Les v měnícím se klimatu

Vývoj klimatu v ČR a perspektivy hlavních dřevin

Seminář Mařenice

Petr Válek

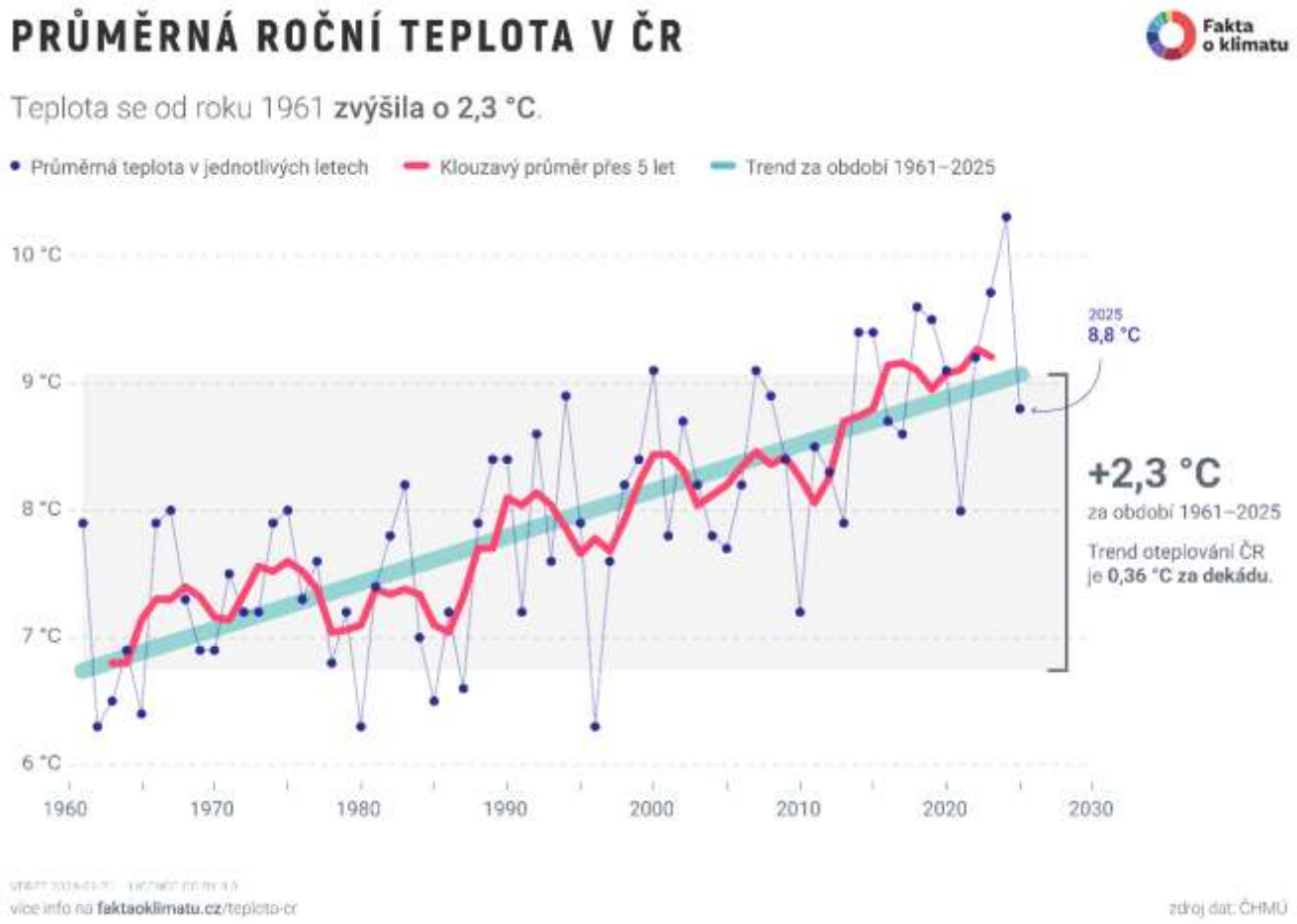
1

Vývoj klimatu v ČR

Co už se změnilo – měřená data ČHMÚ 1961–2025

Průměrná roční teplota v ČR

Od roku 1961 vzrostla o 2,3 °C



+2,3 °C

nárůst průměrné roční teploty 1961–2025

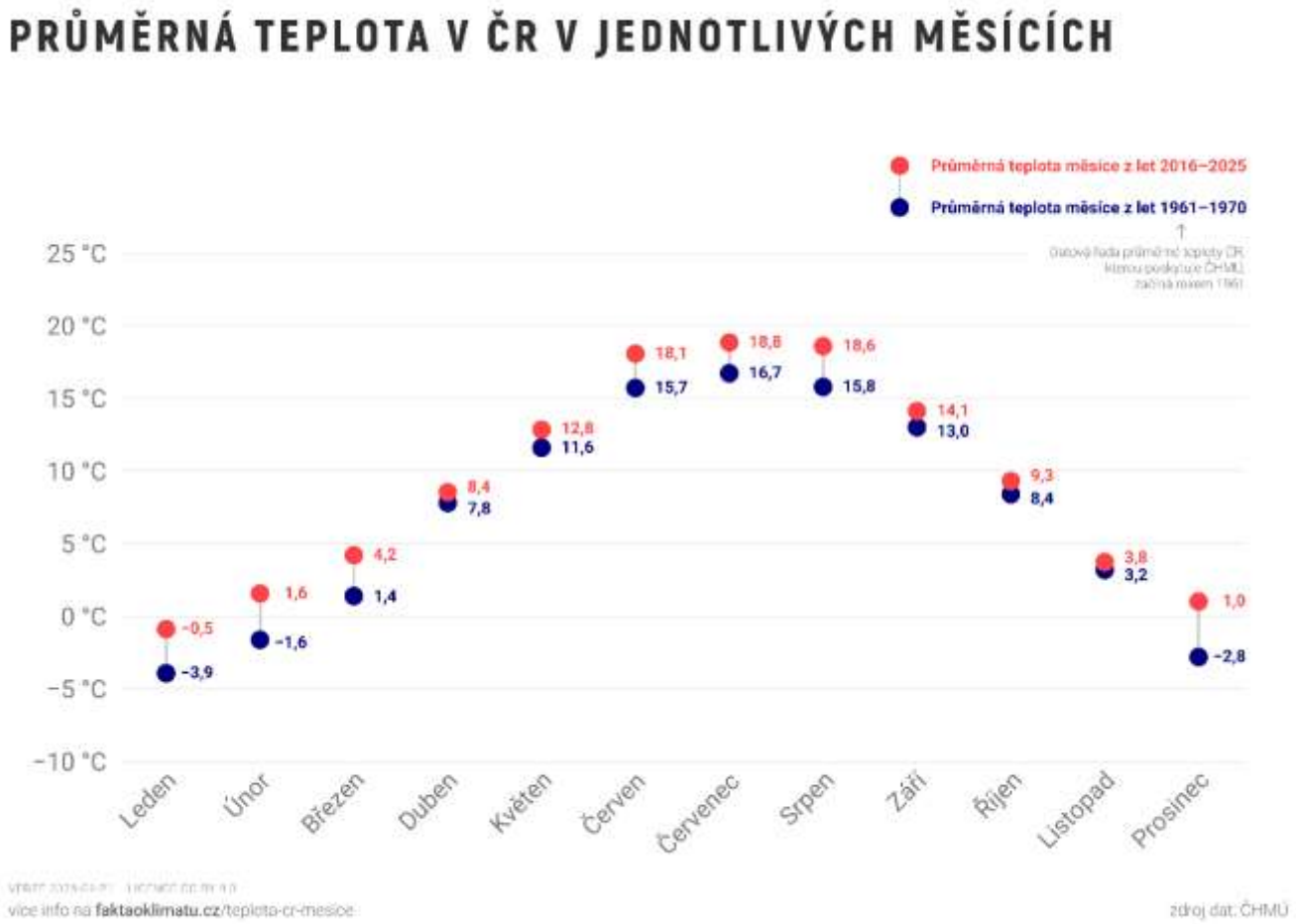
0,36 °C

trend oteplování za dekádu

Zdroj: Fakta o klimatu, data ČHMÚ – faktaoklimatu.cz/infografiky/trend-teplot-cr

Teplota v jednotlivých měsících

Srovnání průměrů 1961–1970 a 2016–2025



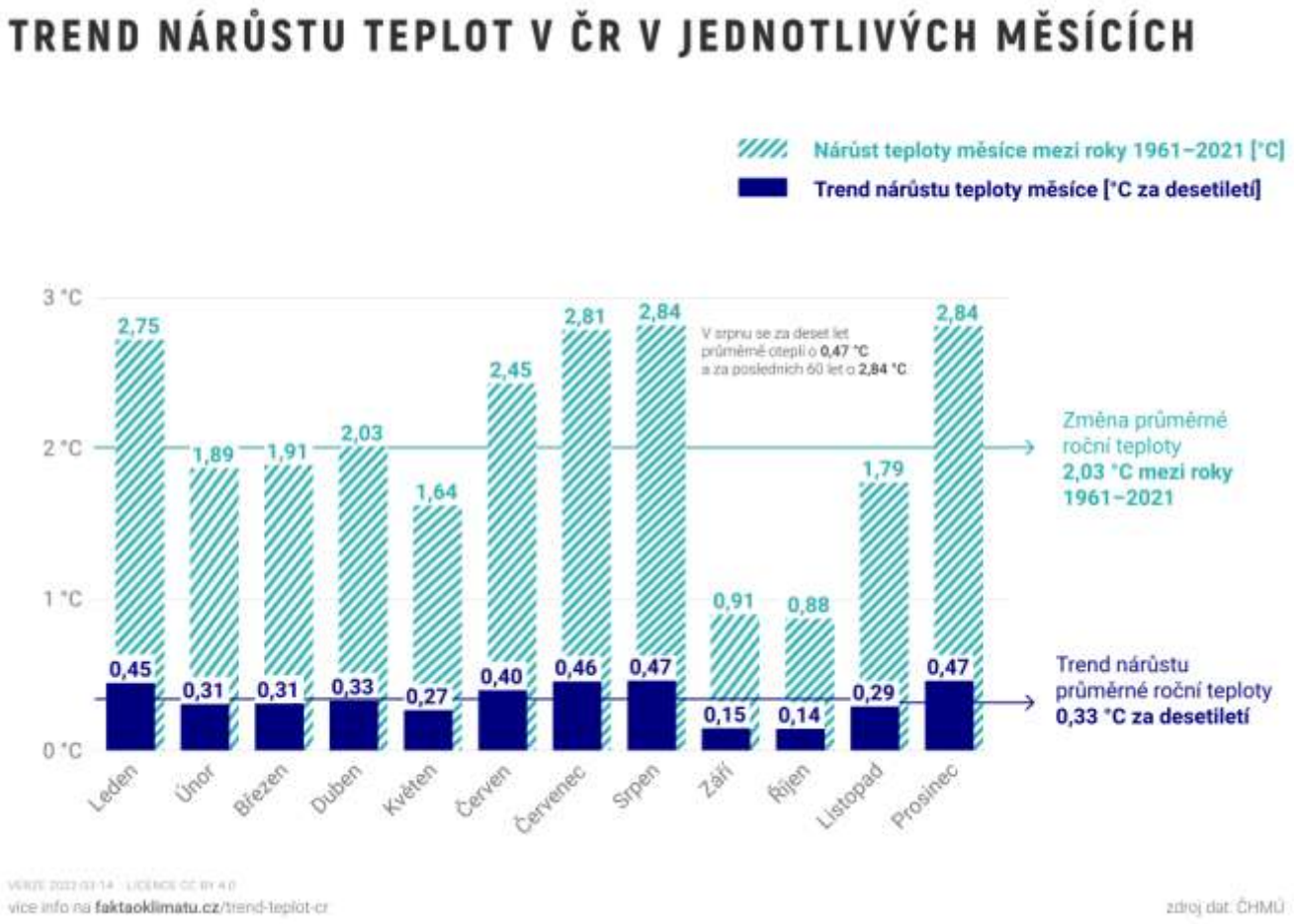
Klíčové body

- Oteplilo se ve všech měsících
- Leden: z −3,9 °C na −0,5 °C
- Prosinec: z −2,8 °C na +1,0 °C
- Léto (VI–VIII): +2 až +3 °C
- Oteplení o 1,0 °C znamená zvýšení výparu o cca 7%
- Přičemž celkové srážkové úhrny zůstávají +- nezměněny
- Změna rozložení srážek

Zdroj: Fakta o klimatu, data ČHMÚ – faktaoklimatu.cz/teplota-cr-mesice

Trend nárůstu teplot podle měsíců

Nárůst 1961–2021 a trend za desetiletí



Klíčové body

- Roční průměr: +2,03 °C (1961–2021)
- Nejvíc se otepluje leden, červenec, srpen a prosinec (~2,8 °C)
- Nejméně září a říjen (<1 °C)
- Letní oteplení = vyšší výpar a sucho ve vegetačním obdob

Zdroj: Fakta o klimatu, data ČHMÚ – faktaoklimatu.cz/trend-teplot-cr

Následky:

- Zvýšení stresu
- Snížení rezistence a resilience jedinců, populaci, druhů, ekosystémů
- Zlepšení podmínek pro škodlivé organismy (kůrovec, jmelí), výskyt nových patogenů (kůrovec bukový)
- Zvýšení abiotických škod
- Ekonomické následky

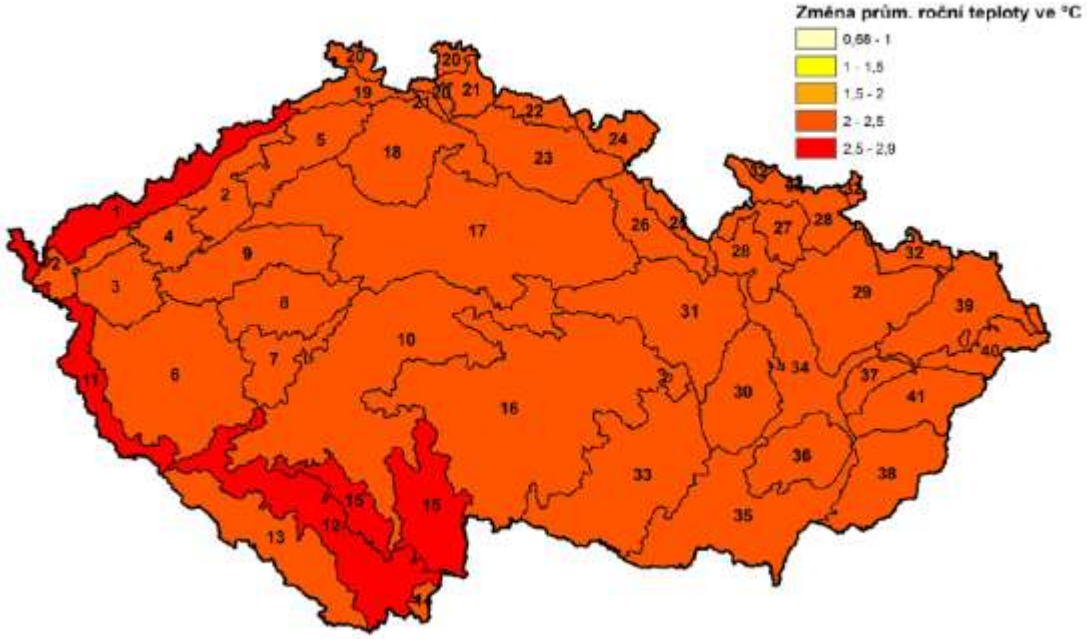
2

Výhled do budoucna

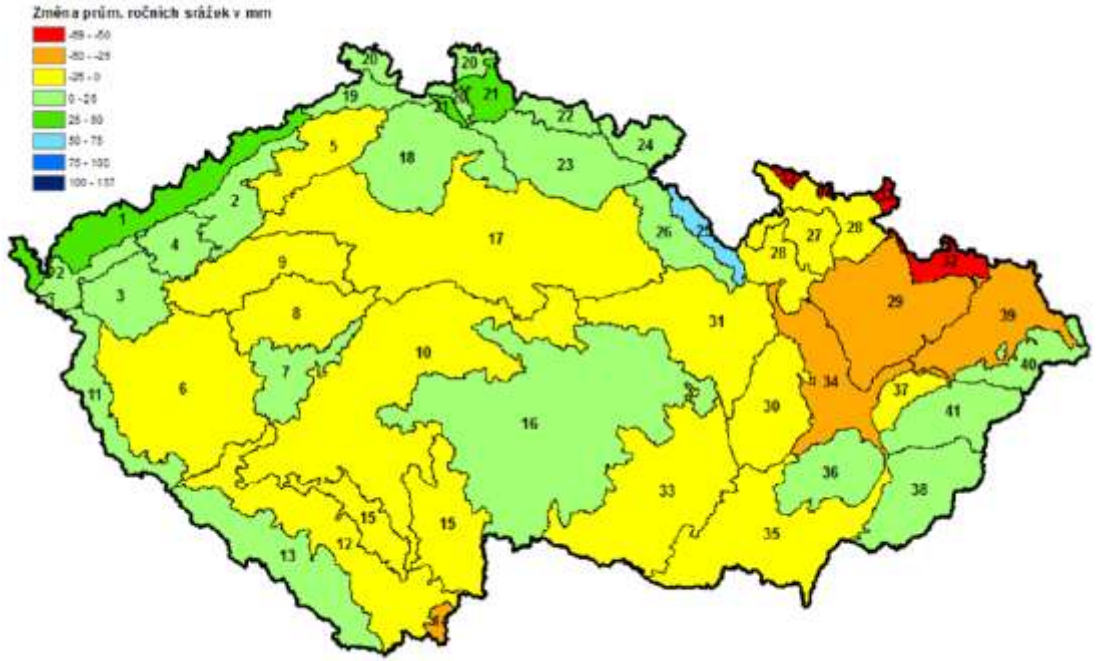
Modelové projekce teplot, srážek a lesních vegetačních stupňů

Projekce změny teploty a srážek

Podle přírodních lesních oblastí (PLO)



Obr. 3 Změna průměrné roční teploty mezi obdobími 2041–2060 a 1961–1990 za PLO



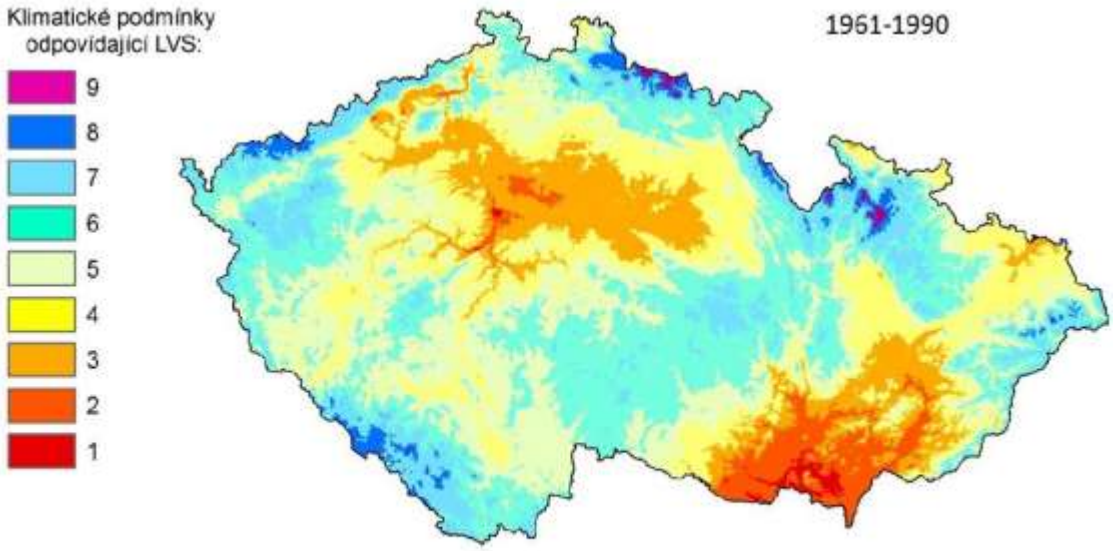
Obr. 6 Změna průměrné sumy ročních srážek mezi obdobími 2021–2040 a 1961–1990 za PLO

Teplota 2041–2060 vs. 1961–1990
nárůst o 2–2,9 °C prakticky v celé ČR

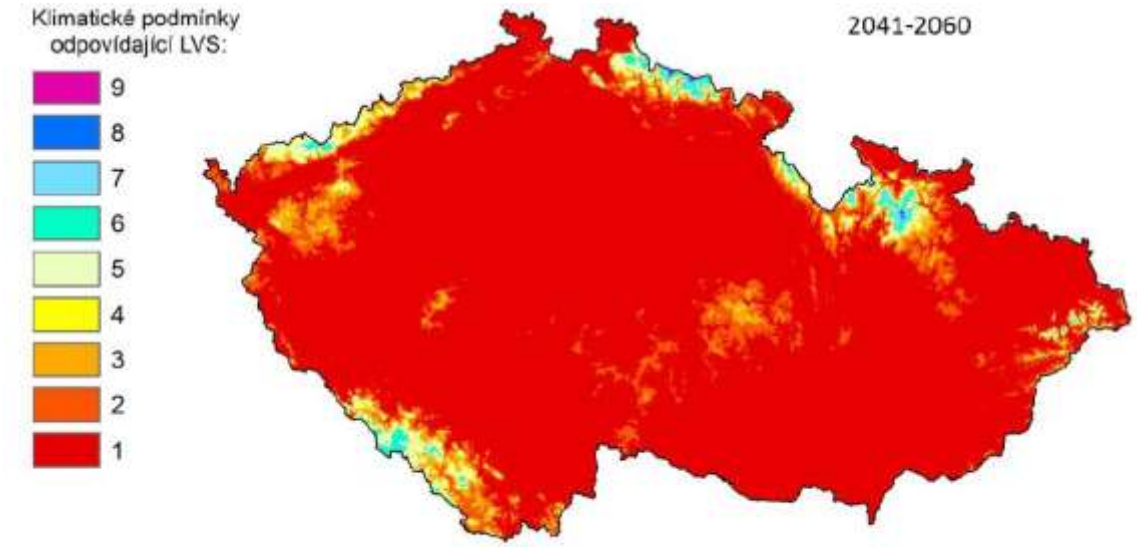
Srážky 2021–2040 vs. 1961–1990
roční suma se mění jen mírně, lokálně pokles

Posun lesních vegetačních stupňů (LVS)

Modelování klimatických podmínek LVS



Obr. 9 Modelování klimatických podmínek LVS – období 1961–1990 = výchozí srovnávací úroveň (data ČHMÚ)



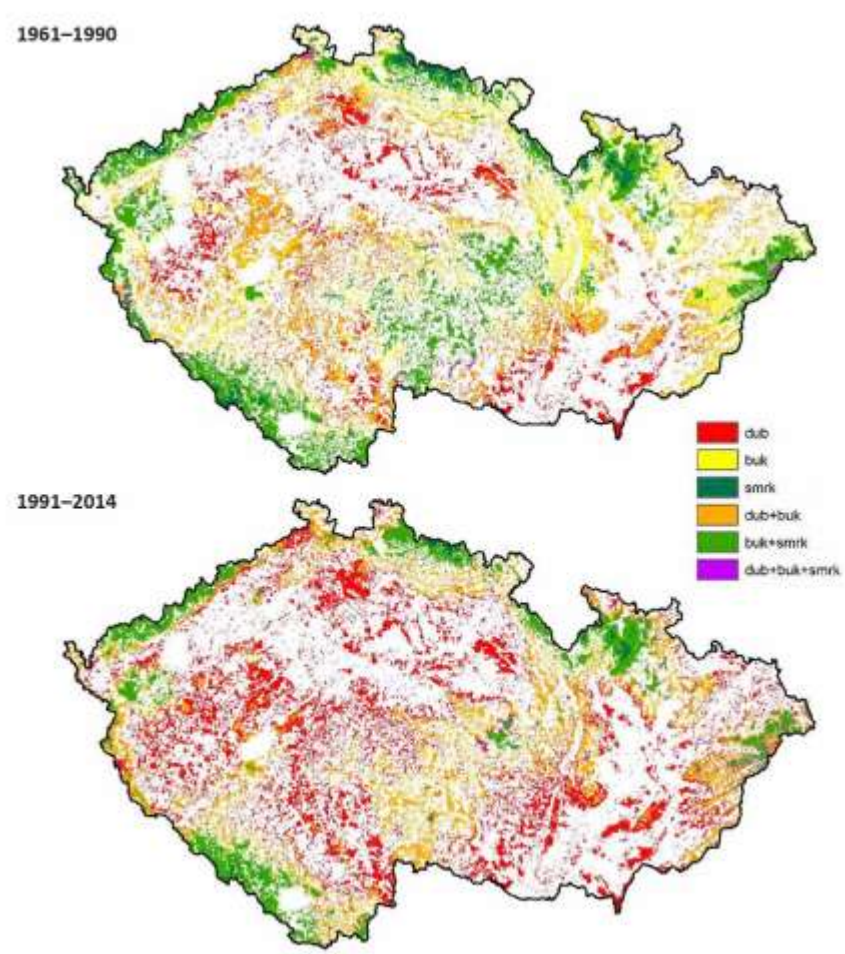
Obr. 12 Modelování klimatických podmínek LVS – období 2041–2060 (GCM IPSL)

1961–1990
výchozí srovnávací úroveň (data ČHMÚ)

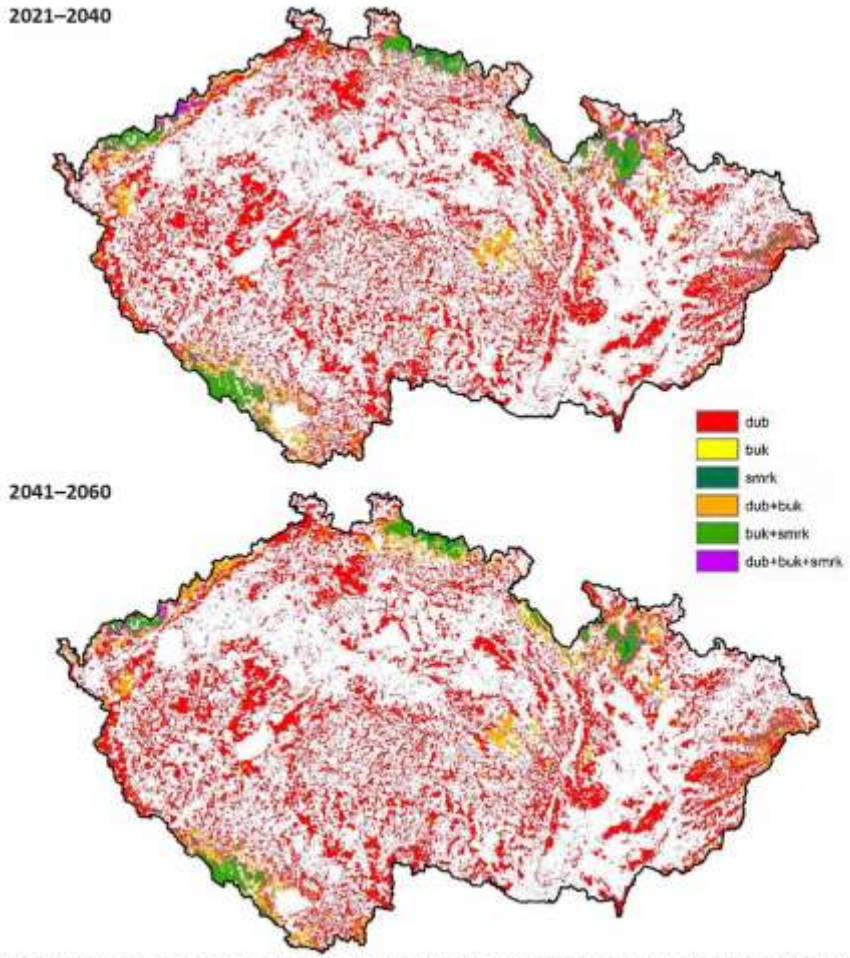
2041–2060 (GCM IPSL)
převaha podmínek 1. LVS, vyšší stupně jen v horách

Podmínky pro pěstování dřevin v čase

Dub, buk, smrk a jejich kombinace – metoda Random Forest (GCM IPSL)



Podmínky pro pěstování dřevin vymezené vícerozměrnou statistickou metodou Random Forest (GCM IPSL)



Podmínky pro pěstování dřevin vymezené vícerozměrnou statistickou metodou Random Forest (GCM IPSL)

Trend

- Plochy smrku (zelená) se stahují do hor
- Buk (žlutá) ustupuje
- Dub (červená) dominuje

Podmínky pro pěstování dřevin vymezené vícerozměrnou statistickou metodou Random Forest (GCM IPSL)

Evropský pohled: posun areálů dřevin

Současnost 1950–2000 → výhled 2070–2100

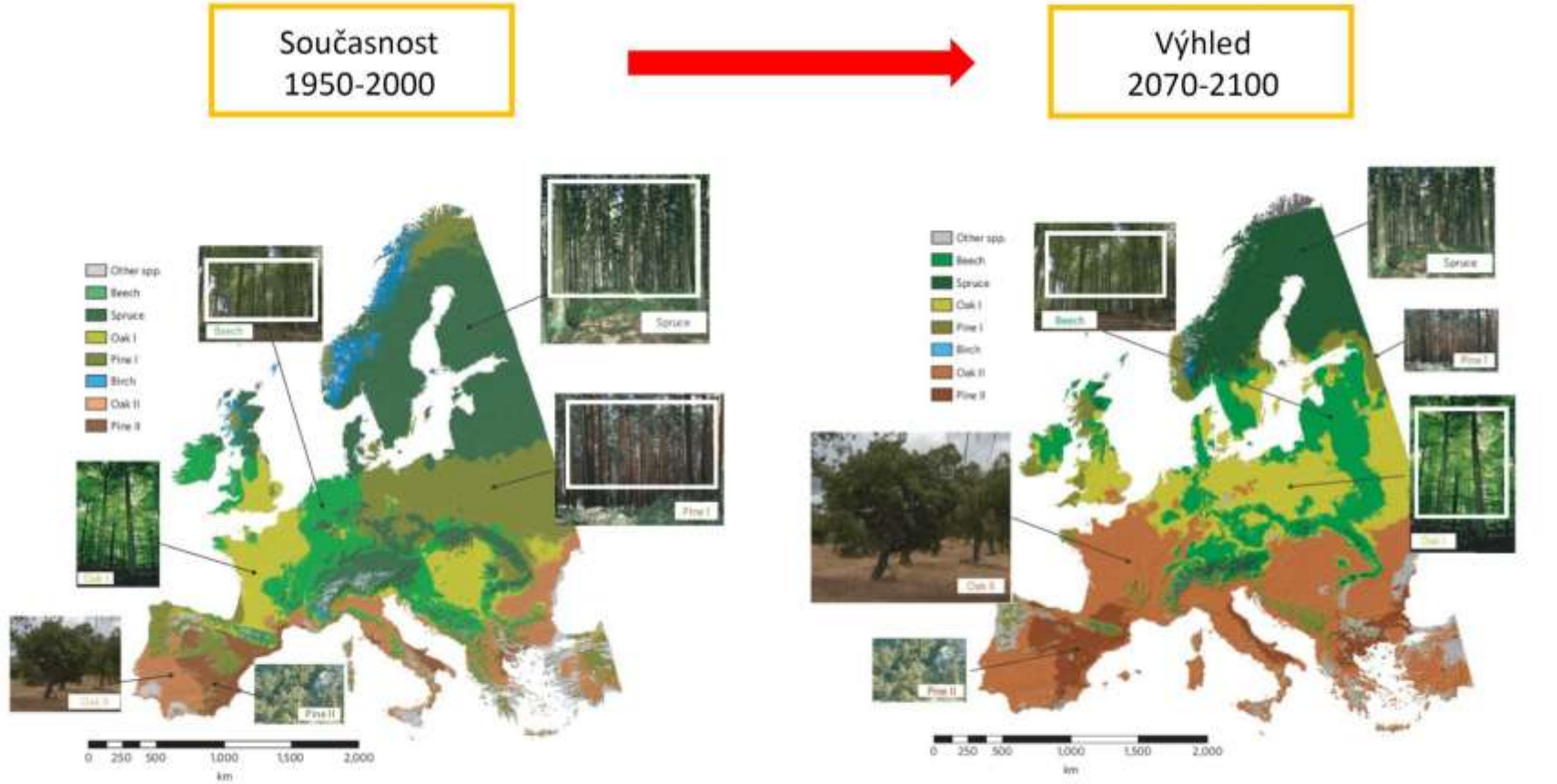


Figure 1 | Potential range of major tree species in Europe for the climate normal period (1950–2000). The size (area) of the pictures, showing ty aspects of forests dominated by the modelled species, approximately corresponds to the share of the total area in the climate normal period (birc not depicted). For an explanation of the tree species groups, see Methods.

Figure 2 | Potential range of major tree species in Europe for scenario A1B, CLM/ECHAM5—moderate warming (2070–2100). The size (area) of the pictures, showing typical aspects of forests dominated by the modelled species, approximately corresponds to the share of the total area in A1B (2071–2100; birch ~0.3%, not depicted).

Hanewinkel et al. 2013

Zdroj: Hanewinkel et al. 2013

3

Hlavní dřeviny a klima

Klimatické obálky a vlastnosti dřevin

Jak číst grafy klimatických obálek

Podle Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl (Bayerische Forstverwaltung)

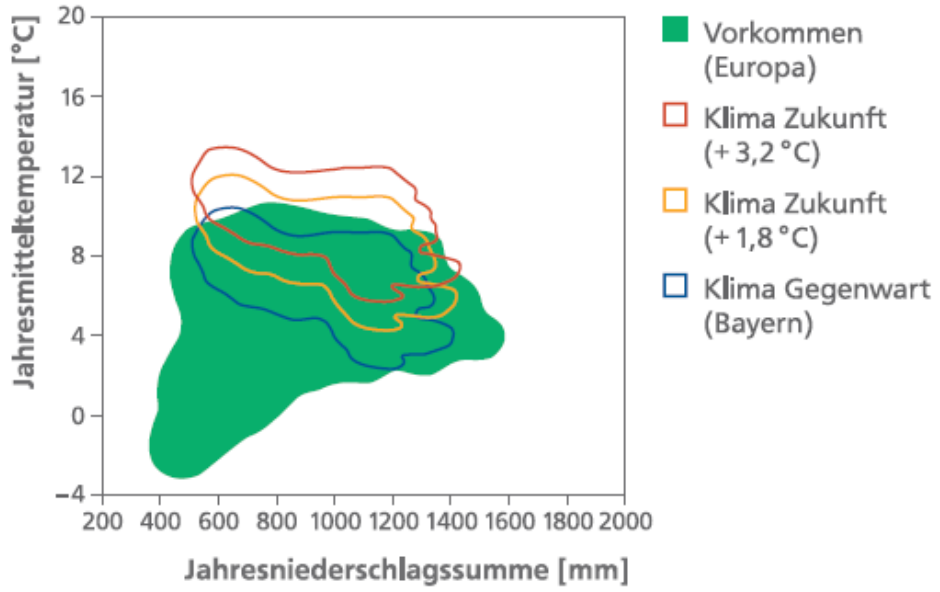


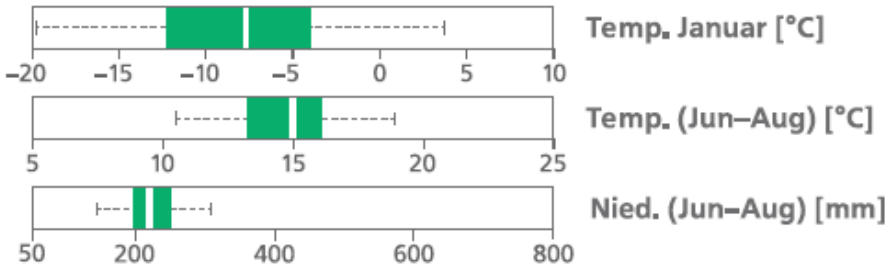
Německy	Česky
Vorkommen (Europa)	výskyt dřeviny v Evropě (zelená plocha)
Klima Gegenwart (Bayern)	současné klima Bavorska
Klima Zukunft (+1,8 / +3,2 °C)	budoucí klima při oteplení
Jahresmitteltemperatur	průměrná roční teplota
Jahresniederschlagssumme	roční úhrn srážek
Schatten- / Trockenheitstoleranz	tolerance zastínění / sucha
Säuretoleranz	tolerance kyselých půd
Spätfrost- / Winterkälte-	odolnost pozdním / zimním mrazům

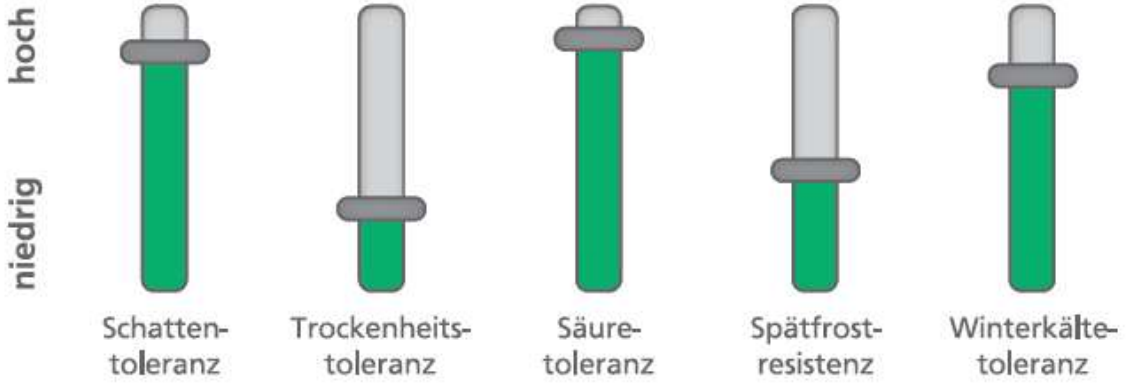
Leží-li budoucí klima (červená/oranžová) mimo zelenou plochu, dřevina se dostává mimo své klimatické optimum.

Smrk ztepilý

Picea abies







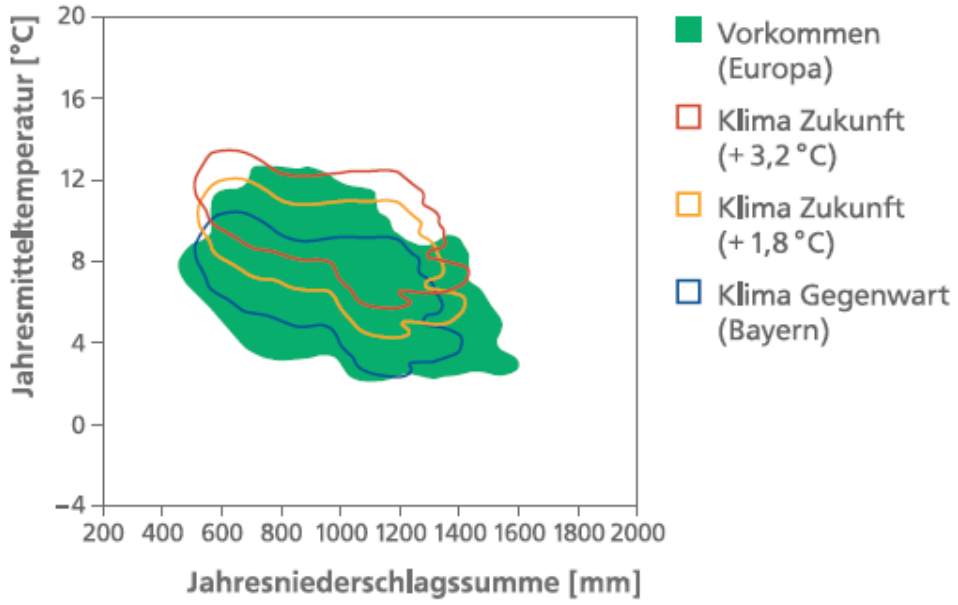
Shrnutí

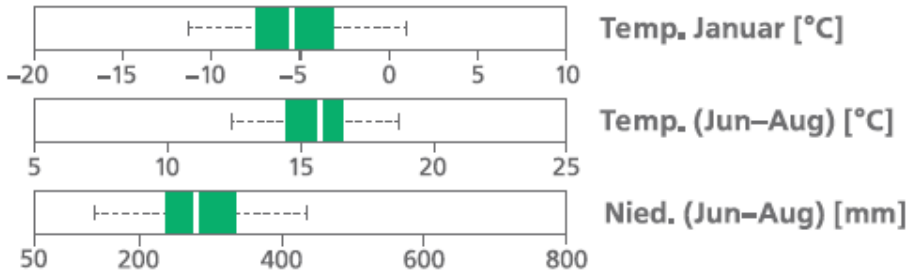
- Vyhovuje vlhké, chladné kontinentální klima
- Netypické mírné zimy nad 0 C a letní teploty (červen – srpen) nad 18 C
- Budoucí klima leží převážně nad teplotní obálkou výskytu

Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Jedle bělokorá

Abies alba





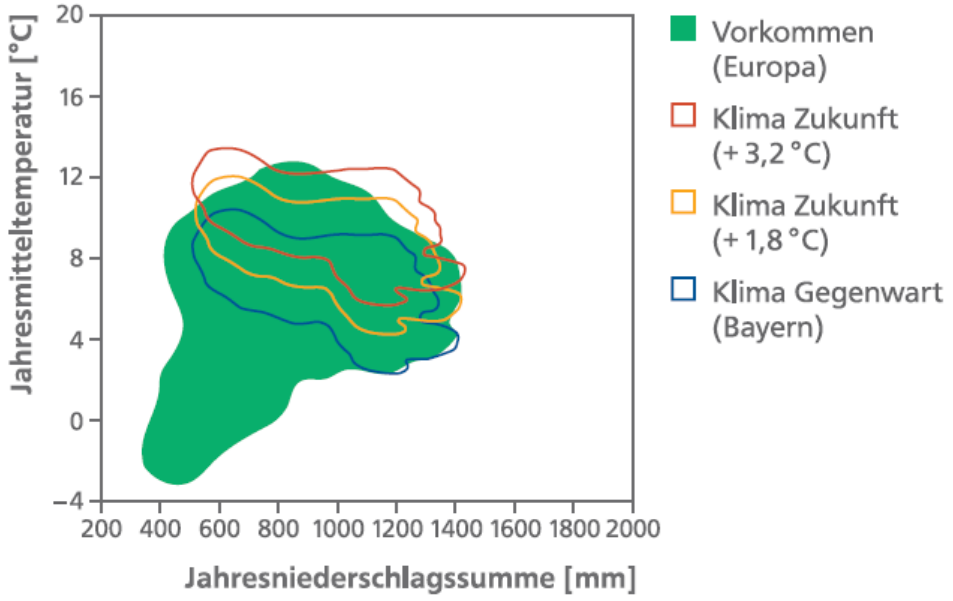
Shrnutí

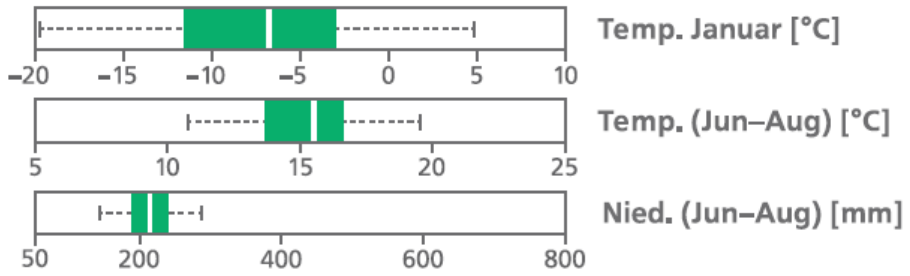
- Klima při +1,8 °C zůstává převážně uvnitř obálky výskytu
- Při +3,2 °C se teplotně dostává na horní okraj areálu
- Perspektivnější náhrada smrku ve vyšších polohách
- Prognózy různorodé, hlídat teplé suché regiony
- Náhrada smrku střední (podmíněně) a vyšší polohy, nebo inverzní polohy

Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Borovice lesní

Pinus sylvestris





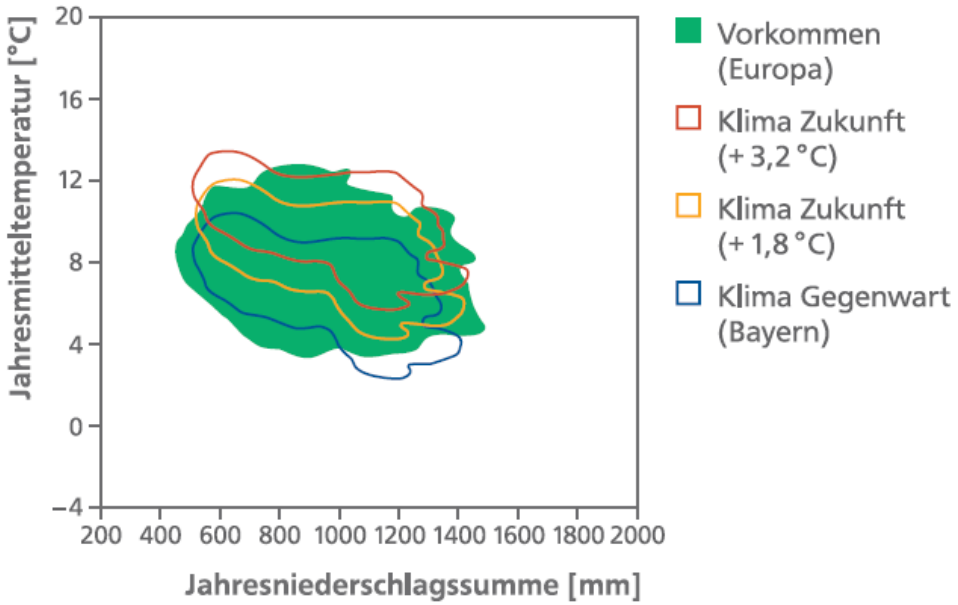
Shrnutí

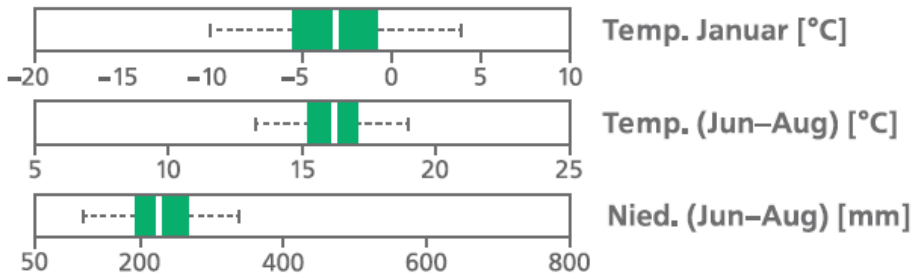
- Velmi široká klimatická amplituda výskytu v Evropě (suché chladné po chladné vlhké)
- Budoucí klima je z velké části uvnitř obálky
- Netypické teploty červen – srpen přes 18 C
- Při +3,2 °C okrajově nad teplotním optimum

Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Buk lesní

Fagus sylvatica





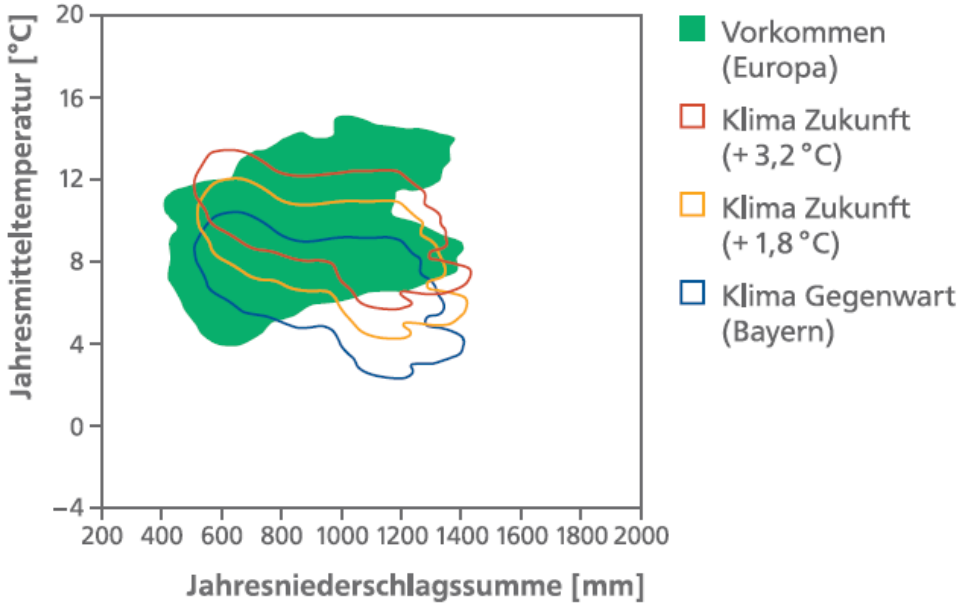
Shrnutí

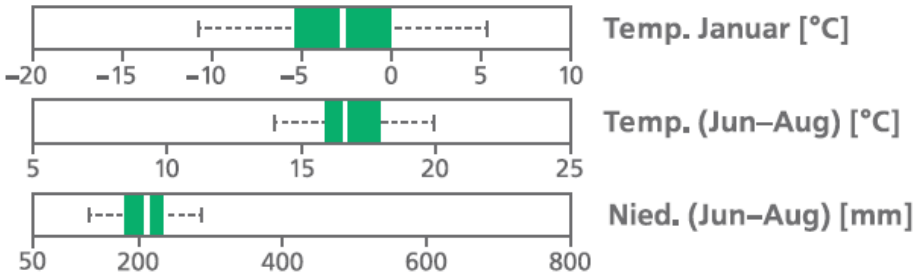
- Při +1,8 °C převážně v obálce, při +3,2 °C částečně mimo
- Velmi vysoká tolerance zastínění, nižší odolnost vůči pozdním mrazům
- Prognózy se liší
- Problémy na suchých a teplých stanovištích
- Němci + Švýcarsko - provenience ze středomoří (Balkán, Krim)
- Náhrada Bukem východním

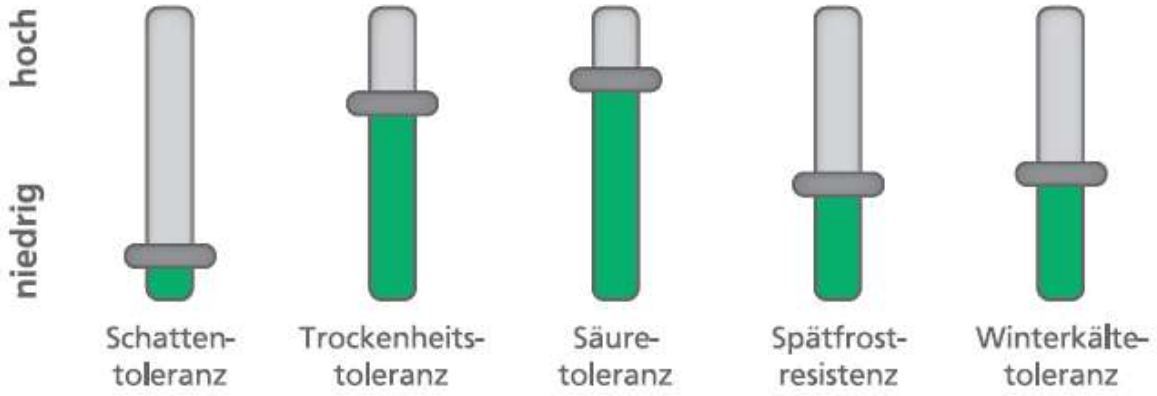
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Dub letní

Quercus robur







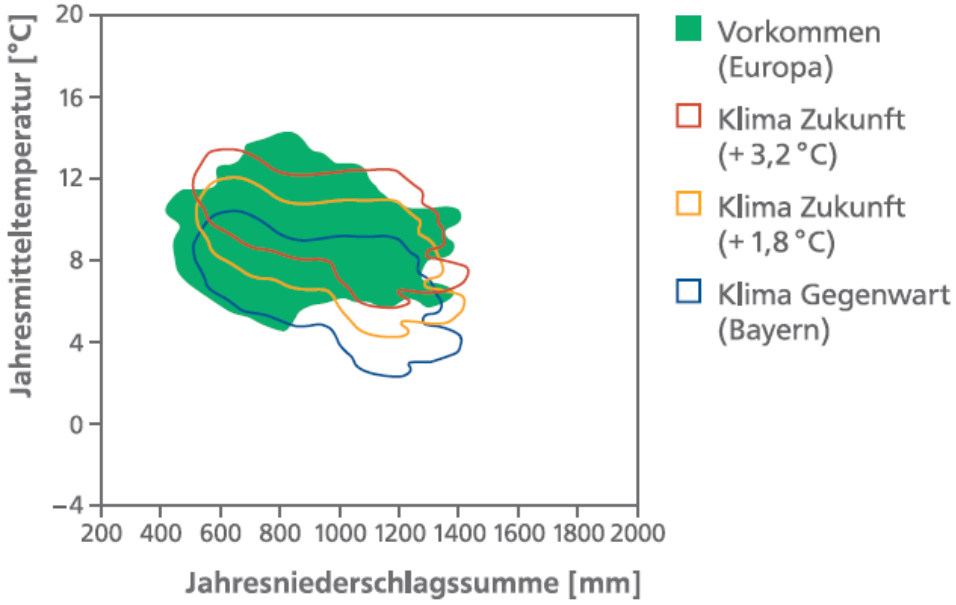
Shrnutí

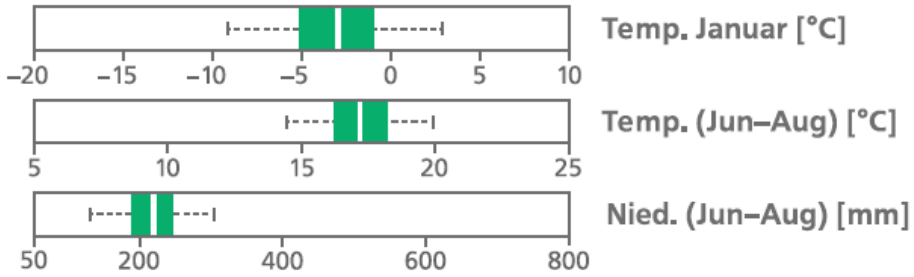
- Budoucí klima leží uvnitř obálky výskytu
- Pozitivní prognózy a široká shoda
- Vysoká tolerance sucha, nízká tolerance zastínění

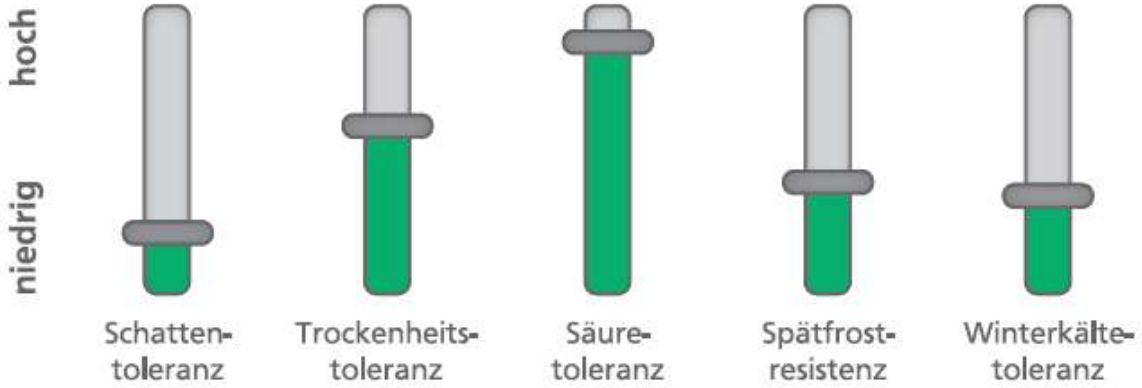
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Dub zimní

Quercus petraea







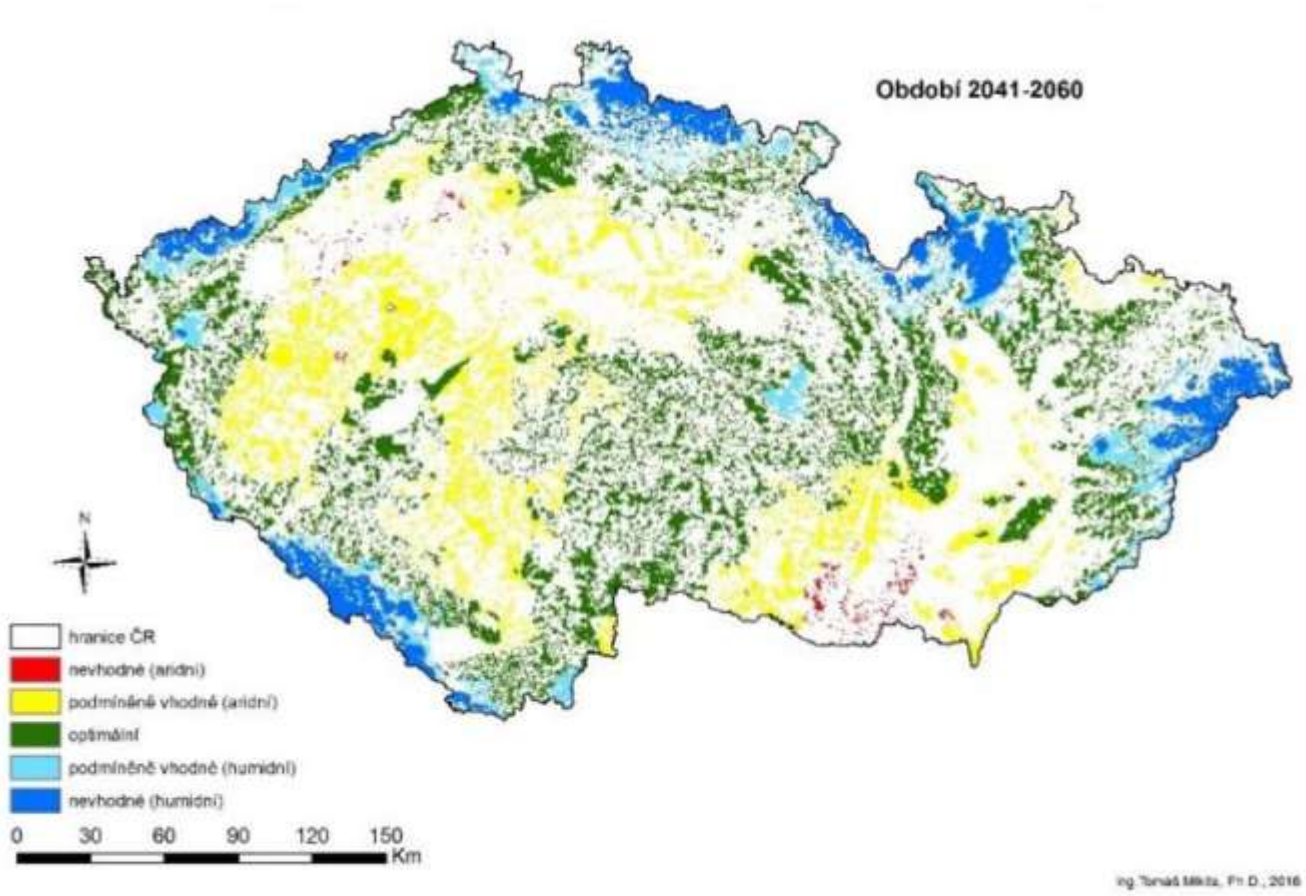
Shrnutí

- Budoucí klima leží uvnitř obálky výskytu
- Velmi vysoká tolerance kyselosti, dobrá tolerance sucha

Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Dub: podmínky pro pěstování 2041–2060

Model GCM IPSL



Obr. 16 Podmínky pro pěstování dubu pro období 2041–2060 (GCM IPSL)

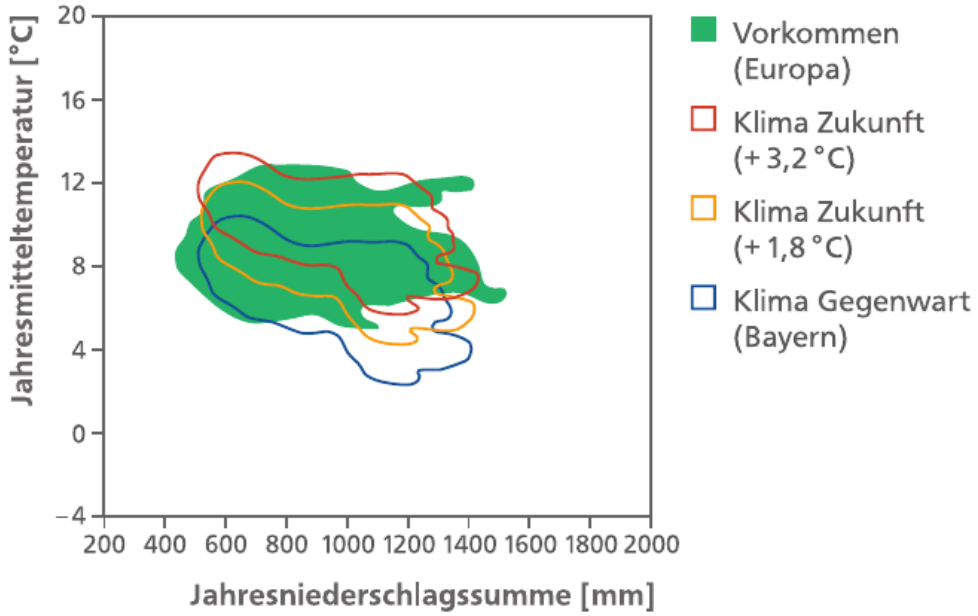
Legenda

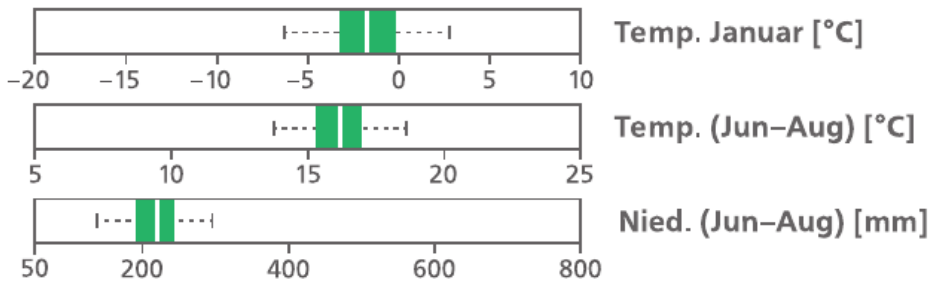
- Zelená – optimální
- Žlutá – podmíněně vhodné (aridní)
- Modrá – nevhodné (humidní): horské polohy
- Nevhodné aridní plochy téměř chybí

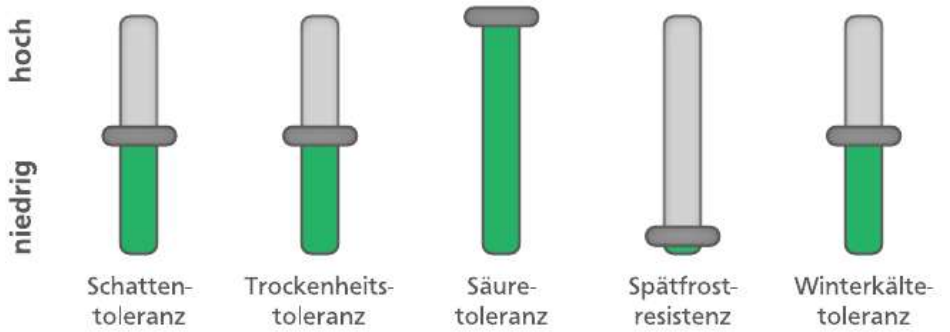
Obr. 16 Podmínky pro pěstování dubu pro období 2041–2060 (GCM IPSL), Ing. Tomáš Mikita, Ph.D., 2016

Douglaska tisolistá

Pseudotsuga menziesii







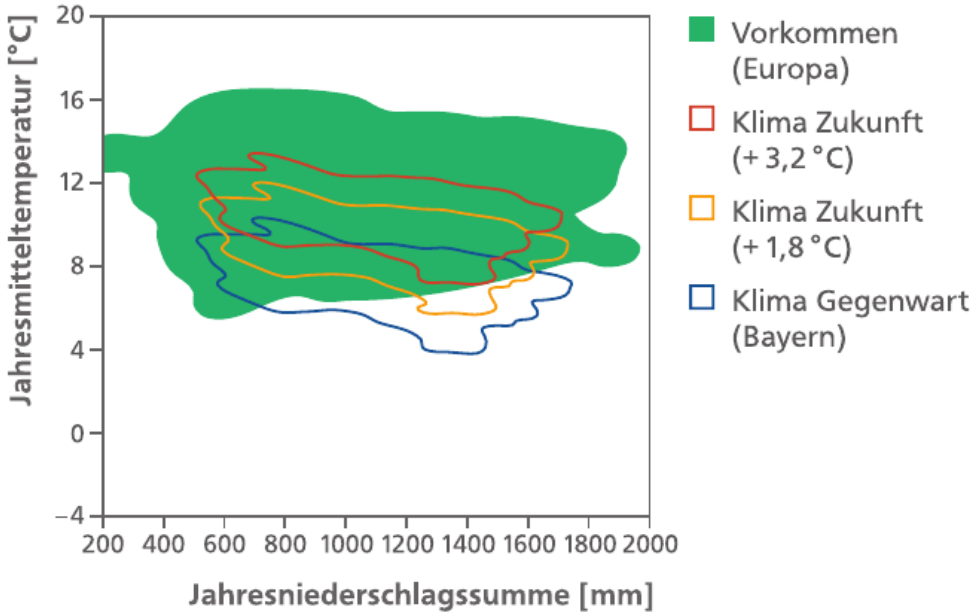
Shrnutí

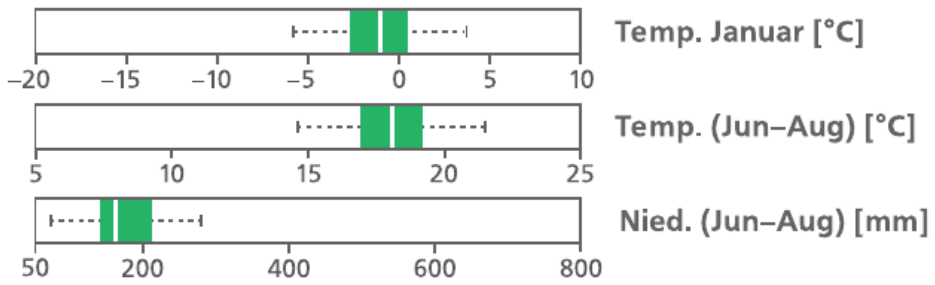
- Oceánské klima s mírnou zimou a dlouhou vegetační dobou
- S oteplením roste shoda s budoucím klimem, nejteplejší oblasti však vypadnou
- Lednové teploty pod −3 °C netypické; suchu odolává lépe než smrk
- Perspektivní náhrada smrku – rozhoduje volba provenience

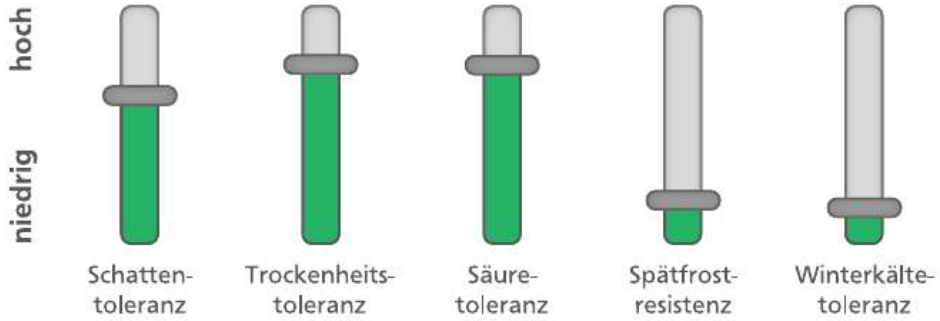
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Kaštanovník jedlý

Castanea sativa







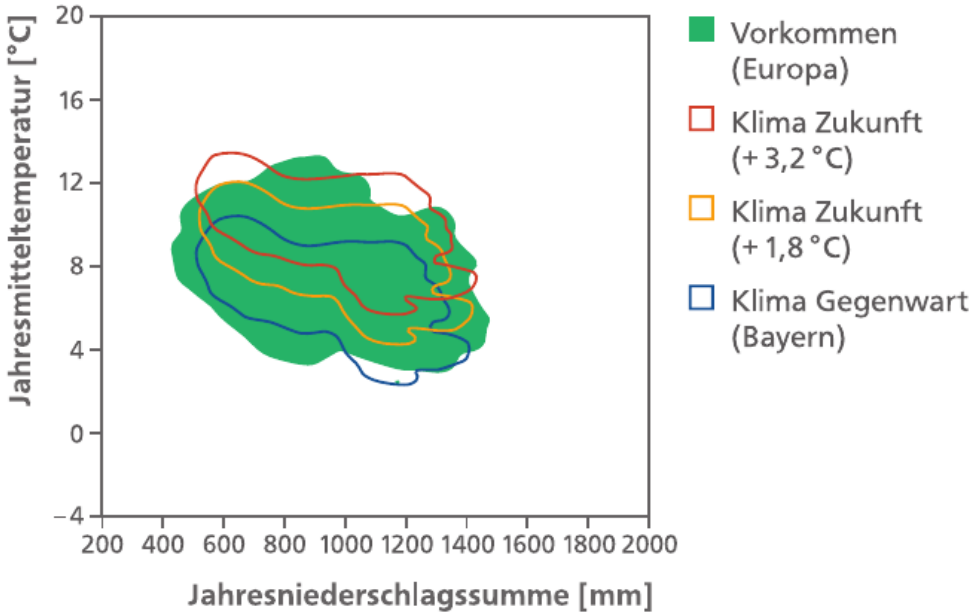
Shrnutí

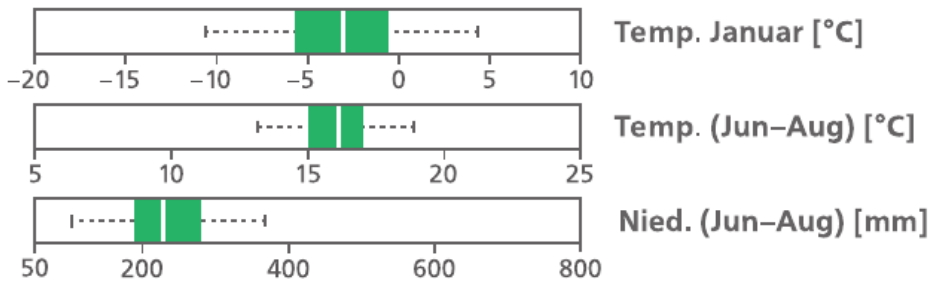
- Teplomilný: roční průměr 8–14 °C, leden nad −2,5 °C
- Snáší sucho (cca 140 mm letních srážek), teplou hranici nepřekročí ani silné oteplení
- Omezení: volný vápník v půdě, zamokření; je citlivý na pozdní mráz
- Hrozbou je rakovina kůry kaštanovníku

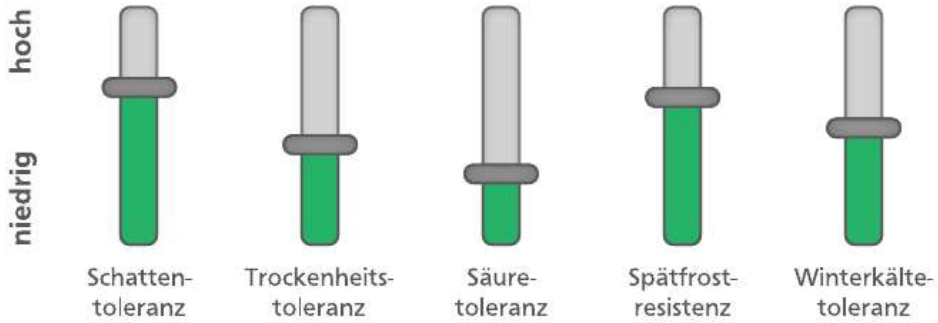
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl, Band II

Javor klen

Acer pseudoplatanus







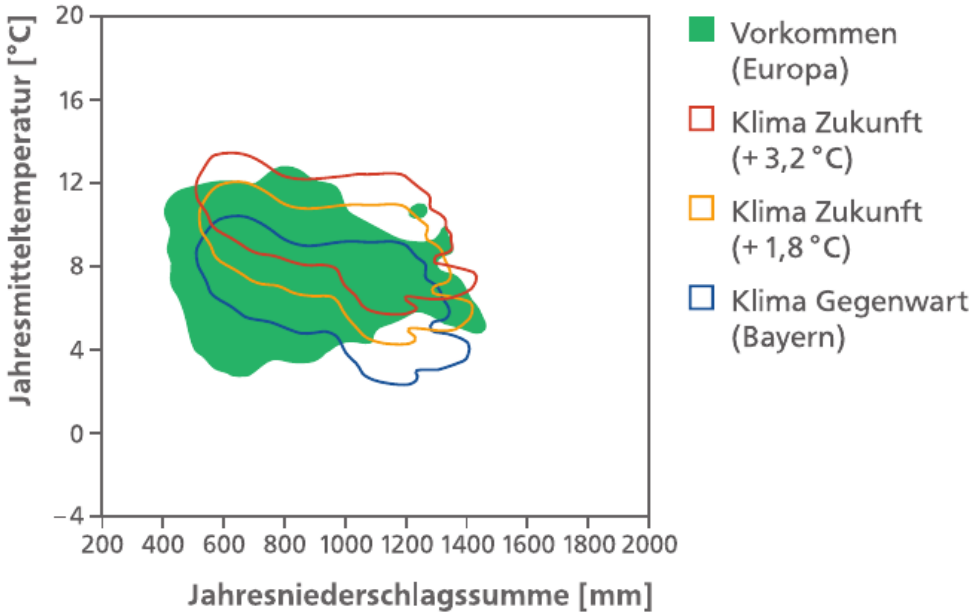
Shrnutí

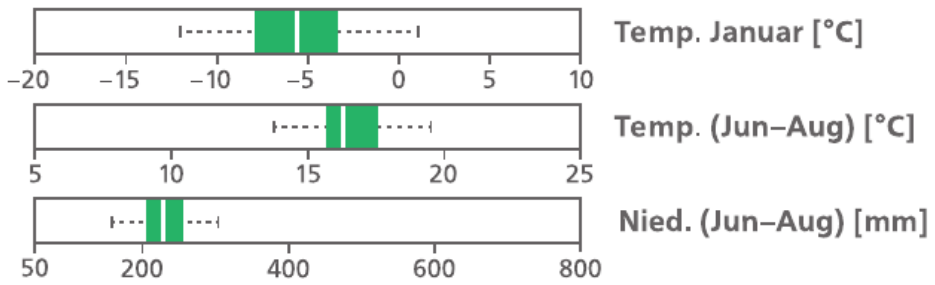
- Subatlantické humidní klima, podobně jako buk; snáší chladná vlhká léta
- Nejteplejší oblasti už dnes na hranici areálu
- S oteplením a úbytkem srážek roste riziko v teplých suchých oblastech
- Vysoké nároky na živiny a vodu; uplatnění ve srážkově bohatších polohách

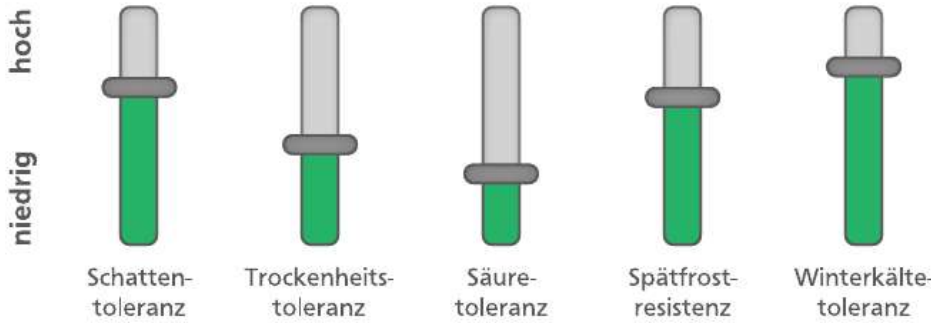
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Javor mléč

Acer platanoides







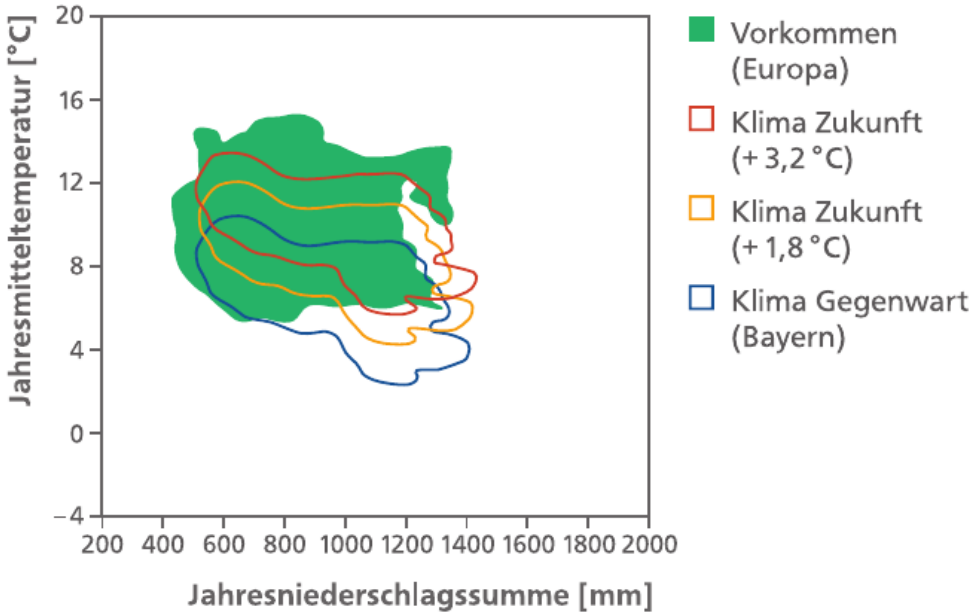
Shrnutí

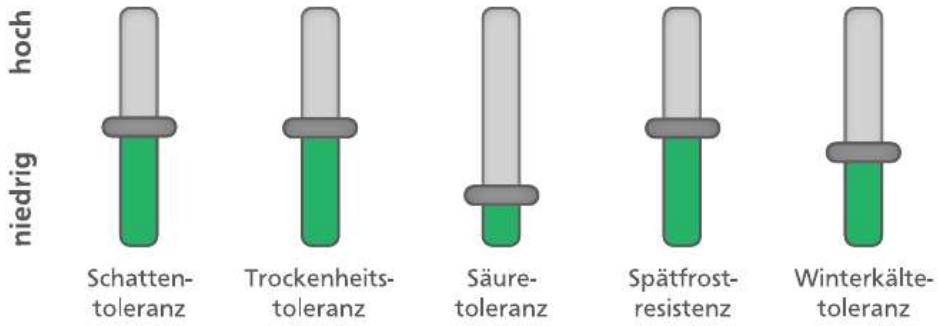
- Letně teplé, mírně kontinentální klima; vystačí s menšími letními srážkami
- Mírné oteplení zlepší podmínky, silné oteplení překročí meze v nejteplejších oblastech
- Tolerantnější k suchu a vedru než klen; dobře snáší tuhé zimy
- Nároky na bázickou půdu; specialista na osluněné svahy

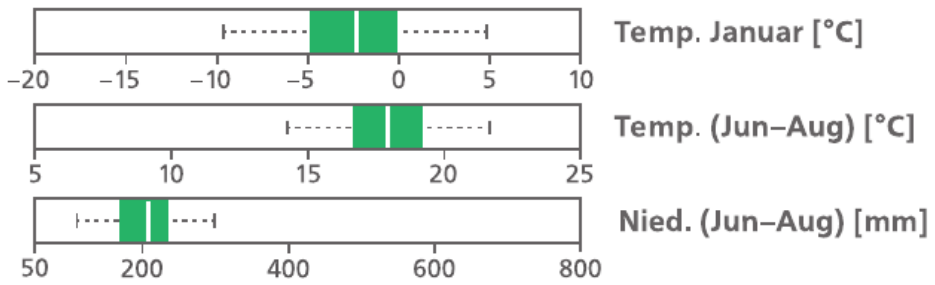
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Javor babyka

Acer campestre







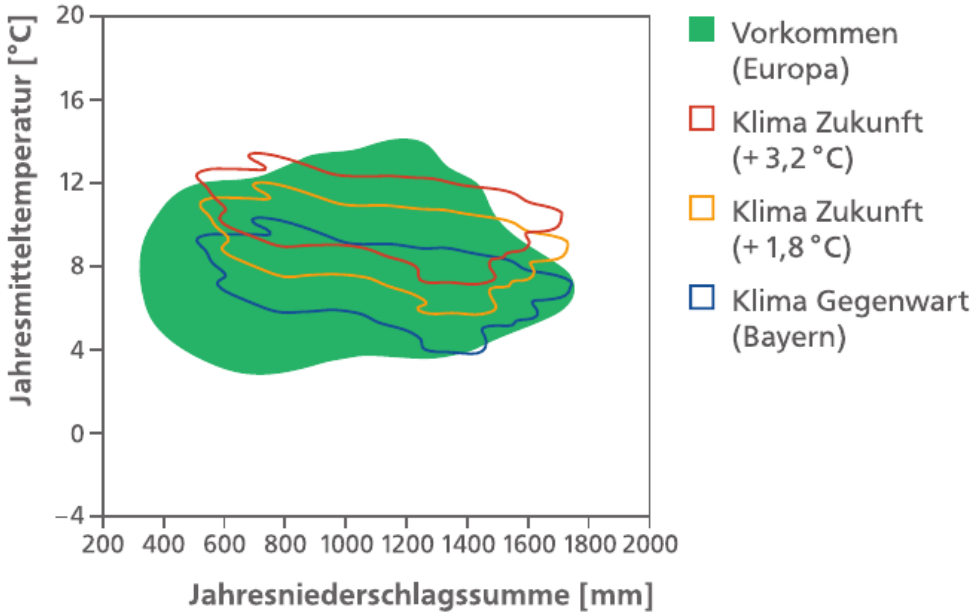
Shrnutí

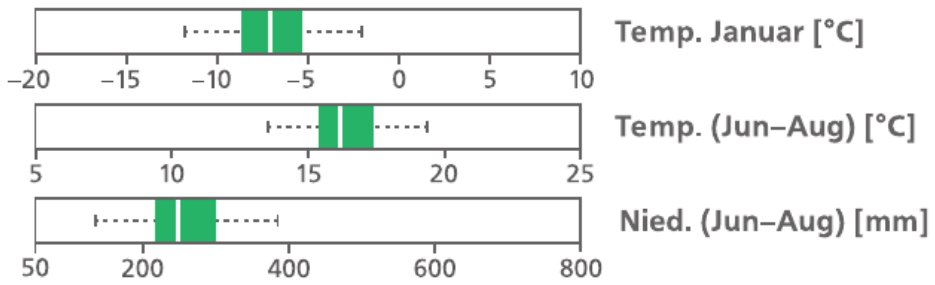
- Teplý a suchý okraj javorů – snáší horká léta i zimní chlad
- Ani při +3,2 °C nepřekročí toleranční meze – pozitivní prognóza
- Nejvyšší nároky na bázickou, nejlépe vápnitou půdu
- Alternativa tam, kde roste riziko pro buk, kleny a dub zimní

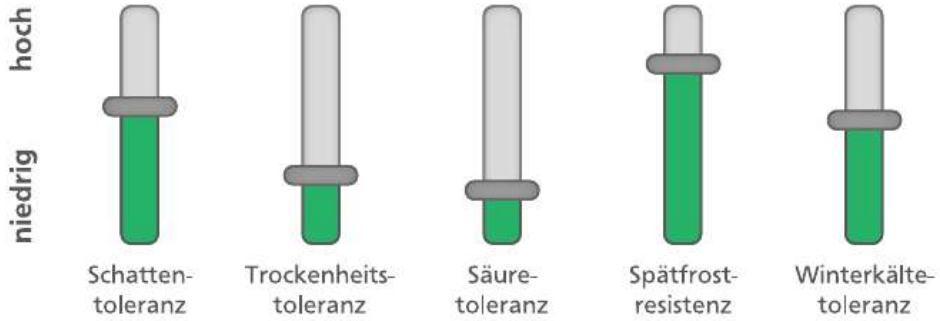
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Jilm horský

Ulmus glabra







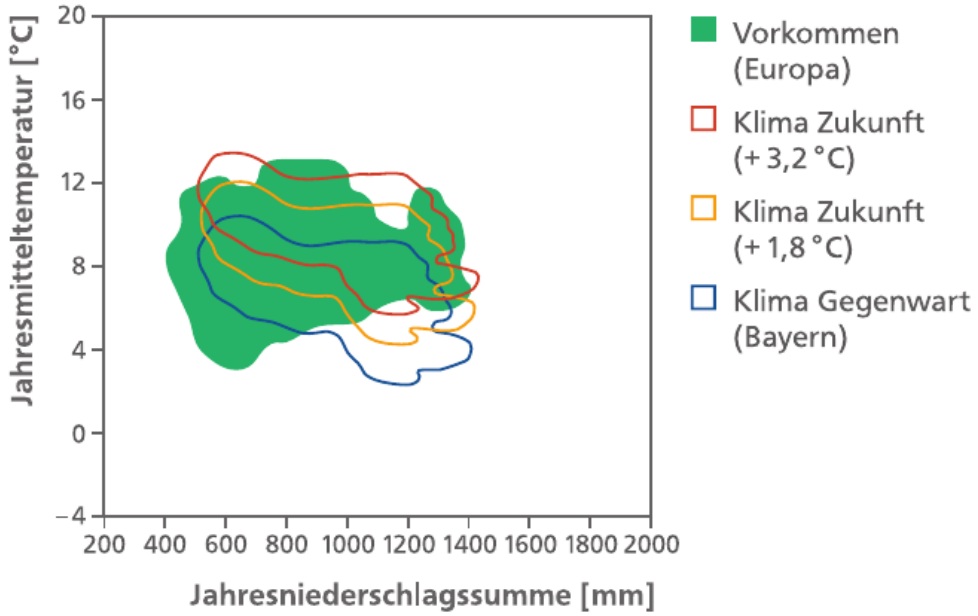
Shrnutí

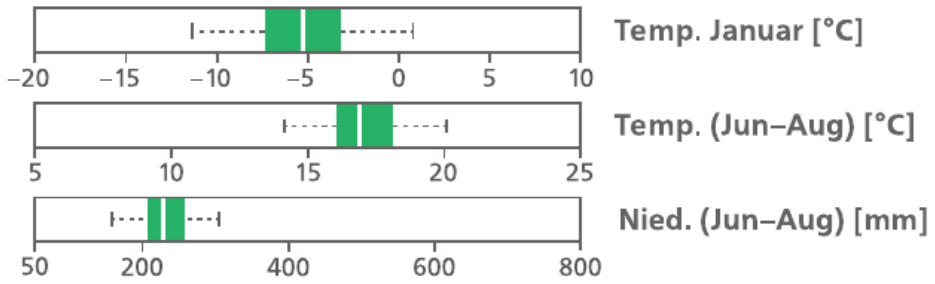
- Humidní klima s chladným létem a vydatnými letními srážkami (cca 250 mm)
- Při oteplení naráží na meze v teplých suchých i teplých vlhkých oblastech
- Pěstovatelný jen ve srážkově bohatých, vyšších polohách
- Kvůli grafióze jilmů spíš záchrana druhu – jen skupinovitě v příměsi

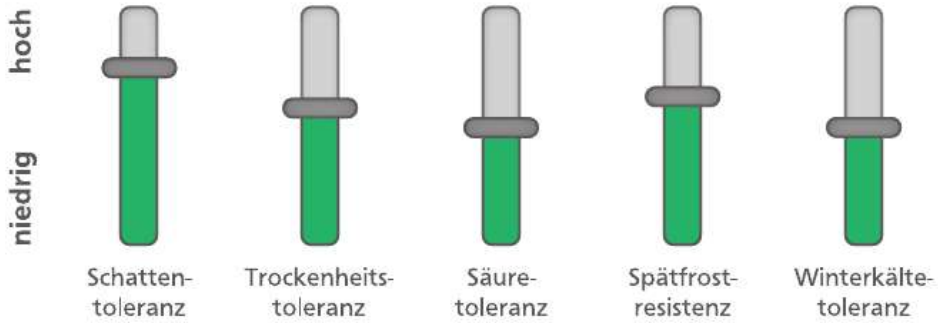
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl, Band II

Lípa srdčitá

Tilia cordata







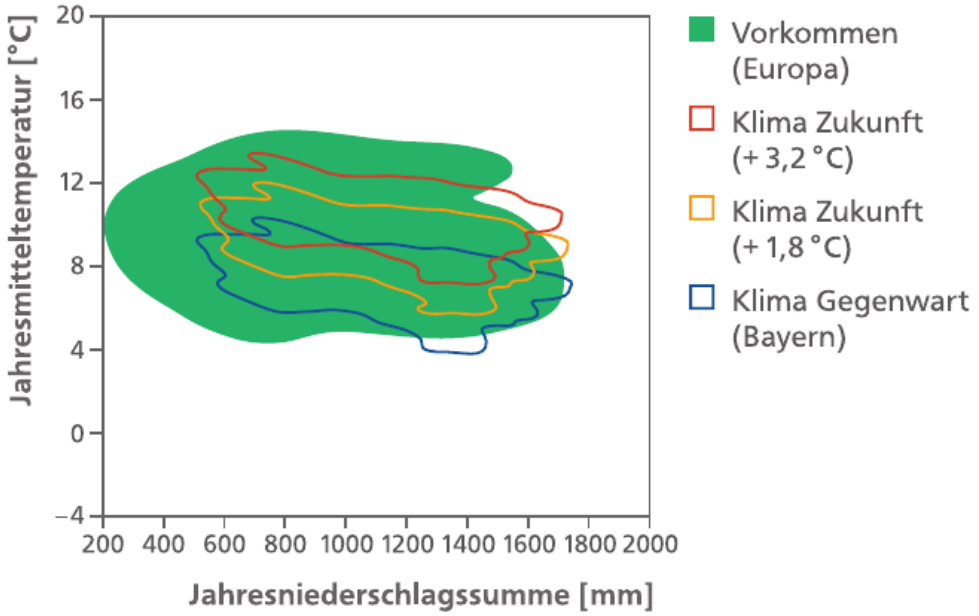
Shrnutí

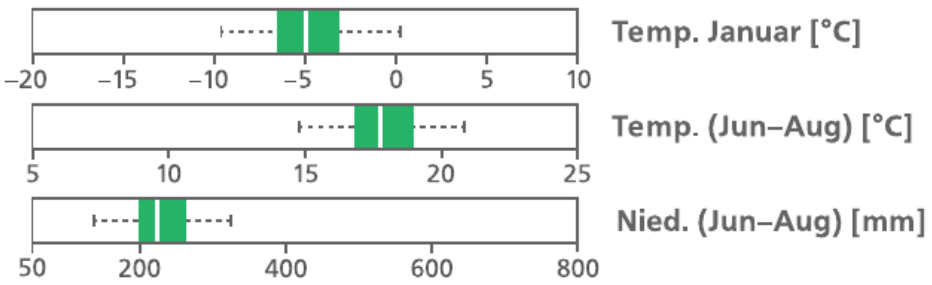
- Široká amplituda, subkontinentální klima s teplým létem a chladnou zimou
- S oteplením roste shoda obálky s budoucím klimem
- Snáší sucho i střídavě vlhká stanoviště; preferuje bázické půdy
- Cenná přimíšená a výplňová dřevina, např. k dubu zimnímu

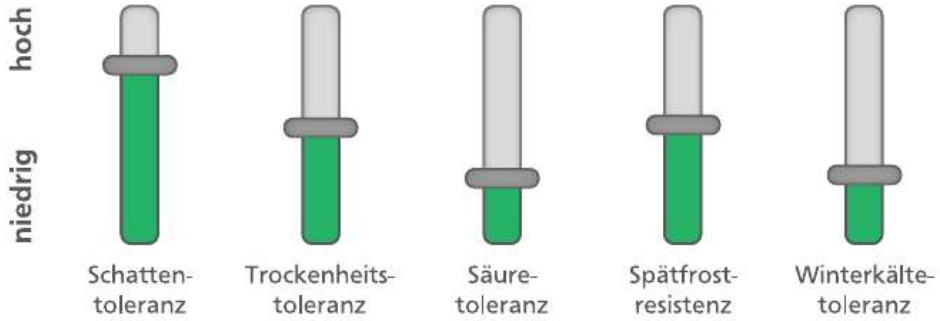
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Lípa velkolistá

Tilia platyphyllos







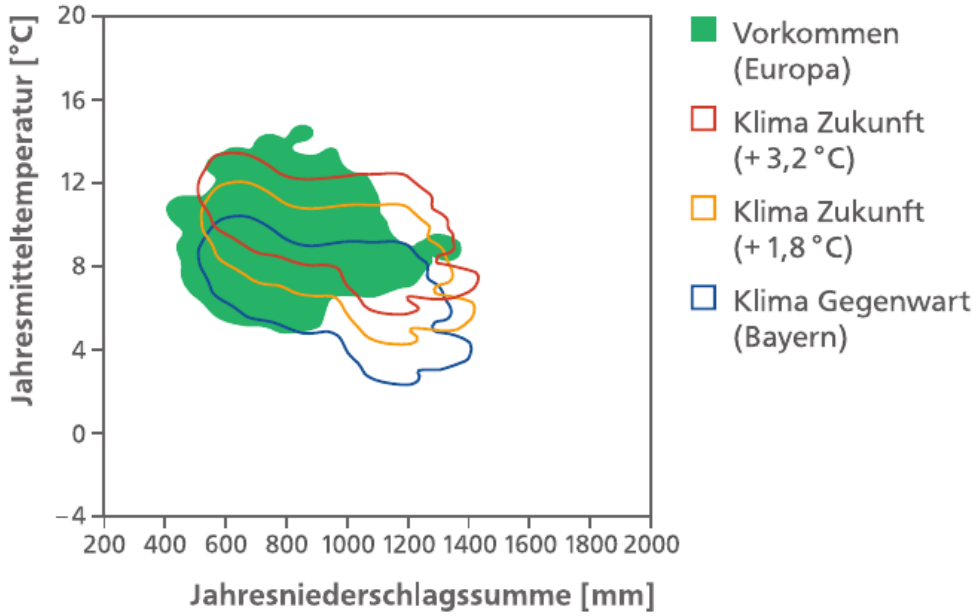
Shrnutí

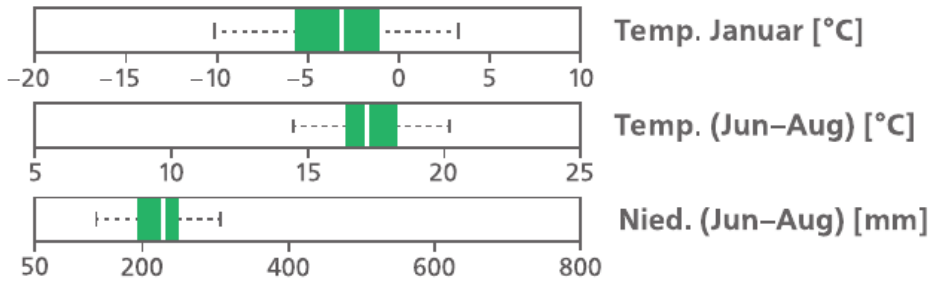
- Teplotní maximum o necelý 1 °C výš než u lípy srdčité (léto 17–19 °C)
- Vyšší nároky na vlhkost vzduchu, půdy a živiny než lípa srdčitá
- Nižší tolerance sucha, mrazu a kyselosti půdy
- Riziko roste v teplých suchých oblastech, ve vyšších polohách získává

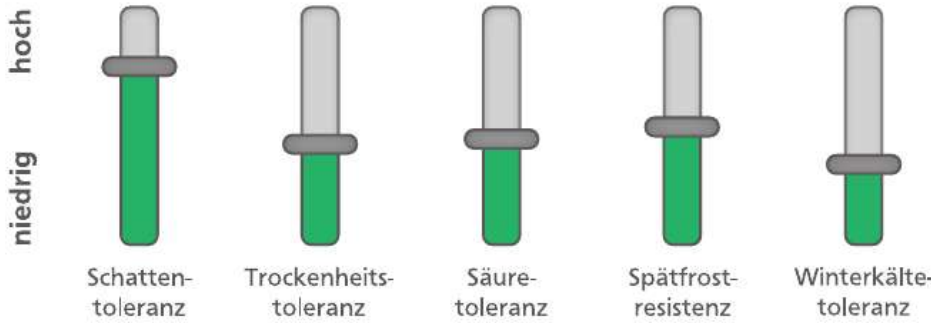
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl, Band II

Habr obecný

Carpinus betulus







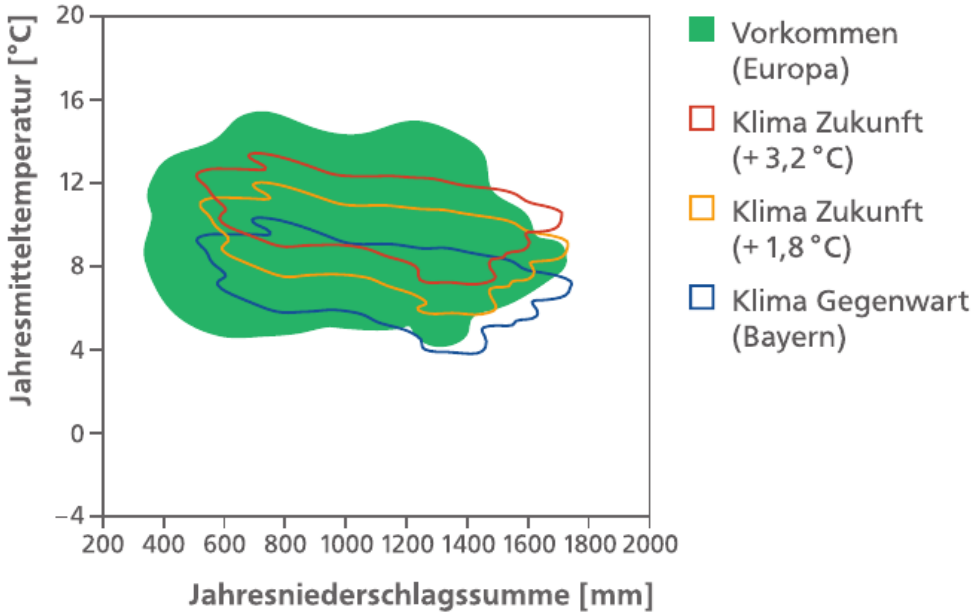
Shrnutí

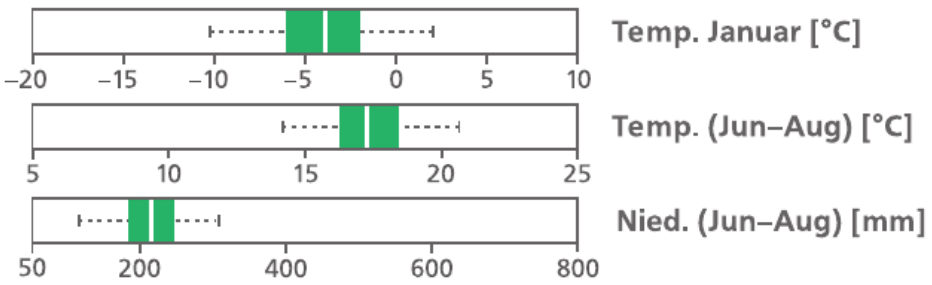
- Snáší vyšší letní teploty než buk
- Mírné oteplení zlepší podmínky, silné oteplení překročí meze na okrajích
- Pozitivní prognóza – nízké riziko i v teplých suchých oblastech
- Široká amplituda vody i živin; méně citlivý na pozdní mráz než buk

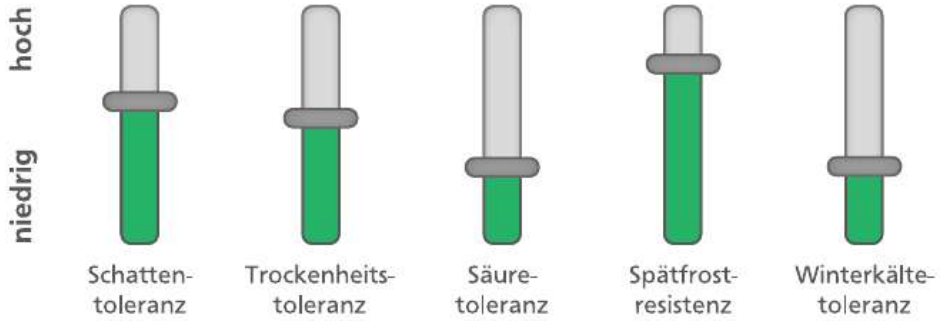
Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl

Třešeň ptačí

Prunus avium







Shrnutí

- Široká klimatická nika, léto 16,5–18,5 °C; stačí cca 180 mm letních srážek
- Prognóza velmi příznivá – nízkoriziková i v teplejším klimatu
- Omezení: vyšší nároky na bázickou půdu, nesnáší zamokření
- Málo citlivá na pozdní mráz; cenné dříví, životnost 80–100 let

Zdroj: Bayerische Forstverwaltung – Praxishilfe Klima-Boden-Baumartenwahl, Band II

4

Pěstební adaptační opatření

Obnova, výchova, struktura porostů a dřevinná skladba

Adaptační principy pěstování lesa

Shrnutí pěstebních rámců

1. Druhová diverzifikace – rozložení rizika mezi více dřevin
2. Genetická pestrost – vhodné provenience, asistovaná migrace
3. Strukturní pestrost – druhová, tloušťková, výšková, prostorová a věková
4. Od pěstování porostů k péči o jednotlivé stromy
5. Zkrácení obmýtí a prodloužení obnovní doby
6. Prostorově nestejnoměrné výchovné a obnovní zásahy
7. Vše se znalostí stanoviště a odpovídající dřevinnou skladbou (ekologické nároky)
8. Adaptační opatření vzájemně kombinovat

Obnova porostů

1

Způsob obnovy

- Uplatňování výběrných principů, Dauerwald
- Clonné a maloplošné cloné seče místo plošné holoseče, jejich kombinace
- Míšení dřevin v jednotkách arů či nižší desítky
- Dlouhá obnovní doba přes více semenných let + ponechávání výstavků = širší spektrum dřevin a vyšší genetická pestrost

2

Dvoufázová obnova

- Na kalamitních a větších úmyslných holinách(ekologický, ekonomický vliv)
- Přípravné dřeviny: bříza, osika, jeřáb
- Volba přípravné dřeviny podle stanoviště

3

Přirozená obnova

- Preferovat přirozenou obnovu
- Hlídat generativní i vegetativní obnovu stanovištně vhodných dřevin
- Umělá obnova snižuje genetickou variabilitu – jen doplnit chybějící druhy

4

Provenience

- Důsledně řešit původ reprodukčního materiálu
- Provenience z jižnějších a sušších oblastí, odpovídající klimatickým predikcím

Obmýtí a obnovní doba

Diferencovat podle ohrožení porostu

Ohrožené porosty

- Zkrátit obmýtí – u smrkových HS řádově na 60–80 let
- Prodlužovat obnovní dobu – vyšší genetická diverzita, struktura
- Obnovu zahájit co nejdříve (cca v 60 letech)
- Přeměna (druhová skladba) a přestavba (struktura) porostů
- Rychlejší generační výměna podporuje evoluční adaptaci

Stabilní porosty

- Středně až málo ohrožená stanoviště – obmýtí lze udržet
- Obnovu také zahájit dříve (60 let) a prodloužit ji
- Delší obnovní doba = širší genetická a druhová variabilita
- Při dlouhém obmýtí probíhá adaptace hlavně plastickou reakcí

Průřezově: zachovat a zvyšovat genetickou diverzitu populací hlavních dřevin – populace s velmi malým počtem jedinců mohou být geneticky zúžené, tedy vykazují nižší spektrum ekologických predispozic a zvyšovat zastoupení vhodných nepůvodních druhů.

Výchova porostů

Od schematických plošných zásahů k péči o jednotlivé stromy

Principy

1

Autoredukce

Využívat přirozenou mezidruhovou i vnitrodruhovou konkurenci na daném stanovišti jako reakci na prostředí

2

Druhová pestrost

Podporovat ji zejména při prvních výchovných zásazích, podporovat a udržovat během celého života porostu

3

Trvalá resistentní a resilietní směs

Pionýrské i cílové, stinné i slunné dřeviny po celou dobu života porostu pro zvýšení rezistence a resilience

Technika zásahů

4

Pozitivní silný úrovňový výběr

- Místo plošných zásahů zvyšovat odolnost jednotlivých stromů,
- Zvyšovat štíhlostní koeficient, dostatečné délky korun (SM, JD 30-50%, BO 40%,
- Silné zásahy snižují konkurenci v korunách i kořenech – hlavně o vodu

5

Cílové stromy včas

- Výběr Z-stromů již v raných fázích,
- Strukturní probírky,
- Vyšší rozestupy, cca 100 – 150 jedinců v
- Výplň dalších druhů

Struktura porostů – 5D

Měřitelně zvyšuje resilienci, je doplňkem změny dřevinné skladby, lze ovlivnit pěstebně

výšková | **tloušťková** | **časová (věková)** | **prostorová** | **druhová**

80 %

porostů vykazuje pozitivní vztah strukturní diverzity a rezistence a resilience

Pickering et al. 2025

–31 %

- míra disturbancí v nestejnověkých porostech
- snížení zranitelnosti vůči škůdcům

Mohr et al. 2024

–36 %

frekvence disturbancí v nestejnověkých porostech

Mohr et al. 2024

–16 %

byla nižší maximální velikost disturbované plošky

Mohr et al. 2024

Limity

- **Efekt je menší než efekt volby dřevinné skladby, nelineární a silně závislý na stanovišti**
- Na svazích nad 20° a nad 1 500 m n. m. byla míra disturbancí v nestejnověkých porostech naopak vyšší
- Podíl vysoce intenzivních disturbancí nižší jen o 3,8 %

Smíšené porosty zvyšují odolnost

Rozptyl hostitelů zpomaluje a zmenšuje útoky škůdců i rozpad porostů

20–50 %

nižší napadení smrku škůdci v mezidruhovém sousedství

Pretzsch et al. 2020 (Kranzberg)

+11 % / +6 %

vyšší rezistence / resilience smrku ve směsi

Goisser et al. 2016

buk + dub

buk ve směsi s dubem výrazně rezistentnější i resilientnější než v monokultuře

Pretzsch et al. 2013

Reakce dřevin na sucho v čistých porostech (Pretzsch et al. 2013)

Smrk
nejnižší rezistence, ale nejrychlejší zotavení

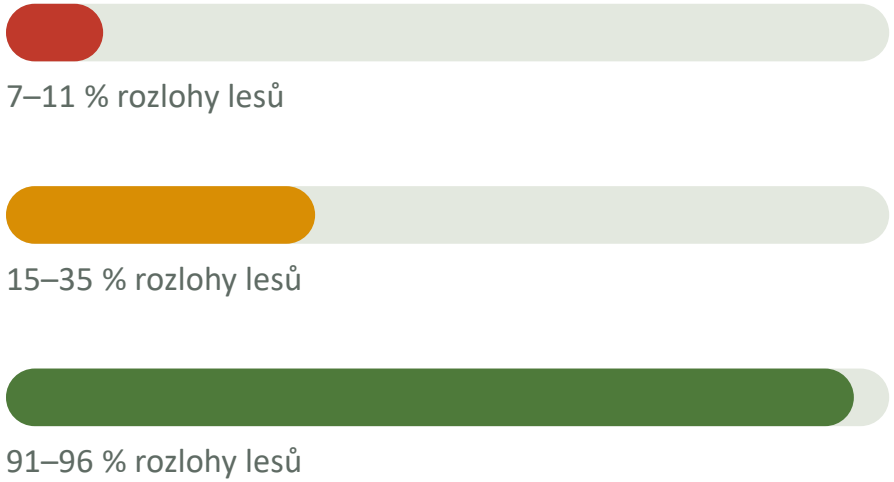
Dub a buk
vyšší rezistence, ale pomalejší zotavení

Buk ve směsi s dubem
hypotéza hydraulického zdvihu vody dubem

Dřevinná skladba v ČR

Od homogenních smrkových porostů k druhově pestrým lesům

Plocha lesů ČR vhodná pro pěstování 2041–2060 (GCM)



11 %

podíl smrku v potenciální přirozené vegetaci ČR

z 43 na 20 %

modelovaný pokles podílu smrku do 2070 (CBM-CFS3)

z 600 na 900 m

posun klimatického optima smrku od 60. let 20. stol.

Směr úprav

- Smrk: snížit cílové zastoupení řádově o 30–60 % oproti OPRL
- Buk a jedle: celkově bez výrazné změny, ale výškové posuny (zejména jedle)
- Dub: nárůst vitality ve 4.–5. LVS a níže; limitem budou příliš aridní oblasti (mediterránní druhy)
- Posílit meliorační a zpevňující dřeviny jako stabilizační prvek
- Směsi dřevin pionýrské/cílové; slunné/stinné

Asistovaná migrace a nové dřeviny

Provenience a druhy z oblastí s klimatem, které očekáváme u nás

Provenience domácích druhů

- Zvýšení genetické pestrosti v rámci druhu
- Provenience z oblastí, jejichž současné klima odpovídá predikci pro ČR
- Švýcarsko a Německo vyhodnocují provenience jedle a buku ze severní a střední Itálie a z Rumunska

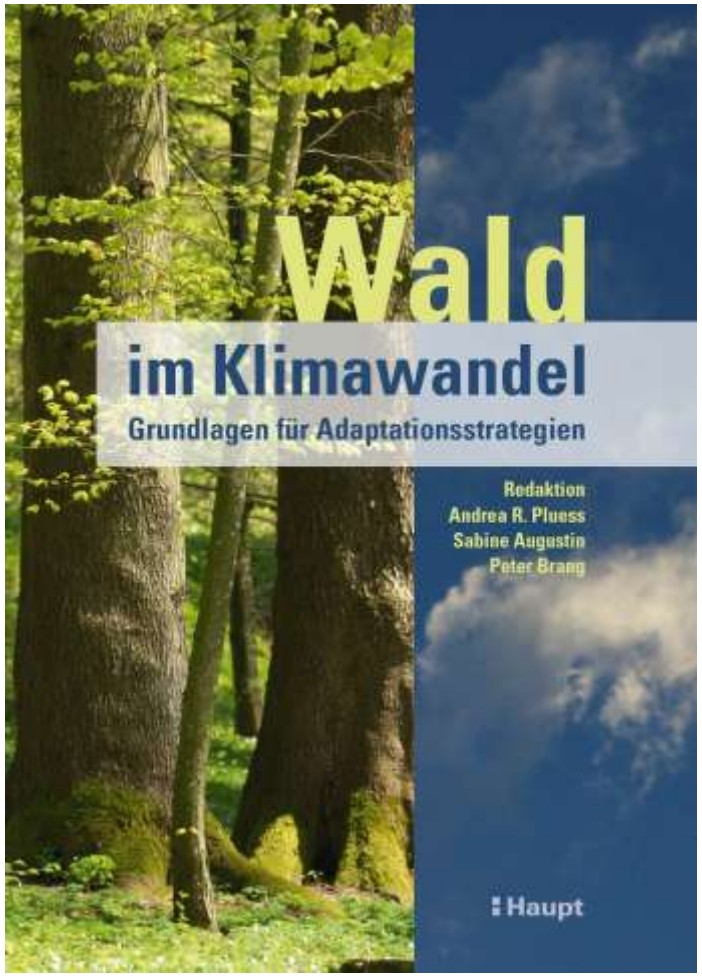
Druhy pro porostní směsi

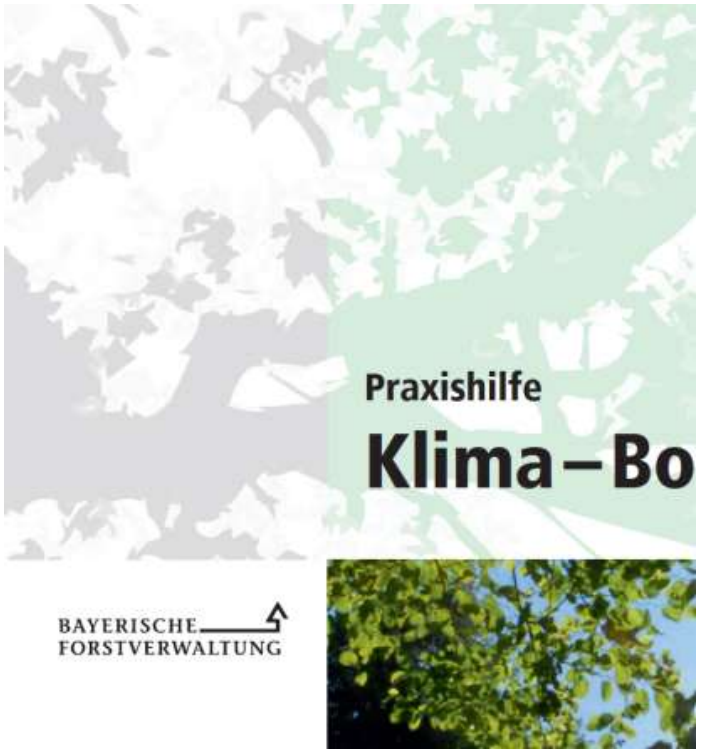
Středomoří, Pyrenejský poloostrov, Malá Asie

- douglaska tisolistá
- buk východní
- kaštanovník jedlý
- ořešáky
- dub cer
- dub pýřitý
- dub žlutavý
- dub mnohoplodý
- dub balkánský

Teplomilné duby: certifikovaná metodika VÚLHM – Přehled a potenciál využití autochtonních druhů teplomilných dubů v měnících se klimatických podmínkách (2026)

Literatura a zdroje

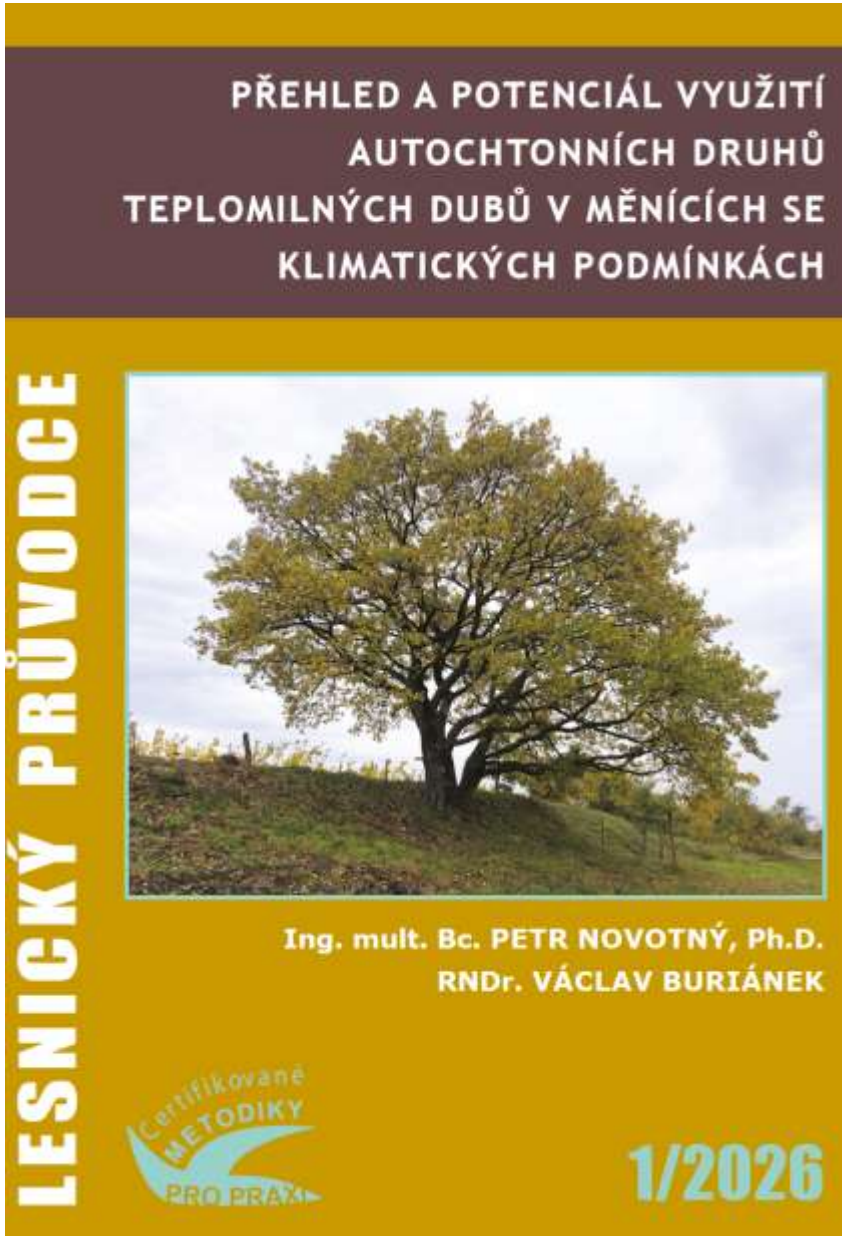




- Pluess A. R., Augustin S., Brang P. (red.): Wald im Klimawandel – Grundlagen für Adaptationsstrategien. Haupt.
- Bayerische Forstverwaltung: Praxishilfe Klima – Boden – Baumartenwahl.
- Hanewinkel M. et al. 2013: Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land.
- Fakta o klimatu (data ČHMÚ): faktaoklimatu.cz
- Mikita T. 2016: modelování podmínek pro pěstování dřevin (GCM IPSL).

https://www.vulhm.cz/lesnicky-pruvodce/





ZLV online | VÚLHM
https://www.vulhm.cz/zlv-online/

https://scholar.google.com/

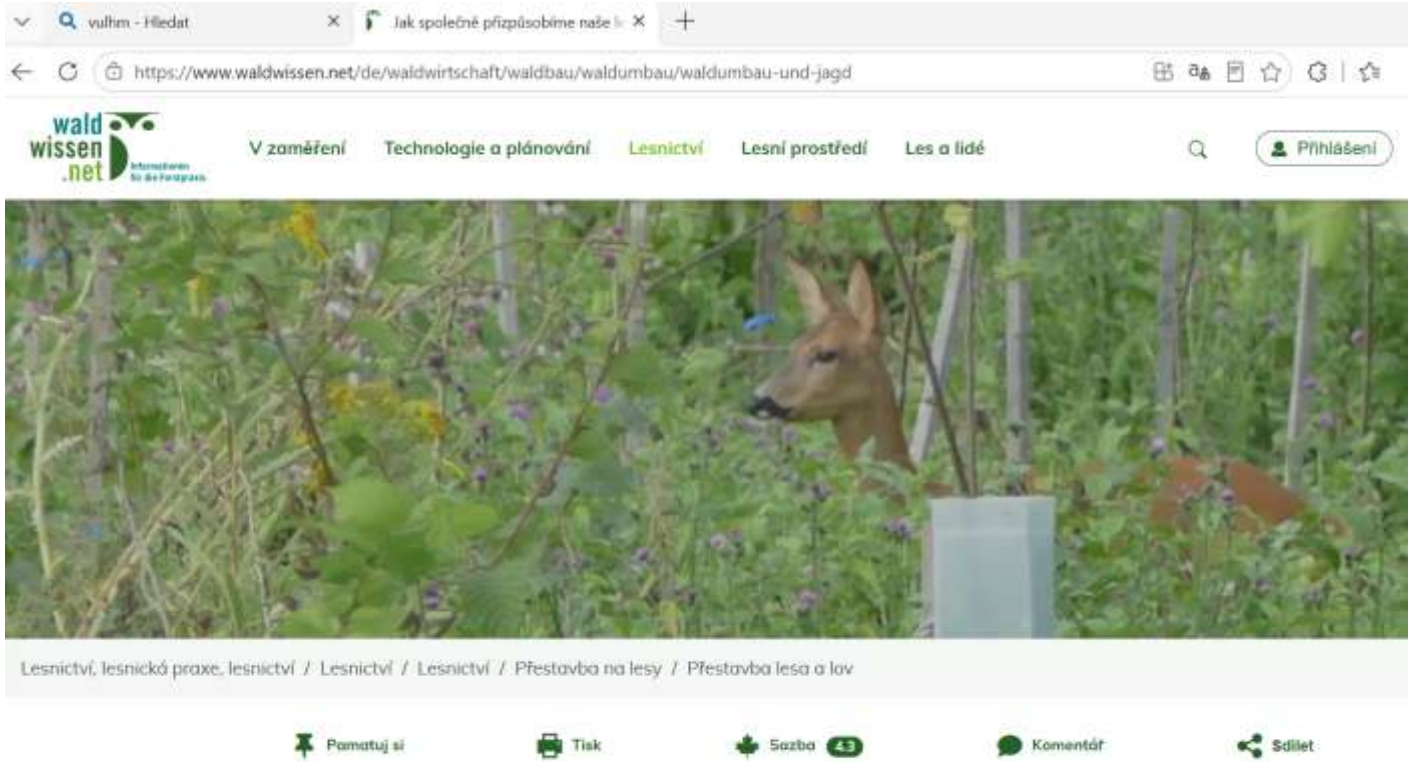
waldwissen.net — společný portál FVA BW, LWF, BFW a WSL:
https://www.waldwissen.net/de/

Fakta o klimatu
https://faktaoklimatu.cz/

InterSucho
https://www.intersucho.cz/cs/

DendroNetwork
https://dendronet.cz/

Klimatická změna
https://www.klimatickazmena.cz/



FVA Redakce Lesnického výzkumného ústavu Bádensko-Württembersko

Jak společně přizpůsobíme naše lesy změně klimatu?

Jak může přeměna lesa uspět v boji proti změně klimatu a jakou roli v tom hraje lov? Pět nových videí ukazuje, jak spolu vývoj lesa a lov na zvěř vzájemně působí a proč je dialog mezi vlastnictvím lesa, lesnickou praxí a lovem klíčový pro klimaticky odolné lesy.

Děkuji za pozornost

Prostor pro dotazy a diskusi

