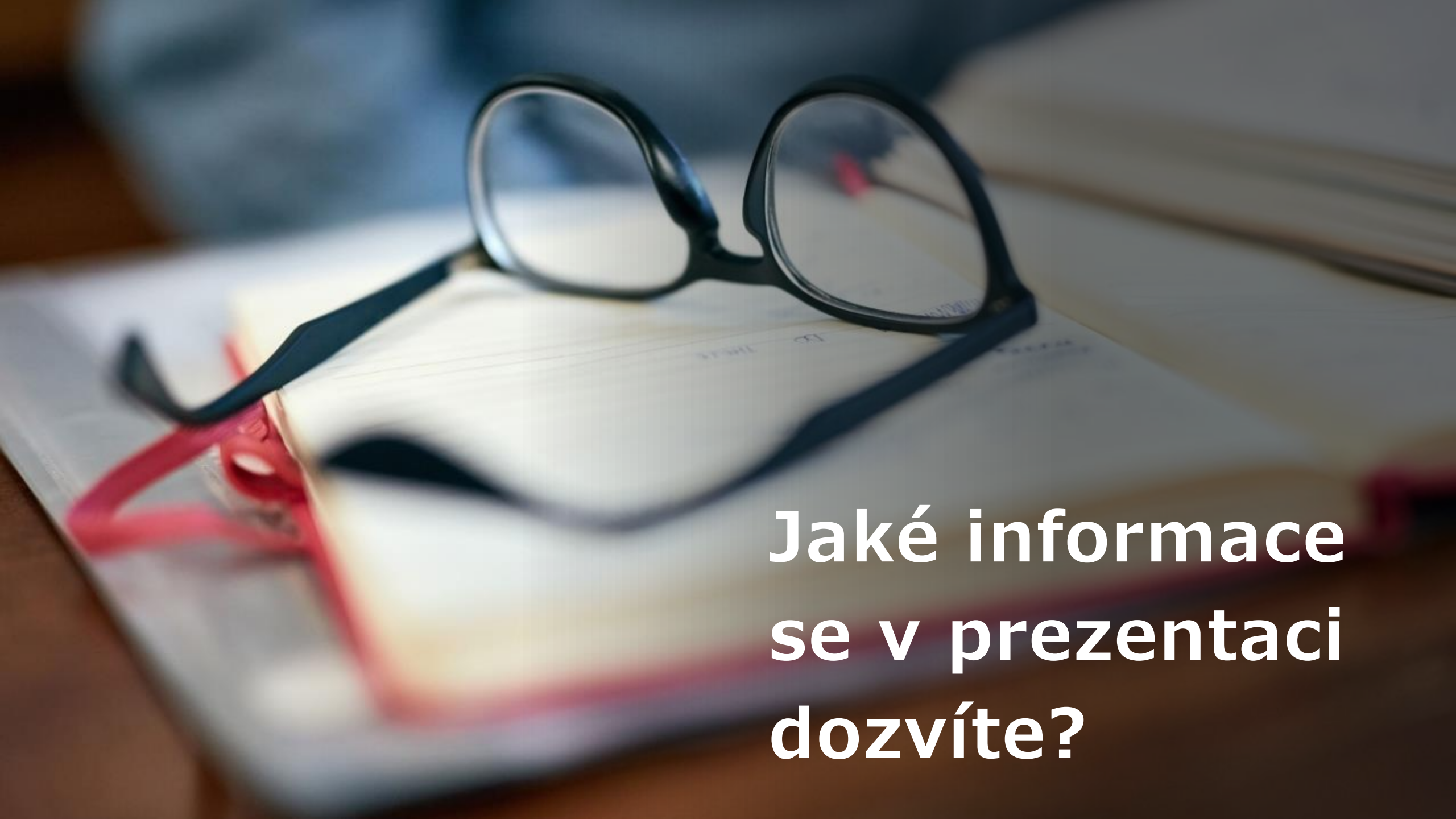




Potenciál a rizika pěstování smíšených porostů

Zdeněk Vacek, Stanislav
Vacek, Jan Cukor, Jakub Černý

11. září – Strašice

A pair of black-rimmed glasses is resting on a stack of papers. A red ribbon bookmark is visible on the left side of the stack. The background is blurred, showing more papers and a wooden surface.

**Jaké informace
se v prezentaci
dozvíte?**

Potenciál a rizika pěstování smíšených porostů

Škody zvěří

Produkce

Strukturu lesa

Dendrochronologie

Atraktivita dřevin,
smíšení

Dendrometrické
parametry, zásoba

Diverzita, tloušťková
struktura

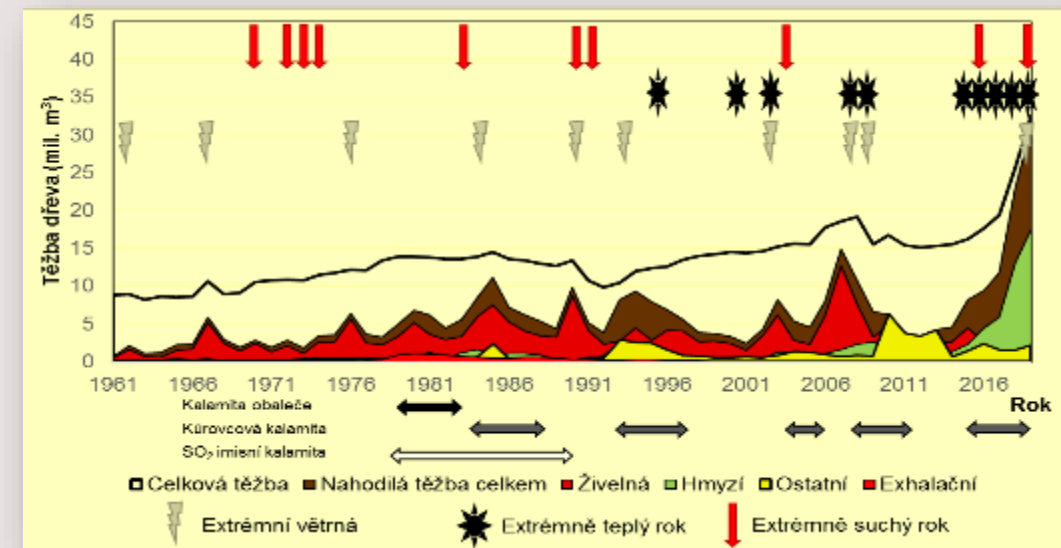
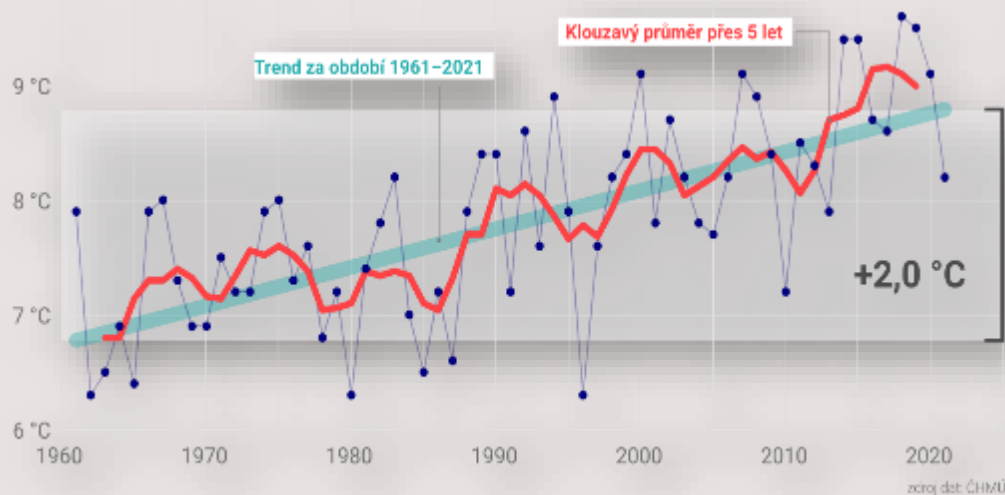
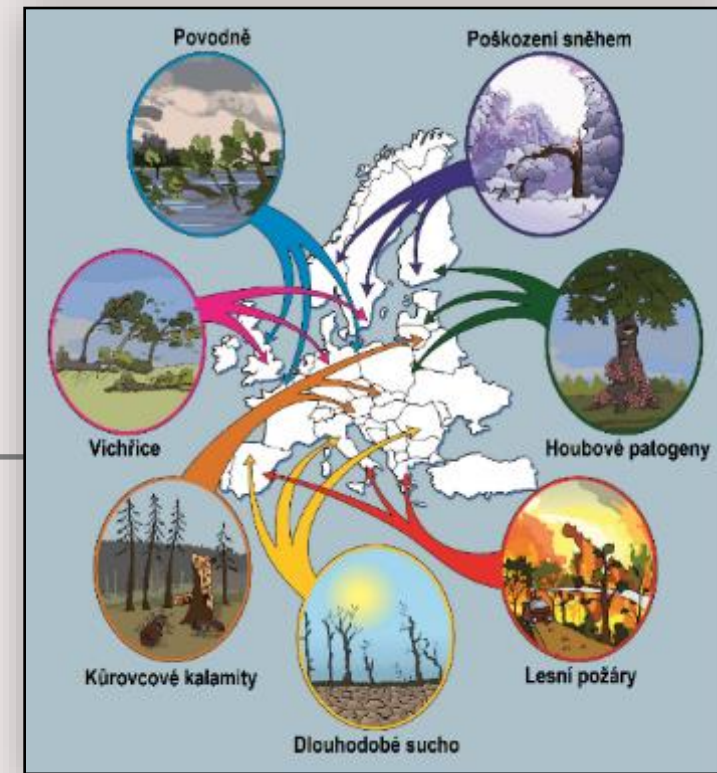
Přírůst, imise,
klimatická změna

Rozbor problematiky



Klimatická změna

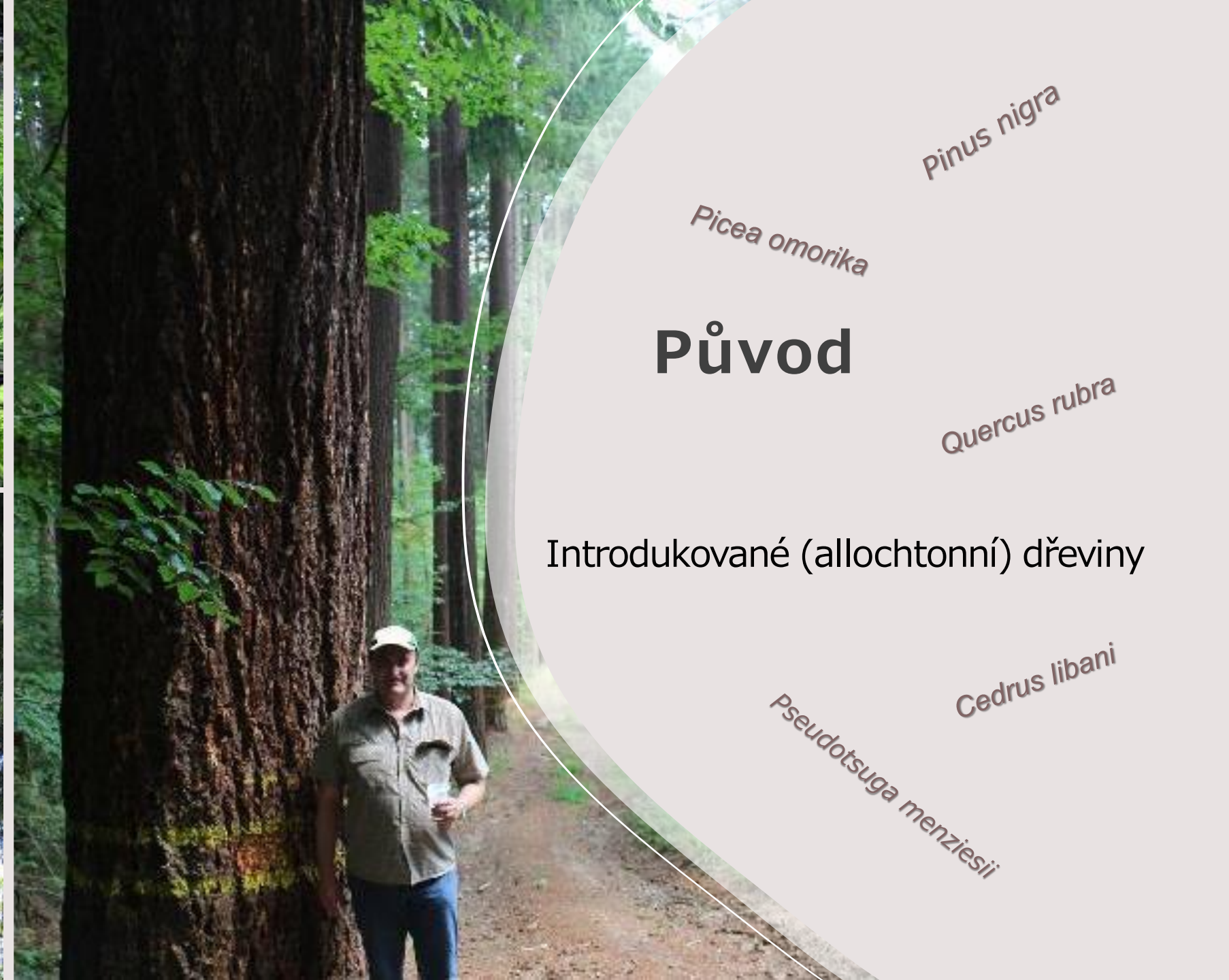
- **Transformace krajiny a lesů lidskou činností** – smíšené porosty v ČR zauímají pouze 27 %, přičemž jejich podíl původně dosahoval 80 %
- **Negativní dopady klimatické změny** → zvyšování teploty, změna distribuce srážek, zvyšující se četnost extrémních jevů (sucho vs. přívalové deště a povodně)



Původ a smíšení

- Generativní x vegetativní
- Autochtonní x allochtonní
- Druhy x populace
- Monokultura x smíšený porost
 - ❑ Smíšený (s příměsí nad 20/30 %, věk do/nad 40 let)
 - ❑ Dřeviny: Hlavní (nad 30 %), přimíšené (10-30 %), vtroušené (do 10 %)





Pinus nigra

Picea omorika

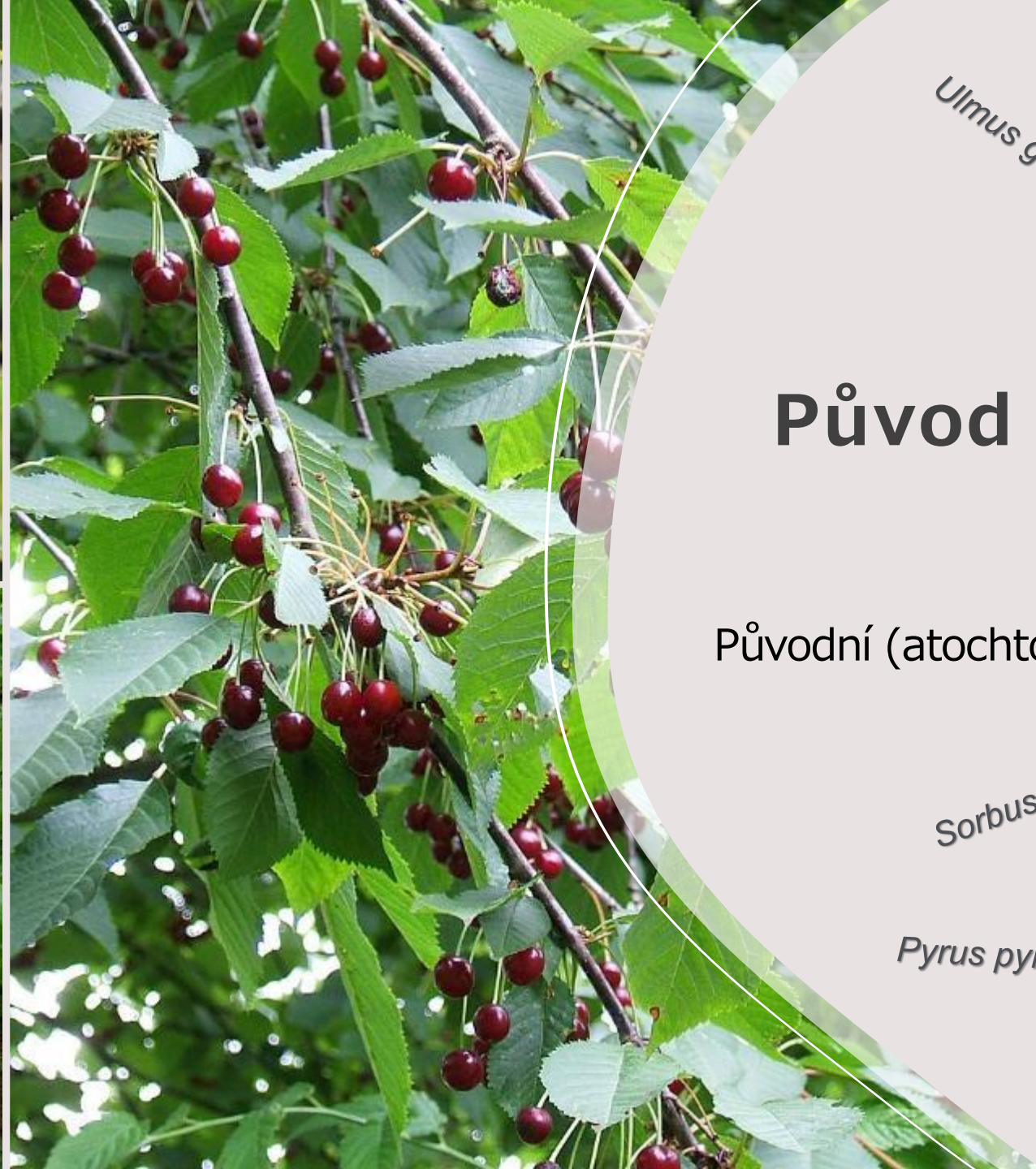
Původ

Quercus rubra

Introdukované (allochtonní) dřeviny

Pseudotsuga menziesii

Cedrus libani



Ulmus glabra

Původ

Sorbus domestica

Původní (atochtonní) dřeviny

Sorbus torminalis

Pyrus pyraeaster

Prunus avium

Forma smíšení

- ❑ Jednotlivá
- ❑ Hloučkovitá (3-4 jedinci)
- ❑ Skupinkovitá (do 0,01 ha)
- ❑ Skupinovitá (0,01-0,2 ha)
- ❑ Ostrůvkovitá (0,2-0,5 ha)
- ❑ Plošná (nad 0,5 ha)



Diverzita lesa

- **Druhová diverzita**
 - ❑ Bohatost, vyrovnanost, různorodost
- **Strukturální diverzita**
 - ❑ Výšková a tloušťková diferenciacce
 - ❑ Vertikální a horizontální struktura
- **Celková diverzita**



Druhová diverzita

- ❑ **Druhová bohatost** = počet dřevin v porostu
- ❑ **Druhová vyrovnanost** = relativní zastoupení jednotlivých dřevin ve porostu (nejvyšších hodnot dosahuje při rovnoměrném relativním zastoupením všech druhů)
- ❑ **Druhová různorodost** = kombinace bohatosti a vyrovnanosti



Druhová skladba

- ❑ **Doporučená** porostní skladba – hospodařením se snažíme dosáhnout funkční, ekologické a ekonomické optimalizace
- ❑ **Přirozená** – dřevinná skladba bez vlivu člověka za současných podmínek
- ❑ **Současná**





Jehličnaté monokultury

- Disturbance – kůrovcová kalamita, sucho, větrné polomy
- Nízká znalost lesního hospodáře
- Ekonomický profit???

Smíšené lesy

- Lepší adaptabilita ke klimatické změně a znečištění prostředí
- Vyšší produkční potenciál
- Vyšší diverzita, bohatá struktura
- Náročnost na výchovu a znalosti (praxe)
- Vyšší škody zvěří

**Potenciál
smíšených porostů?**

Pěstování monokultur

2018-2021

Plocha: 235 tis. ha lesů - kůrovec (12 % ČR)
Nezpracované dříví: 19 mil. m³
Kůrovcová těžba: 93 mil. m³
Ekonomická ztráta: 140 miliard Kč

- **Pěstování monokultur** smrku a borovic (ekonomický profit, bez nutnosti znalostí)



- **Plošné disturbance** a snížená stabilita porostů (sucho, vítr, exhalace, kůrovcová kalamita)



- **Degradace prostředí** – eroze půdy, ztráta retence vody, ...
- **Ekonomické důsledky**



Kůrovcová kalamita a škody zvěří

- V ČR jsou **škody zvěří zastíněné současnou kůrovcovou kalamitou**
- **V důsledku kůrovcové kalamity**, vzniku rozsáhlých holin a následné limitace mysliveckého managementu v hustých mlazinách se očekává **nárůst populace spárkaté zvěře** a s tím i spojených **škod na lesních porostech**



Zásady tvorby porostních směsí

- ❑ způsob a časový harmonogram vzniku a vytváření smíšených porostů,
- ❑ volba dřevin pro smíšené porosty,
- ❑ podíl dřevin ve smíšených porostech (obnovní i provozní cíl),
- ❑ předpoklad vývoje smíšených porostů,
- ❑ forma smíšení (hloučkovitá, skupinovitá, řadová), péče o mladé smíšené porosty.



Zásady tvorby porostních směsí



- ❑ **Kombinace světlomilných a stínomilných dřevin** a jejich ekologických nároků, a to včetně s různou hloubkou kořenových systémů
- ❑ **Příměs cenných listnáčů** (třešeň, břek, ...)

BUK + SMRK + JEDLE = HERCYNŠKÁ SMĚŠ

BUK + MODŘÍN

BUK + DOUGLASKA

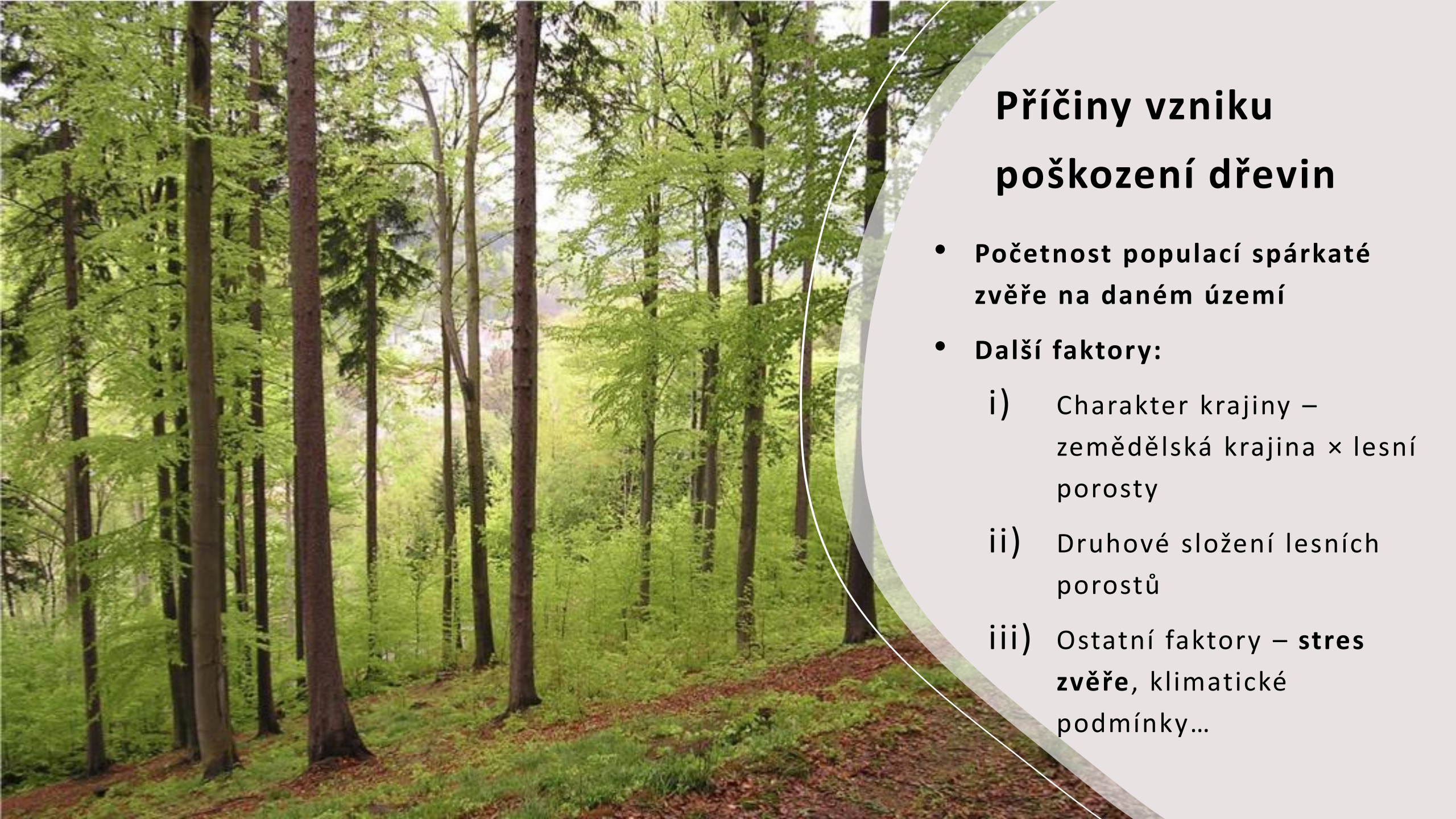
DUB + BUK

DUB + HABR

DUB + BOROVICE



Škody zvěří



Příčiny vzniku poškození dřevin

- Početnost populací spárkaté zvěře na daném území
- Další faktory:
 - i) Charakter krajiny – zemědělská krajina × lesní porosty
 - ii) Druhové složení lesních porostů
 - iii) Ostatní faktory – **stres zvěře**, klimatické podmínky...

Vývoj početnosti spárkaté zvěře v ČR

Definice přemnožení zvěře:

(1) biologická kritéria - zejména fyzická kondice daného druhu zvěře, (např. srnčí zvěř lov vs. vysoký úhyn)

(2) ekologická kritéria - negativní dopad na jednotlivé složky ekosystému, tedy na rostliny či další druhy zvířat (přiroz. obnova)

(3) socioekonomická kritéria - konflikty volně žijících živočichů s lidmi a lidským hospodařením (dopad na lidské zdraví, ekonomické dopady)

Škody zvěří

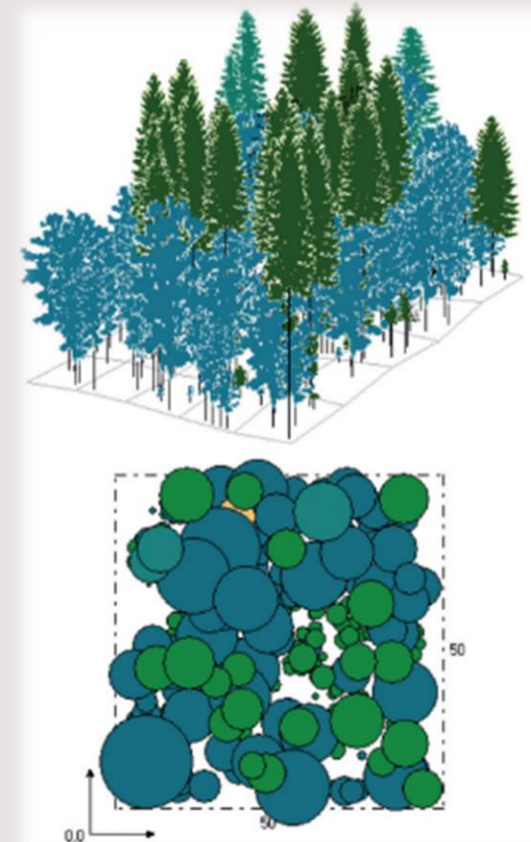
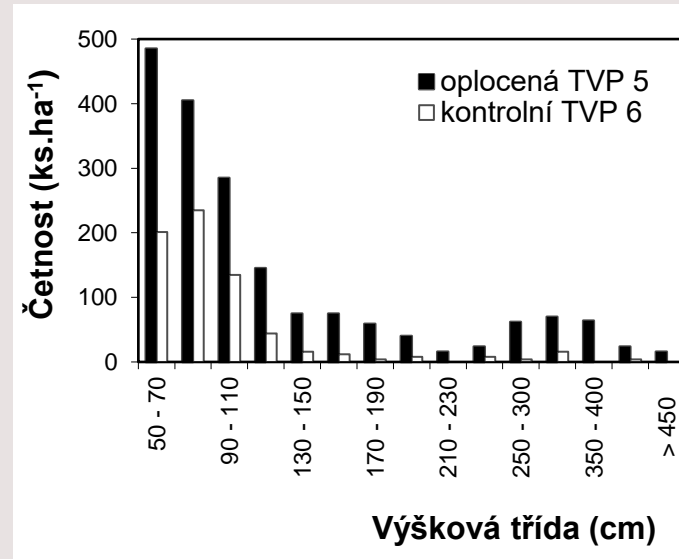
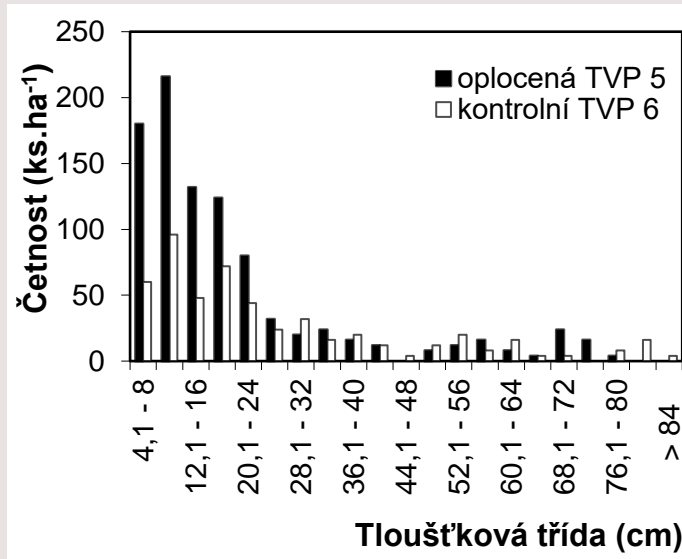
- ❑ Okus, ohryz, loupání, vytloukání, vyrývání sazenic
- ❑ Atraktivita dřevin (listnáče a jedle)
- ❑ Podíl dřeviny × intenzita okusu
- ❑ Pěstování smíšených lesů = vyšší škody zvěří!



Škody zvěří

Orlické hory

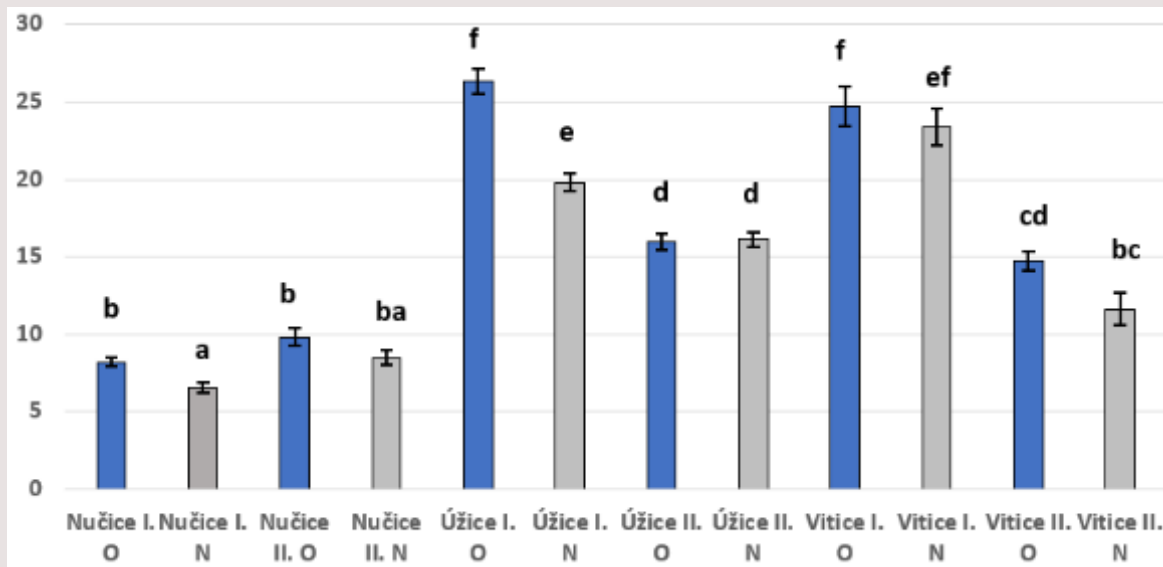
- ❑ Na oplocené TVP 1 852 ks/ha s 56 % SM, 21 % BK, 17 % JD, 6 % JR
- ❑ Na kontrolní TVP 688 ks/ha s 50 % SM, 40 % BK, 7 % JD a 3 % JR



Škody zvěří

Lesy ČZU Kostelec nad Č. lesy

- Po 2 letech po oplocení zjištěna signifikantní vyšší výška na oplocených plochách, vyšší početnost a **druhov**á diverzita



Škody zvěří – atraktivita dřevin

	Nad. výška	SLT	TVP	BK	SM	JD	JR	KL	BR	MD	DB	JS	HB	BO
Orlické hory	810-820	6V, 6S	4	59,8	18,4	87,7	86,7	-	-	-	-	-	-	-
Krkonoše	940-1110	6S, 7K	4	78,4	14,1	100,0	76,0	91,1	-	-	-	-	-	-
Broumovsko	530-655	4A, AC, 5A, 5B	6	51,2	12,0	66,7	-	46,8	33,2	7,3	-	-	-	-
Jizerské hory	640-810	6S, 6A	8	6,0	3,0	68,0	82,0	100,0	41,0	-	-	-	-	-
Krušné hory	635-804	4C, 4S, 5S, 6S	8	81,0	31,0	-	89,0	98,0	83,0	-	50,0	-	-	-
Křivoklátsko	444-478	3B, 3S	8	93,0	-	-	66,0	97,0	83,0	-	94,0	81,0	97,0	-
Brdy	515-550	3A, 3B, 3H	8	91,0	87,0	100,0	-	91,0	-	57,0	98,0	89,0	94,0	100,0
Český kras	412-433	2A, 2W, 3W	3	23,1	-	-	-	64,4	-	-	29,3	40,5	46,7	100,0
Kostelecké bory	410-425	0Z	6	92,8	19,4	-	-	-	2,3	-	-	-	-	12,2
Třebechovice	575-630	1M	6	100,0	8,0	100,0	65,0	-	-	40,0	-	-	-	6,0
Průměr				67,6	24,1	87,1	77,5	84,0	48,5	34,8	67,8	70,2	79,2	54,6

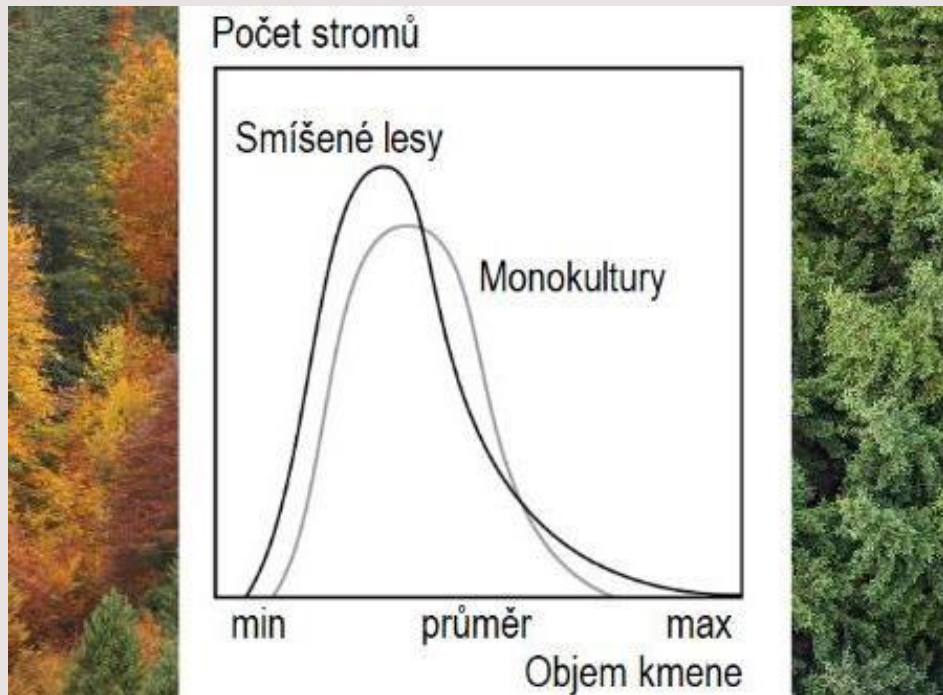
- ❑ Nejvyšší škody okusem u JD – 87,1 %, KL – 84,0 %, HB – 79,2 %
- ❑ Nejnižší škody okusem u SM – 24,1 %, MD – 34,8 %, BR – 48,5 %
- ❑ **S klesajícím podílem v druhové skladbě atraktivnost dřeviny roste**

A small green seedling with several leaves is growing out of a crack in a dark asphalt surface. The background is a blurred, light-colored sky. A white curved line graphic is on the left side of the image.

Produkční potenciál smíšených porostů

Produkční potenciál smíšených porostů

Střední Evropa (Pretzsch et al. 2016) – 146 TVP

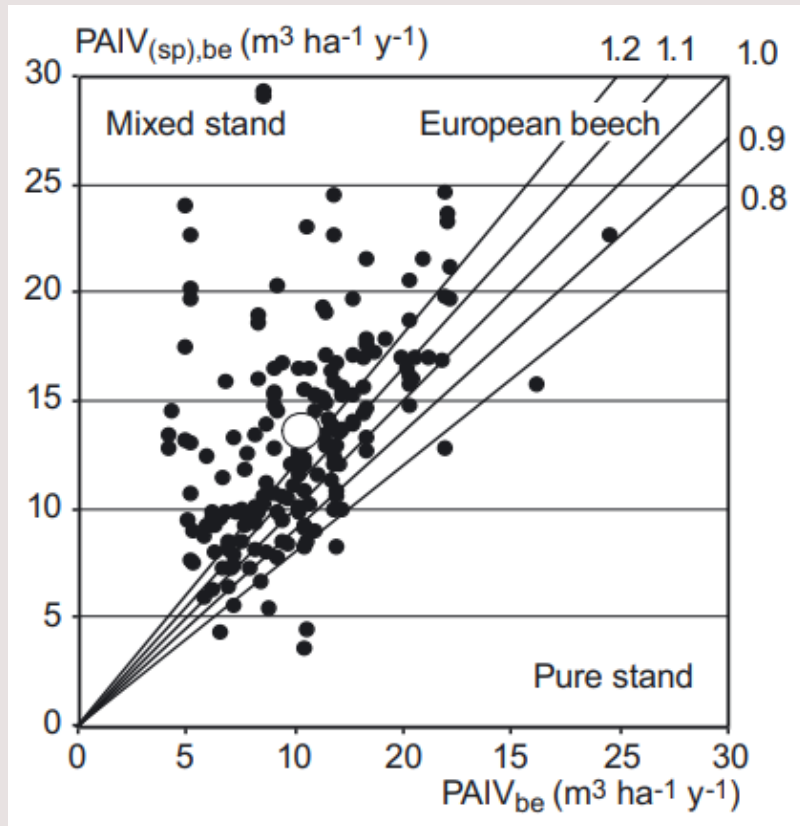


□ Smíšené lesy oproti monokulturám:

- **Vyšší počet stromů**, zakmenění a součet korunových projekcí
- **Vyšší asymetrie růstu** stromů v porostu (např. min. vs. Max. DBH)
- **Vyšší produktivita** spojená s vyšším hustotou stromů a vyplnění zápoje (o 7 – 18 %)
- Vyšší benefit příměsi pro BK (např. s DG) než u SM

Produkční potenciál smíšených porostů

Střední Evropa (Pretzsch et al. 2010)



☐ Smíšené lesy oproti monokulturám:

- ☐ Porostní zásoba od -46 % do +138 % v závislosti na **kombinaci dřevin a stanovišti**
- ☐ Zvýšení produkce smrkových porostů příměsí buku na chudých stanovištích, zatímco produkci bukových porostů lze podpořit příměsí smrku na bohatých stanovištích (kombinace druhové interakce a živin)

+41 %

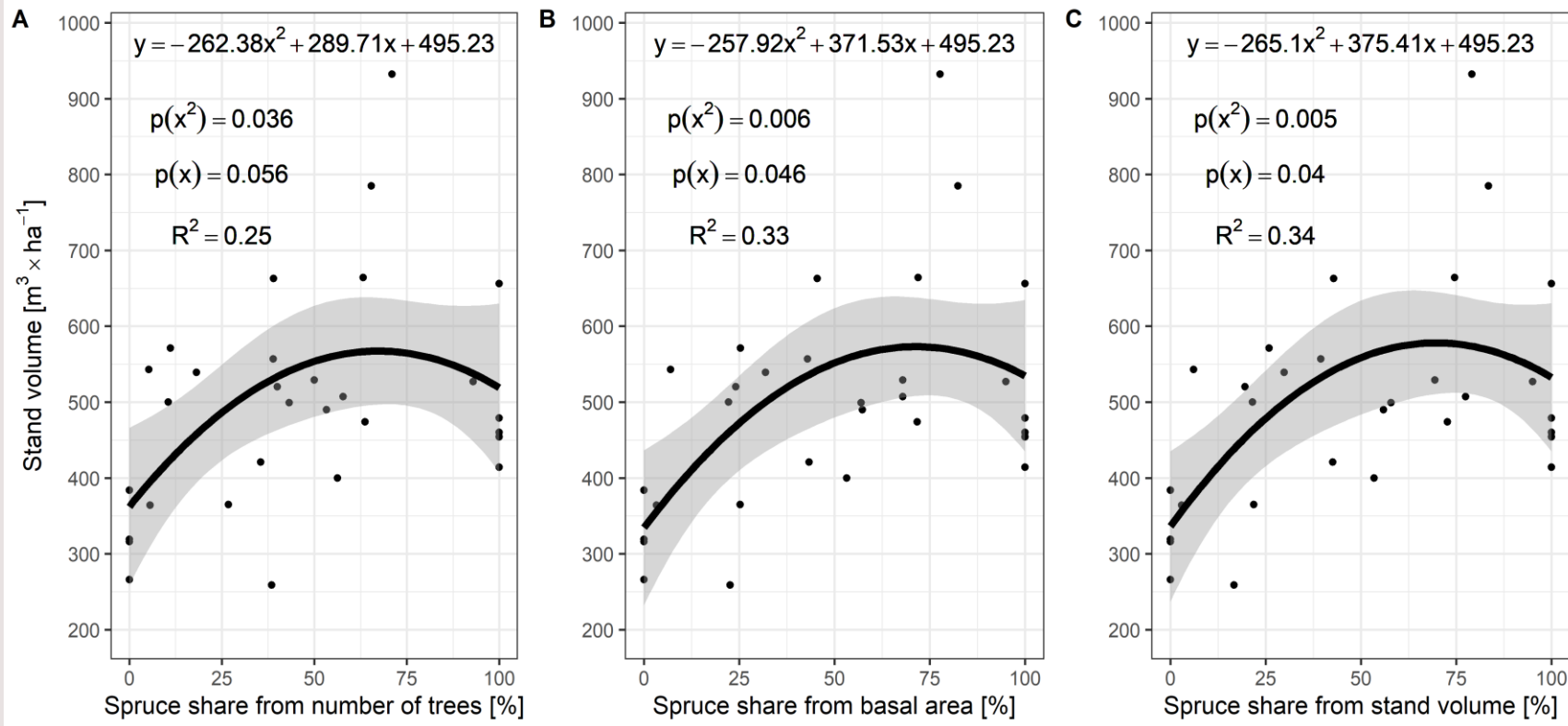
Produkční potenciál smíšených porostů

Krkonoše

Varianta	Výčetní tloušťka	Výška	Objem kmene	Počet stromů	Kruhová základna	Porostní zásoba	Štíh. kvoc.	CPP	Stupeň zápoje	Zakmen.
	(cm)	(m)	(m ³)	(trees ha ⁻¹)	(m ² ha ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)		(m ³ ha ⁻¹ y ⁻¹)	(%)	
SM 100%	52.1	24.0	2.31	228	46.1	499	46.2	2.32	70.8	0.58
SM 75:25 JD	50.0	24.8	2.22	295	58.0	656	49.8	3.12	85.2	0.76
SM 50:50 BK	50.2	22.8	2.10	249	48.4	512	46.1	2.43	87.8	0.66
SM 25:75 BK	44.7	21.9	1.70	261	41.0	445	49.4	2.17	90.0	0.60
BK 100%	41.2	24.6	1.62	236	30.5	365	59.9	1.82	78.4	0.49

Nejproduktivnější varianta podle kruhové základny SM 75 % a BK 25 %

Produkční potenciál smíšených porostů



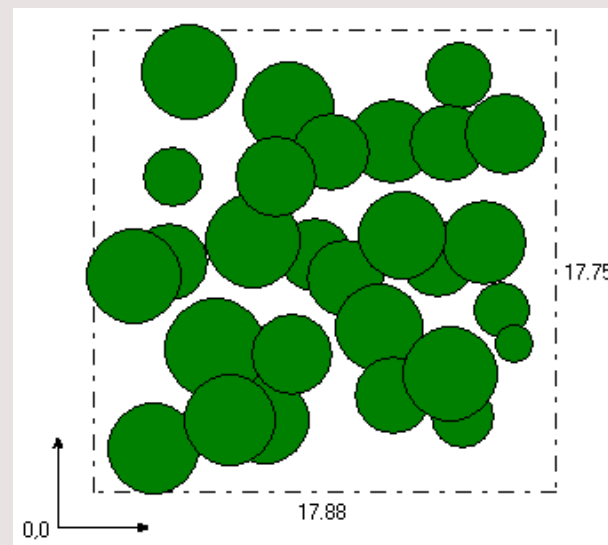
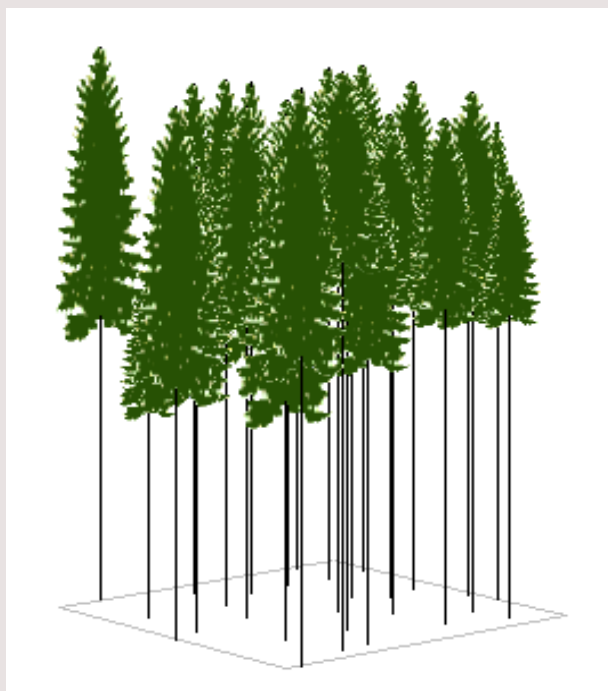
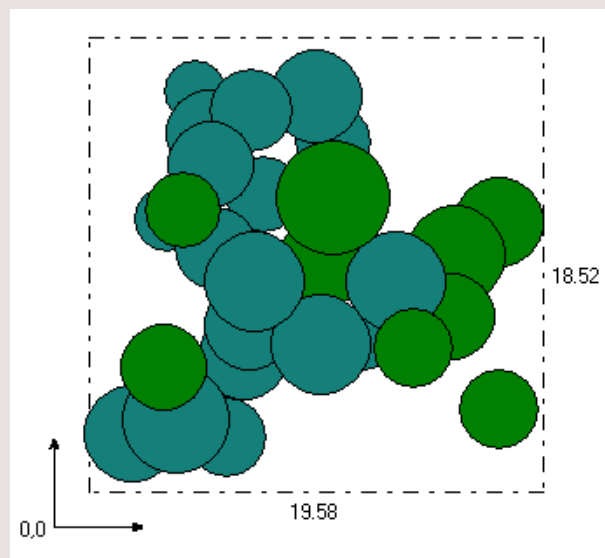
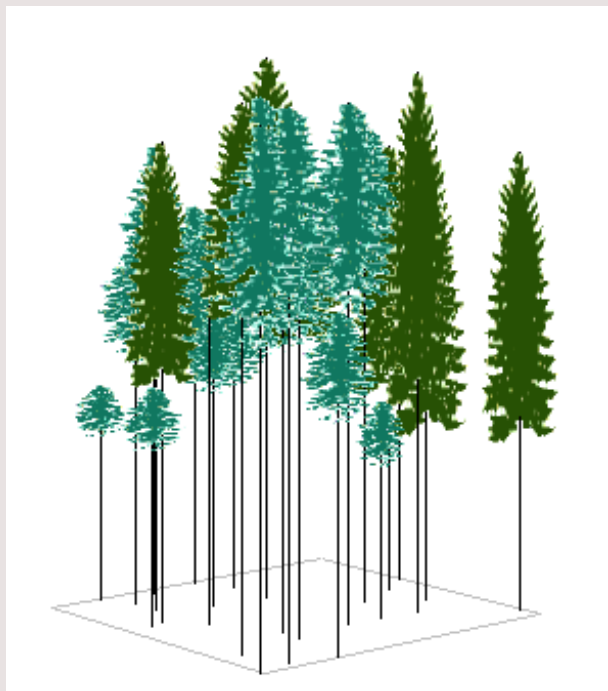
- **Zvýšení radiálního přírůstu** o 8 % u BK a o 3 % u SM za 50 let
- **Smíšené lesy** dosahovaly **vyšší produkce o 8 %** v porovnání se SM monokulturami, až o **47 %** v porovnání s BK monokulturami – vyšší přírůst a počet stromů
- Optimální poměr SM 70:30 BK → nejvyšší produkce ($656 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)

Produkční potenciál smíšených porostů

Jeseníky

TVP	Dřevina	Výčetní tloušťka	Výška	Objem kmene	Počet stromů	Kruhová základna	Zásoba porostu	Štíh. kvoc.	CPP	Stupeň zápoje	Zakmen.
		cm	m	m ³	ks.ha ⁻¹	m ² .ha ⁻¹	m ³ .ha ⁻¹		m ³ .ha ⁻¹ .r ⁻¹	%	
A	JD	25,3	21,5	0,544	450	22,4	245	84,9	4,0	71,3	0,40
A	SM	36,5	26,6	1,116	225	23,5	251	72,8	4,1	49,3	0,34
A	Σ	29,5	23,2	0,735	675	45,9	496	78,6	8,0	85,4	0,74
B	JD	26,2	21,2	0,558	525	28,2	293	81,0	4,7	77,5	0,49
B	SM	32,5	24,9	0,855	425	35,1	363	76,6	5,9	65,7	0,51
B	Σ	29,2	22,9	0,691	950	63,3	656	78,3	10,6	92,3	1,00
C	JD	18,5	18,3	0,267	300	8,0	80	99,1	1,3	47,1	0,16
C	SM	32,8	26,5	0,924	575	48,5	531	80,9	8,6	75,7	0,73
C	Σ	28,7	23,7	0,698	875	56,5	611	82,6	9,9	87,2	0,89
D	SM	29,1	27,3	0,777	700	46,5	544	93,7	8,8	73,8	0,73
D	Σ	29,1	27,3	0,777	700	46,5	544	93,7	8,8	73,8	0,73

Nejproduktivnější varianta podle počtu stromů JD 55 % a SM 45 % a podle zásoby JD 45 % a SM 55 %

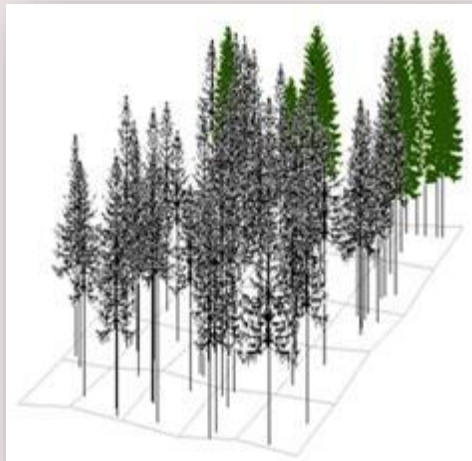


Struktura porostů

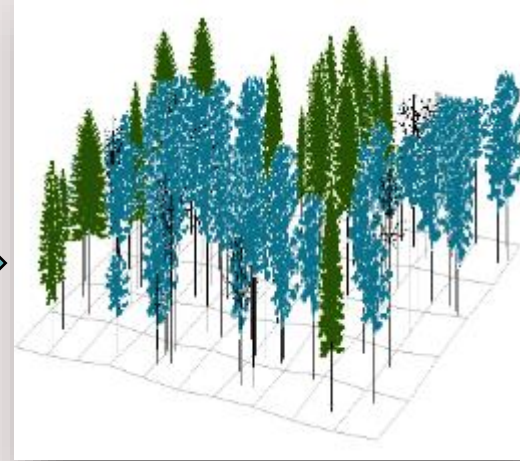
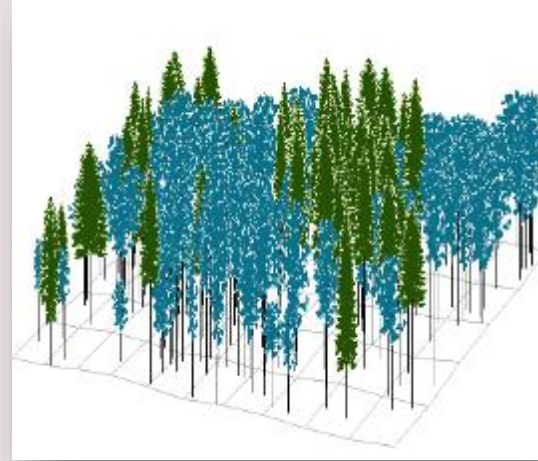
Struktura porostů

- **Smíšené lesy** významně **vyšší diverzita** (druhová, strukturální, celková)
- **Simulace vývoje** porostů po 50 letech

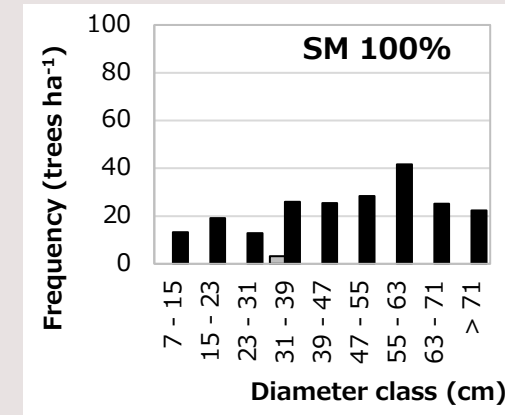
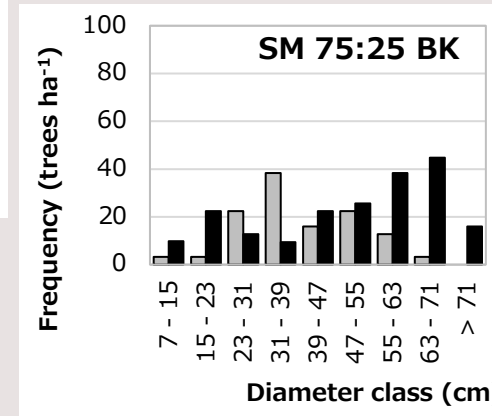
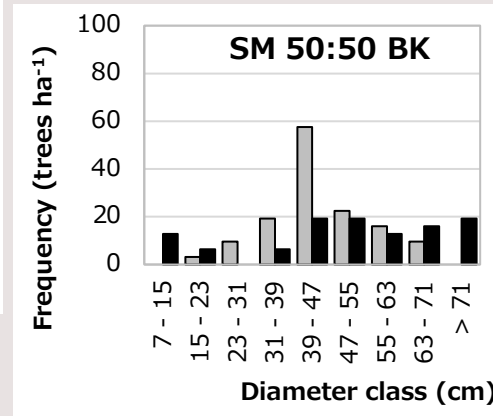
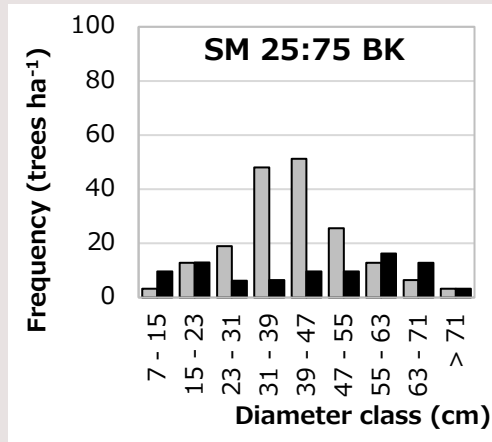
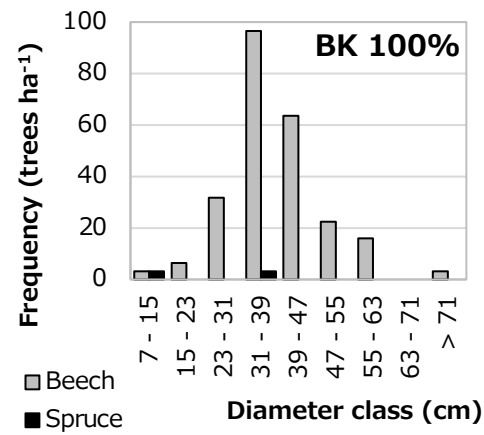
Monokultura



Smíšený porost



Struktura porostů



☐ Vyšší tloušťková a výšková diferenciacie smíšených porostů = **vyšší odolnost proti bořivým větrům**

Struktura porostů

Varianta	D (Mi)	H' (Si)	E (Pii)	R (C&Ei)	A (Pri)	S (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	K (J&Di)	B (J&Di)
SM 100%	0.009	0.015	0.028	0.705	0.441	0.684	0.291	0.257	1.171	4.011
SM 75:25 BK	0.173	0.204	0.679	0.785	0.558	0.715	0.362	0.280	1.370	5.013
SM 50:50 BK	0.182	0.288	0.959	0.798	0.613	0.696	0.311	0.244	1.419	5.003
SM 25:75 BK	0.180	0.240	0.797	0.824	0.616	0.714	0.315	0.219	1.425	5.042
BK 100%	0.017	0.025	0.052	0.689	0.561	0.415	0.212	0.152	0.851	2.785

Vysvětlivky: D – index druhové bohatosti, H' – index druhové různorodosti (entropie H'), E – index druhové vyrovnanosti, R – agregační index, A – Arten-profil index, S – index vertikální diverzity, TM_d – index tloušťkové diference, TM_h – index výškové diference, K – index korunové diference, B – index porostní proměnlivosti.

1800

1850

1900

1950

2000

EPS<0.85

Dendrochronologie

- **Negativní vliv klimatických extrémů** a vysokých koncentrací imisí (SO_2 i NO_x) na radiální **růst monokultur**
- **Zvyšování resistance** obou dřevin s jejich **klesajícím podílem** v porostu (na klimatické extrémů, sucho a znečištění ovzduší)
- **Vyšší cyklické výkyvy u monokultur** a porostů smrku
- **Cyklická dynamika** radiálního růstu v krátkodobých slunečních cyklech **9–11** a dlouhodobých obdobích **50–75 let**

1800

1850

1900

1950

2000

Time

0.000

0.0001

0.0023

0.0074

0.0147

0.0261

0.0463

0.0895

0.1689

0.3781

1.21

Power²



Závěry

Tvorba a význam porostních směsí v systému PBPL

- ❑ **Malý podíl příměsi dřevin – významný pozitivní efekt** na funkce lesa
- ❑ **Smíšené lesy** v podmínkách střední Evropy – **nejstabilnější lesní biom** schopný odolávat klimatickým výkyvům, znečištění a škůdcům
- ❑ **Vyšší produkční potenciál a sekvestrace uhlíku smíšených porostů** oproti monokulturám → mitigace a adaptace na změny klimatu
- ❑ Tvorba **pěstebně vyvážených směsí 3–4 druhů dřevin** (s různými ekologickými nároky: světelnými, půdními a s různou hloubkou kořenových systémů z hlediska příjmu vody) – **důležitý ukazatel druhová vyrovnanost** (ne bohatost!)


Tvorba a význam porostních směsí v systému PBPL

- ❑ Tvorba **bohatě strukturovaných lesů** (druhově, věkově, prostorově, geneticky – s důrazem na autochtonnost a stanovištní vhodnost)
- ❑ **Omezit redukce pozitivního vlivu smíšeného lesů nevhodnými pěstebními zásahy** (snížení počtů stromů na úroveň monokultury, těžba stínomilných druhů, ...)
- ❑ Až 90 % lesní půdy v ČR vhodnost pro pěstování smíšených lesů
- ❑ **Smíšené lesy = budoucnost českých lesů pro další generace**



Doporučená odborná literatura

- ❑ Pretzsch, H., & Schütze, G. (2016). Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands. *European journal of forest research*, 135(1), 1-22.
- ❑ Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Dong, P. H., Kohnle, U., Nagel, J., ... & Zingg, A. (2010). Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science*, 67(7), 712.
- ❑ Pretzsch, H. (2019). The effect of tree crown allometry on community dynamics in mixed-species stands versus monocultures. A review and perspectives for modeling and silvicultural regulation. *Forests*, 10(9), 810.
- ❑ Pretzsch, H., Schütze, G., & Uhl, E. (2013). Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by inter-specific facilitation. *Plant Biology*, 15(3), 483-495.
- ❑ Vacek, Z., Prokúpková, A., Vacek, S., Bulušek, D., Šimůnek, V., Hájek, V., & Králíček, I. (2021). Mixed vs. monospecific mountain forests in response to climate change: structural and growth perspectives of Norway spruce and European beech. *Forest Ecology and Management*, 488, 119019.
- ❑ Vacek, Z., Vacek, S., & Cukor, J. (2023). European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332, 117353.

An aerial photograph of a vast forest during autumn. The trees are covered in a mix of vibrant yellow, orange, and red leaves, interspersed with dark green evergreens. The forest extends to the horizon under a hazy, overcast sky. In the top right corner, a few bare tree branches are visible. A large, dark, semi-transparent circular graphic is overlaid on the left side of the image, containing the text.

**Děkuji za
pozornost**