

Faglig vurdering af mulige nye træarter til lavskov med kort omdriftstid

Rådgivningsrapport fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Martin Jensen¹, Morten Tune Strandberg², Claus Rasmussen³, Tommy Dalgaard³

¹ Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

² Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet

³ Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

Datablad

Titel:	Faglig vurdering af mulige nye træarter til lavskov med kort omdriftstid.
Forfatter(e):	Seniorforsker Martin Jensen, Institut for Fødevarer, AU, seniorrådgiver Morten Tune Strandberg, Institut for Ecoscience, AU, akademisk medarbejder Claus Rasmussen og professor Tommy Dalgaard, Institut for Agroøkologi, AU.
Fagfællebedømmelse:	Professor Uffe Jørgensen, Institut for Agroøkologi, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Lene Hegelund, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Landbrugsstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	15.03.2022 / 25.04.2022
Journalnummer:	2022-0352564
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM) og Aarhus Universitet under ID nr. 6.27 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2022-2025".
Ekstern kommentering:	Nej
Eksterne bidrag:	Nej
Kommentarer til bestilling:	Rapporten er udarbejdet på baggrund af bestilling med oprindelig leveringsdato d 30/6 2022 senere fremrykket til d. 25/4 2022. Prioritering og forventningsafstemning af opgaven efter fremrykning er aftalt på møde med LBST den 6/4 2022.
Kommentarer til besvarelse:	Rapporten præsenterer resultater/review, som ved rapportens udgivelse ikke har været i eksternt peer review eller er publiceret andre steder. Ved en evt. senere publicering i tidsskrifter med eksternt peer review vil der derfor kunne forekomme ændringer.
Citeres som:	Jensen M, Strandberg MT, Rasmussen C, Dalgaard T. 2022. Faglig vurdering af mulige nye træarter til lavskov med kort omdriftstid. 27 sider. Rådgivningsrapport fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 25/4 2022.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/

Indholdsfortegnelse

Baggrund	4
Besvarelse	4
Vurdering af mulige nye træarter/slægter til lavskovsordningen.	5
Art 1. <i>Paulownia</i> (kejsert træ)	6
Art 2. <i>Tilia</i> (Lind).....	9
Art 3. <i>Castanea</i> (ægte kastanje, spisekastanje)	11
Art 4. <i>Platanus</i> (platan).....	12
Art 5. <i>Robinia</i> (Robinie pseudoacacia, almindelig robinie, falsk akacie).....	14
Art 6. <i>Juglans</i> (valnød)	15
Art 7. <i>Prunus</i> (Primært <i>P. avium</i> , fuglekirsebær).....	16
Art 8. <i>Fagus sylvatica</i> (alm bøg).....	17
Arter der indstilles til fremtidig vurdering.	18
Blomstring efter første udplantning og efter stævning og genvækst.....	19
Sammenfatning af anbefalinger.....	20
Generelle bemærkninger.....	22
Referencer	23

Baggrund

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling til DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug ønsket en faglig vurdering af, om de oplyste træarter for lavskov med kort omdriftstid i 'Bekendtgørelse om direkte støtte til landbrugere efter grundbetalingsordningen', er fyldestgørende og tidssvarende for produktionsformen i Danmark i den kommende CAP reformperiode.

Specifikt har Landbrugsstyrelsen ønsket en faglig vurdering af, om træarter inden for slægten *Paulownia* er relevant, som træart til lavskov med kort omdriftstid, i Danmark, herunder om arten har invasive karakterer, der kan medføre, at arten spreder sig til den omkringliggende natur og påvirker de hjemmehørende arter, hvis det tillades, at arten kan anvendes som produktionsafgrøde på landbrugsarealerne.

Derudover ønskes belyst, om der er andre nye træarter, der i Danmark er relevante som træart til lavskov med kort omdriftstid efter definitionen i afsnit 4.1.2.3.2. i 'Den danske strategiske CAP-plan 2023-2027'. I fald der er nye træarter, der bør tilføjes bekendtgørelsen, ønskes træarternes plantetal (træer/ha) og omdriftstid for produktion i Danmark belyst.

I 'Den danske strategiske CAP-plan 2023-2027' er definitionen på hvilke træarter der kan indgå udvidet til også at inddrage aspekter af træarters bidrag til blomsterbesøgende insekter:

"Træarter, der kan anvendes som lavskov, omfatter de slægter, der i Danmark anvendes til produktion af landbrugsprodukter på nær egentlig skovdrift, og tilbyder en god nektar- og pollenressource [i det tidlige forår] til de blomsterbesøgende insekter". Det er aftalt, at der også kan inkluderes sommerblomstrende arter i svaret, samt kommentarer til blomstringsegenskaber over tid i lavskov. Jævnfør LBSTs svar på opklarende spørgsmål, er det et grundkriterie i artslisten, at arterne skal være stævningsarter, og at bidrag til insekter er en supplerende egenskab hos disse stævningsarter.

Besvarelse

Formålet med denne rapport er at vurdere om der er mulige nye træarter/slægter som kan medtages på listen over godkendte arter i lavskovsordningen, herunder særligt at vurdere *Paulownia* som mulig ny art. Der er primært taget udgangspunkt i vurdering af arter, der er undersøgt eller nævnt internationalt som mulige 'short rotation coppice' arter (SRC), og vurderinger er baseret på screening af videnskabelig litteratur fra Web of Science databasen suppleret med søgninger af andre kilder, der hvor viden har været mangelfuld.

Eksisterende arter/slægter på den nugældende godkendte liste vurderes ikke særskilt i denne rapport, og her medtages derfor alene kommentarer i relation til særlig sundhed/sygdomme, som har betydning for enkelte af disse arter, dette efter aftale med Landbrugsstyrelsen.

Eksisterende slægter godkendt til lavskov er: *Corylus* (hassel), *Acer* (Løn), *Fraxinus* (ask), *Carpinus* (avnbøg), *Betula* (birk), *Alnus* (el), *Ulmus* (elm), *Salix* (pil), *Populus* (poppel).

Modtageligheden for elmesyge har betydet, at der i mange år ikke aktivt er plantet storbladet elm, *Ulmus glabra*, i Danmark. *Ulmus glabra* findes stadig i det danske landskab, men oftest som mindre plantninger lokalt. Risikoen for angreb af elmesyge skal derfor medtages i vurderingen af evt. nyplantning af lavskov med denne art.

Fraxinus excelsior (alm. ask) er i de senere år angrebet af en alvorlig svampesygdom, Asketoptørre, som forårsages af svampen *Chalara fraxinea* (kønnet stadie *Hymenoscyphus fraxineus*) (McKay, 2011; McKinney et al., 2014; Stroheker et al. 2021), som har dræbt en stor andel af danske asketræer, og næsten elimineret nyplantning med denne art i skov og landskab. Der arbejdes på forædling og selektion af resistent plantemateriale af ask ved Københavns Universitet, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning (KU IGN) og Naturstyrelsen (NST), så ask igen kan indgå i plantninger. Dette skal derfor medtages i vurderingen af evt. nyplantning af lavskov med denne art

Vurdering af mulige nye træarter/slægter til lavskovsordningen.

De primære kriterier for vurdering af om en art/slægt er relevant for Lavskovsordningen er, at der inden for slægten er relevante træarter, der 1) kan stævnes med kortere tidsintervaller og skyde igen fra stubben, 2) har en relativ kraftig biomassetilvækst over en kort årrække, 3) og ud over dette kan bidrage med værdi for insekter i form af tilbud om nektar og eller pollen forår eller sommer. Derudover skal arterne generelt være 4) sunde og uden risiko for alvorlige sygdomme og hårdføre under danske forhold og 5) må ikke vise tegn på eller risiko for invasiv spredning under danske forhold. En positiv vurdering af en slægts egnethed til lavskov betyder, at der findes mindst en art/sort inden for slægten, der vurderes af interesse i lavskov, men betyder omvendt ikke at alle arter, sorter eller hybrider inden for slægten er egnede til lavskov i Danmark.

I nærværende besvarelse er *Paulownia* vurderet, og der er desuden foretaget en vurdering af *Tilia* (lind), *Castanea* (ægte kastanie), *Platanus* (platan), *Robinia* (robinie), *Juglans* (valnød), *Prunus avium* (fuglekirsebær), *Fagus sylvatica* (bøg). Med den korte frist der var til vurderingen af nye træarter er ovennævnte arter udvalgt på baggrund af deres evne til genskud efter stævning og at de er benyttet eller nævnt internationalt som mulige 'short rotation coppice' arter (SRC) og er de arter, der vurderes at have størst potentiale til produktion af biomasse. Mange træarter tåler stævning i ungdomsstadier og der kan være flere potentielle træarter/slægter som kunne have interesse. De nævnte supplerende arter er udvalgt efter at kunne stævnes men hvor deres egenskaber og især produktivitet i lavskov ikke er endelig belyst.

Vurderingen af hver art/slægt er givet i 4 delsvare med først en generel vurdering af arter/slægten i forhold til dyrkning som stævningsafgrøde i kort omdrift med viden om tilvækst, hårdførhed, sundhed/alvorlige skadegørere af plantearten og viden om betydning af antal planter pr ha og omdriftstid for stævning på udbytter. Da der for flere arter mangler eksakt SRC viden fra Danmark og/eller Nordeuropa er der indsat det bedste skøn ud fra den viden om arten, der er fundet. Derefter vurderes på værdien af den/de mest relevante arter inden for slægten i forhold til bidrag med pollen og nektar til insekter. Endelig vurderes, om der er en særlig problematik omkring invasivitet hos slægten - primært de relevante arter. Til sidst laves en samlet vurdering af slægtenes egnethed til lavskovsordningen og anbefalinger i forhold til antal planter/ha og omdriftstid.

Art 1. Paulownia (kejsert træ)

1.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

*Paulownia*slægten består af en række arter fra Asien, herunder især Kina, der især dyrkes i varmere klimaer end det danske. *Paulownia tomentosa* (kejsert træ) har været benyttet i Danmark i en lang årrække som prydt træ med duftende blå-violette blomsterstande i maj før løvspring. Blomsterne udvikler modne frugter og frø i Danmark (pers. observationer. M. Jensen), men rapporter om selvsåning og spredning ved frø fra disse træer i Danmark er sparsomme. Invasiv spredning via frø af især *Paulownia tomentosa* er set i Østrig, Sydeuropa og USA (Essl, 2007; Williams and Wang, 2021).

Paulownia træer er kendt for at kunne være et meget hurtigtvoksende træ især i ungdomsfasen og især i varmere klimaer. De tåler stævning godt og skyder igen med meget kraftige skud og meget store blade. Træet bruges både til letvægts-tømmer, biomasse og dyrefoder (Stewart et al., 2018). *Paulownia* hybrider bruges i SRC (short rotation coppice) eller i tømmerproduktion med kort omdriftstid i bl.a. Sydeuropa (Testa et al., 2022).

I vintre med hård frost kan *Paulownia tomentosa* prydt træer skades i Danmark og ingen af arterne vurderes generelt at være fuldt hårdføre under danske forhold, men etablerede træer kan normalt overleve og skyde igen efter frostskaade.

Hybridiseringsforædling mellem arter bl.a. i Kina har givet endnu mere kraftig-voksende træer, og også hybrider, der har større grad af frosthårdførhed (Bork et al., 2015). De fleste af disse hybrider vurderes dog ikke at være langtidsfrosthårdføre i Nordeuropa, herunder i Danmark. Nerlich et al. (2016) undersøgte etablering af *P. tomentosa* på fire lokaliteter i Sydvestlige Tyskland og fandt at frostskaader betød at overlevelsen var nul de tre steder og kun den varmeste lokalitet gav 47% overlevelse. Forsøg med skovdyrkning af forskellige arter og hybrider af *Paulownia* i det Sydlige Tyskland på tre forskellige lokaliteter viste at etablering af *Paulownia* var vanskelig på grund af bl.a. frostskaader og manglende konkurrenceevne mod ukrudt under skovforhold, men at såkaldte Shan-Tong hybrider klarede sig bedst men dog stadig på et uacceptabelt lavt niveau (Bork et al., 2015).

Nyere praktiske observationer fra et privat firma i Niedersachsen i Nordvest-Tyskland har vist at *Paulownia* træer kan skades voldsomt af frost, men at nogle hybrider kan skyde igen fra stubben og give kraftig tilvækst over kort tid (Tornow, 2022). Kraftig tilvækst er indikeret såfremt hårde frostvintre kan undgås. Milde vintre og høje sommertemperaturer vurderes generelt afgørende for dyrkningssucces. Observationer fra England og Irland har også indikeret, at for lave sommertemperaturer kan være årsag til manglende trivsel og tilvækst (Jensen, 2016). Vanding i etableringsårene 2016-2017 er vist i Polske forsøg med Shan Tong hybrid planter at fremme både etablering og tilvækst væsentligt (Langowski et al., 2019).

Der er endnu ingen forskningsmæssige undersøgelser af *Paulownia* arter eller hybrider under danske forhold, men kun meget tidlige private observationer og få erfaringer fra private plantninger.

Nyere markedsført forædlet materiale fra det Nordlige Japan og Nordlige Kina er påstået at have hårdførhed ned til minus 30 til - 45 C (www.paulownia.dk). Erfaringer med dette materiale er dog meget sparsomt med kun få års afprøvning i Danmark. De få nyere testplantninger i privat regi i Danmark er ofte plantet for ganske få år siden, eks. fra 2019 og frem og det er derfor for tidligt at vurdere resultaterne fra dem i forhold til etableringssikkerhed, tilvækst, frosthårdførhed, sygdomsmodtagelighed, relevans i produktion osv. (Thomsen, 2021; Mathiasen, 2021; Skovdyrkerne 2021).

I Tyskland findes flere nyere plantninger af udvalgte *Paulownia* hybrider, der også dyrkes i det Nordlige Tyskland, men det er usikkert om de hybrider, der anvendes, vil kunne klare sig i Danmark. (<https://www.wegrow.de/en/home/>). Der anbefales en relativ intensiv pasning med renholdelse og vanding i de første år for at få en sikker etablering og en stor tilvækst.

Nogle af hybridsorterne ser ud til at kunne blomstre allerede 5-10 år efter plantning selv under nordlige klimabetingelser, men det er ikke dokumenteret om nyere muligt hårdføre artshybrider kan danne fertilt frø og evt. selv så sig og etablere sig under danske forhold. I Tyskland har undersøgelser ved Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft vist, at frø af nogle hybrider kan spire (<https://www.waldwissen.net/en/forestry/silviculture/forest-conversion/paulownia-a-hope-bearer>). De hurtigvoksende hybrider formeres bl.a. ved vævskultur og rodstiklinger (Yadav et al., 2018; Salkic et al., 2018). Ved stævning fås normalt genskud fra stød, men rodskud væk fra stammen efter stævning (som hos poppel) er set. I forbindelse med jordbearbejdning og fjernelse af stød efter endt omdrift kan det ikke udelukkes at nye skud og planter fra efterladte rodstumper kan dannes på et tidligere produktionsareal. Det er endnu uvist om rodskud vil dannes under danske forhold.

Paulownia anses normalt for ret sunde træer med få eller ingen alvorlige skadegørere i Europa, men dette kan være et resultat af den relative nye introduktion i Europa. Alvorlige angreb af *Phytophthora nicotianae* og *P. palmivora* blev første gang i Europa fundet på *Paulownia elongata* x *P. fortunei* i Calabrien, Italien i 2018 på to-års planter i marken, hvor 40% af planterne havde visnesymptomer pga. rod- og rodhalsråd (Aloi et al., 2021). De jordbårne svampe giver især problemer i fugtige jorde. Anvendelse af sundt plantemateriale og veldrænede jorde anbefales som forebyggelse. Udvikling af sygdomme på *Paulownia* hybrider bør monitoreres løbende, da anvendelsen af kun en eller få kloner gør dyrkningen meget følsom for sygdomme.

Veletablerede træer under gunstige klimaforhold og god pasning kan skyde adskillige meter om året i højden og diameter af tilvæksten kan være på 4 cm i år et efter plantning (Polske forsøg, Bydgoszcz, Langowski et al 2019). Plantetæthed og omdriftstid afhænger af, om målet er produktion af biomasse/bioenergi (stor tæthed og kort omdriftstid) eller høj kvalitetstømmer (lavere tæthed og længere omdriftstid) og omdriftstiden afhænger også af klimaforholdene - jo varmere jo kortere omdriftstid. I Danmark skønnes en plantetæthed på mellem 2000-3000 træer pr ha med skønnet omdriftstid på 5 til 10 år i Danmark at være relevant, men muligheden for større antal træer/ha f. eks. 8000 træer/ha og omdriftstider på ned til 3-5 år kan ikke udelukkes. Tykkere skud/stammer vil give lavere barkandel i biomassen og træer med lidt større veddimensioner, men stadig med fokus på biomasseproduktion, kunne være en mulighed, her anslås skønsmæssigt 500-1000 træer pr ha og en skønnet omdriftstid på mellem 10 og 20 år. Da *Paulownia* i Sydeuropa på under 20 år kan opnå produktion af veddimensioner, der anvendes til tømmer eller konstruktionstræ som i skovdrift, skal det bemærkes at dette formål ikke er en del af lavskovsordningen. Disse tal er alene skøn, da der ikke findes resultater til at bekræfte disse værdier under danske betingelser. Et minimums plantetal pr ha på 500 træer til lavskov og maksimal omdriftstid på 20 år vil forventes at kunne dække både kort og lang tids biomasseproduktion i lavskov. Der er såvidt vides ikke gennemført hele omdriftsperioder i Danmark endnu, og udbytter og kvalitet fra første omdrift er ikke beskrevet, ligesom der ingen viden er om udbytter i efterfølgende omdriftsperioder fra genskud. Biomasseproduktion på mellem 7-14 tons tørstof /ha /år er set i forsøg i Spanien (Zuazo et al 2013) og Sydlige Tyskland (Maier and Vetter, 2013; Yadav et al. 2016), og *Paulownia* er derfor potentielt interessant som mulig træart til biomasseproduktion såfremt tilstrækkelig robusthed af plantematerialet er tilstede.

1.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Ingen kendte bier besøger slægten i Danmark (prydtræer i have og park) og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Blomsten er bestøvet af insekter i andre egne af verden, og her er det specielt arter af humlebier og honningbier der besøger blomsten (Rao, 1986; Ahmed et al., 2007). Derudover forskellige fluer, inkl. svirrefluer, og mange andre ikke specifikke besøgende insekter (Veiga and Machado, 1993). Det formodes at specielt honningbier og humlebier vil besøge blomsterne, hvis *Paulownia* plantes i Danmark. Pollen afsættes på ryggen af insekterne (Rao, 1986), ligesom hos salvie. I Brasilien er der også rapporteret flere mindre arter af bier, der besøger blomsterne (Veiga and Machado 1993), og det er formodentligt ikke muligt at krydsbestøve ordentligt for de mindre arter. Arten vurderes i mindre grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

1.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

En række egenskaber ved planter, kan medvirke til at forudsige, om de kan udvikle sig invasivt (Herron et al 2007). Disse egenskaber omfatter; om de er invasive andre steder, om de er hurtigtvoksende, breddegrad hvor arten er hjemmehørende og vækstform. Herron et al. (2007) fandt også, at for vækstformen "træer" var vindspredning af frø vigtig for at forudsige en arts sandsynlighed for at blive invasiv. Kejsertre har flertallet af de nævnte egenskaber, bortset fra at den i sit oprindelsesområde har en mere sydlig udbredelse end Danmark. Kejsertre findes ikke naturaliseret i Danmark, og den blev ikke fundet i Atlas Flora Danica undersøgelsen (Hartvig 2015), dog er der fra de senere år nogle få registreringer af arten spredt i Danmark og tilsyneladende er der i alle tilfælde tale om unge ikke kønsmodne planter (<https://www.naturbasen.dk/>). Disse må formodes at være etableret fra frø spredt med vinden fra voksesteder i parker og lignende. Aktuelt er det derfor uvist om arter inden for slægten *Paulownia* under naturlige forhold vil kunne opnå en alder, hvor de selv kan producere frø. Miljøstyrelsen (2022) vurderer aktuelt arten som invasiv primært med baggrund i dens spredningspotentialer og dens potentielle påvirkning af hjemmehørende arter. Dertil kommer en mindre påvirkning af økosystemfunktioner, og at de habitater den forventes at kunne sprede sig til vurderes at have en lav bevarings- og naturværdi.

Det er fundet at nogle hybrider af kejsertre *Paulownia elongata x fortunei* kan udvikle spiredygtige frø (Gyuleva 2010). De pågældende forsøg blev udført under kontrollerede forhold med frø fra 3 forskellige krydsninger, som var blevet opbevaret i ca. 3 år. Det kan således ikke, uden nærmere undersøgelser af eventuelle hybrider til etablering af lavskov i Danmark, garanteres at de er sterile (se også afsnit 1.a.) Ydermere er kejsertre en art, som med vegetativ formering formerer sig villigt ved rodsrud, hvilket medfører at der kan ske spredning til omgivelserne i forbindelse med etablering, dyrkning og høst af kejsertre.

Paulownia er en produktiv art, hvor hver blomst producerer en kapsel der indeholder mere end 2000 frø og et voksent træ producerer et tocifret antal millioner frø hvert år (Williams og Wang 2021).

Undersøgelser fra USA og andre steder indikerer at dens frø overvejende lever i op til tre år i jord (Owfi 2017) og bekræfter derfor Gyuleva's (2010) undersøgelse, hvori der blev anvendt 3 år gamle frø. I USA blev det således fundet, at frø af kejsertre spirede fra jorddybder ned til 5 cm (Longbrake 2001) og at arten etableres hurtigt efter naturbrand (Williams og Wang 2021). Undersøgelser foretaget i Ohio i USA har vist, at kejsertre *Paulownia tomentosa* forekommer i forøget omfang i habitater, som på forskellig vis er blevet forstyrret, hvad enten forstyrrelsen er træfald, hugst eller naturbrand (Chongpinitchai & Williams, 2021).

Det er dokumenteret, at hvor kejsertre *Paulownia tomentosa* forekommer i naturen, påvirker den de naturligt forekommende arter. Williams og Wang (2021) undersøgte dette både i uforstyrret og forstyrret skov i Ohio, og fandt at der begge steder var en reduktion i populationsstørrelsen af hjemmehørende arter, når der blev sammenlignet med lignende steder uden kejsertre.

Kejsertre har som oven for beskrevet en række egenskaber, der gør at den kan udvikle sig til en problematisk invasiv art. De egenskaber omfatter frosttolerance (her potentiel høj frosttolerance i nye P. hybrider), produktion af en stor mængde frø, hurtig vækst og evnen til at formere sig vegetativt. Under danske forhold vil klimaet formentlig udgøre en begrænsende faktor for dens evne til at etablere konkurrencedygtige bestande. Et varmere fremtidigt klima vil sammen med fremkomsten af stadig bedre tilpassede hybrider øge risikoen for at den vil udvikle sig invasivt i Danmark.

1.d. Samlet vurdering og indstilling

Nye muligt hårdføre hybrider kan potentielt være af interesse i lavskov i Danmark, men interessen er lige nu mest baseret på produktivitet og egenskaber set under sydligere og varmere lokaliteter end i Danmark. Det anbefales, at afvente resultaterne af de nyere danske plantninger og opbygge mere robust viden om, hvordan *Paulownia* klarer sig i Danmark, herunder hvilket plantemateriale der kan være interessant under danske forhold før den overvejes som art i Lavskovsordningen.

Paulownia vurderes i mindre grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

Kejsertre optræder aktuelt ikke invasivt i Danmark, men den har egenskaber, der indikerer at den fremadrettet har en forøget risiko for at kunne optræde invasivt. Dette, sammenholdt med fremkomsten af nye hybrider og mere frosttolerante sorter rettet mod produktion af tømmer og biomasse på det nordeuropæiske marked, vurderes at øge sandsynligheden for at den kan udvikle sig til at blive en problematisk invasiv art, der kan blive årsag til uønskede effekter på hjemmehørende arter, habitater og økosystemer. Denne vurdering er i overensstemmelse med Miljøstyrelsen (2022), der har sat den på invasivlisten.

Samlet anbefales *Paulownia* ikke til Lavskovsordningen med den nuværende viden.

Art 2. *Tilia* (Lind)

2.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK.

Lind har to hjemmehørende arter i Danmark, småbladet lind (*T. cordata*) og storbladet lind (*T. platyphyllos*) (Pigott, 2020, De Jaegere, 2016). Disse *Tilia* arter hybridiserer og hybrider mellem arterne bl.a. *T. x europaea* (syn. *T. x vulgaris*) parklind er plantet i parker og alleer. *Tilia tomentosa* (sølvind) er en kraftigvoksende ikke hjemmehørende art, som også er plantet i Danmark. Hybrider mellem *T. cordata* og *T. tomentosa* er også kendt (De Jaegere, 2016). Alle tre arter og hybrider af dem er fuldt hårdføre i Danmark, har kraftig vækst og bliver til store træer og er nævnt i international SRC litteratur som stævningsarter (Nicolescu et al., 2018). En dansk udviklet hybridsort til park og allé kaldet 'Odin' har meget kraftig tilvækst og ekstra store blade. Lind skyder meget villigt både fra stub og fra rodsrud ved stammen, og har fortsat denne evne, selvom træerne bliver meget gamle (Nicolescu et al., 2018). Hvis stævning foretages i en højde så vildtet ikke kan bide nye skud, vil stævnede/stynede træer ofte fortsætte blomstring efter få år, mens fuld nedskæring vil forsinke

blomstring efter nedskæring i nogle år (Pigott 2020). Høj stævning kan benyttes, hvis blomstring er vigtig for honningproduktion fra lind og tilgodeser bier. Der er ikke alvorlige sygdomme eller skadedyr knyttet til lind, som truer arterne generelt.

Selvom *T. platyphyllos* og *T. cordata* vokser udbredt i Europa, er der publiceret ret få undersøgelser af forstlig tilvækst og endnu mindre i SRC (De Jaegere, 2016). *T. cordata* vurderes i Europa generelt at vokse hurtigere end bøg i de først 20-40 år og ca. på niveau med ær, ask, rødæl og fuglekirsebær, dog med en lidt svagere tidlig vækst. Skud fra genvækst efter stævning af lind vurderes at være hurtigere end skud fra nyplantede træer i de første 20-40 år. Der er opnået typiske træhøjder på op til 10-15 m efter 20 års genvækst, men afhænger af lokalitet og lokale forhold (De Jaegere, 2016). Volumenproduktion tilvækst under danske forhold i *T. cordata* skovdrift er angivet til 10 m³/ha/år ved 35 års alderen, men maksimale tilvækster på op til 20 tons/ha/år er set f.eks. i Tyskland ved 30-45 års alderen (De Jaegere, 2016). Der er ikke fundet udbyttedata (tons tørstof/ha/år) for SRC af lind i kort omdrift i Danmark eller i Europa, og der er derfor heller ingen viden om optimal omdriftstid eller plantetal/ha. (De Jaegere, 2016). Indtil sådanne data er tilgængelige for lind, skønnes det at man kan anvende plantetal og omdriftstider fra andre arter med lignende vækst (ask, ær og fuglekirsebær (Hein & Spiecker, 2009) og rødæl (Claessens et al., 2010)) som vejledende i SRC plantninger af lind. Omdriftstider på maks. 20 år og plantetal på minimum 1000 træer/ha vurderes gunstig for stammetilvækst til små dimensioner af vedproduktion samt biomasse med lavere barkandel, og 20 års omdrift er også gunstig for flere års bidrag til blomstring og bestøvning. Ved kortere omdriftstid på under 10 år til biomasse/flis anbefales et højere plantetal/ha på minimum 8000 træer/ha.

2.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges af 3 vilde arter af bier og honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i mindre grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Lindetræer er stærkt forbundet med produktion af lindehonning via honningbier i visse dele af Europa. Lind er insektbestøvet. *Tilia cordata* blomstrer i begyndelsen af juli og *Tilia platyphyllos* ca. 14 dage før.

2.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Hartvig (2015) rapporterer fire arter af lind fundet i Atlas Flora Danica undersøgelsen. De tre af disse er småbladet lind, storbladet lind og park-lind, som alle af Hartvig (2015) angives som hjemmehørende. Da de er hjemmehørende, kan de ikke defineres som invasive. De optræder heller ikke som problemarter i Danmark. Den sidste art er Amerikansk lind (*Tilia americana*) som i Atlas Flora Danica perioden blev fundet i 2 kvadrater (0,2%). Amerikansk lind vurderes ikke at være invasiv.

2.d. Samlet vurdering

Med baggrund i de beskrevne egenskaber hos de nævnte linderarter og hybrider, anbefales det at slægten Lind (*Tilia* ssp) sættes på listen over godkendte slægter til Lavskovsordningen i Danmark.

Selv om produktiviteten ikke kan måle sig med poppel og pil over kort tid, vil lind kunne bidrage med værdi for bestøvende insekter og potentielt med både biomasse og ved i små dimensioner til pæle og rundstokke. I traditionel produktion af biomasse til bioenergi i kortere omdrift anbefales 8000 træer/ha og en omdriftstid på maksimalt 10 år. Ønskes der en lavere barkandel i biomassen eller evt. produktion af pæle eller rundstokke, og øget mulighed for blomstring i omdrifter anbefales der et minimum plantetal på 1000 træer/ha og en omdriftstid på maks 20 år.

Art 3. *Castanea* (ægte kastanje, spisekastanje)

3.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Hovedarten i *Castanea* slægten (ægte kastanje eller spisekastanje) dyrket i Europa er *C. sativa*, som både er rettet mod vedproduktion i skov men også nøddeproduktion især i Mellem- og Sydeuropa. Til nøddeproduktion er der fremstillet hybrider med bl.a. *Castanea crenata* og *C. mollissima* fra Asien for bedre nødder og øget resistens mod *Phytophthora cinnamoni*, og der ses introgression (naturlig krydsning og hybriddannelse) mellem disse tre arter i Europa via spontan hybridisering og tilbagekrydsning (Alcaide et al. 2022). *Castanea sativa* er ikke hjemmehørende i Danmark, men har været plantet i Danmark igennem mange år primært i private haver til nøddeproduktion, men også i begrænset omfang som testart i dansk skovbrug især i de sydlige egne af Danmark. Træerne anses for fuldt hårdføre under danske klimaforhold og udviser god tilvækst. Forventningen er, at der i fremtiden vil være øget interesse for dyrkning af arten i Danmark pga. varmere klima (Castellana et al. 2021). Der er i øjeblikket forskningsundersøgelser i gang ved KU IGN i samarbejde med NST for at teste forskellige Europæiske provenienser. Nøddeproducerende hybridsorter fra bl.a. Frankrig ser ud til at være fuldt hårdføre i Danmark (pers. obs. M. Jensen).

Castanea har generelt stor evne til genskud fra stød efter stævning selv i ret høj træalder, og er derfor en hyppig art anvendt til SRC i Mellem og Sydeuropa (Giudici and Zingg, 2005; Nicolescu et al., 2018). Der ses færre nye skud fra egentlige rodsrud. Genskudshøjder på op til 2-4 m er opnået 2 år efter stævning af 58 år gamle træer i Schweiz, og efter 4 år havde 15% af hovedskuddene nået over 6 m højde, dvs. med gennemsnitlig årlig tilvækst på 1,5 m (Giudici and Zingg, 2005). Forud for stævning af denne 58 år gamle *Castanea* skov var der beregnet en gennemsnitlig årlig tilvækst på 6.4 m³/ha/år. I England er der rapporteret biomasse produktion i Short Rotation Forestry (SRF) (ikke krav om stævningsarter, men evt. nyplantning efter omdrift) i *Castanea sativa* på op til 6,0 tons tørstof/ha/år og 20 års omdriftstider (McKay, 2011). Til sammenligning af dette med andre arter i England anføres der i 20 årige omdrifter produktivitet på 5 tons tørstof/ha/år i El, 7,4 tons/ha/år i ask, 5,0 tons/ha/år i birk, 7 tons/ha/år i ær og i 3 årig omdrift 8 tons/ha/år i pil og 5,6 tons/ha/år i 14 års omdrift i poppel. *Castanea* indikeres derfor at have udbytter på linje med flere andre SRC træarter. Der er ikke fundet forskningsundersøgelser fra SRC forsøg med *Castanea* fra Danmark.

Menéndez-Miguélez et al. (2016) udviklede såkaldte 'Stand density management diagrams' for *Castanea* i det nordlige Spanien, dvs. grafiske modeller for sammenhæng mellem udbytter og træantal/ha igennem alle stadier af bevoksningsudviklingen og ud fra 4 'site quality' klassificeringer. Plantetætheder varierede i en lang række plantninger mellem ca. 500 og 3000 træer/ha, og opnåede træhøjder af dominant leder-skud på typisk fra 10-15-20 m i 20 års alderen, de 20 m kun på de bedste jorde. Den højeste årlige biomasse tilvækst i Nordspanien blev modelleret til at forekomme ved 25 års alderen på de bedste jorde og med udgangspunkt i de højeste plantetætheder modelleret til udbytte på 38,1 m³/ha/år, som er markant større end maks. årlig tilvækst på bedre jorde målt i Sydengland (11 m³/ha/år ved 40 års alder), i Italien (10 m³/ha/år ved 30 års alderen) og i Frankrig (16 m³/ha/år i 30 års alderen) (Menéndez-Miguélez et al. (2016). Produktionspotentialet i korte omdrifter afhænger derfor stærkt af plantetæthed og jordens egnethed.

Typiske omdriftstider for SRC i Syd- og Mellemeuropa anføres som 7-8 år (Nicolescu et al 2018) eller fra 12-20 år (Giudici and Zingg, 2005) afhængig af produktionsformål. Fokus på produktion af småt ved, dvs. pæle og rundstokke mv. benytter ofte færre træer pr ha (eks 800-1000 træer/ha), tynding til én genskudstamme pr træ og længere omdriftstid (eks. 20 år). Til biomasse vil højere træantal/ha (eks 5-8000 træer/ha) og kortere omdriftstid sandsynligvis være mere optimalt og omdriftstider på maksimalt 8-10 år.

Castanea kan angribes af to alvorlige svampesygdomme, *Phytophthora cinnamoni* og især *Cryphonectria parasitica*, der giver barknekroser, og har været ødeliggende for nøddedyrkning især i Sydeuropa (Melicharova og Kupka, 2021). *Cryphonectria* er fundet bl.a. i England (Pérez-Sierra et al., 2019). Skader forårsaget af 'ringskøre' ses i nogle træer i *Castanea* og er en alvorlig risikofaktor især i produktion af større tømmerkvaliteter, men årsagen til ringskøre er ikke kendt (Ioannou et al., 2011).

3.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges kun af honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset omfang at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Arten angives at være vigtig i relation til honningproduktion i Mellemeuropa (Melicharova og Kupka, 2021). Blomstrer i slut juni/start juli.

3.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Frøet tåler ikke nedtørring og mister levedygtigheden hvis det udsættes for frost under ca. minus 3°C (lige som agern), og har derfor korttids genbank i jorden.

Hartvig (2015) rapporterer at spisekastanje i forøget omfang findes forvildet, og at den i Atlas Flora Danica i perioden blev fundet i 70 kvadrater, svarende til 5,4% af kvadraterne. Hartvig (2015) vurderer, at fremgangen skyldes det mildere klima.

Der er ikke fundet information om at arten optræder invasivt under danske forhold.

3.d. Samlet vurdering og indstilling

Castanea er en traditionel og udbredt stævningsart i England samt Mellem- og Sydeuropa og vurderes fuld hårdfør under danske betingelser. Nævnte alvorlige svampesygdomme vurderes især at være et problem i Sydeuropa og 'ringskøre' mest i egentlig skovproduktion til stort tømmer, men er fremtidige usikkerhedsfaktorer for arten også i Nordeuropa. Biomasseudbytter forventes at være mindre end hos poppel og pil, men på samme niveau som flere af de øvrige træarter på den tilladte liste til lavskov. Til traditionel biomasseproduktion anbefales minimum 8000 træer/ha og maksimalt 10 års omdriftstid. Ønskes en lavere barkandel i biomassen eller anvendelse til pæle eller rundstokke anbefales minimum 1000 træer/ha og maksimal omdriftstid på 20 år.

Castanea vurderes ikke at give problemer med invasivitet, Arten vurderes i begrænset omfang at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere

Arten anbefales til lavskov.

Art 4. *Platanus* (platan)

4a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Platanus x acerifolia (syn. *P x hispanica*) (almindelig platan, hybrid mellem *P. occidentalis* og *P. orientalis*) og *P. orientalis* (orientalsk platan) er almindelig brugt i Danmark og Europa gennem mange år som allétræ og parktræ og trives godt i bymiljøet. Disse to arter har ret kraftig vækst og kan blive meget store og gamle med tykke stammer. De anses normalt for fuldt hårdføre i Danmark, flere hundrede år gamle træer ses i nogle slotshaver. *P. occidentalis* er hjemmehørende i Nordamerika og bliver oftest et mindre træ i Danmark

men kan måske afhænge af proveniensvalg. I USA er nordgrænsen for arten i det sydlige Ontario, Wisconsin og Maine (Sullivan, 1994). Platan er i Danmark ikke traditionelt plantet meget i det åbne land og ikke benyttet i skovbrug. Platan tåler stævning og styning og kraftig årlig beskæring særdeles godt (Ile et al., 2021). Orientalisk platan dyrkes mest udbredt i det sydlige og sydøstlige Europa (<http://www.euforgen.org/species/platanus-orientalis/>) og anvendes bl.a. til pulp og til papirindustrien. Egentlige vækst og produktionsdata fra skov er ikke fundet.

Platanus ssp. er nævnt som SRC art i Europa (Nicolescu et al., 2018; Dimitriou and Rutz, 2015). Arten *Platanus occidentalis* L. er undersøgt til bioenergi produktion i North-Carolina i USA (varmere klima end i Danmark) med fra 1250 træer/ha op til 10.000 træer/ha og 5 årig første omdrift og 4 årig anden omdrift (Ile et al., 2021). Akkumulerede biomasseudbytter på $23,2 \pm 0,9$ tons/ha i første rotation og $39,1 \pm 2,4$ tons/ha i anden rotation indikerer pæne udbytter ved højt plantetal. Den højeste målte årlige tilvækst var på 12,7 tons tørstof/ha/år i det 3 år efter plantning med 10.000 træer/ha. I Europa er platan benyttet i SRC i bl.a. Italien, Spanien og Tyrkiet (Unrau et al., 2018, s 367 artsoversigt SRC EU lande). Der er ikke fundet SRC forskningsundersøgelser af platan fra Danmark. Planteantal og omdriftstid foreslås skønnet på samme niveau som de øvrige arter på den eksisterende lavskovsliste, dvs. minimum 8000 træer/ha og omdriftstid på maks. 10 år.

Platanus occidentalis er modtagelig for den invasive og alvorlige planteskadegører bakterien *Xylella* sp. (Ile et al., 2021). Bakteriesygdommen er under udbredelse i Europa. Der er ikke fundet informationer om, at platan i Europa skulle være særlig problematisk for bakteriens udbredelse i forhold til andre værtsplantearter. Platanvisnesyge (*Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platanii*) stammer fra USA men er indført til Italien og har nu spredt sig til Frankrig og Schweiz, hvor den har vist alvorlige angreb på platantræer, der oftest dør efter 3-6 år. Svampen spredes ikke med biller som hos elmesyge (Bühler og Thomsen, 2006). Den er en alvorlig trussel mod platan også i Danmark i fremtiden. *Ceratocystis platani* optræder på EU's liste over karantæneskadegørere (Landbrugsstyrelsen, 2021.) Svampen er også fundet på *P. orientalis* i England (<https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/tree-species-database/london-plane-platanus-species/>). Det er uvist hvordan sygdommen vil påvirke biomasse produktion med kortidsomdrift.

4.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges ikke af bier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes ikke at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Platan er vindbestøvet.

4c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Hartvig (2015) rapporterer 2 fund af forvildede platan i Danmark. Arten vurderes ikke at være invasiv.

4.d. Samlet vurdering og indstilling

Der er meget lidt viden om platan som SRC art fra det mellem og nordlige Europa og ingen fra Danmark. Der er tilsvarende meget lidt viden om produktivitet fra f.eks. skovproduktion af platan. De hårdføre arter kan være af interesse i lavskov til biomasseproduktion og til at øge genetisk variation i plantninger.

På baggrund af den meget begrænsede viden i EU om platan i SRC dyrkning og fremtidige risici pga. af den alvorlige sygdom platanvisnesyge, anbefales det at platan ikke for nuværende sættes på artslisten til lavskov.

Såfremt platan skulle anvendes til biomasse produktion i lavskov ville anbefalingen være et minimum på 8000 træer/ha og omdriftstid på maks. 10 år.

Art 5. Robinia (*Robinia pseudoacacia*, almindelig robinie, falsk akacie)

5.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Robinia pseudoacacia (almindelig robinie) er almindelig plantet i park og haver som prydræ i Danmark og vurderes særlig tolerant for bymiljø. Arten bliver et stort træ på over 20 m og har kraftig vækst. Der findes en række prydsorter i Danmark. Unge grene er kraftigt tornede, mens voksne grene har færre torne. Blomstrer i juni. Træerne er tørketolerante med dybe rødder og har symbiose med kvælstoffikserende rodknolde (Gruenewald et al., 2009).

Arten tåler stævning særdeles godt og sætter kraftige stærkt tornede skud fra stub men kan også sprede sig fra rodskud og derved brede sig væk fra stødet (som hos poppel). Der er set rodskud op til 10 væk fra støddet ved stævning af store træer (Nicolescu et al., 2018). Opvækst af rodskud mellem rækker i SRC giver ekstra behov for pasning mellem omdrifter for at kunne arbejde på arealet med maskiner.

Robinie er en velkendt SRC art især i Middelhavslande og i Sydøsteuropa med store SRC plantninger i Ungarn og Rumænien, hvor der anvendes omdriftstider på typisk 25-35 år til småt tømmer, men også omdriftstider på 2-3 år med 4-5000 planter/ha til biomasse (Nicolescu et al., 2018). Dimitriou og Rutz (2015) beskriver typiske biomasseproduktionssystemer i Polen, Ungarn og Middelhavslande med op til 8.000 – 12.000 træer/ha og omdriftstider på 2 – 4 år. Stubdiameter ved høst er typisk 20 – 40 mm og skudhøjde ved høst 2 – 5 m. Høstudbytter på 15 – 40 tons friskmasse/ha er set, med typisk vandindhold på 40 – 45 %.

Gruenewald et al. (2009) refererer udbytter af robinie SRC fra litteraturen fra 3 tons tørstof/ha/år op til 19 tons/ha/år for forskellige lokaliteter, sorter og produktionssystemer og omdriftstider. Deres egne undersøgelser i det Nordøstlige Tyskland på gammelt mineareal med 11.111 træer/ha, viste årlig produktion efter 4. år på 3 tons/ha/år og efter 9 år på fra 6.9 til 7.6 tons/ha/år. Kun omdriftstider på 3 år var økonomisk rentable ud fra deres beregninger og forbundet med relativ lave høstomkostninger (poppelhøster), mens høst ved 9 års omdrift (fælle-bunke-lægger) var væsentlig dyrere. Sortsforskelle i udbytte er indikeret at være af interesse for forbedring af udbytte.

Veddet hos robinie er tungere og med større brændværdi/volumen end mange andre SRC træarter (Dimitriou og Rutz, 2015). Ældre robinieved indeholder desuden det kemiske stof robinathin, som hæmmer svampe og bakteriers nedbrydning af veddet og gør det langtidsholdbart, bedre end eller lig med holdbarhed af eg.

Da robinie anses for invasiv i Danmark, vil den ikke blive anbefalet til lavskovslisten og yderligere detaljer omkring plantetal/ha og omdrift vil ikke blive givet her.

5.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges kun af honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Blomstrer i juni.

5.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Almindelig robinie stammer fra det østlige USA, hvorfra den via dyrkning er spredt til større dele af verden (Miljøstyrelsen 2017). Den er i dag udbredt i større del af Centraleuropa, hvor den er en problematisk invasiv art (Vitková et al. 2017). *Robinia pseudoacacia* vurderes af Hartvig (2015) som under udbredelse i Danmark, hvor den angiveligt forekommer forvildet eller bofast i en række forskellige overvejende kulturpåvirkede

habitater, såsom ruderater, løvlunde, løvhegn, skovbryn, vejrabatter, jernbaneskrænter, kystskrænter og kalkoverdrev. Den vurderes invasiv af Miljøstyrelsen (2017) primært begrundet i dens spredningspotentiale, som både omfatter etablering fra vindspredte frø og ved udløbere og dens påvirkning af de økosystemer, den forekommer i.

5.d. Samlet vurdering og indstilling.

Almindelig robinie er på vej til at blive naturaliseret i Danmark og vurderes samtidig at have invasive egenskaber, der gør at den påvirker andre arter på de levesteder, hvor den optræder. Det vurderes derfor at forøget anvendelse af arten som lavskovstræ vil øge sandsynligheden for at den udvikler sig yderligere i invasiv retning med uønskede effekter på hjemmehørende arter, habitater og økosystemer.

Samlet anbefales det, at robinie ikke sættes på listen over godkendte arter til lavskov i Danmark.

Art 6. *Juglans* (valnød)

6.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Juglans regia (almindelig eller europæisk valnød) er almindelig plantet i Danmark især som prydræ og til nøddeproduktion i haver, og lidt i nøddeplantager. *J. regia* kan blive et stort træ og har typisk kraftig ungdomsvækst. Den er kun lige hårdfør og især frøplanter/unge træer kan fryse lidt tilbage i meget hårde vintre. Det forventes at udbredelsen af *J. regia* i Europa vil flytte nordpå med varmere klima i fremtiden, og at Danmark vil have et optimalt klima for Europæisk valnød i fremtiden (Paź-Dyderska et al., 2021). *J. regia* blomstrer i april/maj, er vindbestøvet og normalt udvikles fyldte nødder i Danmark. *J. regia* dyrkes både til ved og nødder i Europa. *J. nigra* (sort valnød) stammer fra USA, men dyrkes flere steder i Mellem- og Syd-europa med henblik på høj kvalitetsved både i egentlig skovbrug men også i skovlandbrugssystemer. Sort valnød bliver store højstammede træer i Mellemeuropa. Der findes hybrider mellem valnødderarter, som især har interesse pga. af mulig bedre vækst og sygdomsresistens mod svampesygdomme (Chiffot et al., 2006). Ved KU IGN og NST er der startet forsøg op med valnød (*J. regia*) som muligt fremtidigt skovtræ tilpasset et varmere klima i Danmark. Der testes provenienser fra en lang række Europæiske oprindelser.

Valnød er kendt som skovlandbrugsart med høj kvalitetsved i gamle træer og nøddehøst. Sort valnød tåler stævning fint i de yngste 20-30 år men er derefter sværere at få genskud fra. Valnød er derfor ikke så almindelig i SRC dyrkning, men nævnes i SRC litteratur (Nicolescu et al., 2018). Mest brugt i lidt længere omdriftstider for at producere ved af højere kvalitet og pris. Morhart et al. (2014) foreslår at valnød, især *J. nigra* med fordel kan bruges i 'Alley coppice' systemer, hvor enkelte valnøddetræer får lov at vokse igennem til høje træer med høj stamme og god vedkvalitet og høje afsætningspriser, mens træer ind imellem stævnes hyppigt som SRC. En omdriftstid på maksimalt 20 år vurderes ikke at kunne give høj kvalitetstømmer eller konstruktionstræ for valnød, men alene biomasse med mindre barkandel eller produktion af pæle eller rundstokke. Biomasse og vedudbytte efter maksimalt 20 årig SRC omdrift er ikke fundet, men data fra skovbrug og skovlandbrugssystemer kan give indikation af tilvækstmuligheder.

Abri et al. (2021) beskriver at sort valnød allerede opnår sin største årlige højdetilvækst efter 5 år og dette varer ved til ca. 30 års alderen. Volumen tilvækst kulminerer ved 40-50 års alderen. I skovdrift vil man typisk først høste ved 70-80 års alderen for at få den bedste vedkvalitet af stammen. Abri et al. (2021) udviklede

modeller for højde og diameter tilvækst i forhold til alder ud fra bevoksninger i Ungarn på sandjord, og fandt at træhøjder ved 20 års alderen varierede ca. fra 10-20 m, og diameteren (DBH) mellem ca. 10-14 cm, og at især diametertilvæksten var afhængig af plantetætheder fra under 700 til over 3000 træer/ha, med væsentlig tykkere stammer ved mindre end 700 træer/ha. Nicolescu et al. (2020) fandt tilsvarende tilvækst tal for *J nigra* ud fra data fra bevoksninger i flere EU lande. I Ungarn plantes f.eks. fra start 4000 træer/ha, som så tyndes ud to gange efter ca. 10 år og igen ved 15-16 års alderen inden der ved 20 års alderen opnås plantetal på 1200-1400 træer/ha. (Nicolescu et al., 2020). Tilvækstdata for fransk hybridvalnød kan også fås fra arealer der gødes, f.eks. fra 6 år gamle valnød i 'intercropping systemer' i Frankrig (intercropping - dyrket sammen med f.eks. landbrugsafgrøder) (Chiffrot et al., 2006).

Begge valnødderarter, men især sort valnød har stort indhold af det allelopatiske stof juglone i alle dele af planten, der når det vaskes ned i jorden hæmmer væksten af mange men ikke alle vækster, der gror under kronen (Shardey, 2021).

Valnød kan angribes af bl.a. *Phytophthora* svamp, men er generelt relativ sunde træer under danske forhold.

6.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges af 1 vild art af bi og af honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

6.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Juglans regia vurderes at være under udbredelse nord på med det mildere klima (Hartvig 2015; Paż-Dyderska et al. 2021). Den vurderes ikke at være invasiv.

6.d. Samlet vurdering og indstilling

Der mangler viden om valnød produktivitet fra deciderede SRC systemer især for korte omdrifter til biomasse og især fra Danmark, men tilvækstdata fra andre dyrkningssystemer antyder, at begge arter på grund af kraftig ungdomsvækst kan være af interesse i lavskov i Danmark, evt. til indblanding, biomasse og selektiv dyrkning af småt ved til pæle, rundstokke mv. op til 20 års alderen. Det forventes, at klimaet i Danmark i fremtiden vil blive varmere og mere optimalt for valnød.

Valnød anbefales til lavskov med minimum 1000 træer/ha og maksimal omdriftstid på 20 år for at give biomasse med lavere barkandel. Et minimum på 8000 træer/ha og 10 årig omdrift vil kunne rummes inden for denne anbefaling.

Art 7. *Prunus* (Primært *P. avium*, fuglekirsebær)

7.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Prunus avium (fuglekirsebær) er hjemmehørende i Danmark, fuldt hårdfør og et kraftigvoksende stort træ, der både anvendes i skovbruget til ved og i landsskabet i hegn og småbiotoper. Stævnedede træer kan skyde både fra stubben og i nogle tilfælde fra rodkud længere væk fra stammen (Nicolescu et al., 2018). Arten er ikke udbredt kendt som SRC art i korte omdrifter i Europa, men dog nævnt og især i systemer hvor enkelttræer får lov at vokse til større stammedimensioner til kvalitetsved mellem andre træer, der stævnes

hyppigt (et system der kaldes 'coppice with standards'). Fuglekirsebær er lige som valnød en af hovedtræarterne i skovlandbrug i bl.a. Frankrig, da veddet ofte har en god pris og træerne vokser hurtigt. Tilvækstdata for fuglekirsebær kan fås fra unge skovsystemer op til 20 års alderen, men tal fra skovlandbrug med mere intensiv pasning og evt. gødskning kan også være relevante at se på. F.eks. er der målt i skovlandbrugsintercropping systemer i Frankrig (Chiffot et al., 2006) med opnåelse af stamme diameter på ca. 9 cm, og højder på 5,2 m efter de første 6 års vækst. Fuglekirsebær er normalt sunde træer uden væsentlige sygdomsproblemer. Ved stævning og beskæring skal der tages hensyn til vejr og sæson og minimering af risiko for smitte i sårflader med bakteriekræft *Pseudomonas spp.*, der er kendt fra frugtplantager at kunne slå kirsebærtræer ihjel. Biomasseproduktion med kort omdriftstid kan være muligt, men kan være risikabelt pga. af smitterisikoen, så det anbefales primært at fokusere på længere omdrifter enten til biomasse med lav barkandel eller produktion af små dimensioner af ved, eks pæle og rundstokke F.eks. maksimal 20 årig omdrift med stammetal på minimum 1000 træer/ha. Dette giver også mulighed for flere år i omdriften med blomstring til gavn for insekter. For korte omdrifter på op til 10 år anbefales 8000 træer/ha.

Prunus cerasifera (myrobalan, sommetider fejlagtigt kaldet vild mirabel) er et mindre træ på op til ca. 8 m som hyppigt plantes i læhegn og småbiotoper. Den tåler stævning og skyder igen med mange skud, men produktiviteten er relativ lav. Den blomstrer meget tidligt i foråret, ofte midt – sidst i april. Især interessant for tidlig blomstring til støtte for insekter i det tidlige forår og bidrag til genetisk variation i plantninger.

7.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten *Prunus* besøges af 51 vilde arter af bier og honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Slægten vurderes i høj grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

7.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

P. avium er hjemmehørende og derfor ikke invasiv.

Prunus serotina (glansbladet hæg) er invasiv i Danmark (Miljøstyrelsens liste over invasive arter, <https://mst.dk/media/225663/invasive-arter-i-dk-lister.pdf>) og kan ikke indgå i lavskovsordningen, men øvrige *Prunus* arter vurderes ikke at være problematiske.

7.d. Samlet vurdering og indstilling

Slægten *Prunus* og især arten *P. avium* vurderes at være interessant for lavskov i Danmark, hvor den udover god tilvækst i høj grad kan bidrage til at understøtte især vilde bier. Der anbefales maksimalt 20 årig omdrift og med minimum 1000 træer/ha. Kortere omdrifter f.eks. 10 årig omdrift med 8000 træer/ha kan rummes inden for denne anbefaling, men denne mulighed rummer risiko for infektion med bakteriekræft ved stævning.

Det skal specifikt anføres at *Prunus serotina* er invasiv i Danmark og ikke kan indgå i lavskovsordningen

Art 8. *Fagus sylvatica* (alm bøg)

8.a. Egenskaber til brug i lavskov med kort omdrift i DK

Almindelig bøg (*F. sylvatica*) er hjemmehørende og kan stævnes og genskyde i ungdomsformen op til 20-25 års alderen og bedst på bedre jorder. I SRC bruges i bøg typisk omdriftstider på 6-12 år og ikke over 20 år (Nicolescu et al., 2018). Arten nævnes kun lidt i SRC systemer, og biomasseudbytter i SRC bøg er ikke

fundet. Tilvækstdata fra de første 20 år efter plantning i almindelig skovbrug forventes at kunne give vejledende væksttal og udbytter for første omdriftsperiode. Mellemhøje biomasseudbytter svarende til flere andre arter på den godkendte liste forventes muligt. Arten tænkes som indblanding i blandingsbeplantninger for at øge genetisk variation i plantninger og robusthed. Det vurderes at der kan anvendes min 8000 træer/ha og maksimalt 10 årig omdriftstid til traditionel biomasse produktion, men maksimalt 20 årig omdrift til biomasse med lavere barkandel, evt. til pæle og rundstokke og med 1000 træer/ha bør overvejes som en mulighed.

8.b. Værdi som bidrager med pollen og nektar til insekter/biodiversitetsaspekt.

Slægten besøges kun af honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

8.c. Problematik omkring invasivitet hos slægten (arter, hybrider)

Arten er hjemmehørende og derfor ikke invasiv.

8.d. Samlet vurdering og indstilling

Bøg anbefales til lavskovslisten med maksimalt 20 årig omdrift og med minimum 1000 træer/ha. Kortere omdrifter f.eks. 10 årig omdrift med 8000 træer/ha kan rummes inden for denne anbefaling.

Arter der indstilles til fremtidig vurdering.

I det følgende gennemgås kort andre arter som på baggrund af foreløbig viden kan være mulige i lavskov i fremtiden, men som kræver yderligere analyse førend endelig vurdering.

Her skal nævnes andre mulige træarter, der kan stævnes og skyde igen i ungdomsstadiet, hvor der kan være positivt bidrag til blomsterbesøgende insekter eller bidrag til øget genetisk variation i plantninger, men hvor skudvækst og udbytter/biomasse vurderes relativt lavere og er sjældnere eller ikke almindeligt anvendt i SRC: Røn (*S. intermedia*, *S. torminalis*, *S. aucuparia*), pære (*Pyrus communis*, *P. pyraster*), æble (*Malus sylvestris*, *M. domestica*), tjørn (*Crataegus monogyna*), morbær (*Morus alba*, *Morus nigra*). De fleste af disse træer er almindeligt dyrkede arter i Danmark; røn, skovæble, vild pære og engriflet hvidtørn plantes f.eks. i læhegn, og ingen af arterne er vurderet at være invasive. Pære, æble og tjørn vurderes at være særlig gode for insekter. Der er ikke lavet en dybdegående analyse af egenskaber af disse arter til lavskov, men det vurderes at de er ret uproblematisk at anvende. Forventningen er, at de generelt har lavere biomasseproduktivitet men at de kan bidrage til øget genetisk variation i lavskov under danske forhold, evt. som indblandingsarter sammen med andre arter (se konceptet 'high-diversity SRC' omtalt senere som bæredygtig fremtidig lavskov). Hvis de inkluderes i Lavskovslisten over godkendte arter, vil den foreløbige forventede vurdering være (dette er ikke endelig anbefaling), at de plantes med minimum 8000 træer/ha og en maksimal omdriftstid på 20 år for at tilgodese blomstring i omdriften, men samtidig give mulighed for stævning før 20 årsalderen samtidig med andre arter i blandingen. En omdriftstid på 10 år forventes at vil kunne fungere til biomasse men med færre blomstringsår.

I forhold til værdi for insekter besøges disse supplerende arter af:

Røn: Slægten besøges af 1 vild art af bi og honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Blomstrer i maj/start juni.

Pære: Slægten besøges af 12 vilde arter af bier og honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i mellem grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. Blomstrer i slut april/start maj.

Æble: Slægten besøges af 18 vilde arter af bier og honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i mellem til høj grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere. *M. domestica* blomstrer i starten af maj, *M. sylvestris* blomstrer i slut maj.

Tjørn: Slægten er en vigtig kilde til nektar og pollen i foråret og vurderes i høj grad at understøtte blomsterbestøvende insekter (Strandberg et al., 2021).

Morbær: Slægten besøges af kun honningbier i Danmark og Nordeuropa (Rasmussen et al. 2021). Arten vurderes i begrænset grad at bidrage til at understøtte biodiversitet med fokus på bestøvere.

Blomstring efter første udplantning og efter stævning og genvækst.

Frøformerede træer har en ungdomsfase (juvenil fase) hvor de ikke blomstrer, og først når de når voksestadiet (adult, generative udviklingsstadium) vil de blomstre og sætte frø. Enkelttræer inden for arten varierer genetisk i, hvor tidligt de kan blomstre, og også lokale dyrkningsforhold og pasning påvirker, hvor mange år der går inden blomstring ses. Typisk længde af ungdomsformen indtil blomstring og frøsætning ses er anslået til: *Acer pseudoplatanus* (15-25 år), *Alnus glutinosa* (5-15 år), *Betula pubescens* (5-15 år), *Fraxinus excelsior* (15-25 år), *Quercus robur* (15-35 år), *Fagus sylvatica* (25-40 år), *Prunus avium* (8-12 år), *Pyrus communis* (8-12 år), *Malus sylvestris* (8-12 år), *Robinia pseudoacacia* (8-12 år), *Tilia cordata* (15-30 år) og *Ulmus glabra* (10-25 år) (kilder i Brander et al., 2004). Ved stævning helt til basis vil træerne typisk reagere ved at vokse med kraftige vegetative skud i de første år og først opnå en balance i knopper, der tillader blomstring (generative skud) efter en del år. Der er ikke fundet kilder, der præcist angiver, hvor hurtigt blomstring ses efter stævning, og det afhænger også af, om stævning er foretaget på træer i ungdomsfasen eller træerne var i den adulte fase ved stævning. Det skønnes, at der godt kan gå mindst halvdelen af det antal år i ungdomsfasen, der er nævnt for frøplanter ovenfor, før blomstring er genetableret efter stævning. Styning højere på stammen er indikeret at give blomstring hurtigere efter beskæring, end hvis der stævnes helt til jordhøjde (se under lind ovenfor, (Pigott 2020)). For vegetativt formerede arter, hvor stiklinger er taget på adulte skud, kan blomstring sandsynligvis ske tidligere efter plantning end hos frøplanter af samme art. For stævningsdrift betyder 'foryngelsen' mod mere ungdomsvækstform ved stævningen, at blomstring vil blive udsat nogle år. Kort omdriftstid kan derfor bevirke, at der ikke eller næsten ikke ses blomstring, mens længere omdriftstider på op mod 20 år sandsynligvis vil give flere år med blomstring inden for en omdriftsperiode. Lang omdriftstid giver dermed øget udbud af nektar og pollen til insekter over en omdrift og længere omdrifter giver længere tids uforstyrrelighed af levested som forventes at være til gavn for insekter og biodiversitet generelt. Disse arters forholdsvis lange ungdomsfase er forskellig fra de almindeligt plantede og vegetativt formerede energipil, som oftest blomstrer 3 år efter plantning og 2-3 år efter nedskæring.

Sammenfatning af anbefalinger.

På baggrund af denne rapport anbefales det *ikke* at sætte *Paulownia*, *Robinia* og *Platanus* på artslisten for lavskov. Dette er baseret på invasivtetsproblematikken for *Paulownia* og *Robinia* og risiko for alvorlige sygdomme for platan, samt risiko for manglende hårdførhed af *Paulownia* i Danmark.

Det anbefales at inkludere *Tilia*, *Castaneae*, *Juglans*, *Prunus* og *Fagus* som nye slægter på Lavskovslisten, da de vurderes at være relevante for lavskov i Danmark. Stor og småbladet lind, fuglekirsebær og almindelig bøg er hjemmehørende arter, mens cægte kastanje og valnød ikke er hjemmehørende, men ikke vurderes at udvise risiko for invasivitet eller for alvorlige trusler mod plantesundhed/sygdomsproblematikker for de nævnte arter. Alle arterne er kendte stævningsarter i udlandet, men med begrænset eller manglende forskningsviden hos flere arter om udbytter, optimal plantetal/ha og omdriftstider både fra udenlandske og fra danske SRC forsøg. De angivne anbefalinger til maksimal antal træer/ha og maksimal omdriftstid er skønnet med to mulige kombinationer ud fra ønsket om hvilken kvalitet og produkt der forventes høstet efter omdriften, og baseret på viden om biomassetilvækst i skovbrug eller skovlandbrug, hvis SRC data ikke er tilgængelige.

Muligheden for øget genetisk diversitet i plantningerne (flere arter) og deres bidrag til øget understøttelse af blomsterbesøgende insekter er taget med i overvejelserne om længere omdrifter. Bevarelse af eksisterende træbiotoper vurderes at have meget mere værdi for bestøvende insekter end etablering af nye (Strandberg et al., 2021), og længere omdriftstid må derfor forventes at være gunstig for insekter i lavskov. Maksimalt 20 årige omdrifter giver stor fleksibilitet i hvornår der høstes, hvilket har betydning for hvilke maskiner der er nødvendige at bruge og omkostningerne til høsten.

De supplerende mulige arter, æble, røn, pære, morbær og tjørn er nævnt her som potentielle fremtidige arter fordi de netop tilbyder øget genetisk diversitet i plantningerne eller øget værdi for blomsterbesøgende insekter. For disse arter er der ikke lavet dybdegående analyser af tilvækst og udbyttmuligheder og viden om værdien til biomasseproduktion er derfor ikke tilstede som grundlag for beslutning i disse arter. Antal træer/ha og omdriftstider for disse er derfor skønnet ud fra at det er mindre træer med skønnet lavere tilvækst, og at de primært vil anvendes som indblandingsarter.

Tabel 1. Oversigt over eksisterende slægter (1) og forslag til nye slægter/arter (2) til lavskov i Danmark, samt mulige supplerende slægter med øget fokus på genetisk variation i plantninger og bidrag til insekter (3).

Slægt	Eksempel på arter inden for slægten af interesse til lavskov	Minimum antal træer/ha	Maksimal omdriftstid, år
Eksisterende slægter i Lavskovsordning 1)			
<i>Populus</i>	Udvalgte sorter	1000	20
<i>Salix</i>	Udvalgte sorter	8000	10

<i>Acer</i>	Ær, spidsløn, navr	8000	10
<i>Corylus</i>	Alm hassel, <i>C. avellana</i>	8000	10
<i>Fraxinus</i>	Almindelig ask, <i>F. excelsior</i>	8000	10
<i>Carpinus</i>	Almindelig avnbøg, <i>C. betulus</i>	8000	10
<i>Betula</i>	Vortebirk og dunbirk, <i>B. pendula</i> , <i>B. pubescens</i>	8000	10
<i>Alnus</i>	Rødel og hvidel, <i>A. glutinosa</i> , <i>A. incana</i>	8000	10
<i>Ulmus</i>	Storbladet elm, <i>U. glabra</i>	8000	10
Forslag til nye slægter 2)	Eksempel arter inden for slægten af interesse til lavskov	Minimum antal træer/ha, afhængig af omdriftstid	Maksimal omdriftstid, år (afhængig af antal træer/ha. Længere omdrifter giver flere blomstringsår)
<i>Tilia</i>	Storbladet og småbladet lind, andre arter og sorter	1000 (8000)	20 (10)
<i>Castanea</i>	Ægte kastanie, <i>C. sativa</i> , hybrider	1000 (8000)	20 (10)
<i>Juglans</i>	Alm. valnød, sort valnød, hybrider	1000 (8000)	20 (10)
<i>Prunus</i> (undtaget <i>P. serotina</i> som er invasiv)	Fuglekirsebær, <i>P. avium</i> , evt myrobalan, <i>P. cerasifera</i>	1000 (8000)	20 (10)
<i>Fagus</i>	Alm. bøg, <i>F. sylvatica</i>	1000 (8000)	20 (10)

Andre mulige slægter til fremtidig overvejelse. Disse er ikke fuldt analyseret 3)	Eksempel arter inden for slægten af interesse til lavskov	Forventet minimum antal træer/ha, afhængig af omdriftstid	Forventet maksimal omdriftstid, år (længere omdrift giver flere blomstringsår)
<i>Sorbus</i>	Røn, <i>S. aucuparia</i> , <i>S. intermedia</i> , <i>S. torminalis</i>	8000 (8000)	20 (10)
<i>Pyrus</i>	Vild pære <i>P. pyraster</i> , <i>P. communis</i>	8000 (8000)	20 (10)
<i>Malus</i>	Skovæble (<i>M. sylvestris</i>), <i>M. domestica</i>	8000 (8000)	20 (10)
<i>Crataegus</i>	Engriflet hvidtjørn, <i>C. monogyna</i>	8000 (8000)	20 (10)
<i>Morus</i>	Hvid og sort morbær	8000 (8000)	20 (10)

Generelle bemærkninger

De indtil nu godkendte arter/slægter på lavskovslisten omfatter både arter der har meget høj produktivitet, men også arter som kan trives på mere marginale jorde og/eller har særlig kulturhistorisk/naturmæssig interesse.

Hvor produktivitet er altafgørende dyrkes oftest i renbestande af arter eller kloner for at opnå optimal drift og udbytte. Indblanding af SRC arter med mindre men stadig god produktivitet, der kan bidrage med andre fordele herunder støtte biodiversitet og insektliv og sikre trædyrkning på marginale jorde, kan give nye muligheder i lavskov. De foreslåede nye arter ses især at kunne bidrage til lavskov på disse områder.

I nogle artsblandinger er det vist, at der kan opnås samme eller i få tilfælde større biomasse udbytte end i rene artsbestande, hvor blandinger tilbyder flere økosystemtjenester og en mere bæredygtig produktion i forhold til rene arter/rene klonplantninger (Schweier et al., 2019). Nogle arter vil have lavere biomassetilvækst end de mest produktive SRC arter i Danmark, og disse mindre arter foreslås f.eks. brugt i blandinger for at bidrage til øget biodiversitet og værdi for insekter og fauna generelt. Såfremt der anvendes mindre procent-indblanding af disse arter forventes kun en mindre nedgang i produktivitet på arealet. Dansk forskning har i høj grad fokuseret på de mest produktive arter, pil og poppel i renbestande, og derfor mangler der viden om udbytter, optimale plantetal/ha og omdriftstider for mange af de ørige arter og blandinger under danske forhold. Schweier et al. (2019) foreslår, at 'mixed species' eller "high-diversity SRC" bør undersøges mere og indgå som et element i en fremtidig mere bæredygtig biomasseproduktion.

Produktivitet i alle SRC træarter/specifik plantemateriale afhænger af kvaliteten af lokale dyrkningsforhold, jordens bonitet og tilpasning hos den enkelte art, artens tilpasning til det danske klima med de variationer i vinter- og sommertemperaturer og nedbør, der ses over tid, ligesom gødskning og pasningsintensitet vil påvirke slutresultatet af en dyrkning. Det anbefales derfor altid at lave dybdegående analyser af, hvordan den/de enkelte træarter/provenienser/sorter/kloner passer til de lokale forhold og dyrkningsmetoder før beslutning om artsvalg træffes.

Referencer

- Ábri, T., Keserü, Z., Szabó, F., Rédei, K. (2021) Structure of black walnut (*Juglans nigra* L.) stands on sandy soils in Hungary. *Journal of Forest Science*, 67, (6): 298-305
- Ahmed, N. Khan, M.H., Inayat-Ullah, M. (2007) A preliminary study on diversity and abundance of insect pollinators of *Paulownia* species. *The Pakistan Journal of Forestry*. 57, 74-76.
- Alcaide, F., Solla, A., Cuenca, B., Martín, M.A. (2022) Molecular evidence of introgression of Asian germplasm into a natural *Castanea sativa* forest in Spain. *FORESTRY* 95 (1), pp.95-104
- Aloi, F., Riolo, M., La Spada, F., Bentivenga, G., Moricca, S., Santilli, E., Pane, A., Faedda, R., Cacciola, S.O. (2021) *Phytophthora* Root and Collar Rot of *Paulownia*, a New Disease for Europe. *Forests*, 12, 1664. <https://doi.org/10.3390/f12121664>
- Bork, J., Walter, E., Mosadi, R., Stimm, B. (2015) *Paulownia* – vorläufige ergebnisse zu möglichkeiten und grenzen des anbaus im wald. *Forstarchiv*, 86, 102-106.
- Brander, P.E., Eriksen, E.N., Thejsten, J. (2004) *Planteskolebogen. Fysiologi, formering og dyrkning*. Biofolia. 1-315.
- Bühler, O. og Thomsen, I.M. (2006) Svampesygdomme på platan. *Park og Landskab Videnblade*, 5.26-18.
- Castellana, S., Martin, M.A., Solla, A., Alcaide, F., Villani, F., Cherubini, M., Neale, D., Mattioni, C. (2021) Signatures of local adaptation to climate in natural populations of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) from southern Europe. *Annals of Forest Science* (2021) 78: 27.
- Chiffot, V., Bertoni, G., Cabanettes, A. and Gavaland, A. (2006) Beneficial effects of intercropping on the growth and nitrogen status of young wild cherry and hybrid walnut trees. *Agroforestry Systems* (2006) 66:13-21.
- Chongpinitchai, A.R., Williams, R.A. (2021) The response of the invasive princess tree (*Paulownia tomentosa*) to wildland fire and other disturbances in an Appalachian hardwood forest. *Global Ecology and Conservation* 29, e01734.
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., Rondeux, J. (2010) A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry*, 83, 163-175.

- De Jaegere, T., Hein, S., Claessens, H. (2016) A Review of the Characteristics of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) and Their Implications for Silviculture in a Changing Climate. *Forests*, 7, 56, 1-21 doi:10.3390/f7030056
- Dimitriou, I., and Rutz D. (2015) Sustainable short rotation coppice. A handbook. WIP Renewable Energies, Munich, Germany. P 1-104. www.srcplus.eu
- Essl, F. (2007) From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa*. *Preslia*, 79, 377-389.
- Giudici, F. and Zingg, A. (2005) Sprouting ability and mortality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) after coppicing. A case study. *Ann. For. Sci.*, 626, 513-523.
- Gruenewald, H., Boehm, C., Quinkenstein, A., Grundmann, P., Eberts, J. and Von Woehlich, G. (2009). *Robinia pseudoacacia* L.: A Lesser Known Tree Species for Biomass Production. *BioEnergy Research*, 2(3): 123-133
- Gyuleva, V. (2010) Micropropagation of hybrid *Paulownia* from long-term preserved seeds. *Silva Balcanica*, 11, 45-58.
- Hartvig, P. (2015) *Atlas Flora Danica*. Gyldendal, København.
- Hein, S., Spiecker, H. (2009) Controlling diameter growth of common ash, sycamore and wild cherry. *Eur. For. Inst. Res. Rep.* 22, 123-147.
- Herron, P.M., Martine, C.T., Latimer, A.M., Leicht-Young, S.A. (2007) Invasive plants and their ecological strategies: Prediction and explanation of woody plant invasion in New England. *Diversity and Distribution* 13, 633-644.
- Ile, O.J., Aguilos, M., Morkoc, S., Minick, K., Domec, J., King, J.S. (2021) Productivity of low-input short-rotation coppice American sycamore (*Platanus occidentalis* L.) grown at different planting densities as a bioenergy feedstock over two rotation cycles. *Biomass and Bioenergy* 146 (2021) 105983. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.105983>
- Ioannou, K., Birbilis, D and Lefakis, P (2011) A method for predicting the possibility of ring shake appearance on standing chestnut trees (*Castanea sativa* Mill.) *Journal of Environmental protection and ecology*, 12 (1), pp.295-304
- Jensen, J.B. (2016) An investigation into the suitability of *Paulownia* as an agroforestry species for UK and NW European farming systems. Master Thesis, Department of Agriculture and Business Management, SRUC, Scotland`s Rural College, 1-206.
- Landbrugsstyrelsen (2021) Hold øje med Platanvisnesyge (*Ceratocystis platan*). Faktaark fra Landbrugsstyrelsen, Ministeriet for Fødevarer, landbrug og fiskeri. Oktober 2021. https://lbst.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Virksomheder/Gartneri/Faktaark/Faktaark_Ceratocystis_platani_oktober_2021.pdf
- Langowski, A., Rolbiecki, R., Rolbiecki, S., Ptach, W. and Wrobel, P. (2019) Effect of sprinkler irrigation on growth of *Paulownia* Shan Tong trees at first two years of cultivation in light soil. *Engineering for Rural development*, May 2019, Latvia University of Life Sciences and Technologies, 1-7.

- Longbrake, A.C.W. (2001) Ecology and invasive potential of *Paulownia tomentosa* (Scrophulariaceae) in a hardwood forest landscape. Dissertation from the faculty of the College of Arts and Sciences of Ohio University.
- Maier, J. and Vetter, R. (2013) "Biomass Yield and Fuel Characteristics of Short-Rotation Coppice (Willow, Poplar, Empress Tree)," Institute for Land Management Compatible to Environmental Requirements, 2004. (citeret i Yadav et al. 2013).
- Mathiasen, J. (2021) Ildsjæl satser stort på ny træart i Danmark. Online artikel 4/5 2021 Skovdyrkerne's hjemmeside.
- McKay, H. (ed) (2011) Short Rotation Forestry: review of growth and environmental impacts. Forest Research Monograph: 2, Forest Research, Surrey, 212 pp.
- McKinney, L. V., Nielsen, L. R., Collinge, D. B., Thomsen, I. M., Hansen, J. K., Kjær E. D (2014) The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution. Plant Pathology, 63 (3), 485-499.
- Melicharova, L.V. and Kupka, I. (2021) Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in changing conditions of Europe and Czech Republic – Review. Reports of the Forestry Research -ZPRAVY LESNICEHO VYZKUMU 66 (3), pp.147-154
- Miljøstyrelsen (2017) Faktaark for invasive arter – Robinie (*Robinia pseudoacacia*) fra www.mst.dk
- Miljøstyrelsen (2022) Faktaark for invasive arter – Kejsert træ (*Paulownia tomentosa*) fra www.mst.dk.
- Miljøstyrelsen (2022) Liste over invasive arter i Danmark. <https://mst.dk/media/225663/invasive-arter-i-dk-lister.pdf>
- Morhart, C.D., Douglas, G.C., Dupraz, C., Graves, A.R., Nahm, M., Paris, P., Sauter, U.H., Sheppard, J., Spiecker, H. (2014) Alley coppice—a new system with ancient roots. Annals of Forest Science, 71:527-542
- Nerlich, K., Gauder, M., Seidl, F., Mastel, K., Möhring, J., Claupein, W., Graeff-Hönninger, S. (2016) Site-growth relationship of different short-rotation coppice tree species in Southwestern Germany four years after establishment. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 64 (4), 1219-1232.
- Nicolescu, V., Carvalho, J., Hochbichler, E., Bruckman, V.J., Piqué, M., Hernea, C., Viana, H., Štochlová, P., Ertekin, M., Đodan, M., Dubravac, T., Vandekerkhove, K., Kofman, P.D., Rossney, D., Unrau, A. (2018) Silvicultural Guidelines for European Coppice Forests. In A. Unrau, G. Becker, R. Spinelli, D. Lazdina, N. Magagnotti, V.N. Nicolescu, P. Buckley, D. Bartlett, P.D. Kofman (Eds.), Coppice Forests in Europe (pp. 46-64). Freiburg. Br., Germany: Albert Ludwig University of Freiburg.
- Nicolescu, V.N., Redei, K., (...), Stefancik, I. (2020) A review of black walnut (*Juglans nigra* L.) ecology and management in Europe. Trees-structure and function, 34 (5), 1087-1112.
- Owfi, R.E. (2017) Ecophysiological study of *Paulownia tomentosa*. International Journal of Current Research Vol. 9, Issue, 12, pp.63582-63591,
- Paż-Dyderska, S., Jagodziński, A.M., Dyderski, M.K. (2021) Possible changes in spatial distribution of walnut (*Juglans regia* L.) in Europe under warming climate. Regional Environmental Change (2021) 21 (18), 1-13.

- Pérez-Sierra, A., Romón-Ochoa, P., Gorton, C., Lewis, A., Rees, H., Van Der Linde, S., Webber, J. (2019) High vegetative compatibility diversity of *Cryphonectria parasitica* infecting sweet chestnut (*Castanea sativa*) in Britain indicates multiple pathogen introductions *Plant Pathology*, 68, (4), 727-737.
- Pigott, C.D. (2020) Biological Flora of the British Isles: *Tilia platyphyllos*. *Journal of Ecology*. 108:2638–2676.
- Rao, A.N. (1986) *Paulownia* in China: Cultivation and utilization by Chinese Academy of Forestry Staff. Asian Network for Biological Sciences and International Development Research Centre, 65 pp.
- Rasmussen, C., Y. L. Dupont, H. B. Madsen, P. Bogusch, D. Goulson, L. Herbertsson, K. P. Maia, A. Nielsen, J. M. Olesen, S. G. Potts, S. P. M. Roberts, M. A. K. Sydenham, Kryger, P. (2021) Evaluating competition for forage plants between honey bees and wild bees in Denmark. *PLoS One* 16(4):e0250056 doi:10.1371/journal.pone.0250056
- Salkić, B., Salkić, A., Keran, H., Noćajević, S., Salkić, E., Imširović, E. (2018) Production of Seedlings of Fast - Growth Tree of *Paulownia elongata* S. Y. Hu. *International Journal of Plant & Soil Science*, 25 (1): 1-8.
- Schweier, J., Arranz, C., Nock, C.A., Jaeger, D., Scherer-Lorenzen, M. (2019) Impact of Increased Genotype or Species Diversity in Short Rotation Coppice on Biomass Production and Wood Characteristics. *BioEnergy, Research*, 12, 497-508 <https://doi.org/10.1007/s12155-019-09997-2>
- Shardey, L. (2021). Walnut – horticultural production and its functionality in agroforestry with respect to jungle challenge. Master thesis, Dept. Food Science, Aarhus University, 1-102.
- Skovdyrkerne (2021) Paulownia: ny spændende træart - men. *Paulownia en ny spændende træart fra Østen, men det er ikke uden problemer at dyrke den i Danmark*. Online artikel 8/3 2021 på Skovdyrkerne's hjemmeside.
- Stewart, W.M., Vaidya, B.N., Mahapatra, A.K., Terrill, T.H. and Joshee, N. (2018) Potential Use of Multipurpose *Paulownia elongata* Tree as an Animal Feed Resource. *American Journal of Plant Sciences*, 9, 1212-1227. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.96090>
- Strandberg, B., Bruus, M., Hansen, R.R., Axelsen, J.A., Dupont, Y.L. & Rasmussen, C. (2021). Vilde bestøvende insekter og virkemidler. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 150 s. - Videnskabelig rapport nr. 427. <http://dce2.au.dk/pub/SR427.pdf>
- Stroheker, S., Queloz, V. and Nemesio-Gorrioz, M. (2021) First report of *Hymenoscyphus fraxineus* causing ash dieback in Spain. *New Disease Reports*, 44, e12054. <https://doi.org/10.1002/ndr2.12054>
- Sullivan, Janet. 1994. *Platanus occidentalis*. In: Fire Effects Information System, [Online]. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). <https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/plaocc/all.html> [2022, April 25]
- Testa, R., Schifani, G., Rizzo, G. and Migliore, G. (2022) Assessing the economic profitability of *Paulownia* as a biomass crop in Southern Mediterranean area. *Journal of Cleaner Production*, 336, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130426>
- Thomsen, E. B. (2021) Asiatisk vækstbombe: Nyt træ kan give guld og grønne skove i Danmark. *Landbrugsavisen*, 23 november 2021.
- Tornow, N. (2022) *Paulownia*-Plantage in Hagenah. <https://www.ntornow.de/startseite/paulownia-plantage-2020/>

Unrau, A., Becker, G., Spinelli, R., Lazdina, D., Magagnotti, N., Nicolescu, V.N., Buckley, P., Bartlett, D., Kofman, P.D. (Eds.) (2018). Coppice Forests in Europe. Albert Ludwig University of Freiburg, p 367. Table 2.

Veiga, M.d.J.V. Machado, V.L.L. (1993) Visitantes florais de *Paulownia imperialis* Sieb. Zucc - (Scrophulariaceae). Bioikos 7, 7-27.

Vítková, M., Müllerová, J., Sádlo, J., Pergl, J. & Pyšek, P. (2017) Black locust (*Robinia pseudoacacia*) be-loved and despised: a story of an invasive tree in Central Europe. Forest Ecology and Management 384, 287-302.

Williams, R. and Wang, H. (2021) Effects of Wildfire and the Presence of the Invasive *Paulownia tomentosa* on the Regeneration of Native Tree Species in North-Central Appalachia. Fire, 4, 60. <https://doi.org/10.3390/fire4030060>

Yadav, N.K., Vaidya, B.N., Henderson, K., Lee, J.F., Stewart, W.M., Dhekney, S.A., Joshee, N. (2013) A Review of *Paulownia* Biotechnology: A Short Rotation, Fast Growing Multipurpose Bioenergy Tree. American Journal of Plant Sciences, 4, 2070-2082

Zuazo, V.D.H, Jiménez Bocanegra, J.A., Torres, F.P., Pleguezuelo, C.R.R., Martínez, J.R.F. (2013) Biomass Yield Potential of *Paulownia* Trees in a Semi-Arid Mediterranean Environment (S Spain). International Journal of renewable energy research, vol.3, No.4. 1-6.