fröskörden från år 2000 fann man att knappt 10 % var hybrider. Inför varje kommersiell skörd i Danmark, genomförs en hybridiseringstest i september och är den över 60 % i kombination med ett högt fröutbyte så skördas plantagerna.

Sammantaget håller de danska hybridlärkplantagerna hög kvalitet, men vi vet inte hur bra de olika plantagerna presterar i Syd- och Mellansverige eftersom det med ett undantag saknas tester. Resultat från några yngre avkommeprövningar, där bl.a. material från Holbaekplantage ingår, indikerar att den tillväxtmässigt inte är fullt lika bra som Maglehemsplantagen men att avkommorna är rakare.

4.2.3.2. Finland

Majoriteten av de kloner som ingår i de sibiriska plantagerna både i Sverige och Finland är otestade, och utgörs av fenotypiskt utvalda plusträd (Bilaga 2c). Den sibiriska lärken härstammar troligen från Arkhangelskområdet och Uralbergen samt i några fall från den så kallade Raivola-lärken. I några fall kan plusträden härstamma från Sibirien. Finland satsade stort under 1980-talet på skogsodling av sibirisk lärk och idag finns det åtta fröplantager som skördas de år när de anses ge tillräcklig med frö. Finland har inte etablerat några nya lärkfröplantager sedan 1997 då Taimiharju nr 4 (FP-402) anlades. De tidigare plantagerna anlades 1983 (2 st.), 1972–74 (3 st.) och 1956 (2 st.), d.v.s. sju av de existerande åtta plantagerna är äldre än 30 år. Hälften av plantagerna gallrades under perioden 2001–2009, vilket indikerar att det finns intresse för sibirisk lärk. De finska plantagerna ägs och förvaltas av Siemen Forelia (Finska skogsstyrelsen) eller Tapio (Skogsbrukets Utvecklingscentral). Siemen Forelia som äger de äldre plantagerna har nu även visat intresse av att anlägga nya plantager som skall finansieras av privata intressenter. Under 1990-talet låg plantförsäljningen av sibirisk lärk i Finland på ca 3.5 miljoner plantor per år jämfört med dagens ca 0.3 miljoner plantor. Minskningen kan vara en konsekvens av felaktiga planteringsrekommendationer. Sibirisk lärk planterades ofta på svaga, topografiskt jämna marker i norra Finland, där både tillväxt och överlevnad var mycket låg. Gran har därefter ansetts vara ett säkrare alternativ för återbeskogning. Fröproduktionen av lärkfrö i Finland har varierat mycket mellan åren (Figur 7). För närvarande finns inte mycket mer än de utförda gallringarna i plantagerna som tyder på att intresset för lärk i Finland är på uppgång.



Figur 7.

Fröskörd av sibirisk lärk i finska plantager på basis av godkända stambrev (1986–2010) och export av frö till: Sverige (2003–2013), Sverige och Island (1983–1994), Island (2011–2013), Norge (2013) samt Estland (2013).

I Finland finns det en hektar stor hybridplantage mellan sibirisk och europeisk lärk (*Larix sibirica* × *L. decidua*). Plantagen, Nahkamäki (FP-29), anlades 1962 men har inte skördats på ett flertal år. Den bestod ursprungligen av sju kloner, en sibirisk klon (E1037 från Raivola) och sex europeiska kloner (E1127; Schweiz, E1136; Skottland, E1138; Tyskland, E1139; Frankrike samt E1149 och E1150; Österrike). Fröplantagen var avsedd att producera hybridfrö genom skörd från den sibiriska klonen. Det visade sig dock att endast 18 % av fröet utgjordes av hybrider och resten var självbefruktat jämfört med 93 % hybridfrö vid skörd på de europeiska klonerna. Därför föreslog man att fröet enbart skulle samlas in från de europeiska klonerna och att den sibiriska klonen skulle fungera som pollinatör. Plantagen blev senare gallrad med inriktning på denna typ av skördeform, men det saknas uppgifter om den verkligen blivit skördad därefter (Burczyk et al., 1997).

4.2.3.3. Övriga Europa

Det finns ett flertal nordeuropeiska hybridlärkfröplantager, förutom de danska plantagerna, som är tänkbara att användas i allra sydligaste Sverige. För europeisk och japansk lärk finns också fröplantager eller frötäktsbestånd av båda arterna (Figur 5). I Bilaga 2d presenteras baltiska lärkfröplantager och för övriga nordeuropeiska plantager hänvisas till Treebreedex projektet (<http://treebreedex.eu>). En del av de nordeuropeiska hybridlärkfröplantagerna ingick i ett svenskt odlingstest som planterades i fält 2001. Testet visade lovande resultat för några tyska och franska fröplantager men det drabbades svårt av en storm under 2012 och är idag nedlagt. Det står dock helt klart att det finns en stor användnings- och förädlingspotential i de nordeuropeiska plantagerna.

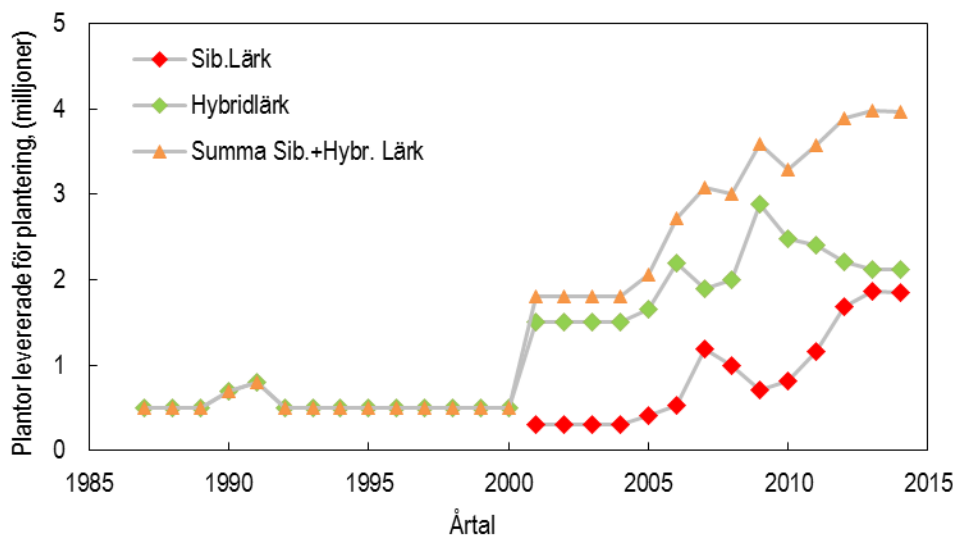
4.3 FRÖTILLGÅNG OCH BEHOV

4.3.1 Sibirisk lärk

Efterfrågan på sibirisk lärk i Sverige har ökat de senaste åren. Om efterfrågan ökar ytterligare, t.ex. till mer än ca 1,5 miljoner plantor, kan en anläggning av nya plantager i Sverige övervägas för att förbättra både plantproduktion och det genetiska materialet. I dagsläget importerar Sverige större delen av fröbehovet från finska plantager. Endast en liten del kommer från äldre svenska plantager. Under de senaste åren har antalet sålda lärkplantor legat på en betydligt högre nivå jämfört med föregående årtionde (Figur 8). Det är detta ökade fröbehov som är en anledning till att plantagerna Östteg (FP-14) och Dammsjön (FP-124) kanske börjar användas trots att de inte skötts på många år (Prescher, 2013). SCAs plantproduktion av sibirisk lärk har under många år legat kring ca 0.3 miljoner per år men fram till 2014 hade den ökat till knappt 1 miljon, varav hälften är inhemskt frö. Fröbehovet av sibirisk lärk täcks för närvarande (år 2014) av den finska importen men kan reduceras vid ett tilltagande intresse för lärkodling i Finland.

4.3.2 Hybridlärk

För närvarande täcks inte fröbehovet av de svenska fröplantagerna, varför hybridfrö importeras från danska och tyska fröplantager. Först år 2018 då de nyanlagda plantagerna (Tabell 4) är i full produktion kan fröförsörjningen säkerställas för hybridlärk, såvida inte intresset tilltar kraftigt (Bilaga 2a). Fröskördarna med hybridlärkfrö i Danmark täcker mer än väl behovet i Danmark, men eftersom fröet är en bristvara i många andra länder, är efterfrågan stor från länder som USA, Storbritannien, Irland och Frankrike. En hel del exporteras till dessa länder, vilket vid dåliga fröår och lågt utbyte i Danmark kan leda till fröbrist i Sverige.



Figur 8.

Försäljningsstatistik för lärk baserad på faktiska siffror (1983–2013) och skattningar (2014) från ett urval av plantskolor i Sverige (Bergvik Skog AB, Nextforest AB, Ramlösa Plantskola AB, SCA Norrplant, Sundins skogsplantor AB och Svenska Skogsplantor AB). Före 2001 finns endast uppgifter från svenska skogsplantor AB.

4.3.3 Användningsområden

Kunskapen om fröplantagernas geografiska användningsområden är begränsad. Bland annat är informationen om plantagernas härdighet, som bestäms av de ingående klonernas tillväxtrytm, dåligt underbyggda, varför några detaljerade rekommendationer är svåra att ange. Genom extrapolering av resultat från olika försök kan dock följande generella rekommendationer ges.

Frö från Svenska hybridlärkplantager bör användas i klimatiskt gynnsamma områden upp till Mälardalen (Hannerz et al., 1993) d.v.s. söder om latitud 59-60°N. Kiellander (1958) var positiv till att använda hybridlärk inom trädgårdszon 1-3 (Svensk trädgård, 2014) men tveksam till zon 4 på grund av risken för frostsador. Senare observationer antyder att det förhållandevis kärva klimatet på sydsvenska höglandet (d.v.s. zon 4) inte verkar utgöra ett betydande problem för hybridlärkens överlevnad och tillväxt (Frisk, 2011). Frostexponerade lokaler skall dock genomgående undvikas och extra försiktighet gäller vid användning inom zon 4. Vi vet i dag inte hur långt norrut som lärk från danska fröplantager kan användas. Det är i princip bara Holbaek som ingått i svenska genetiska fälttester, varav det nordligaste är Gullringen på latitud 57.79, där den visat bra tillväxt och mycket bra kvalitet. Eftersom odlingsförhållandena i Danmark och södra Sverige inte skiljer sig alltför mycket bör danskt plantagematerial på milda lokaler i södra Sverige vara ett bra alternativ till det svenska.

Frö från lärkplantager med europeisk lärk är dåligt testade i Sverige. Europeisk lärk har tidigare inte ansetts vara ett alternativ i Sverige – i norra Sverige på grund av otillräcklig härdighet och i södra Sverige på grund av risken för angrepp av lärkkräfta. Enligt nya resultat förefaller den vara fullt klimathärdig i centrala Sverige och i det inre av södra Norrland upp till ca latitud 64 (Karlman & Karlsson, 2013) och den uppvisar där bättre höjdtutveckling än sibirisk lärk. Stamraketten hos europeisk lärk tenderade att bli sämre på de nordligaste försökslokalerna, vilket kan ha ett samband med högre frekvens av höstfrostsador. I första hand bör områden söder om latitud 64° med relativt kontinentalt klimat väljas för europeisk lärk, t.ex. centrala Sverige, medan maritima områden, som t.ex. i sydvästra Sverige, bör undvikas.

Sibirisk lärk är den klimatomänsigt minst känsliga arten och fröplantageskördar med sibiriskt lärkfrö kan användas i Svealand och i större delen av Norrland. Eventuella hybrider mellan europeisk och sibirisk lärk och även den mellan japansk och sibirisk lärk, är troligen bäst anpassade till Svealand och sydligaste Norrland, men höglägen och frostexponerade lokaler ska undvikas (Kiellander & Lindgren, 1978).

Den japanska lärken kan p.g.a. sen invintring vara utsatt för höstfrostsador vid odling i Sverige. Enligt Kiellander & Lindgren (1978) bör den endast planteras i trädgårdszon 1 och 2 samt mildare delar av zon 3.

5. Förädling

5.1 FÖRÄDLINGSMÅL

5.1.1. Grundförutsättningar

Skogsträdsförädling genom klassisk urvalsförädling är väl beprövad (Rosvall, 2011) och grundkraven för lärk är inte annorlunda än för andra trädslag. För långsiktig genetisk förädling av lärk krävs ett utgångsmaterial av lämplig storlek, d.v.s. att antalet obesläktade trädindivider är tillräckligt många för att både generera genetisk vinst och samtidigt bibehålla långsiktig genetisk variation. För att öka antalet obesläktade trädindivider kan nytt urval göras i befintliga fältförsök och om möjligt komplettera med material från närliggande länder. Långsiktiga mätbara förädlingsmål måste fastställas. De mätegenskaper som ska förändras måste uppvisa tillräcklig arvbarhet och genetisk variation och ha en skogsindustriell förankring. Kunskap om hur olika egenskaper genetiskt samvarierar med varandra måste finnas eller byggas upp successivt. I det löpande förädlingsarbetet ingår testning av avkommor, utvärdering och urval av individer till nästa förädlingsgeneration samt att genomföra korsningar mellan utvalda individer. Metoderna att förädla lärk genetiskt behöver anpassas efter lärkens unika fysiologiska förutsättningar t.ex. blomning. Förädling av lärk avviker från flera andra trädslag då intresset för arthybrider är stort och ett behov av hybridförädling därmed finns.

5.1.2. Industrins behov av olika råvaror

Lärkens ställning som marginell trädart i Sverige (<1% av virkesförrådet) innebär att en potentiell förädling måste anpassas storleksmässigt och resursmässigt i förhållande till andra ekonomiskt mer betydelsefulla trädslag. Den framtida avsättningen för lärkvirke kan anses vara mer osäker än för andra virkesslag. Lärk är ett utpräglat pionjärträdslag och kan drivas med relativt korta omloppstider (40–60 år), vilket är vanligt i västra Europa. Nyligen har flera biomassaprojekt av lärk startats i Frankrike och Tyskland för att producera högsta möjliga biomassa under ännu kortare rotationstid. I centrala och östra Europa används betydligt längre omloppstider eftersom produktion inriktas mot grova stammar och värdefullt sågtimmer. Det kan således finnas både korta och långsiktiga förädlingsmål för lärk och vilka mål som får mest tyngd styrs främst av industrins behov.

5.1.3. Förädlingsmål – egenskaper

Hög virkesavkastning är ett viktigt generellt förädlingsmål som, i någon form, finns med i de flesta förädlingsprogram oavsett trädslag. Där ingår egenskaper såsom volymproduktion, överlevnad och vitalitet som är en komplex egenskap som bl.a. inkluderar klimatisk anpassning, och resistens mot olika patogener, vilka samtliga är av betydelse för de olika lärkarterna. Exempelvis är resistens mot lärkkräfta viktig för att få fram odlingsvärd europeisk lärk. Även resistens mot rotticka kan övervägas som förädlingsmål eftersom lärk kan bli svårt angripen av rotröta (Stenlid et al., 1995).

Virkeskvalitet kan vara ett annat viktigt förädlingsmål för lärk eftersom dålig stamform är en vanlig defekt som leder till en sänkning av timmerkvalitet och virkesvärde (Pâques et al., 2013). Snabbare tillväxt, kortare omloppstider och därmed ökad andel juvenilverd har också inneburit ett ökat intresse för vedegenskaper generellt och mer specifikt för t.ex. veddensitet och kärnvedsandel. Fibervinkeln, d.v.s. vinkeln mellan fibrernas och stammen längdriktning är intressant eftersom den, åtminstone för tall och sannolikt även för lärk, har stor betydelse för skevheten hos den sågade varan (Högberg et al., 2013). Lärkens grenegenskaper är vanligtvis inte högt prioriterade i förädlingen, då lärk, med undantag för japansk lärk, generellt sett inte har grova grenar (Pâques et al., 2013). Trots att allt fler genetiska markörer nu finns tillgängliga vet vi förvånande lite om lärkens genetiska variabilitet för vedegenskaper och adaptiva egenskaper (Pâques et al., 2013).

5.1.4. Genetiska parametrar

För att maximera förädlingsvinsten görs urval med s.k. selektionsindex (Andersson et al., 1998), varvid hänsyn tas till flera egenskaper samtidigt genom att ekonomiska vikter för olika förädlingsegenskaper vägs in. Indexselektion är effektivast vid relativt stora familjestorlekar och för egenskaper med låg eller måttlig heritabilitet (arvbarhet). Skattningar av heritabiliteten, som är ett värde mellan 0 och 1 och indikerar hur starkt egenskapen är styrd av genetik (ju högre värde, desto större genetisk kontroll) har sammanställts för europeisk lärk av Pâques et al. (2013). Fenologi och stamform förefaller vara de egenskaper med högst arvbarhet (ca 0,40), medan tillväxtrelaterade egenskaper uppvisar intermediär arvbarhet (ca 0,20 – 0,25). Nivån på heritabiliteten motsvarar nivåerna för gran och tall, för vilka man bedriver långsiktig förädling. Det finns alltså goda förutsättningar att göra det även för lärk. Positiva genetiska korrelationer rapporteras mellan tillväxegenskaper, t.ex. mellan höjd, diameter och stamvolym (Pâques et al., 2013). Negativa (ogynnsamma) korrelationer rapporteras bl.a. mellan tillväxt och raket d.v.s. ju högre tillväxt desto mindre raka träd av (Pâques, 1992) Enligt Pâques et al. (2013) är korrelationen mellan tillväxt och stamform inte entydig. Exempelvis var motsvarande samband svagt positivt utifrån resultat i svenska lärkförsök. Vidare förefaller veddensitet vara negativt korrelerad med tillväxtegenskaper medan däremot kärnvedsandel är positivt och starkt kopplad till tillväxt, d.v.s. ju högre tillväxt, desto större mängd och högre andel kärnved.

Samspel mellan genotyp och miljö, d.v.s. att genotypernas rangordning varierar med den miljö de växer i, kan också orsaka problem inte minst när material skall väljas ut till massförökning inom specifika användningsområden. Ett sätt att reducera betydelsen av genotyp x miljö samspel är att anlägga fälttester på flera lokaler med olika miljömässiga förutsättningar, och välja de genotyper som är bra på samtliga lokaler.

5.1.5. Hybridförädling

Avkommor från korsningar mellan föräldrar från olika arter, likaväl som korsningar mellan föräldrar inom samma art, uppvisar en stor variation i tillväxt. Den variation i tillväxt som kan mätas beror på både miljö och föräldrarnas genetiska egenskaper. En hybrid mellan europeisk och japansk lärk ger inte nödvändigtvis enbart högproduktiva hybridlärkar även om hybridlärken i genomsnitt växer bättre än föräldrarterna. Det finns dessutom stora skillnader mellan olika sorter (familjer) såväl inom de enskilda arterna som inom hybriderna. Detta innebär också att avkommor inom de rena arterna (europeisk resp. japansk lärk) kan vara väl så bra som hybriderna och bör göras tillgängliga för skogsbruket.

Hybridförädling kan drivas med separata artvisa populationer s.k. ”multiple population breeding” eller med en enda population s.k. ”single population breeding”. Om förädlingen bedrivs med artvisa populationer, görs hybridiseringen generationsvis mellan de olika populationerna (arterna) för att producera s.k. F1-hybrider för såväl testning som praktisk användning (White et al., 2007). Om förädlingen istället bedrivs med en enda population hybridiseras de ursprungliga arterna redan vid utgångsläget för att skapa en enda hybridpopulation som sedan behandlas och förbättras som en enda population. Det kan t.ex. jämföras med de hybridlärkfröplantager som finns på kontinenten, som enbart utgörs av hybridlärkar, där avsikten är att skapa F2-avkommor. Det finns inte så många studier gjorda på F2-generationens hybridlärk. Rohmeder and Schonbach (1959) visade att F2-hybrider hade bättre tillväxt än de rena föräldrarterna, men inte fullt lika bra som F1-hybrider som alltså erhålls vid korsning mellan två arter. Variationen inom F1- respektive F2-plantorna var jämförbar. Påques (2000), kom bl.a. fram till att tillväxten var sämre, men rakheten och veddensiteten var bättre för F2 jämfört med F1. Dessutom var variationen inom familj mycket större för F2- än F1-plantorna vad beträffar tillväxt och fenologi, medan den var ungefär densamma för veddensitet, men lägre för rakhets. En alltför stor variation innebär problem för plantskolorna vid framodling av materialet och görs ingen utjämnande plantsortering skapas ojämna lärkbestånd.

Det förädlingsarbete som bedrivs med hybridlärk i Europa görs nästan uteslutande utifrån den europeiska lärken. Det finns inget förädlingsprogram i Europa för förädling av japansk lärk, förutom det begränsade förädlingsarbete som behövs för arthybridiseringen (Pâques et al., 2013). De resultat som finns för japansk lärk antyder att variation mellan olika populationer är liten och den variation som finns är snarare inom populationen.

Hybridisering mellan andra arter än japansk och europeisk lärk för norra Skandinavien har utvärderats av Karlman et al. (2013). Bland annat ingår de korsningar som Prof. Fritz Bergman gjorde mellan rysk lärk och europeisk respektive japansk lärk under 1950-talet, med syfte att ta fram ett bra hybridmaterial för norra Sverige (Jonsson, 1978). Hybridiseringarna som jämfördes var *L. decidua* x *L. sukaczewii* samt *L. kaempferii* x *L. sukaczewii*. Resultaten baseras på ett fåtal försök, och man kan inte utesluta att t.ex. kanteffekter i försöken kan ha överskattat volymproduktionen. Resultaten för hybriderna *L. decidua* x *L. sukaczewii* indikerar en betydligt högre (24–71%) stamvolym än den bäst växande sibiriska lärkproveniensen på de två platser där den har testats. Fler försök behöver dock anläggas för att på ett bättre sätt uppskatta lärkhybridernas produktionsförmåga.

I södra Sverige arbetade Kiellander mycket med olika lärkarter under 1940, 1950 och 1960-talen. Försöksresultaten antydde att den japanska × sibiriska hybriden (även kallad "Sibrolepis") borde ge ett mer högklassigt sågtimmer än vanlig hybridlärk. (Kiellander & Lindgren, 1978). Sibrolepis uppvisade större rakstammighet och fingrenighet än hybridlärk men svagare diameterutveckling. På grund av den sämre diametertillväxten rekommenderade Kiellander att den endast skulle användas på lokaler i Götaland och Svealand, där hybridlärken inte var tillräckligt hårdig (t.ex. inre Götaland, östra Svealand).

5.2. FÖRÄDLING AV LÄRK I SVERIGE

5.2.1. Hela Sverige 1940-1990

I Sverige startade en viss förädling av lärk under 1940-talet och fram till 1960-talet gjordes en hel del korsningar och tester med olika lärkarter. Under perioden etablerades ett 30-tal försök i södra Sverige och ett 10-tal proveniensförsök i norra Sverige. Syftet med försöken var att skaffa grundläggande information om olika lärkarter inför kommande förädlingsinsatser. Resultaten visade bl.a. att hybridlärk vanligtvis växte betydligt bättre än föräldraarterna och att den, till skillnad från den europeiska lärken, var mycket motståndskraftig mot lärkkräfta (Kiellander, 1958, 1966; Kiellander & Lindgren, 1978).

Den genetiska kunskapen om de under åren 1940–1960 valda plusträden är dålig. Tillförlitlig genetisk information om tillväxt och raket är endast tillgänglig för ett fåtal japanska och ett 20-tal europeiska lärkkloner. Hybridlärkfröplantagen i Maglehem är ett konkret resultat av forskningen från 1950- och 1960-talen. Trots att de europeiska klonerna sannolikt har sitt ursprung från Alpregionen, som betraktas som ett av de sämre proveniens-områdena (Kiellander & Lindgren, 1978) används Maglehem till största delen som frökälla i Sydsverige. Detta är en indikation på att förädlingspotentialen för lärk är mycket stor. Även om förädlingspotentialen ansågs vara betydande t.ex. (Dietze, 1980; Sindelar, 1981), låg det svenska förädlingsarbetet i praktiken nere eller bedrevs på en mycket låg nivå under 1970 och 1980-talen.

5.2.2. Södra Sverige 1990–

I mitten av 1990-talet startades ett mindre projekt med huvudsyfte att identifiera ett i anpassnings-, produktions- och kvalitetshänseende högvärdigt förädlingsmaterial av lärk avsett för massförökning och kontinuerlig förädling i södra Sverige. Projektet skall ses som en fortsättning på den grundläggande skogsträdsförädling som utförts tidigare av Kiellander och är främst inriktat mot hybridlärk och etablering av nya hybridfröplantager eftersom det endast är denna lärkart som används i dag i södra Sverige. Framöver kan dock även andra lärkarter utgöra alternativ.

5.2.3. Norra Sverige 1990–

I norra Sverige bidrog det rysk-skandinaviska lärkprojektet vid slutet av 1990-talet, till att skapa bra förutsättningar för urval av genetiskt bättre sibirisk lärk (Martinsson & Lesinski, 2007). Från ett stort antal lärkträd insamlades ett frömaterial med art- (*L. sukaczewii*, *L. sibirica*, *L. gmelinii* och *L. cajanderi*), proveniens- och familjestruktur i det insamlade materialet. Fälttester varav tre avkommeförsök och 10 proveniensförsök, anlades år 2003 i Sverige samt ytterligare försök i nio länder (Karlman & Martinsson, 2005). Möjligheterna till användning av sibirisk lärk i Sverige, baserat på tidiga mätningar av fältförsöken, har sammanställts i en avhandling (Karlman, 2010). Ett framtida förädlingsprogram för lärk, framför allt i norra Sverige, kan med fördel baseras på selektion av bra träd inom de bästa provenienserna av *L. sukaczewii* och möjligen *L. gmelinii* (Karlman, 2010).

Även europeisk lärk kan vara intressant i norra Sverige åtminstone upp till breddgrad 64°N (Karlman & Karlsson, 2013). Den kan även vara lämplig i de delar av Svealand och södra Norrland som har ett mer lokalkontinentalt klimat, d.v.s. där klimatet inte är så gynnsamt för lärkkräfta. Känsligheten för höstfrost och stamraket är två faktorer som bör studeras vidare vid odling av europeisk lärk i Norrland.

5.3. SLUTSATS FÖRÄDLING

Skogsträdsförädling med olika lärkarter har varit mycket sparsam i Sverige, men såväl svenska som internationella resultat visar att det finns en stor potential att ta fram material som är betydligt bättre än dagens både vad gäller produktion, stamkvalitet och vitalitet. De resurser som hittills lagts på skogssträdsförädling av lärk har starkt påverkats av det aktuella intresset och av rådande konjunktur, d.v.s. de har varit av kortsiktig och intermitterant karaktär. Den långsiktiga växtförädlingen borde dock styras av förväntningar på framtiden snarare än av rådande konjunktur.

Med erfarenhet av hur skogsutnyttjandet, skogsindustrin och skogsprodukterna ändrats historiskt och hur snabbt nya användningsområden nu utvecklas, är det närmast omöjligt att förutsäga hur skogens resurser kommer användas i framtiden. Mot den bakgrunden är det väsentligt att ha en god beredskap med flera skogliga alternativ som bl.a. underlättar anpassningen till effekterna av kommande förändringar i klimat och marknad. Att inte bara vara hänvisad till gran och tall utan ha ett flertal trädslag som alternativ vid skogsodling är då ett konstruktivt sätt att öka handlingsutrymmet, sprida riskerna och minska såväl skogsägarens som samhällets sårbarhet. Där fyller bl.a. långsiktig skogsträdsförädling av lärk en viktig funktion.

6. Tillkännagivanden

Vi vill tacka Föreningen Skogsträdsförädling för bidrag till rapportens genomförande och plantskolor, forskare och lärkodlare för synpunkter och underlag till försäljningsstatistik för lärkplantor under utredningens gång.

7. Referenser

- Acheré, V., Rampant, P. F., Benoît, V., Leplé, J., Pâques, L. E., & Prat, D. (2002). *Characterization of hybrids between Larix decidua and Larix kaempferi by molecular markers*. Paper presented at the Improvement of larch (*Larix* sp.) for better growth, stem form and wood quality. Proceedings of an International Symposium,, Gap (Hautes-Alpes)-Auvergne & Limousin, France, 16-21 September, 2002.
- Acheré, V., Rampant, P. F., Pâques, L., & Prat, D. (2004). Chloroplast and mitochondrial molecular tests identify European× Japanese larch hybrids. *Theoretical and Applied Genetics*, 108(8), 1643-1649.
- Almqvist, C. (2013). *Metoder för tidig blomning hos tall och gran – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling*. Retrieved from
- Andersson, E. W., Spanos, K. A., Mullin, T. J., & Lindgren, D. (1998). Phenotypic selection compared to restricted combined index selection for many generations. *Silva Fennica*, 32(2), 111-120.
- Anfodillo, T., Rento, S., Carraro, V., Furlanetto, L., Urbinati, C., & Carrer, M. (1998). Tree water relations and climatic variations at the alpine timberline: seasonal changes of sap flux and xylem water potential in *Larix decidua* Miller, *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus cembra* L. *Ann. For. Sci.*, 55(1-2), 159-172. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1051/forest:19980110>
- Arno, S. H. J. (1972). Ecology of Alpine larch (*Larix hyalii* Parl.) in the Pacific Northwest. 42:417-450. *Ecological Monographs*, 42, 417-450.
- Asakawa, S., Katsuta, M., & Yokoyama, T. (1981). Seeds of woody plants in Japan: Gymnospermae. *Japan Forest Tree Breeding Association, Tokyo, Japan. [In Japanese.]*.
- Barner, H., & Christiansen, H. (1960). The formation of pollen, the pollination mechanism, and the determination of the most favourable time for controlled pollination in *Larix*. *Silvae Genetica*, 9(1), 1-11. Retrieved from
- Berggren, G. (2007). Kvaliteten på lärk kan variera kraftigt. *Husbyggaren*, 5B, 24-27.
- Bergman, I., Olofsson, A., Hörnberg, G., Zackrisson, O., & Hellberg, E. (2004). Deglaciation and Colonization: Pioneer Settlements in Northern Fennoscandia. *Journal of World Prehistory*, 18(2), 155-177.
- Bergstedt, A., & Lyck, C. (2007). *Larch wood-a literature review*. Retrieved from Forest & Landscape, Denmark:
- Biggs, P. (1964). *Studies on Meria laricis. Vuill.-needle cast disease of larch*. (PhD), University of Southampton.
- Blöndal, S. (1987). Restoration and Vegetation Succession in Circumpolar Lands: Seventh Conference of the Comité Arctique International (nov. 1987). *Arctic and Alpine Research*, 19(4), 526-529.
- Boije-Malm, M., & Stener, L.-G. (2002). *Genetic evaluation of growth, external quality and phenology in two 5-year-old larch trials in southern Sweden*. Retrieved from Uppsala Science Park, SE 751 83 UPPSALA:
- Burczyk, J., Nikkanen, T., & Lewandowski, A. (1997). Evidence of an unbalanced mating pattern in a seed orchard composed of two larch species. *Silvae Genetica*, 46(2), 176-180.

- Canadian Food Inspection Agency. (2012). *Gremmeniella abietina* (Scleroderris Canker) - Fact Sheet. 2. Retrieved from <http://www.inspection.gc.ca/plants/plant-protection/diseases/scleroderris-canker/factsheet/eng/1326229068400/1326229220399#jqm-wb-mb> website:
- Chakravarty, P., & Chatarpaul, L. (1990). Effect of fertilization on seedling growth, ectomycorrhizal symbiosis, and nutrient uptake in *Larix laricina*. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(2), 245-248. doi:10.1139/x90-034
- Chen, X.-B., Xie, Y.-H., & Sun, X.-M. (2015). Development and Characterization of Polymorphic Genic-SSR Markers in *Larix kaempferi*. *Molecules*, 20(4), 6060-6067.
- Christersson, L., & Fircks, H. v. (1989). *Frost and winter desiccation as stress factors*. Paper presented at the Stress in Nature, Oulanka, Finland, September 11-14, 1989.
- Colas, F., Perron, M., Tousignant, D., Parent, C., Pelletier, M., & Lemay, P. (2008). A novel approach for the operational production of hybrid larch seeds under northern climatic conditions. *The Forestry Chronicle*, 84(1), 95-104.
- Colombo, S. J., & Raitanen, E. M. (1993). Frost hardening in first-year eastern larch (*Larix laricina*) container seedlings. *New Forests*, 7(1), 55-61. doi:10.1007/BF00037472
- Curnel, Y., Jacques, D., Gierlinger, N., & Pâques, L. E. (2008). Variation in the decay resistance of larch to fungi. *Annals of Forest Science*, 65(8), 1.
- Day, W. R. (1950). Frost as a cause die-back and canker of Japanese Larch. *Quarterly Journal of Forestry*, 44(2), 78-32.
- Dietze, W. (1980). Möglichkeiten und anwendungen praxisbezogener forstpflanzenzuchtung dargestellt am beispiel der baumart lärche. *Alg. Forstzeitschrift*, 35(26), 682-684.
- Edlund, E. (1966). Den sibiriska lärken i Norrland och Dalarna som skogsträd och industriråvara. *Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift*, 5-6, 461-560. Retrieved from
- Edwards, D. (1987). *Methods and procedures for testing tree seeds in Canada*. Canadian Forestry Service, Government of Canada.
- Eidmann, H., & Klingström, A. (1990). *Skadegörare i skogen. LTs förlag, Stockholm*. Retrieved from
- Eis, S., & Craigdallie, D. (1983). Larches. *Reproduction of conifers, a handbook for cone crop assessment. For. Tech. Rep*, 31, 19-20.
- Ek, B. (2014). Risker med nya trädslag. *Skogen*, 5, 1.
- Ekberg, I., & Eriksson, G. (1967). Development and fertility of pollen in three species of *Larix*. *Hereditas*, 57(3), 303-311. doi:10.1111/j.1601-5223.1967.tb02111.x
- Ekö, P. M., Johansson, U., & Rytter, L. (2015). Growth and yield of fast growing tree species in Sweden and their potential use as source of bioenergy. . *Manuscript, A study made within the Enerwood project* .
- Ekö, P. M., Larsson-Stern, M., & Albrektson, A. (2004). Growth and yield of hybrid larch (*Larix* × *eurolepis* A. Henry) in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19(4), 320-328.
- EPP0. (1990). *Gremmeniella abietina*. *Data Sheets on Quarantine Pests*, 5. Retrieved from Prepared by CABI and EPP0 for the EU under Contract 90/399003 website: https://www.eppo.int/QUARANTINE/fungi/Gremmeniella_abietina/GR-EMAB_ds.pdf Retrieved from https://www.eppo.int/QUARANTINE/fungi/Gremmeniella_abietina/GR-EMAB_ds.pdf
- Ericson, B. (2010). Två för Sverige nya skalbaggar (*Coleoptera*) som angriper lärk. *Entomologisk Tidskrift*, 131(2), 131-136. Retrieved from
- Eysteinson, T., & Greenwood, M. S. (1990). Promotion of flowering in young *Larix laricina* grafts by gibberellin A4/7 and root pruning. *Canadian Journal of Forest Research*, 20(9), 1448-1452. doi:10.1139/x90-191

- Eysteinnsson, T., & Skúlason, B. (1995). Adaptation of Siberian and Russian larch provenances to spring frosts and cold summers. *Icelandic Agricultural Science*, 9, 91-97.
- Fahlgren, S., & Jansson, T. (2010). *Skötselns och ståndortens betydelse för kärnvvedsbildningen i tall*. Retrieved from SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, Umeå:
- Fremstad, E., & Elven, R. (1997). Alien plants in Norway and dynamics in the flora: a review. *Norske Geografiske Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 51(4).
- Fries, A., & Ericsson, T. (2006). Estimating genetic parameters for wood density of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Silvae Genet.*, 55(2), 84-92. Retrieved from
- Frisk, A. (2011). *Betesskador på lärkeplantor (Grazing damages on larch seedlings)* (12). Retrieved from Skogsmästarskolan, Box 43, 739 21 Skinnskatteberg:
- Giertych, M. (1980). Summary of results of European larch (*Larix decidua* Mill.) height growth in the IUFRO 1944 provenance experiment. *Silvae Genetica*, 1979.
- Gjerdrum, P. (2003). Heartwood in relation to age and growth rate in *Pinus sylvestris* L. in Scandinavia. *Forestry*, 76(4), 413-424.
- Govertzon, P. (2014). Högsbrons såg - Lärkspecialisten.
- Gyllin, P. (2013). Tror på lönn och al - tveksam till lärk. *Skogsaktuellt*, 2013-05-14.
- Hacker, M., & Bergmann, F. (1991). *The proportion of hybrids in seed from a seed orchard composed of two larch species (L. europaea and L. leptolepis)*. Paper presented at the Annales des sciences forestières.
- Hagle, S. K. (2004). *Larch needle cast ecology and management*. Retrieved from
- Hahn, G. G., & Ayers, T. T. (1943). Role of *Dasyscypha willkommii* and Related Fungi in the Production of Canker and Die-back of Larches. *Journal of Forestry*, 41(7), 483-495.
- Hakansson, A. (1960). Seed development in *Larix*. *Botaniska Notiser*, 113(1), 29-40.
- Hamaya, T., Sasaki, C., & Kurahashi, A. (1989). Effectiveness of top-budding on the acceleration of maturity and flower setting of larch species, 1: Shortening of the juvenile stage in the top-budded ramets of Japanese larch. *Journal of the Japanese Forestry Society*, 71.
- Hannerz, M., Hajek, J., Stener, L.-G., & Werner, M. (1993) Lärkfröplantager i Sverige. *Vol. Resultat nr 8: Skogforsk*.
- Hansen, J. M. (1992). Effects of nutritional factors on frost hardening in *Larix leptolepis* (Sieb & Zucc.) Gord. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7(1-4), 183-192. doi:10.1080/02827589209382711
- Havranek, W. M., & Benecke, U. (1978). The influence of soil moisture on water potential, transpiration and photosynthesis of conifer seedlings. *Plant and Soil*, 49(1), 91-103. doi:10.1007/BF02149911
- Hayashi, Y. (1951). The natural distribution of important trees, indigenous to Japan. Conifers report I (in Japanese with English summary). *Bull For For Prod Res Inst*, 48, 1-240
- Henry, A., & Flood, M. G. (1919). *The history of the Dunkeld hybrid larch, Larix eurolepis, with notes on other hybrid conifers*. (Vol. 35, Section B Biological, Geological, and Chemical Science). Dublin: Hodges, Figgis.
- Hibberd, B. G. (1991). Forestry Practice. Forestry Commission Handbook 6 (pp. 234): HMSO publications, London.
- Hildingsson, H.-J. (2006). Handfasta råd kring lärk – ett snabbväxande träslag. *SkogsVärden*, 1.
- Hillis, W. E. (1987). *Heartwood and tree exudates*. Berlin: Springer-Verlag.
- Howe, G. T., Aitken, S. N., Neale, D. B., Jermstad, K. D., Wheeler, N. C., & Chen, T. H. H. (2003). From genotype to phenotype: unraveling the complexities of cold adaptation in forest trees. *Canadian Journal of Botany*, 81(12), 1247-1266. doi:10.1139/b03-141
- Hägglund, B., & Lundmark, J.-E. (1982). *Handledning i bonitering med skogshögskolans boniteringsystem. Del 1 Definitioner och anvisningar*. Retrieved from Skogsstyrelsen, Jönköping:

- Högberg, K.-A., Hallingbäck, H., Säll, H., Johansson, M., & Jansson, G. (2013). The potential for the genetic improvement of sawn timber traits in *Picea abies*. *Canadian Journal of Forest Research*(ja).
- Ito, K., Zinno, Y., & Kobayashi, T. (1963). Larch canker in Japan. *Bull. For. Exp. Stn. Tokyo*, 155, 23-47.
- Jildestedt, A. (2007). *Lärk eller Impregnerat – en kvalitativt jämförande livscykelanalys av sibirisk lärk och svensk tryckimpregnerad furu*. Retrieved from CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA, Göteborg:
- Johansson, T. (2012). *Höjdtveckling hos hybridlärk – ett snabbväxande barrträd med kort omloppstid*. Retrieved from
- Johansson, U., Karlsson, B., Larsson-Stern, M., Krook, M., & Wang, L. (2012). *Inventering av hybridlärkplanteringar i Götaland och Bergslagen*. Retrieved from Sveriges lantbruksuniversitet:
- Jonsson, S. (1978). Lärkhybrider i Norrland. Institutet för Skogsförbättring (In Swedish with English summary.). *Information Skogsträdsförädling*, 9, 4.
- Karlman, L. (2010). *Genetic variation in frost tolerance, juvenile growth and timber production in Russian larches (Larix Mill.) - Implications for use in Sweden*. (PhD Doctoral thesis), SLU, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2010:30, Umeå. (Ref #2035 of 2040 in RefTOER.ref)
- Karlman, L., & Karlsson, C. (2013). *Simakserien - En beskrivning av SLU:s proveniensserie med europeisk lärk (Larix decidua)*. Retrieved from
- Karlman, L., Martinsson, O., Karlsson, C., & Skaaret, G. (2013). Yield of *Larix sukaczewii* Dyl. and Larch Hybrids in Northern Scandinavia. *Eurasian Journal of Forest Research*, 16(1), 45-56.
- Karlman, L., Moerling, T., & Martinsson, O. (2005). Wood density, annual ring width and latewood content in larch [*Larix sp.*] and Scots pine [*Pinus silvestris*]. *Eurasian Journal of Forest Research-Hokkaido University*, 8.
- Katsuta, M., Saito, M., Yamamoto, C., Kaneko, T., & Ito, M. (1981). Effect of gibberellins on the promotion of strobilus production in *Larix leptolepis* Gord.[larch] and *Abies homolepis* Sieb. et Zucc.[fir]. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute*.
- Kecklund, I. (2014). *Tryckimpregnering som träskyddsmetod. Byggarudeklarationer för tryckimpregnerat virke i Finland*. Retrieved from Vasa:
- Keiding, H., & Olsen, H. (1965). Assessment of stem form in clones and progenies of larch. *Silvae Genet*, 14(4), 115-122.
- Keith, C. T., & Chauret, G. (1988). Basic wood properties of European larch from fast-growth plantations in eastern Canada. *Can. J. For. Res*, 18(10), 1325-1331. Retrieved from
- Khatib, I. A., Ishiyama, H., Inomata, N., Wang, X.-R., & Szmidi, A. E. (2008). Phylogeography of Eurasian *Larix* species inferred from nucleotide variation in two nuclear genes. *Genes. Genet. Syst.*, 83, 55-66. Retrieved from
- Kiellander, C. L. (1958). Hybridlärk och lärkhybrider. In H. Hedlund (Ed.), *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* (Vol. 4, pp. 371-398). Stockholm: Svenska Skogsvårdsföreningen.
- Kiellander, C. L. (1966). *Om lärkträdens egenskaper och användning med särskild hänsyn till europeisk och japansk lärk / Summary: On the properties and use of larch with special reference to European and Japanese larch*. (Vol. Årsbok 1965). Uppsala: Föreningen Skogsträdsförädling. .
- Kiellander, C. L., & Lindgren, D. (1978). *Odlingsvärdet hos olika arter, provenienser och hybrider av lärk i Sydsvrige*. Retrieved from
- Klimaszewska, K. (1989). Plantlet development from immature zygotic embryos of hybrid larch through somatic embryogenesis. *Plant Science*, 63(1), 95-103.
- Klimaszewska, K., Trontin, J.-F., Becwar, M. R., Devillard, C., Park, Y.-S., & Lelu-Walter, M.-A. (2007). Recent progress in somatic embryogenesis of four *Pinus spp.* *Tree For Sci Biotechnol*, 1, 11-25.

- Kosiński, G. (1987). Empty seed production in European larch (*Larix decidua*). *Forest Ecology and Management*, 19(1-4), 241–246.
- Koskela, V. (1970). Frost damage on Norway Spruce, Scots Pine, Silver Birch and Siberian Larch in the forest fertilizer experimental area at Kivisuo. *Folia for. Inst. For. Fenn.*(78).
- Kulej, M. (2006). Resistance of larches of Polish provenances to larch canker *Lachnellula willkommii* (Hartig.) Dennis under mountain conditions of the Sacz Beskid. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 9(2).
- Kullman, L. (1980). Trädslagsfördelning i nutid och sen historisk tid i översta Umeaelvsdalen (The present-day and former historical distribution of forest tree species in the innermost parts of the valley of the Ume river, northern Sweden) (In Swedish with english summary) *Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift*, 78, 52-75.
- Kullman, L. (1998). Palaeoecological, Biogeographical and Palaeoclimatological Implications of Early Holocene Immigration of *Larix sibirica* Ledeb. into the Scandes Mountains, Sweden *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(3), 181-188. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2997373>
- Kärkkäinen, M. (1978). Havaintoja iän vaikutuksesta lehtikuusen puuaineen tiheyteen./Observations on the effect of age on the basic density of larch wood. *Silva Fennica*, 12(1), 56-64.
- Larsson-Stern, M. (1999). Hybridlärk – ett lämpligt trädslag för Sydsverige? . *Skog & Forskning*, 3, 44-51.
- Larsson-Stern, M. (2003). *Aspects of hybrid larch (Larix × eurolepis Henry) as a potential tree species in southern swedish forestry*. (Licentiate thesis), Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp. Retrieved from
- Larsson-Stern, M., Stener, L.-G., & Ekö, P.-M. (2005). *Hybridlärk – ett bra komplement till gran i södra Sverige*. Retrieved from Skogforsk:
- Lee, S. (2003). *Breeding hybrid larch in Britain* (0855386126). Retrieved from
- Lelu, M. A., Bastien, C., Klimaszewska, K., & Charest, P. J. (1994a). An improved method for somatic plantlet production in hybrid larch (*Larix*× *leptoeuropaea*): Part 2. Control of germination and plantlet development. *Plant cell, tissue and organ culture*, 36(1), 117-127.
- Lelu, M. A., Bastien, C., Klimaszewska, K., Ward, C., & Charest, P. J. (1994b). An improved method for somatic plantlet production in hybrid larch (*Larix*× *leptoeuropaea*): Part 1. Somatic embryo maturation. *Plant cell, tissue and organ culture*, 36(1), 107-115.
- Lelu, M. A., Klimaszewska, K., & Charest, P. J. (1994c). Somatic embryogenesis from immature and mature zygotic embryos and from cotyledons and needles of somatic plantlets of *Larix*. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(1), 100-106.
- Lewandowski, A., Nikkanen, T., & Burczyk, J. (1994). Production of hybrid seed in a seed orchard of two larch species, *Larix sibirica* and *Larix decidua*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9(1-4), 214-217.
- Li, G., Liu, Y., Zhu, Y., Li, Q. M., & Dumroese, R. K. (2012). Effect of fall-applied nitrogen on growth, nitrogen storage, and frost hardiness of bareroot *Larix olgensis* seedlings. *Silva Fennica*, 46(3), 345-354.
- Liss, J.-E. (2005). *Brännved-energinnehåll i några olika trädslag*. Retrieved from Garpenberg:
- Lobanov, A. (1985). Phenological indicators of the time to start collecting *Larix sibirica* cones. *Lesnoe Khpz'yaistvo*, 12, 31-32.
- Longman, K. A., & Wareing, P. F. (1958). Gravimorphism in Trees: Effect of Gravity on Flowering and Shoot Growth in Japanese Larch (*Larix leptolepis*, Murray). *Nature*, 182, 380-381. doi:10.1038/182380a0

- Lukkarinen, A. J., Ruotsalainen, S., Nikkanen, T., & Peltola, H. (2010). Survival, height growth and damages of Siberian (*Larix sibirica* Ledeb.) and Dahurian (*Larix gmelinii* Rupr.) larch provenances in field trials located in southern and northern Finland. *Silva Fennica*, 44(5), 727-747.
- Luostarinen, K. (2011). Density, annual growth and proportions of types of wood of planted fast grown Siberian larch (*Larix sibirica*) trees. *Baltic Forestry*, 17(1), 58-67.
- Lähde, E. (1978). Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja (Finland)*.
- Martinsson, O. (1995). Yield of *Larix sukaczewii* Dyl. in Northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica*, 196, 20. Retrieved from
- Martinsson, O., & Lesinski, J. (2007). *Siberian larch: Forestry and timber in a Scandinavian perspective*. Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling (JiLU).
- Matras, J., & Pâques, L. (2008). *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European Larch (Larix decidua)*. (ISBN 978-92-9043-788-8). Retrieved from Bioversity International, Rome, Italy.:
- Nelson, E. C. (1980). What is the correct name of Dunkeld Hybrid Larch (*Larix decidua* x *L. leptolepis*)? *IRISH FORESTRY JOURNAL OF THE SOCIETY OF IRISH FORESTERS* (Vol. 37, pp. 112-118).
- Niklas, K. (1984). The Motion of Windborne Pollen Grains Around Conifer Ovulate Cones: Implications on Wind Pollination. *Am J Botany*, 71(3), 356-374. Retrieved from
- Nilsson, M. (2014). Lärkspecialisten.
- Nilsson, S., & Edlund, M.-L. (1996). Lärkvirkets beständighet mot rötangrepp - inte bättre än furu. *SLU Fakta Skog*, 24.
- Nova Scotia Department of Lands and Forests. (1989). *The potential for larch in Nova Scotia - a literature review*. Retrieved from Truro, Nova Scotia, Canada:
- ODLF. (1966). *Manual of seed collecting. TM-513*. Ottawa: ODLF [Ontario Department of Lands and Forests], Timber Branch, Reforestation Section.
- Ohenoja, E. (2001). Lehtikuusen sienistä (Fungi associated with *Larix* in Finland). *Sorbifolia* 32 (4): 179–182. *Finnish with English summary*.
- OrganoWood. (2014). Produktdatablad OrganoWood®-modifierat trallvirke.
- Ostaff, D. P. (1985). Age distribution of European larch canker in New Brunswick. *Journal Plant Disease*, 69(9), 796-798.
- Owens, J. N. (2008). *The reproductive biology of western larch* (Vol. FGC extension note ; 08). Forest Genetics Council of British Columbia and the Inland Empire Tree Improvement Cooperative.: Inland Empire Tree Improvement Cooperative.
- Owens, J. N., & Molder, M. (1979). Sexual reproduction of *Larix occidentalis*. *Canadian Journal of Botany*, 57(23), 2673-2690. doi:10.1139/b79-317
- Owens, J. N., Morris, S. J., & Catalano, G. L. (1994). How the pollination mechanism and prezygotic and postzygotic events affect seed production in *Larix occidentalis*. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(5), 917-927. doi:10.1139/x94-121
- Pâques, L. E. (1989). A critical review of larch hybridization and its incidence on breeding strategies. *Journal Annales des Sciences Forestières Vol. 46 No. 2 pp. ISSN0003-4312DOI10.1051/forest:19890204Record Number19920659635*, 46(2), 141-153. doi:10.1051/forest:19890204
- Pâques, L. E. (1992). Inheritance and estimated genetic gains in a clonal test of hybrid larch (*Larix* × *eurolepis*). *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7(1-4), 355-365. doi:10.1080/02827589209382728
- Pâques, L. E. (2004). Roles of European and Japanese larch in the genetic control of growth, architecture and wood quality traits in interspecific hybrids (*Larix* × *eurolepis* Henry). *Annals of Forest Science*, 61(1), 25-33.
- Pâques, L. E. (2009). Purity control of seedlots or seedling batches of hybrid larch (*Larix decidua* × *L. kaempferi*) *Treebreedex*.

- Pâques, L. E., Foffová, E., Heinze, B., Lelu-Walter, M.-A., Liesebach, M., & Philippe, G. (2013). Larches (*Larix* sp.). In L. E. Pâques (Ed.), *Forest Tree Breeding in Europe* (Vol. 25, pp. 13-122): Springer Netherlands.
- Pâques, L. E., Philippe, G., & Prat, D. (2006). Identification of European and Japanese larch and their interspecific hybrid with morphological markers: application to young seedlings. *Silvae Genetica*, 55(3), 123-134.
- Pauwels, D., Lejeune, P., Paques, L. E., & Rondeux, J. (2003). Developpement de modeles predictifs des proportions de duramen et d'ecorce des especes de meleze cultivees en zones de basse altitude en Europe de l'Ouest (*Larix kaempferi* (Lambert) Carr., *Larix decidua* Miller et *Larix eurolepis* Henry). *Annals of Forest Science*, 60(3), 227-235. doi:10.1051/forest:2003014
- Perks, M., Harrison, A., McKay, H. and Morgan, J. (2006). *An Update on Nursery Propagation and Establishment Best Practice for Larch in Britain*. Forestry Commission Information: Forestry Commission, Edinburgh.
- Persson, T., Barklund, P., & Andersson, B. (2008). *Förädling kan ge ökad resistens mot angrepp av törskatesvamp*. Retrieved from Uppsala:
- Powell, G. R., & Hancox, M. E. (1990). Occurrence of cones borne laterally on long shoots of *Larix leptolepis*. *Canadian Journal of Botany*, 68(1), 221-223. doi:10.1139/b90-029
- Powell, G. R., Tosh, K. J., & Remphrey, W. R. (1984). Occurrence and distribution of cones borne laterally on long shoots of *Larix laricina*. *Canadian Journal of Botany*, 62(4), 771-777. doi:10.1139/b84-113
- Powell, G. R., & Vescio, S. A. (1986). Syllepsis in *Larix laricina*: occurrence and distribution of sylleptic long shoots and their relationships with age and vigour in young plantation-grown trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 16(3), 597-607.
- Prescher, F. (2013). [Svenska Skogsplantor AB].
- Pulkkinen, M. (1989). *The distribution and ecology of the Strobilomyia flies (Diptera, Anthomyiidae) infesting larch seed and cones in Finland*. Paper presented at the Annales Entomologici Fennici.
- Redko, G., & Mälkönen, E. (2005). The Lintula larch forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20(3), 252-282.
- Rehfeldt, G. E., Tchebakova, N. M., & Barnhardt, L. K. (1999). Efficacy of climate transfer functions: introduction of Eurasian populations of *Larix* into Alberta. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(11), 1660-1668. doi:10.1139/x99-143
- Robinson, L., & Wareing, P. (1969). Experiments on the juvenile-adult phase change in some woody species. *New Phytologist*, 68, 67-78.
- Rosvall, O. (2011). Review of the Swedish tree breeding programme (pp. 84). Gävle offset, Gävle: Skogforsk, Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala.
- Sable, I., Grinfelds, U., Jansons, A., Vikele, L., Irbe, I., Verovkins, A., & Treimanis, A. (2012). Properties of wood and pulp fibers from Lodgepole pine (*Pinus contorta* L.) as compared to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *BioResources*, 7(2), 1771-1783.
- Sakai, A., & Larcher, W. (1987). *Frost survival of plants. Responses and adaptation to freezing stress*: Springer-Verlag.
- Sakai, A., & Okada, S. (1971). Freezing resistance of conifers. *Silvae Genet*, 20, 91-97.
- Sander, H., & Läänelaid, A. (2007). The Dunkeld larch (*Larix* × *marschlinsii* Coaz) in Estonia. *Dendrobiology*, 57, 73-80. Retrieved from
- Scheepers, D., Eloy, M. C., & Briquet, M. (2000). Identification of larch species (*Larix decidua*, *Larix kaempferi* and *Larix* × *eurolepis*) and estimation of hybrid fraction in seed lots by RAPD fingerprints. *Theoretical and Applied Genetics*, 100(1), 71-74. doi:10.1007/s001220050010

- Schmidt, W. C. (1995). *Around the World with Larix: an Introduction*. Paper presented at the Ecology and Management of Larix Forests: A Look Ahead, Whitefish, Montana, U.S.A. October 5-9, 1992.
- Schmidt, W. C., & Shearer, R. C. (1990). *Larix occidentalis* Nutt., western larch. *Agric. Handb*, 654, 160-172.
- Schotte, G. (1917). Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. The Larch and Its Importance in Swedish Forest Economy. . *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt*, 13-14, 531-840.
- Semerikov, V., & Lascoux, M. (1999). Genetic relationship among Eurasian and American *Larix* species based on allozymes. *Heredity*, 83(1), 62-70.
- Semerikov, V., & Lascoux, M. (2003). Nuclear and cytoplasmic variation within and between Eurasian *Larix* (*Pinaceae*) species. *American Journal of Botany*, 90(8), 1113-1123. doi:10.3732/ajb.90.8.1113
- Semerikov, V., Semerikov, L., & Lascoux, M. (1999). Intra- and interspecific allozyme variability in Eurasian *Larix* Mill. species. *Heredity*, 82(2), 193-204.
- Shearer, R. C. (2008). *Larix* P. Mill.: larch. In F. T. Bonner & R. P. Karrfalt (Eds.), *The Woody Plant Seed Manual. Agric. Handbook No. 727*. (pp. 637-650). Washington, DC. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Shearer, R. C., & Turnbull, J. (1990). Seed and pollen cone production in *Larix occidentalis*. *ACLAR Proc. on Tropical Tree Seed Research*(28), 14-17.
- Shvidenko, A., & Nilsson, S. (1994). What do we know about the Siberian forests? . *Ambio, Volume/Issue v. 23(7) p. 396-404* (Volume/Issue v. 23(7) p. 396-404), 396-404
- Sigleif, L. S., N. (2014). LLS Såg & Snicker AB.
- Silander, V., Lehtonen, J., & Nikkanen, T. (2000). Ulkomaisten havupuiden menestymisen Etelä-Suomessa. Summary: Performance of exotic conifers in Southern Finland. *Finnish Forest Research Institute, Research Papers 787*, 127.
- Simak, M. (1970). Photo- and thermoperiodic responses of different larch provenances (*Larix decidua* Mill.). *Studia For. Suec.*, 86.
- Simson, B., Côté, W., & Timell, T. (1968). Studies on larch arabinogalactan. IV. Molecular properties. *SVENSK PAPPERSTIDNING-NORDISK CELLULOSA*, 71, 699-710.
- Sindelar, J. (1981). Heritability of some reproduction characteristic of european larch *Larix decidua* Mill. *Comm. Inst. forest. Czechoslovakia*, 12, 103-118.
- Sioo. (2014). Sioo impregnering, Effektivt träskydd – perfekt för altanen, bryggan, panel m.m. (pp. 6). Hisings Backa: Sioo Wood Protection AB.
- Skogforsk. (2010). *Skogen- En växande energikälla*. Retrieved from Skogforsk, Uppsala: Skogsstyrelsen. (2009). Regler om användning av främmande trädslag. *Meddelande nr 7, December*, 7-63.
- Skogsstyrelsen. (2013). *Skogsstatistisk årsbok [Swedish Statistical Yearbook of Forestry]*. . Jönköping: Skogsstyrelsen (Swedish Forest Agency).
- Skogsstyrelsen. (2014). Rikslängden. Retrieved from <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Lagen/Handelsregler/Rikslangden-och-National-List/>
- SKUD. (2012). Svensk Kulturväxtdatabas Retrieved from <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/skud/>. Retrieved 31 May 2014, from SLU <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/skud/>
- Slobodník, B., & Guttenberger, H. (2005). Zygotic embryogenesis and empty seed formation in European larch (*Larix decidua* Mill.). *Annals of Forest Science*, 62(2), 129-134.
- Sonesson, J., & Rosvall, O. (2011a). *Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker*. Retrieved from Skogforsk:

- Sonesson, J., & Rosvall, O. (2011b). *Tillväxtbörjande åtgärder - nya trädslag, Bilaga 1 till utredningen Lönsamma åtgärder för ökad tillväxt på Sveaskogs marker*. Retrieved from Skogforsk, Uppsala:
- Stener, L.-G. (2007). *Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiskt ursprung*. Retrieved from
- Stener, L.-G., & Ahlberg, G. (2002). *Study of root and butt rot frequency in hybrid larch stands in southern Sweden*. Retrieved from Skogforsk:
- Stenlid, J., Swedjemark, G., & Vollbrecht, G. (1995). Rottröta drabbar inte bara gran. *SLU Fakta Skog*, 12(4).
- Strömberg, B., & Herstad Svärd, S. (2012). *Bränslehandboken 2012*. Retrieved from VÄRMEFORSK Serviceaktiebolag, Stockholm:
- Svensk trädgård. (2014). *Svensk Trädgårds Zonkarta över Sverige*.
- Svenska Samernas Riksförbund. (2008). *Ett renskötselpassat skogsbruk*. Magasinsgatan 7, 903 27 UMEÅ.
- Sylvestre-Guinot, G., & Delatour, C. (1983). Possibilités d'appréciation de la sensibilité du genre *Larix* au *Lachnellula willkommii* (Hartig) Dennis par inoculations artificielles (Summary in english). *Ann. Sci. For*, 40(4), 337-354. Retrieved from
- Söderholm, E., & Öhman, M. (2010). *Potentiella arealer för ökad virkesproduktion i norra Sverige genom skogsodling med Pinus contorta var. latifolia, Larix sukaczewii, Abies lasiocarpa, Populus x wettsteinii och Picea mariana*. Retrieved from Fakulteten för Skogsvetenskap, SLU:
- Tabakovic-Tosic, M., Tosic, D., Rajkovic, S., Golubovic-Curguz, V., & Rakonjac, L. (2011). Invasion species *Coleophora laricella*- One of the main limiting factor of *Larix decidua* during the forest afforestation and recultivation. *African Journal of Agricultural Research*, 6(4), 866-872.
- Tomlinson, P. B. (1994). Functional morphology of saccate pollen with special reference to podocarpaceae. *International Journal of Plant Science*, 155(6), 699-715. Retrieved from
- Tosh, K. J., & Powell, G. R. (1991). Production and distribution of seed and pollen cones on *Larix laricina* trees in young plantations. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(4), 446-454. doi:10.1139/x91-060
- Trober, U., & Haasemann, W. (2000). Pollination effects in a larch hybrid seed orchard. *Forest Genetics*, 7(1), 77-82. Retrieved from
- Tulstrup, N. (1952). Skovfrø nogle praktiske oplysninger. *Copenhagen: Dansk Skovforenings froudvalg*, 69.
- Turgeon, J. J. (1994). *Insects exploiting seed cones of Larix spp., Picea spp., and Pinus spp.: species richness and patterns of exploitation*. Paper presented at the Biology, damage and management of seed orchard pests. Annual Meeting of the Entomological Society of Ontario and Entomological Society of Canada., Sault Ste. Marie, Ontario, on 29 September 1993.
- United States Department of Agriculture. (2006). Germplasm Resources Information Network (GRIN) Retrieved from <http://www.ars-grin.gov/~sbmljw/cgi-bin/taxon.pl?316718>. Retrieved 30 May, 2014, from Agricultural Research Service (ARS), National Genetic Resources Program. <http://www.ars-grin.gov/~sbmljw/cgi-bin/taxon.pl?316718>
- Wagner, S., Gerber, S., & Petit, R. J. (2012). Two highly informative dinucleotide SSR multiplexes for the conifer *Larix decidua* (European larch). *Molecular ecology resources*, 12(4), 717-725.
- Wahlgren, A. (1914). *Skogsskötsel: handledning vid uppdragande, vård och förnygring av skog*: PA Norstedt & Söner, Stockholm.

- Walfridsson, E., Wennström, U., & Westin, J. (2014). Ny metod rensar bort dåligt lärkfrö *Skogforsk's kunskapswebb*, (14-2014). Retrieved from www.skogforsk.se/sv/kunskap website: www.skogforsk.se Retrieved from www.skogforsk.se
- Wei, X. X., & Wang, X. Q. (2003). Phylogenetic split of *Larix*: evidence from paternally inherited cpDNA trnT-trnF region. *Plant Systematics and Evolution*, 239(1-2), 67-77. doi:10.1007/s00606-002-0264-3
- Westin, J., & Kroon, J. (2011). Nya barrträdslag i kärva klimatlägen. *Skogforsk, Resultat*(13), 4. Retrieved from
- White, T. L., Adams, W. T., & Neale, D. B. (2007). *Forest genetics*: Cabi.
- Viherä-Aarnio, A., & Nikkanen, T. (1995). *Siberian larch (Larix sibirica Ledeb.): a successful exotic in Finland*. Paper presented at the Ecology and management of Larix forests: A Look Ahead, Whitefish, MT, U.S.A., October 5-9, 1992.
- Wiksten, Å. (1962). Några exempel på den sibiriska lärkens (*Larix sibirica*, Lebed.) produktionsförmåga i Sverige. *Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt*, 51(6).
- Witzell, J., Barklund, P., Bergquist, J., Berglund, M., Bernhold, A., Blennow, K., Hanson, L., Hansson, P., Lindelöv, Å., Långström, B., Nordlander, G., Petersson, M., Rönnerberg, J., Stenlid, J., Valinger, E., Wallertz, K., Witzell, J., & Åhman, I. (2009). *Skador på skog* (Vol. 12): Skogsstyrelsens förlag.
- Vuokila, Y., Gustavsen, H. G., & Luoma, P. (1983). Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland (In Finnish with English summary) *Folia Forestalia*, 554(12).
- www.sioo.se. (2014). Sioo Impregnering.
- Yde-Andersen, A. (1980). Infection process and the influence of frost damage in *Lachnellula willkommii*. *European Journal of Forest Pathology*, 10(1), 28-36. doi:10.1111/j.1439-0329.1980.tb00003.x
- Zhang, S., Yang, W., Han, S., Han, B., Li, M., & Qi, L. (2010). Cytogenetic analysis of reciprocal hybrids and their parents between *Larix leptolepis* and *Larix gmelinii*: implications for identifying hybrids. *Tree genetics & genomes*, 6(3), 405-412. doi:10.1007/s11295-009-0258-1

Bilaga 1

Tabell B1. Sammanställning av existerande lärkförsök i Skogforsks regi. Kolumnen "Syfte" avser: A=Avkomme försök, D=Demoförsök, P=Proveniensförsök, PL=Plantförsök. "Ålder" avser försöksåldern år 2013, "Senaste_mät_ålder" avser försöksålder vid den senaste mätningen, "Ny_mät_ålder_år" avser föreslagen ålder resp. år för kommande mätning. "Prioritet" avser framtida mätningar (ju lägre siffra desto högre är mätningen prioriterad). Kolumnerna "Tillväxt" och "Kvalitet" anger hur många år försöket var vid inventering av respektive egenskap.

Art / Försöksnr	Namn	Syfte	Ålder	Senaste mät-ålder	Ny mät-ålder år	Prioritet	Tillväxt	Kvalitet
<i>L. decidua</i>								
S21F0381366	Trolleholm-Röke	A	10	10	20_2022	1	6,10	6,10
S21F0381367	Gullringen-Stensjön	A	10	10	20_2022	1	6,10	6,10
<i>L. marschlinsii</i>								
S21F0181351	Knutstorp-Teglaröd	PL	12	5	12_2013	1	5	5
S21F0181352	Knutstorp-Teglaröd	PL	12	5	12_2013	1	5	5
S21F78801	Häckeberga-Vättekilla	A	35	21	41_2018	5	13,18,21	18,21
<i>L. sibirica</i>								
S23F5780166	Flakaträsk	P	56	.	.	5	.	.
S23F5780167	Flakaträsk	PL	56	.	.	5	.	.
S23F5780168	Bergsåter	P	56	.	.	5	.	.
S23F5780169	Sör-Ilnäs	P,PL	56	.	.	5	.	.
S23F5880171	Byom, Dockmyr	P	55	.	.	5	.	.
S23F5880172	Storbränna	P	55	.	.	5	.	.
S23F5880173	Rönnöfors	P	55	.	.	5	.	.
S23F5880174	Sundmo Plantskolan	P,D	55	.	.	5	.	.
S23F5880179	Stordöveln	P	55	.	.	5	.	.
S23F5980193	Robertsfors	P	54	.	.	5	.	.
S23F5980194	Åstorpet	P	54	.	.	5	.	.
S23F6180216	Tannsjön (Rossön)	K	52	.	.	5	.	.
<i>Larix sp.</i>								
S23F0380676	Sultenträsk	P	10	4	10_2013	1	4	.
S23F0380677	Dokkas	P	10	4	10_2013	1	4	4
S23F0380678	Keroniemi	P	10	4	10_2013	1	4	4
S23F0380679	Närlinge	P	10	4	10_2013	1	4	4
S23F0380680	Brunsborg	P	10	4	10_2013	1	4	4
S23F8860486	Sävar	P,D	25	.	.	2	.	.
S21F9881317	Storebro-Sjundekvill, Vimmerby	D	15	9	16_2013	4	4,9	4,9
S21F618698	Aspanäset C3, Boxholm	P,D	52	37	.	5	.	.
S23F4880063	Svanölandan	P	65	.	.	5	.	.
S23F5980201	Storbränna	A	54	.	.	5	.	.
S23F6080209	Sörånäset	A	53	.	.	5	.	.
S23F6880245	Sundmo Plantskola	D	45	.	.	5	.	.

Bilaga 2a

Tabell B2a-d. Sammanställningar av svenska, danska, finska och baltiska fröplantager och fröbestånd. De svenska fröplantager som saknar beteckning har ännu inte registrerats. Kategoriindelningen är som följer: "Fenotypputvalt" = utvald baserad på utseende, "Testad"=genetiskt testad i försök, "Kvalificerad" = danska plantager kvalificerade för skörd av frö, "Fenotypputv.(återkallat)" = vissa individer borttagna, "Frötäcksbestånd" = definierat bestånd där återkommande insamling av frö kan ske samt "-" = ingen uppgift.

B2a. Svenska lärkfröplantager

Art/Namn	Beteckning	Län	Kategori	Anläggnings-period	Status	Fröproduktion	Ägare
<i>Larix marschlinii</i>							
Maglehem	FP-051	Skåne	Fenotypputvalt, Testad	1957-1958	Produktion	Betydande	Sveaskog
Klev	FP-092	Halland, Falkenberg	Fenotypputvalt	1962-1962	Avveckling	Mycket lite, avtagande	Svenska Skogsplantor
Hjälmslutt	FP-741	Skåne	Fenotypputvalt	1962-1962	Produktion	Betydande	Sveaskog
Lagan	FP-744	Kronoberg	Fenotypputvalt, Testad	2000	Produktion	Medel	Svenska Skogsplantor
Trolleholm	FP-743	Skåne	Fenotypputvalt, Testad	2000	Produktion	Stigande	Trolleholms Gods AB
Söregärde	–	Kalmar	Fenotypputvalt, Testad	2008-2009	Nyanlagd	Stigande	Södra plantageägare 50 %, Sundins Skogsplantor 50%
Petersborg	–	Skåne	Fenotypputvalt, Testad	2012	Nyanlagd	Stigande	Svenska Skogsplantor
Gåtebo	–	Kalmar	Fenotypputvalt, Testad	2012-2013	Nyanlagd	Stigande	Södra Skogsägarna
<i>Larix sibirica</i>							
Björkebo	FP-8112	Västerbotten	–	1965-1965	Vilande	–	Sveaskog
Domsjöåänget	FP-413	Västernorrland	Fenotypputvalt	1953-1966	Vilande	–	Holmen
<i>Larix succasewii</i>							
Östteg	FP-014	Västerbotten	Fenotypputvalt	1956-1959	Återuppstått	Mycket lite, stigande	Svenska Skogsplantor
Dammsjön	FP-124	Gävleborg	Fenotypputvalt	1963-1963	Återuppstått	Mycket lite, stigande	Svenska Skogsplantor
<i>Larix decidua x sibirica</i>							
Hässjö, Söråker	FP-816	Västernorrland	–	1959-1961	Vilande	–	–
<i>Larix kaempferi x sibirica</i>							
Västsura, Surahammar	FP-827	Västmanland	–	1963-1963	Vilande	–	–
<i>Larix sp.</i>							
Broknäs, Bogesund	FP-847	Stockholm	–	1956-1956	Vilande	–	–

Bilaga 2b

B2b. Danska lärkfröplantager och frötäcksbestånd

Art/Namn	Beteckning	Län	Kategori	Anläggningsperiod	Status	Fröproduktion	Ägare
<i>Larix decidua</i>							
Jægersborg	F-81	Hovedstaden	Frötäcksbestånd	–	–	–	-
Vallø	F-272	Sjælland	Frötäcksbestånd	–	–	–	-
Ravnsholt	F-374	Sjælland	Frötäcksbestånd	1947	–	–	Københavns Statsskovdistrikt
Tophøj	FP-661	Midtjylland	Kvalificerad	2007-2009	Nyanlagd	-	HedeDanmark a/s
<i>Larix marschlinsii</i>							
Fårefolden	FP-201	Sjælland	Testad	1946-1955	Produktion	avtagande	Statsskovenes Planteavisstation
Holbæk	FP-203	Sjælland	Testad	1951	Produktion	avtagande	DSB og Statsskovenes Planteavisstation
Mørkøv	FP-205	Sjælland	Testad	1951	Produktion	avtagande	BaneDanmark og Skov- og Naturstyrelsen
C.E. Flensborg	FP-618	Midtjylland	Testad	1959-1963	Produktion	avtagande	HedeDanmark a/s
Sorø	FP-211	Sjælland	Testad	1962	Återuppstått	dålig	Stiftelsen Sorø A kademi og Statsskovenes Planteavisstation
Boller	FP-237	Midtjylland	–	1975-1976	Produktion	stigande	Statsskovenes Planteavisstation og Randbøl Statsskovdistrikt
C.E. Flensborg	FP-626	Midtjylland	Kvalificerad	1978-1980	Produktion	betydande	HedeDanmark a/s
Skovgård	FP-244	Hovedstaden	Testad	1987-1990	Produktion	betydande	Statsskovenes Planteavisstaion og Fyns Statsskovdistrikt
Truust	FP-636	Midtjylland	Kvalificerad	1994-1998	Produktion	stigande	HedeDanmark a/s
Str. Lyngdal	FP-673	Midtjylland	Kvalificerad	2000-2003	Nyanlagd	stigande	HedeDanmark a/s
Laugesen	FP-651	Midtjylland	Kvalificerad	2001-2003	Nyanlagd	stigande	HedeDanmark a/s
Mourie Pedersen	FP-638	Vestjylland	Kvalificerad	2001-2003	Nyanlagd	stigande	HedeDanmark a/s
<i>Larix kaempferi</i>							
C.E Flensborg	FP-601	Midtjylland	Testad	1955-1962	–	–	HedeDanmark a/s
C.E Flensborg	FP-615	Midtjylland	Testad	1962-1965	–	–	HedeDanmark a/s
Overskov	F-40a	Østjylland	Frötäcksbestånd	–	–	–	–
Sostrup	F-40c	Østjylland	Frötäcksbestånd	–	–	–	–
Frøslev	F-410	Syddanmark	Frötäcksbestånd	–	–	–	–
Mellemskoven	F-783	Østjylland	Frötäcksbestånd	–	–	–	–
Tisvilde	FP-285	Hovedstaden	–	–	–	–	–

B2c. Finska lärkfröplantager

Art/Namn	Beteckning	Län	Kategori	Anläggningsperiod	Status	Fröproduktion	Ägare
<i>Larix sibirica</i>							
Oitti	FP-016	Hausjärvi	Fenotypputvalt	1956	Produktion	Medel	Metsäkeskus Tapio
Metsäkoulu	FP-036	Siilinjärvi	Fenotypputvalt	1955	Produktion	–	Finlands skogscentral
Metsä-Ihala	FP-205	Virtdois	Fenotypputvalt	1972	Produktion	–	Metsähallitus
Kivimäki	FP-234	Pieksämäki	Fenotypputvalt	1972	Produktion	–	Metsähallitus
Lassinmaa	FP-309	Jämsä	Fenotypputvalt	1974	Produktion	–	Metsähallitus
Hepoharju 368	FP-368	Luumäki	Fenotypputvalt	1983	Produktion	–	Tapio
Hepoharju 380	FP-380	Luumäki	Fenotypputvalt	1983	Produktion	–	Tapio
Taimiharju 4	FP-402	Luumäki	Fenotypputv., återkallat	1997	Produktion	–	Metsähallitus
<i>L. sibirica x decidua</i>							
Nahkamäki	FP-029	Jyväskylä	Fenotypputv., återkallat	1962	Vilande	–	Metsähallitus

Bilaga 2d

B2d. Baltiska lärkfröplantager. LE=Lettland, LI=Litauen. *Larix sp.*= Ingår flera olika arter såsom hybrid- europeisk eller japansk lärk

Namn	Beteckning	Art	Land	Län	Kategori	Anläggnings-period	Status	Fröproduktion	Ägare
Litauen	Litauen	<i>Larix marschlinsii</i>	LI	–	–	1963	Produktion	–	–
Jelgava	Jelgava	<i>Larix kaempferi</i>	LE	Centrala delarna av Lettland	–	–	Nyanlagd	stigande	–
Kurmas	Kurmas	<i>Larix sp.</i>	LE	–	–	–	Produktion	–	–

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

- Nr 856 Widingshoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projektrapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas, Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. – Damage after early thinning. 14 s.
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produktegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

- Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
- Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
- Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modelling av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
- Nr 877 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
- Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
- Nr 879 Eriksson, B., Widinghoff, J., Norinm K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
- Nr 880 Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
- Nr 881 von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
- Nr 882 Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
- Nr 883 Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.
- Nr 884 Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
- Nr 885 Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
- Nr 886 Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
- Nr 887 Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
- Nr 888 Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
- Nr 889 Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for increased biomass production for energy in Sweden. 28 s.
- Nr 890 Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 22 s.
- Nr 891 Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 2016

- Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.
- Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.
- Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection (*Thekopsora areolata*) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.
- Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materials. 55 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 895–2016



www.skogforsk.se