



Evropská unie  
Evropský sociální fond  
Operační program Zaměstnanost



# UNIVERZITA STAROSTY 2018

12. - 14. 9. 2018 Radešín

Téma : Adaptační strategie v pěstování lesů ve spojení s globální změnou klimatu


Lektor: Radek Pokorný, *MENDELU* - Mendelova univerzita v Brně ([www.mendelu.cz](http://www.mendelu.cz))



Projekt „Podpora vzdělávání volených zástupců obcí I. typu“ reg. č. CZ.03.4.74/0.0/0.0/16\_033/0002997 je spolufinancován z EU.



# Obsah přednášky

- 
- # Současný stav lesa - monitorování lesních ekosystémů v ČR
    - # Národní inventarizace lesů
    - # Sítě: ICP Forests / CzechTerra
    - # CzeCOS - ekosystémové stanice s Eddy-kovariancí
    - # Současný stav lesů ČR v historickém kontextu
    - # Náchylnost dřevin k poškození abiotickými a biotickými faktory
  - # Předpovídané změny růstových podmínek a potenciálního rozšíření dřevin
  - # Adaptační strategie



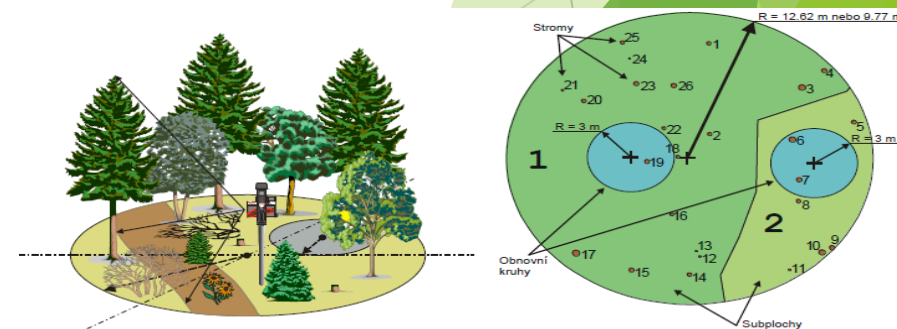
# Národní inventarizace lesů



<http://www.uhul.cz>

- ▶ Dříve- monitoring růstu lesa na lokální úrovni
- ▶ Nyní- Národní inventarizace lesů
  - ▶ I (2001 - 2004), II (2011 - 2015)

NIL2 doplňuje statický charakter informací NIL1 o vývojové trendy (např. odhad změny rozlohy lesních pozemků, odhad změny celkové zásoby dříví) a především o dynamické veličiny (např. odhad množství vytěženého dříví, odhad přírůstu dříví, přesuny rozlohy území mezi sledovanými kategoriemi pozemků), které nebyly nikdy v historii ČR publikovány na základě údajů přímo zjišťovaných opakovaným šetřením na identických lokalitách v terénu. V rámci druhého cyklu byla založena nová inventarizační síť, na které bude v budoucnu probíhat kontinuální inventarizace (NIL3, 2016-2020).



Inventarizační plocha s kruhovými obnovními ploškami (příklad).



# CzechTerra

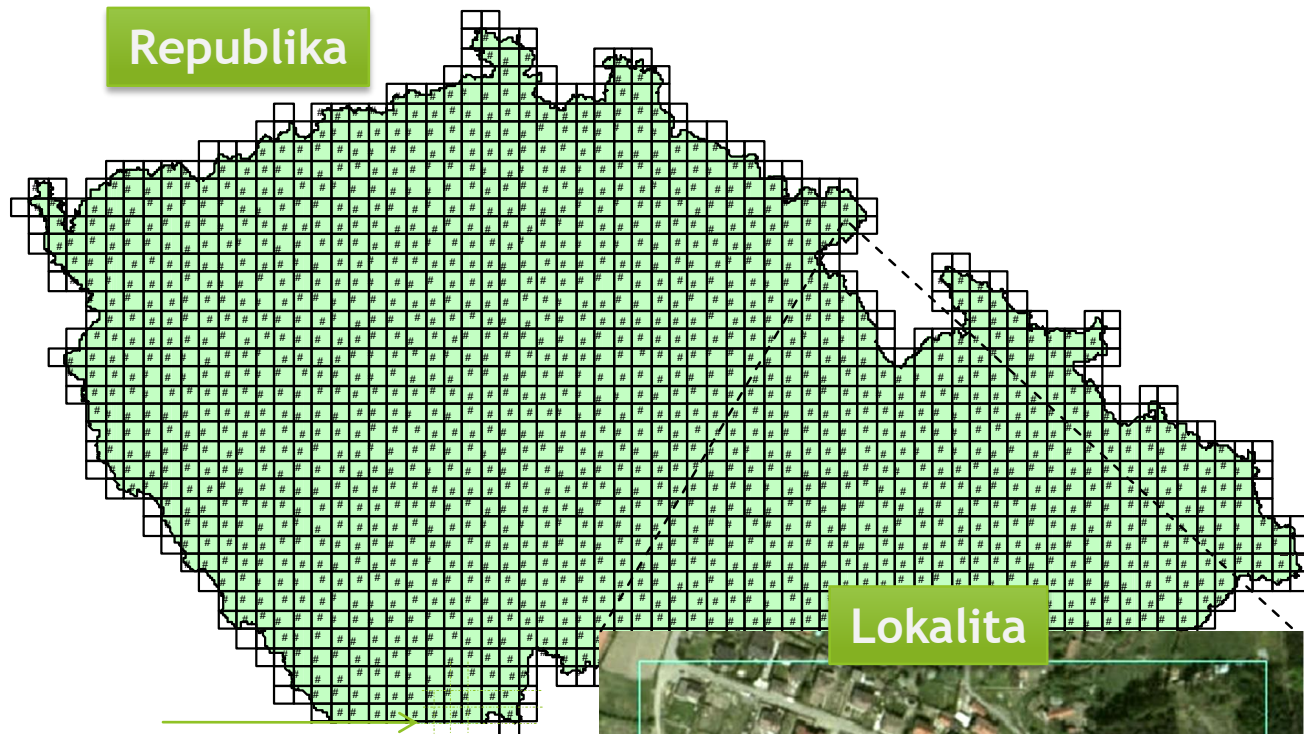
<http://www.czechterra.cz/>

► **Více-zdrojová inventarizace krajiny:**

- i. Interpretace leteckých snímků 450x450 m
- ii. Terénní šetření **ploch** (500 m<sup>2</sup>)
- iii. **Laboratorní** analýzy půdních vzorků



Republika



7x7 km

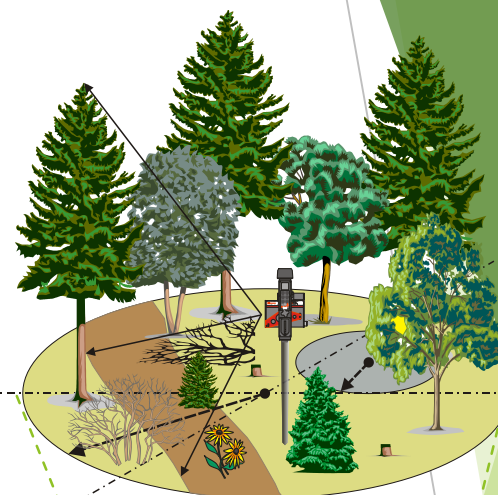
Lokalita



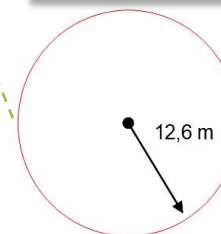
Plocha

Lokalita

450x450 m



Plocha



500 m<sup>2</sup>



## CzechTerra - inventarizace krajiny

**44.3 % smrk ztepilý**

**10.1 % borovice lesní**

**7.9 % buk lesní**

**7.7 % dub**

**5.1 % bříza**

Zastoupení druhů dřevin v lese

**9 m/ha 80.4 m/ha**

okraje porostu na ha  
00 m, nad 700 m n.m.

**0 m<sup>3</sup>/ha 10 m<sup>3</sup>/ha**

zko-přírodních prvcích  
0 m, nad 700 m n.m.

Plod

**4.8 % je**

**zá 90.1**

**33.4 % dlouhověké l 2.7 %**

**27.3**

C/N v jemné frakci

**46.6**

**0.6 %**

**14.6**

Druhy d

**58.1 % bez obnovy**

**28.4 % obnova pod poro**

**8.0 % obnova na volné p**

Výskyt obnovy

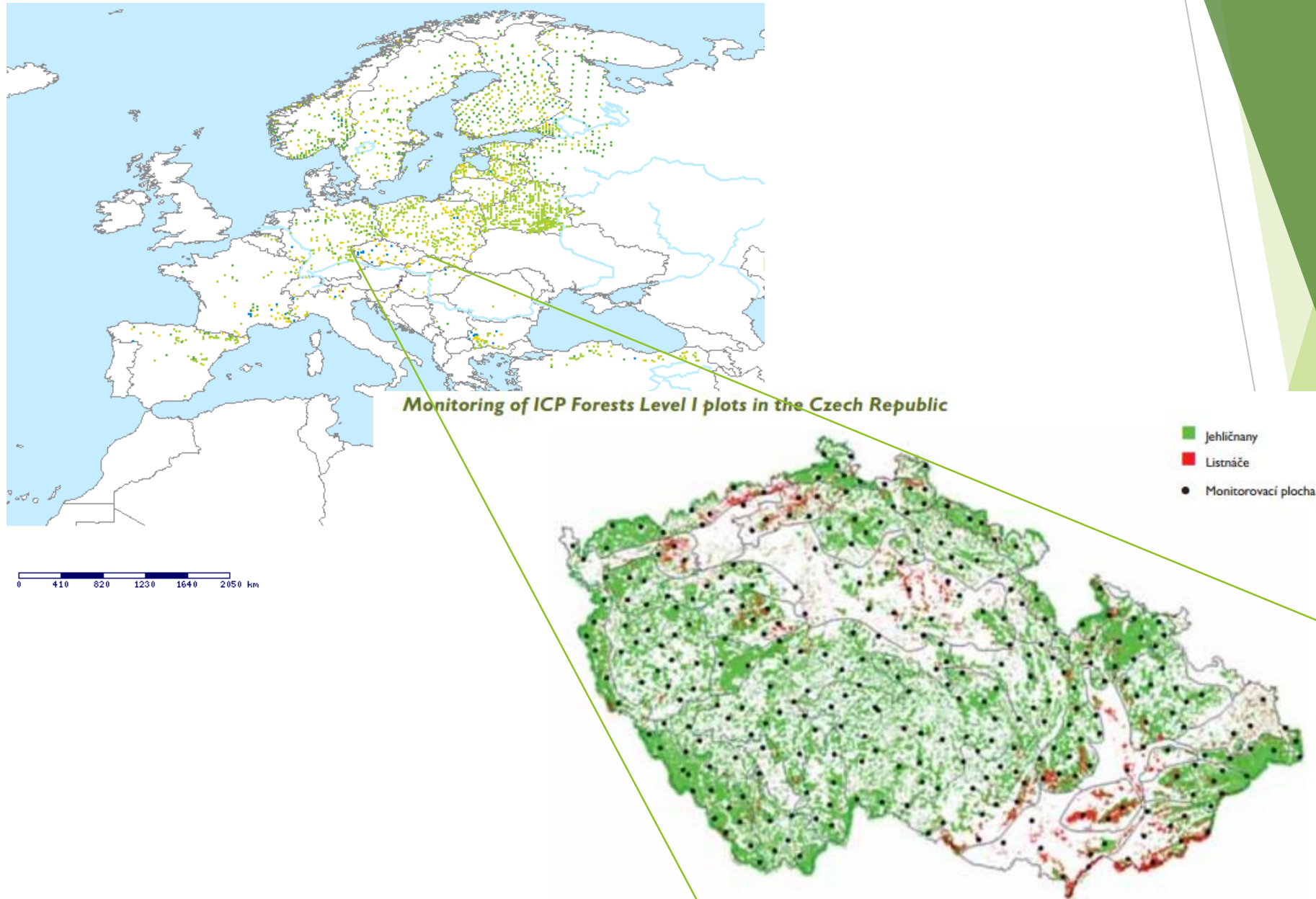
**102 t/ha**

Uhlíku v nadzemní  
biomase



# ICP Forests

<http://icp-forests.net/>





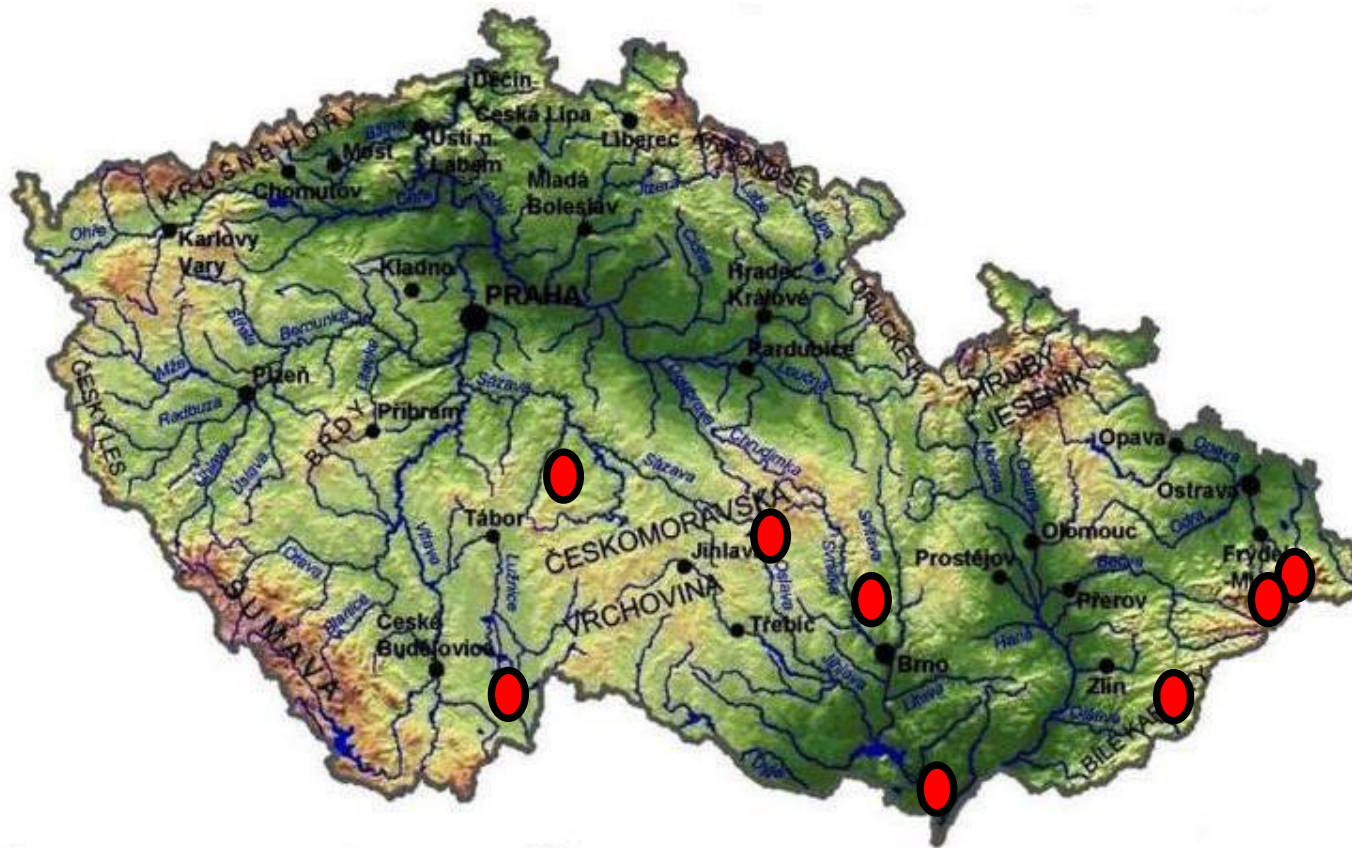
# ICOS - síť ekosystémových stanic



Dlouhodobé sledování toku energie a látek (oxidu uhličitého a vodní páry) v evropských lesích v interakci s klimatickým systémem



# Národní síť ekosystémových stanic v ČR CzeCOS

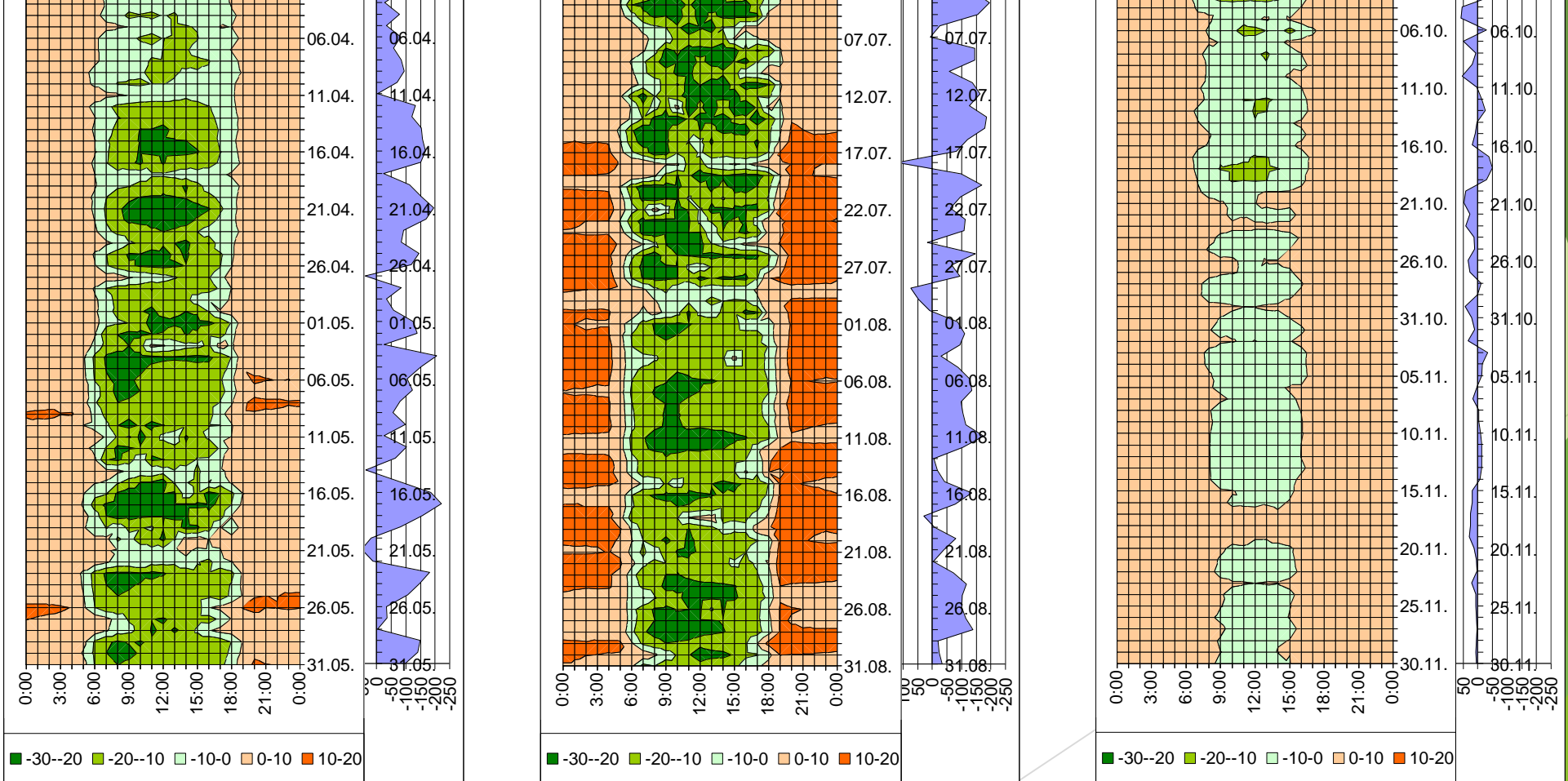
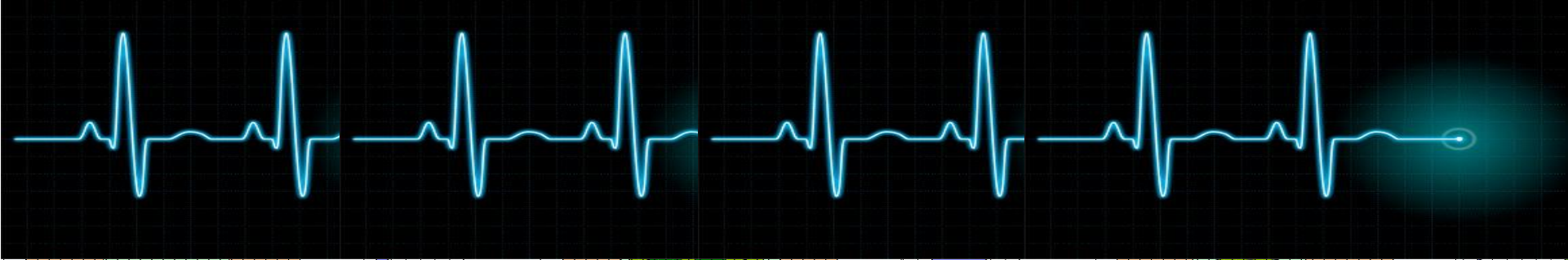
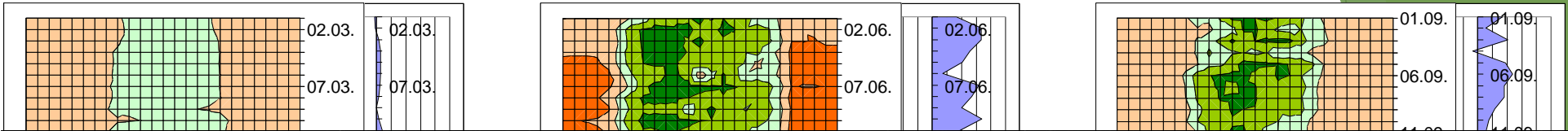




# Eddy-kovarianční systém



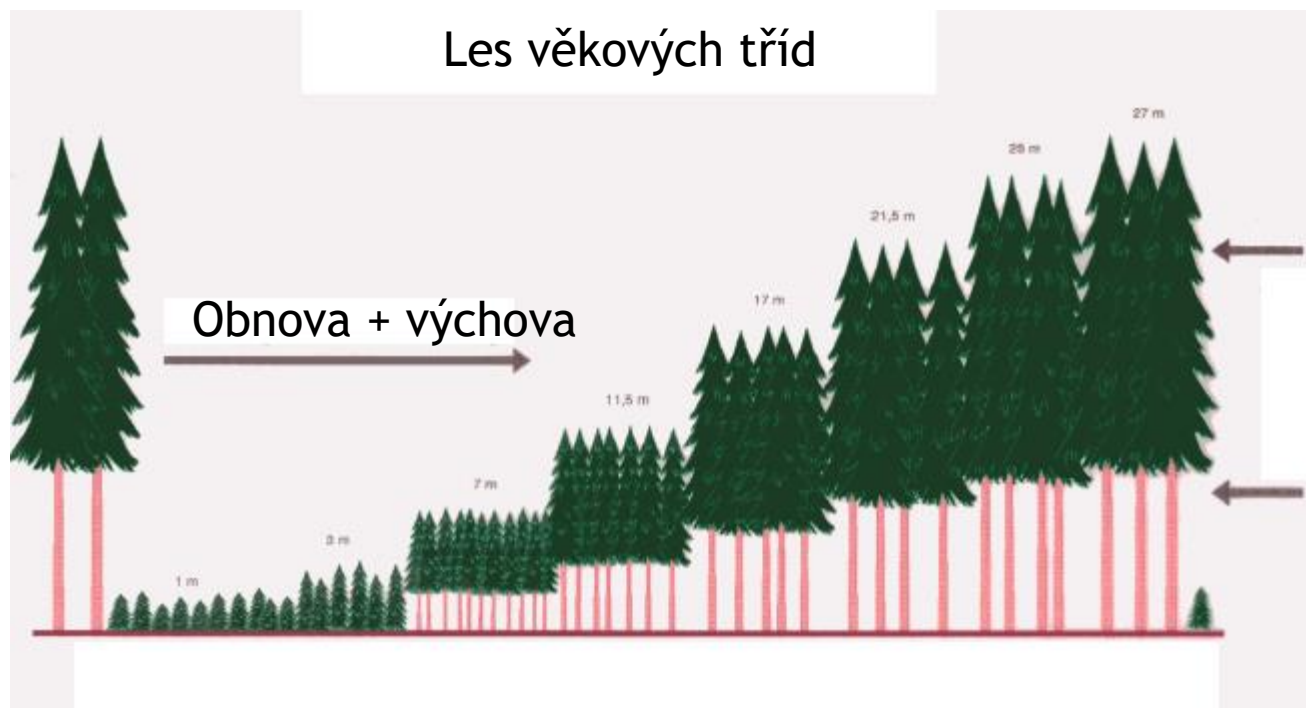






# Současný stav lesních porostů - historický kontext

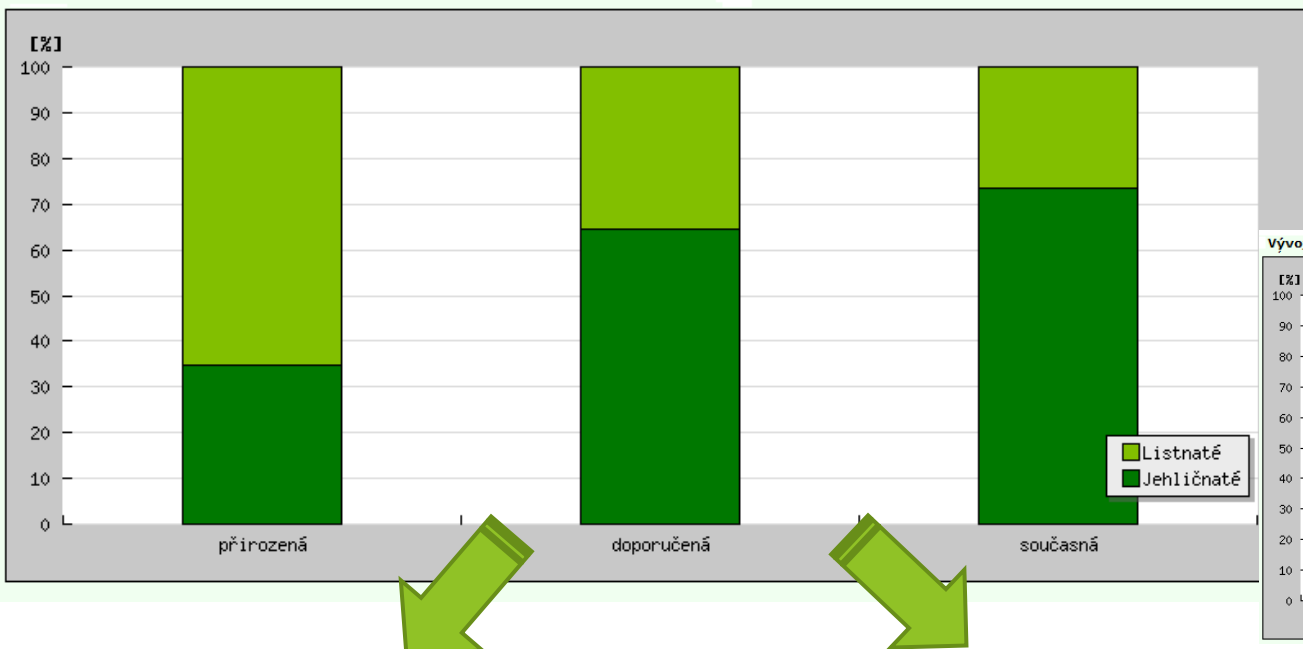
## ► Historie a současný stav porostů



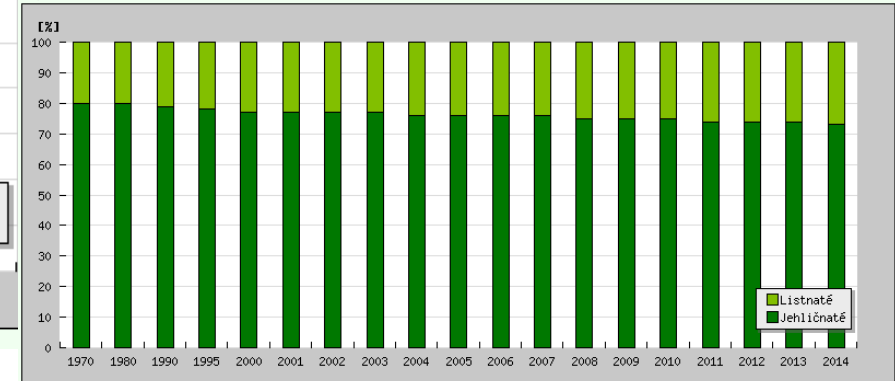


Stacked bar chart showing the percentage of leafy (Listnaté) and needle-like (Jehličnaté) plants in three types of vegetation: natural (přirozená), recommended (doporučená), and current (současná). The y-axis represents percentage [%] from 0 to 100. The legend indicates Listnaté (light green) and Jehličnaté (dark green).

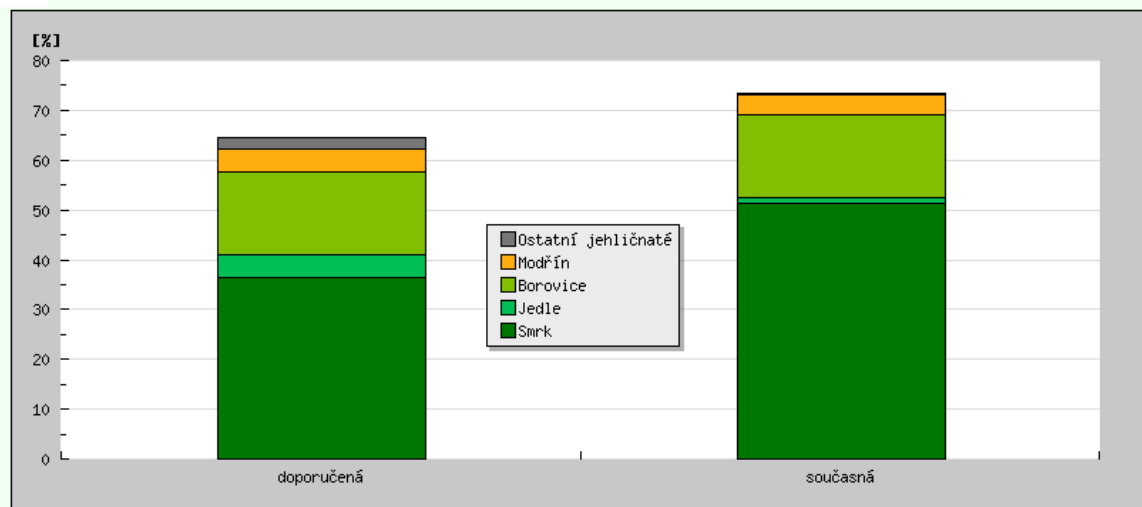
Typ vegetace	Jehličnaté [%]	Listnaté [%]
přirozená	35	65
doporučená	65	35
současná	75	25



Year	Jehličnaté [%]	Listnaté [%]
1970	80	20
1980	80	20
1990	79	21
1995	78	22
2000	77	23
2001	77	23
2002	77	23
2003	77	23
2004	76	24
2005	76	24
2006	76	24
2007	76	24
2008	75	25
2009	75	25
2010	75	25
2011	74	26
2012	74	26
2013	74	26
2014	74	26

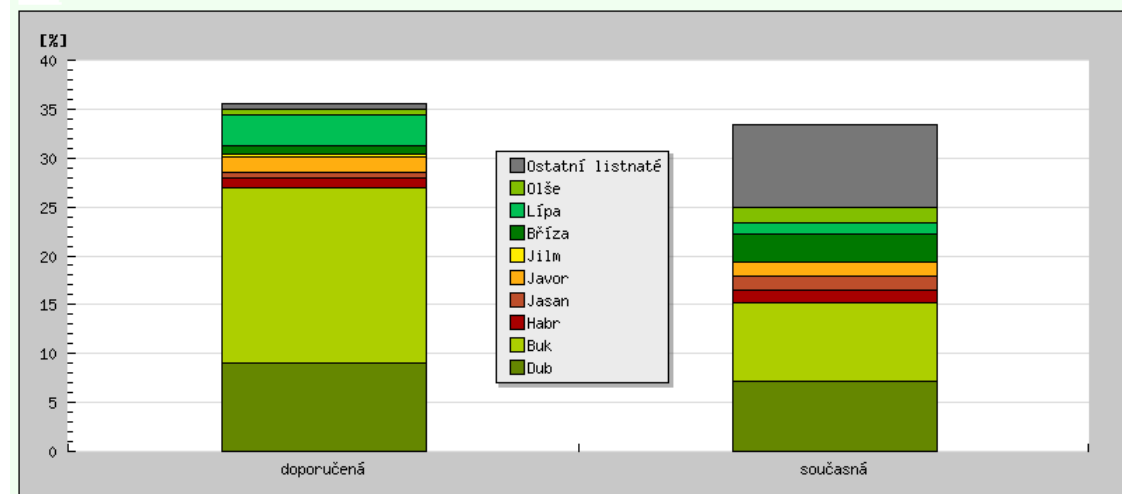


Species	doporučená [%]	současná [%]
Smrk	37	53
Jedle	4	1
Borovice	17	16
Modřín	4	4
Ostatní jehličnaté	2	0
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>74</b>



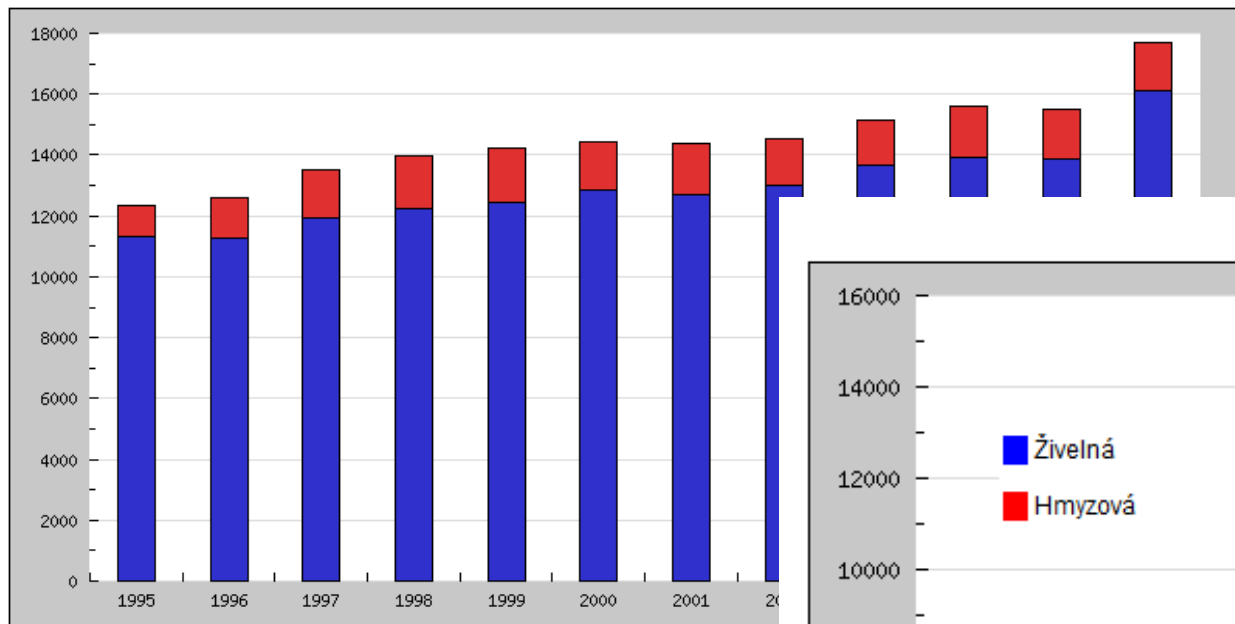
Stacked bar chart showing the percentage composition of tree species in the 'doporučená' (recommended) and 'současná' (current) stands. The y-axis represents percentage [%] from 0 to 40. The x-axis shows two categories: 'doporučená' and 'současná'. The legend lists species: Ostatní listnaté (grey), Olše (light green), Lípa (medium green), Bříza (dark green), Jilm (yellow), Javor (orange), Jasan (red), Habr (dark red), Buk (light green), and Dub (dark green).

Species	doporučená [%]	současná [%]
Ostatní listnaté	0.5	13.5
Olše	0.5	1.0
Lípa	3.0	2.0
Bříza	0.5	3.0
Jilm	0.5	0.5
Javor	1.0	1.5
Jasan	0.5	2.0
Habr	1.0	1.5
Buk	18.0	8.0
Dub	9.0	7.0



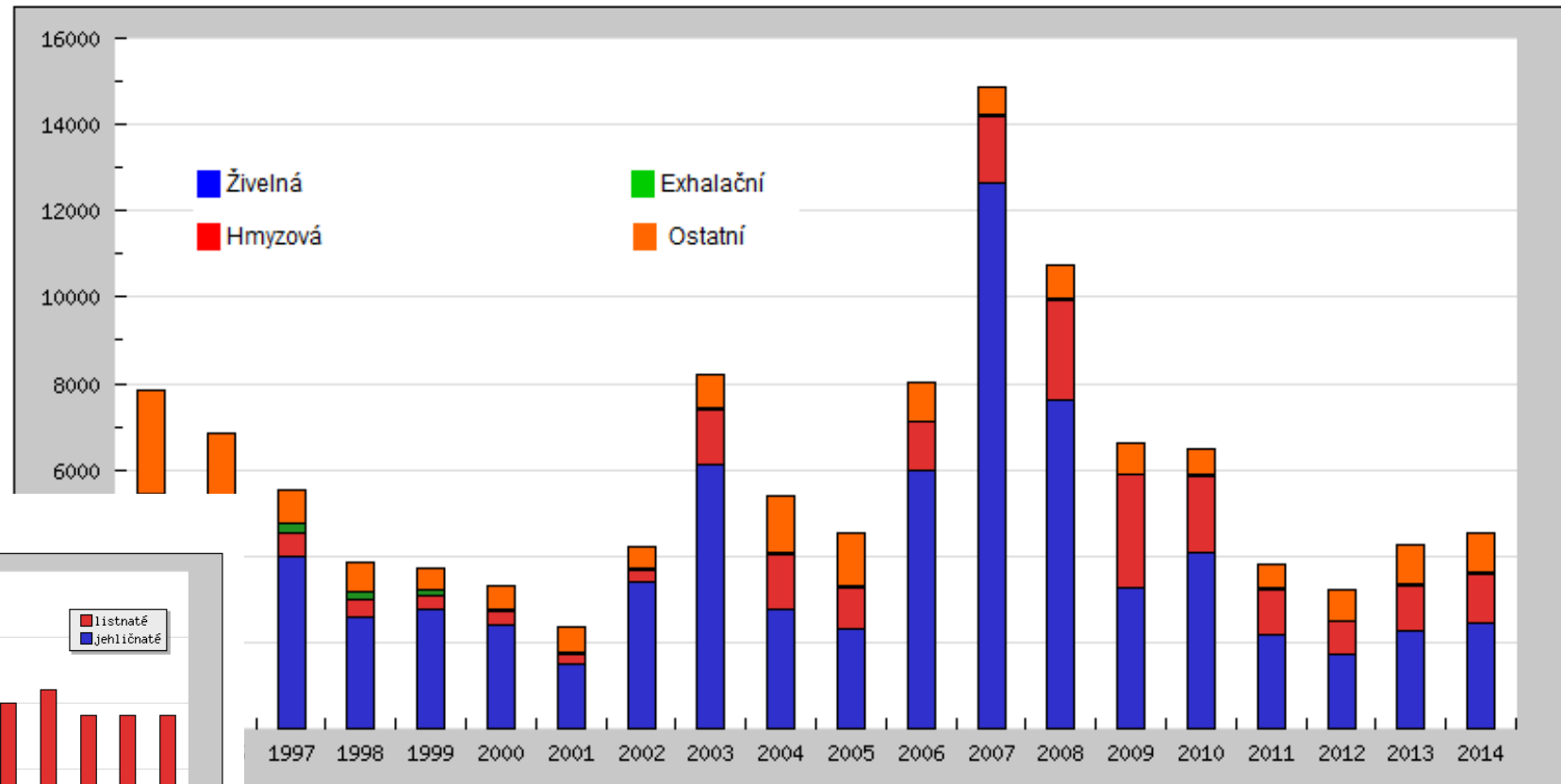


Grafické znázornění vývoje těžby dřeva [tis. m<sup>3</sup> b.k.]



# Těžba

Grafické znázornění vývoje nahodilých těžeb [tis. m<sup>3</sup> b.k.]

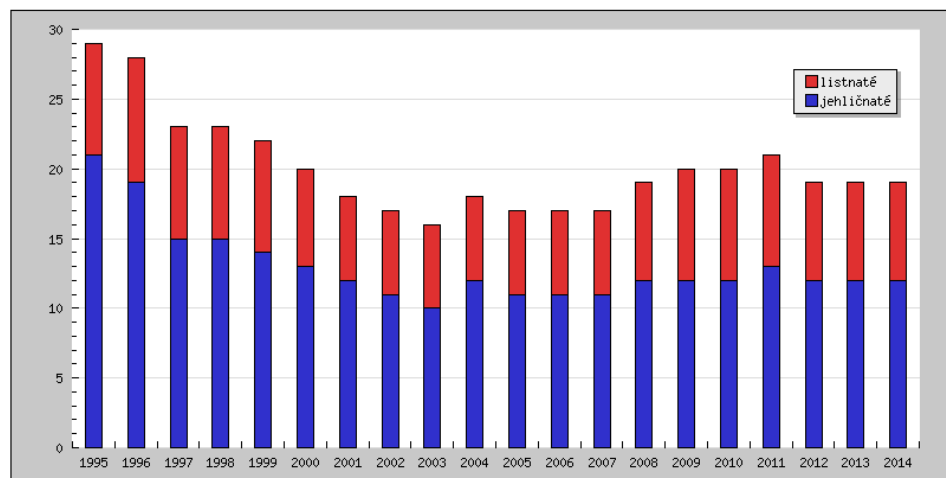


## Legenda

- Jehličnaté dřeviny celkem
- Listnaté dřeviny celkem

## Obnova

Grafické znázornění vývoje zalesňování [ha]



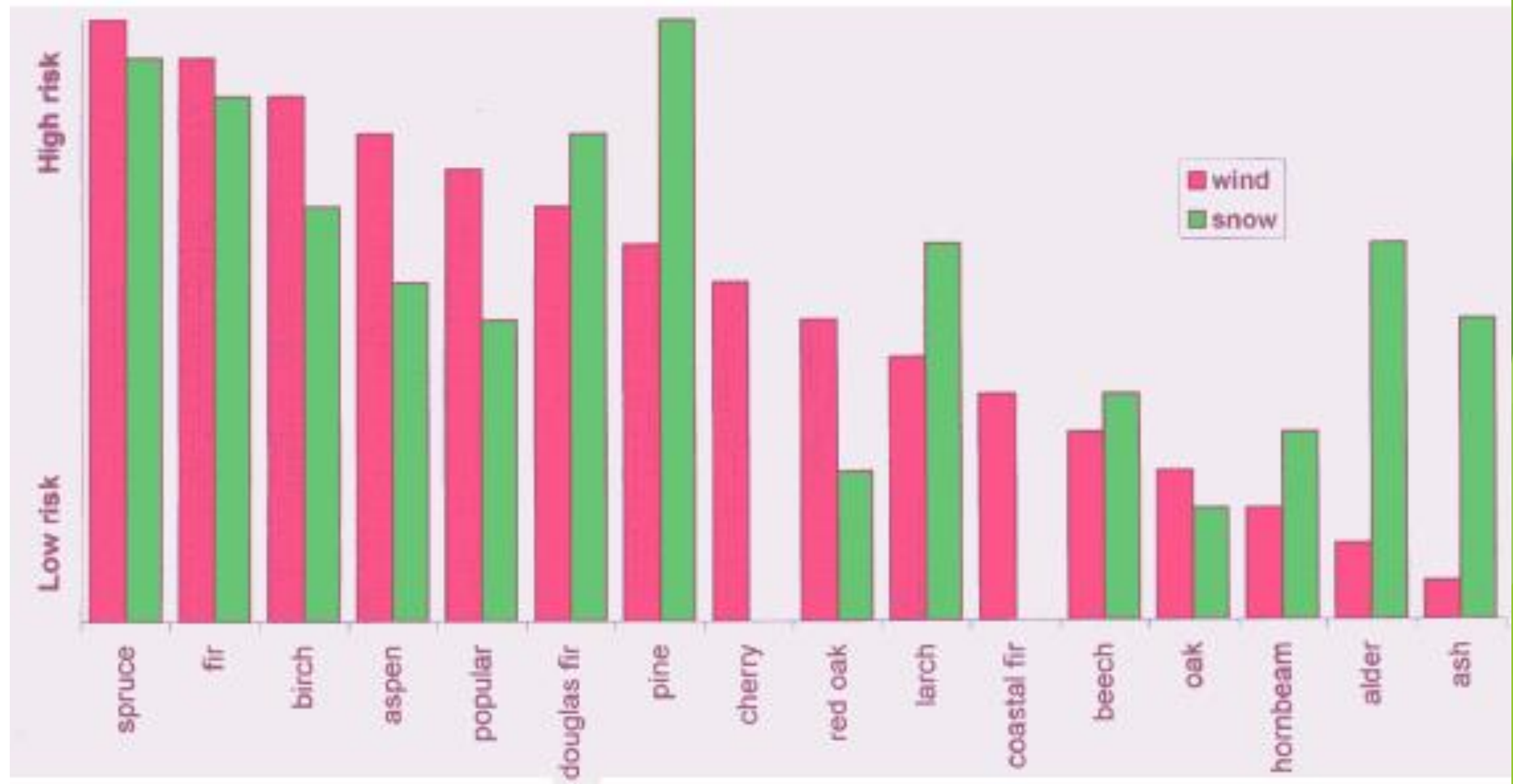
<sup>1)</sup> Přírodní obnova se do "Zalesňování celkem" nezapočítává. Od roku 2002 se z důvodu změn v metodice do přírodní obnovy započítává i obnova pod porostem (původně se započítávala jen obnova na holině).



# Potenciálem ohrožení (poškození) dřevin větrem (wind) a sněhem (snow)

Abiotické faktory

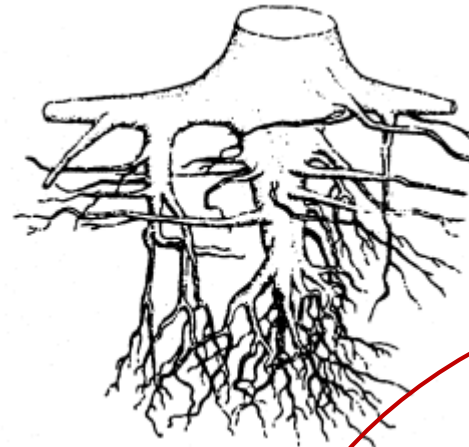
Spruce - smrk  
Fir - jedle  
Birch - bříza  
Aspen - osika  
Poplar- topol  
Douglas fir- douglaska  
Pine- borovice  
Cherry - třešň  
Oak - dub  
Larch - modřín  
Beech - buk  
Oak - dub  
Hornbeam - habr  
Alder - olše  
Ash - jasan





# Mechanická stabilita - kořenový systém

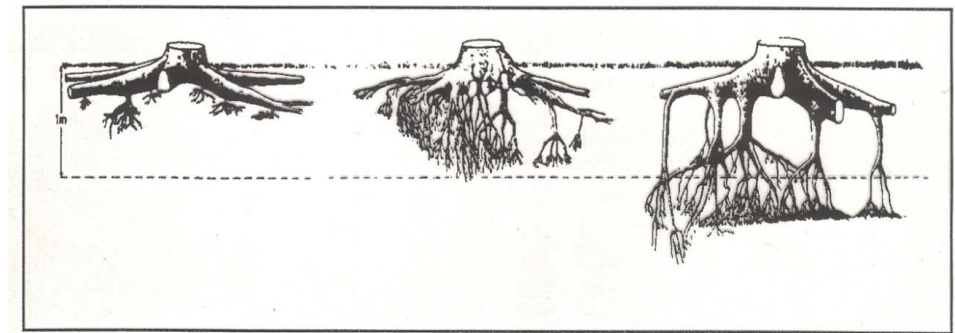
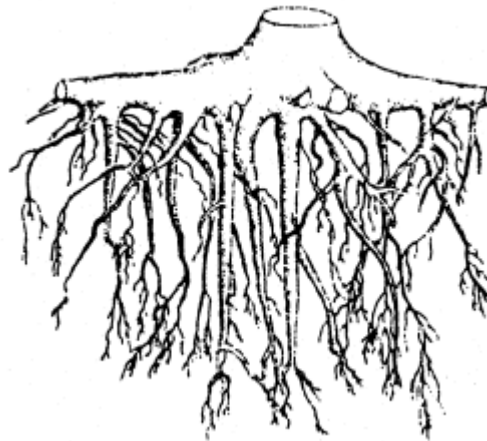
a) k. s. s jedním hlavním kůlovitým kořenem



b) srdcovitá k. s.



c) k. s. s hlavními kořeny probíhajícími mělce pod povrchem půdy



Morfologie k.s. smrku na rozdílných stanovištích  
(dle Köstler et al. 1968)

## Hloubka kořenového systému

- mělce kořenící** - smrk, jeřáb, jívka, osika
- středně hluboce kořenící - javor babyka, javor mléč, vrby, bříza
- hluboce kořenící - jedle, modřín, borovice, douglaska, buk, dub, jasan, lípy, habr



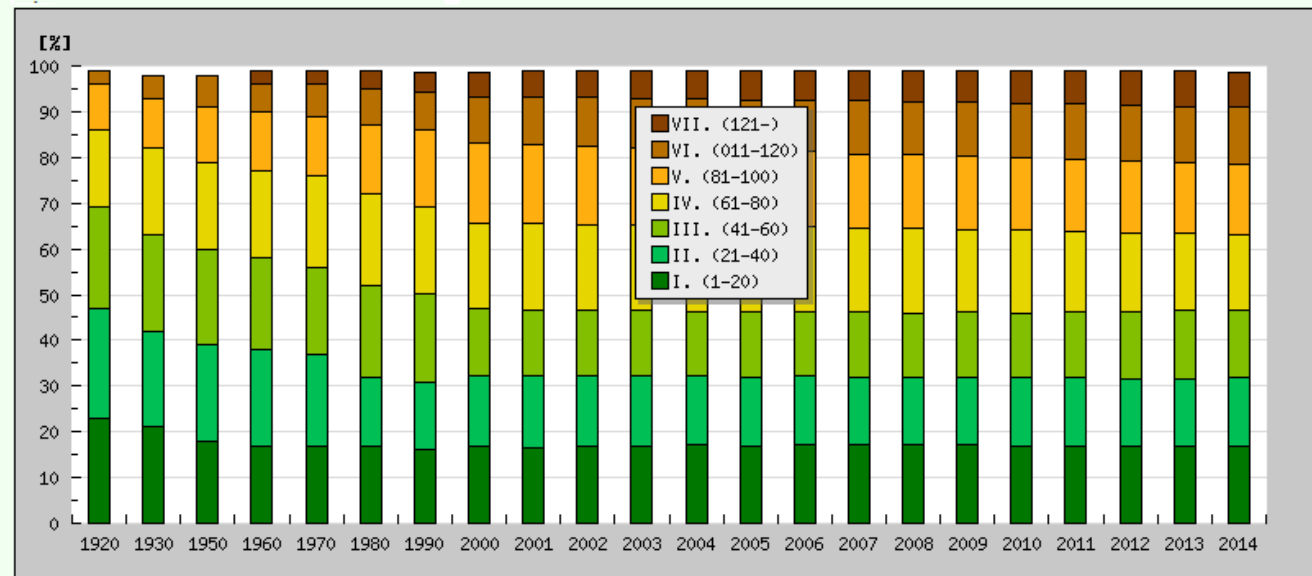
Vztah mezi výškou, rychlostí větru a podílem větrných kalamit v porostu příklad - smrk sitka (Irsko)



$$H = f(\text{věk})$$



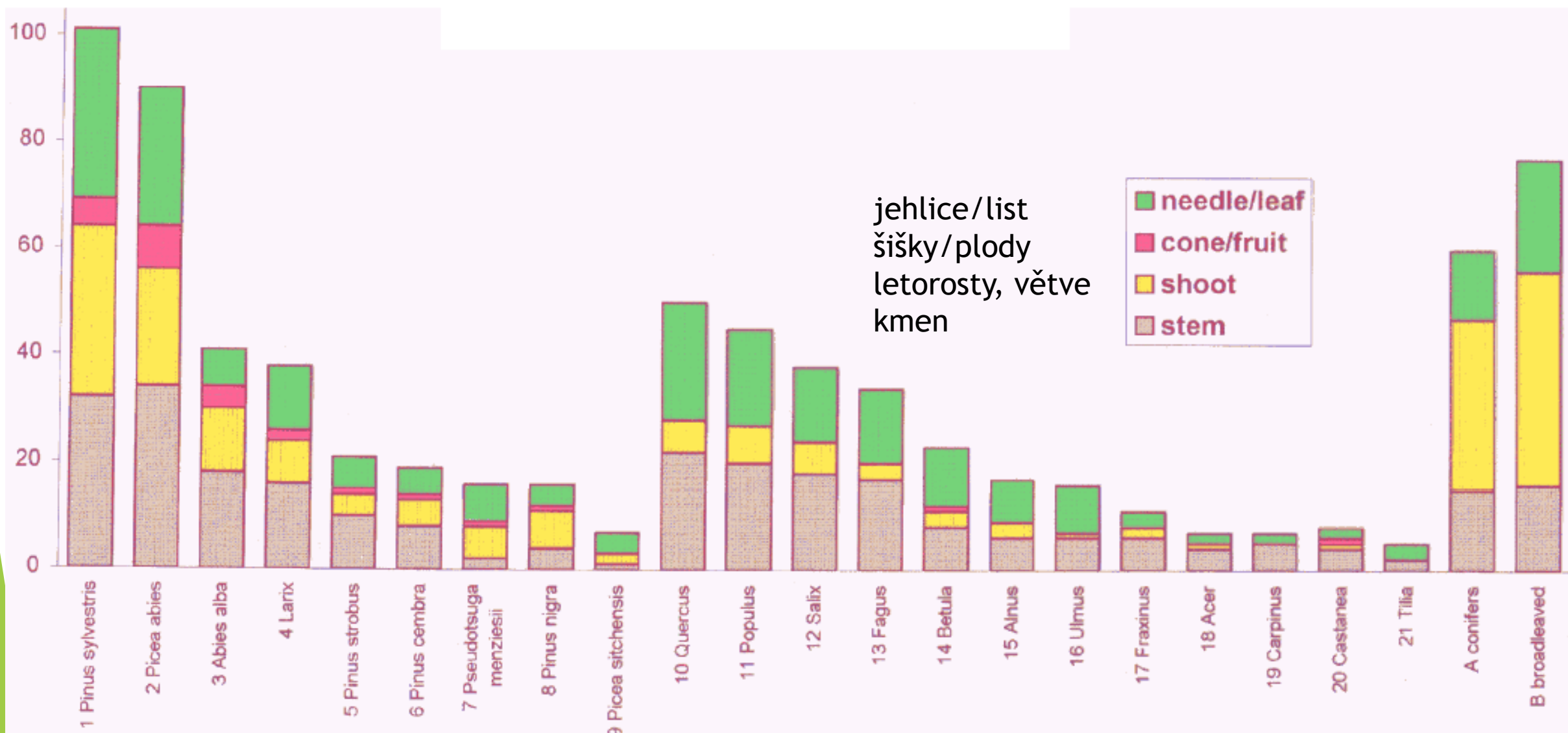
Vývoj věkové struktury lesních porostů ČR [%]





# Počet druhů hmyzích škůdců ovlivňujících hl. hospodářské dřeviny Evropy

Biotické faktory



dle Klimetzek 1992

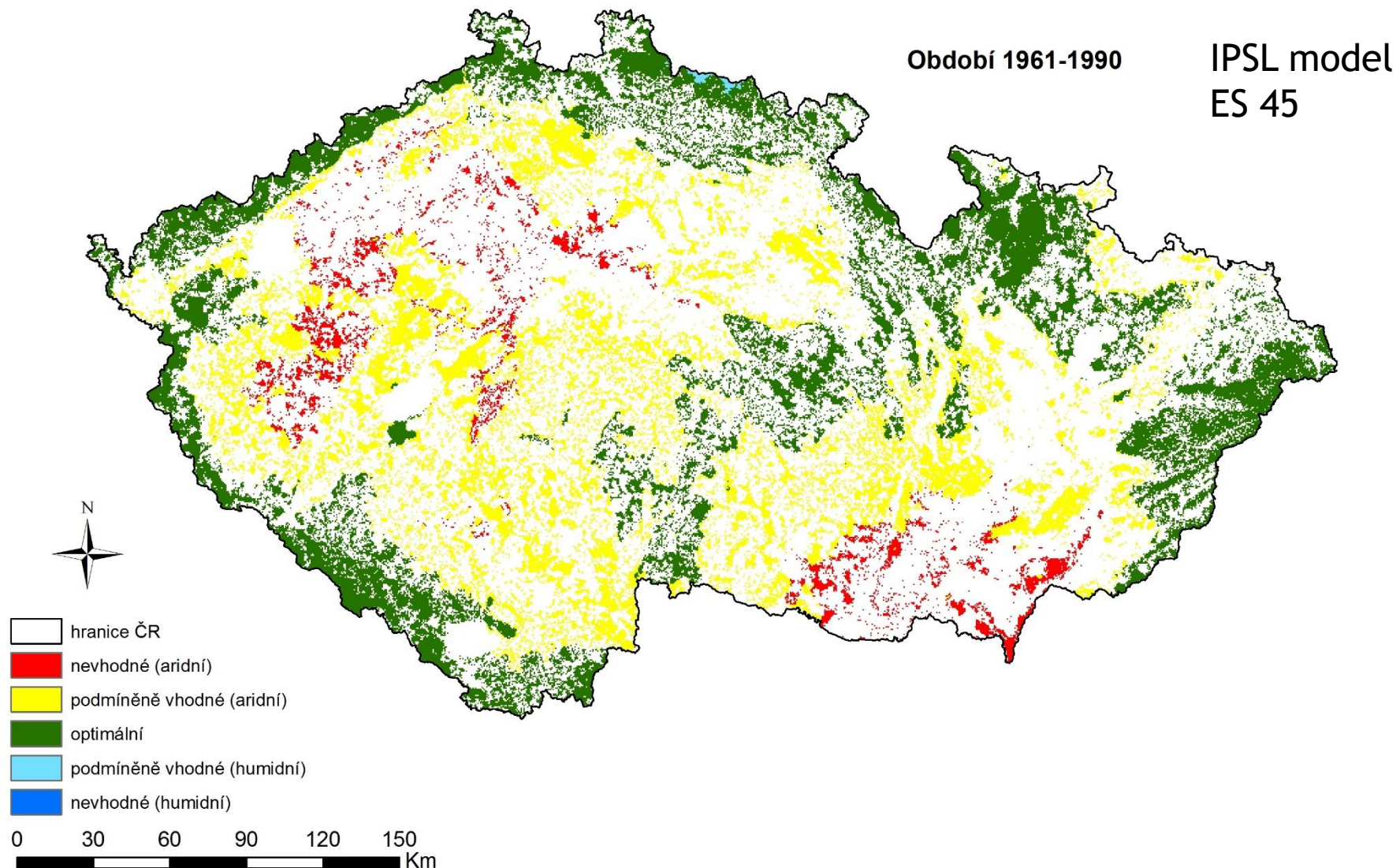


# # Současné problémy v lesnictví

- ▶ GZK - sucho, přívalové deště, větrné vichřice a orkány, těžký sníh, pozdní mrazy, expanzivní nástup jara..
- ▶ Hmyzí škůdci
- ▶ Šíření houbových patogenů (*Armillaria ostoyae*, *Chalara fraxinea*)
- ▶ Plodnost
- ▶ Zvěř

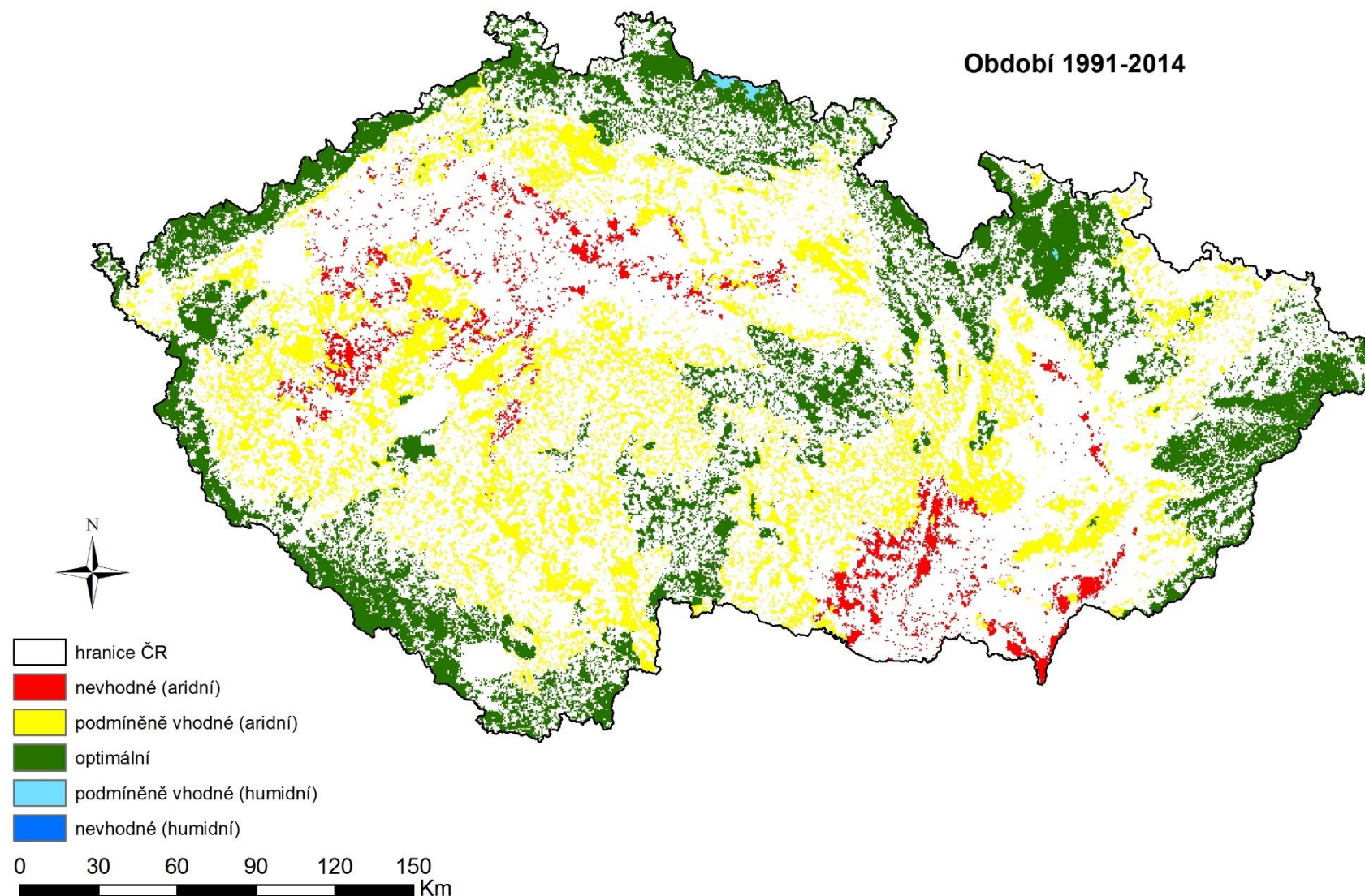


## Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



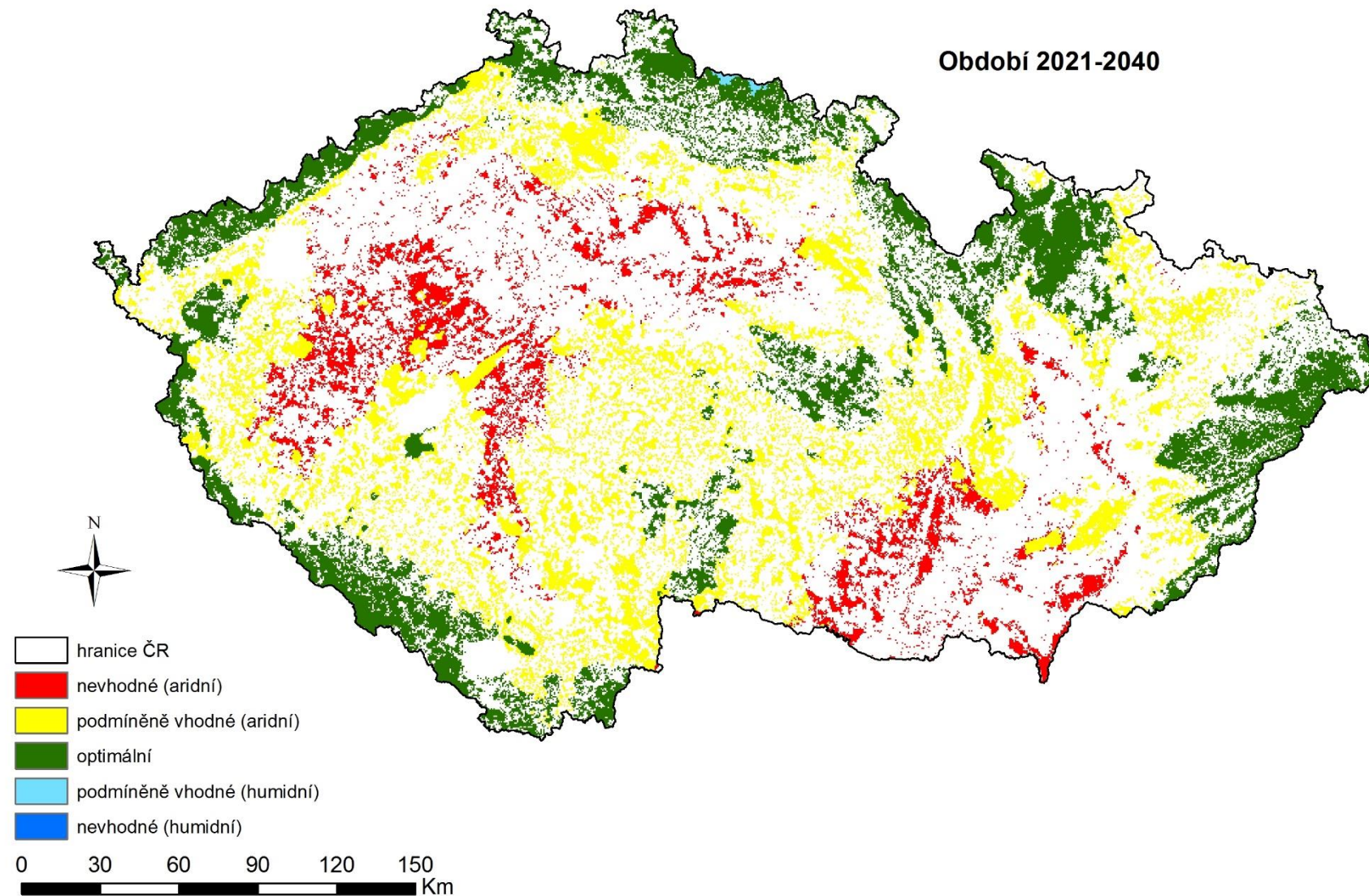


## Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



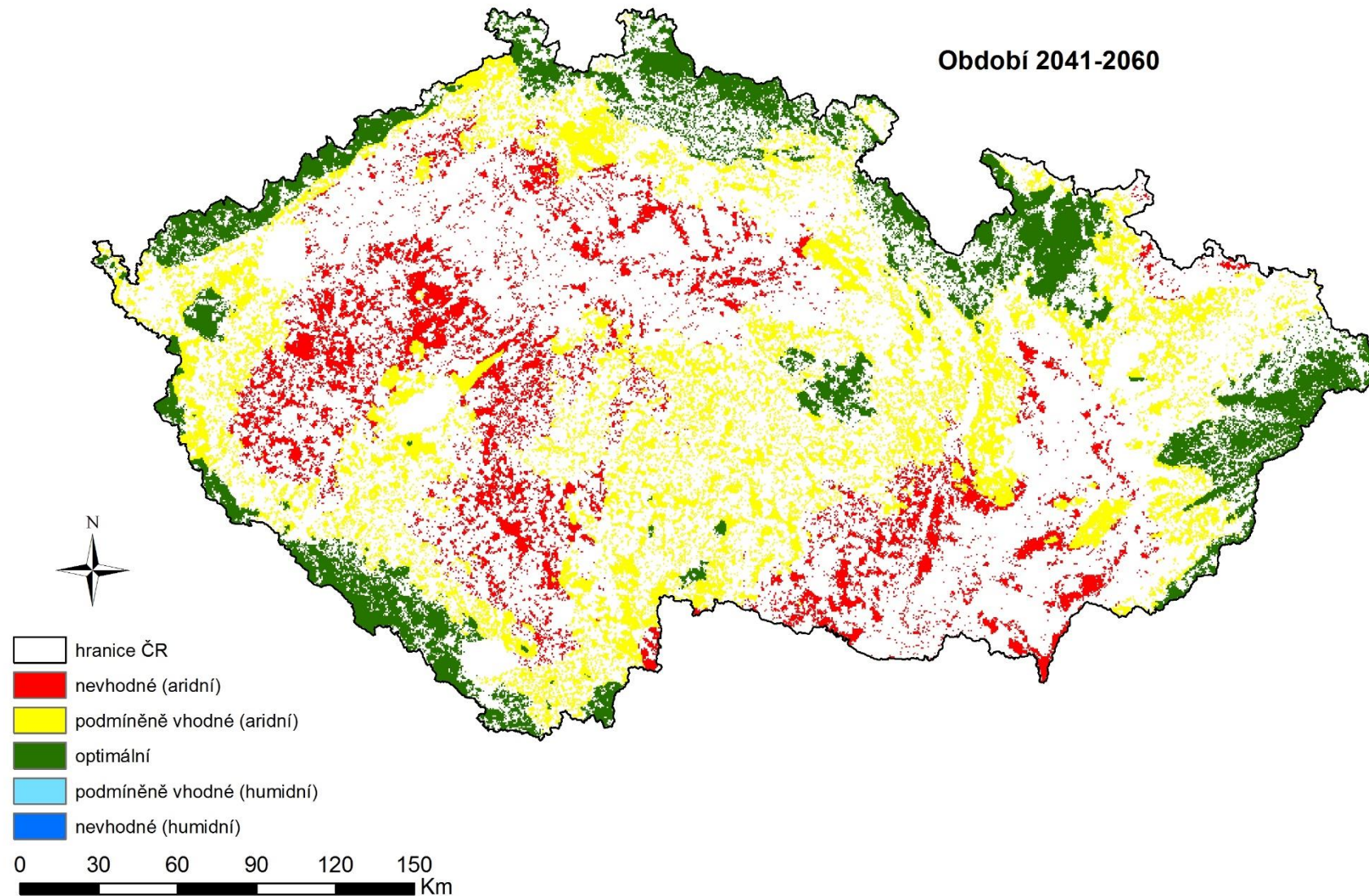


## Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



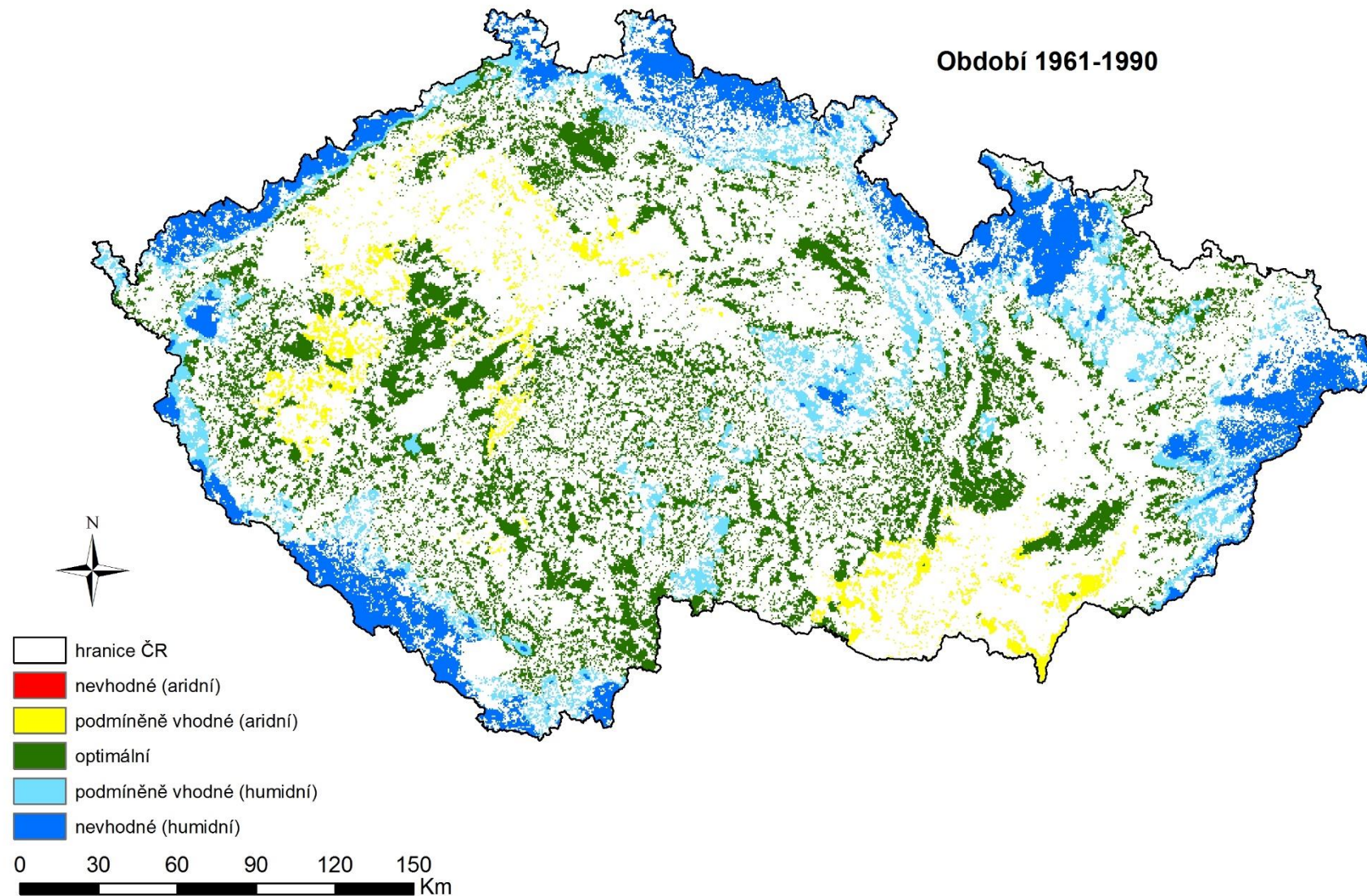


## Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



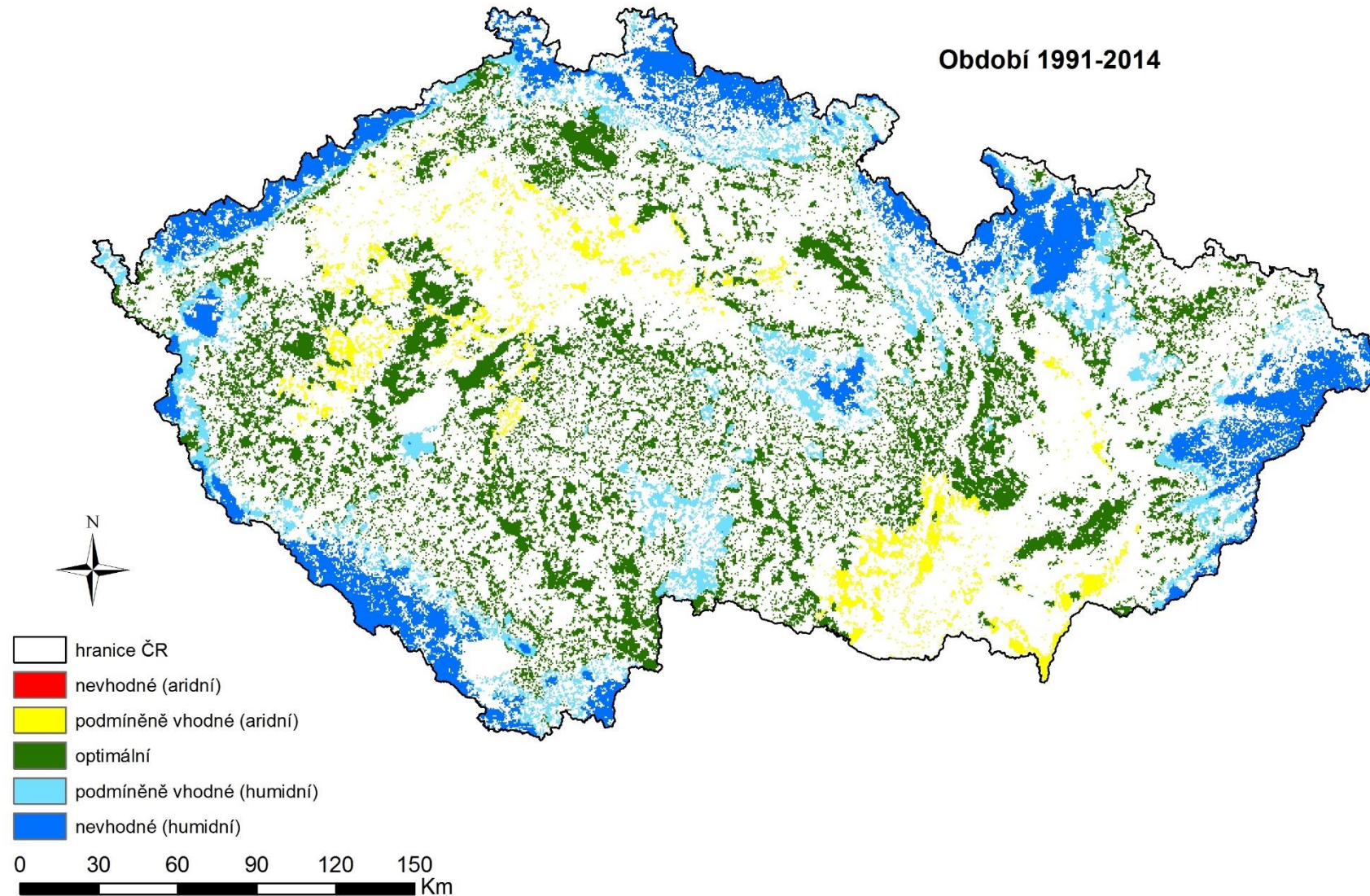


## Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



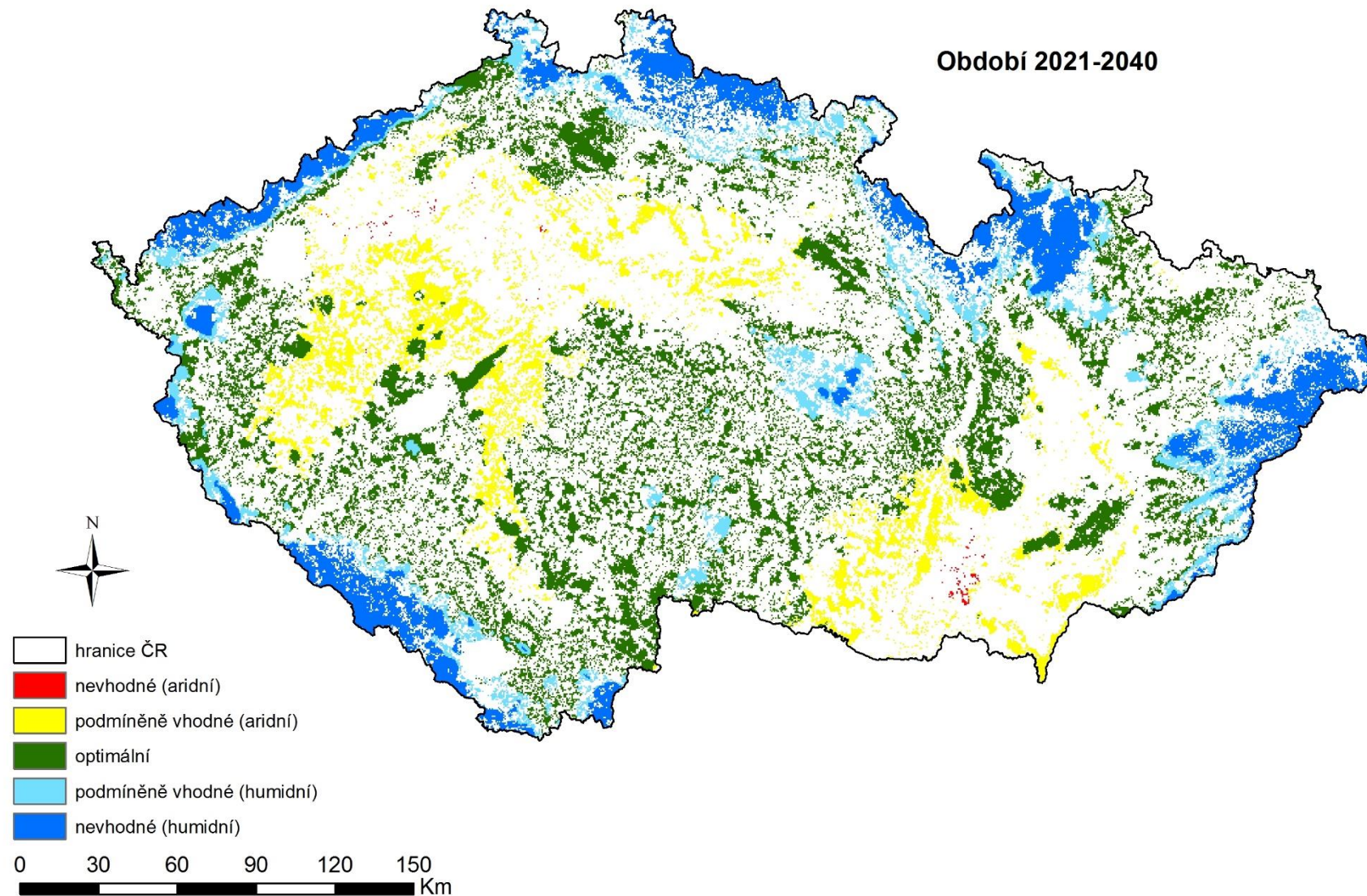


## Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



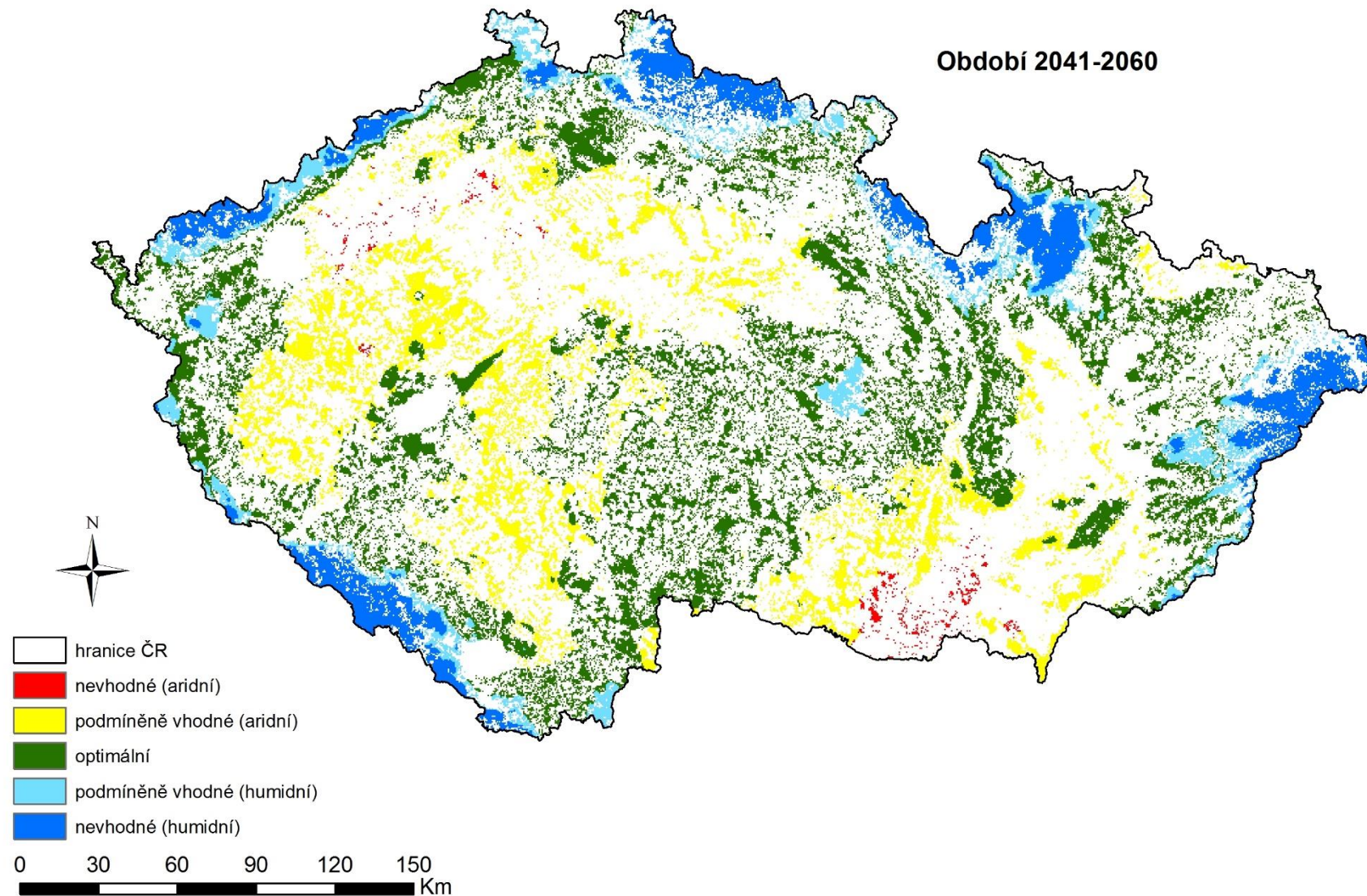


## Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity





## Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity





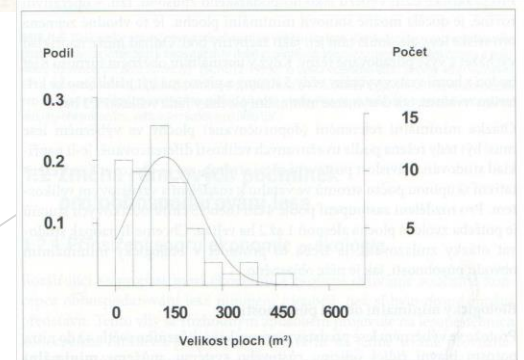
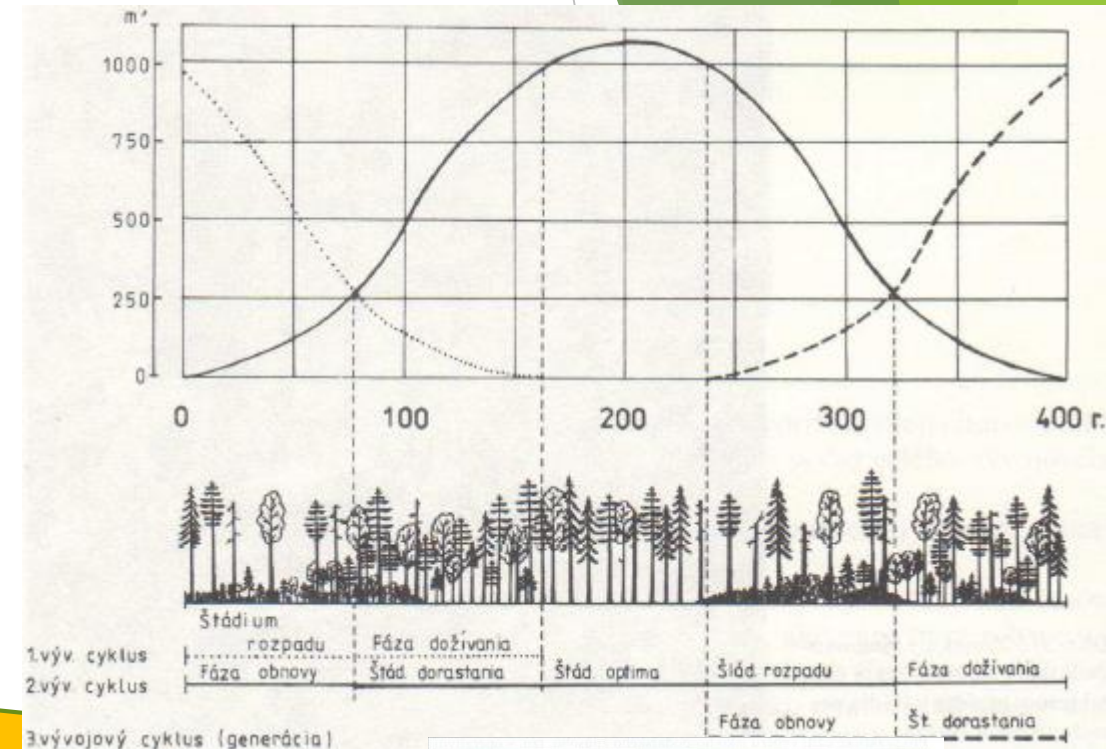
# Nový přístup - „přírodě-blízké“ lesnictví

- ▶ Nové požadavky na strukturu lesa
  - ▶ Nižší náchylnost k poškození
  - ▶ Vhodná ekonomická bilance
  - ▶ Vyšší vhodnost pro víceúčelové lesnictví
- ▶ Vznik nových porostů

Smíšené lesy(Gayer)

Ekologicky vyvážené lesy (Thomasius)

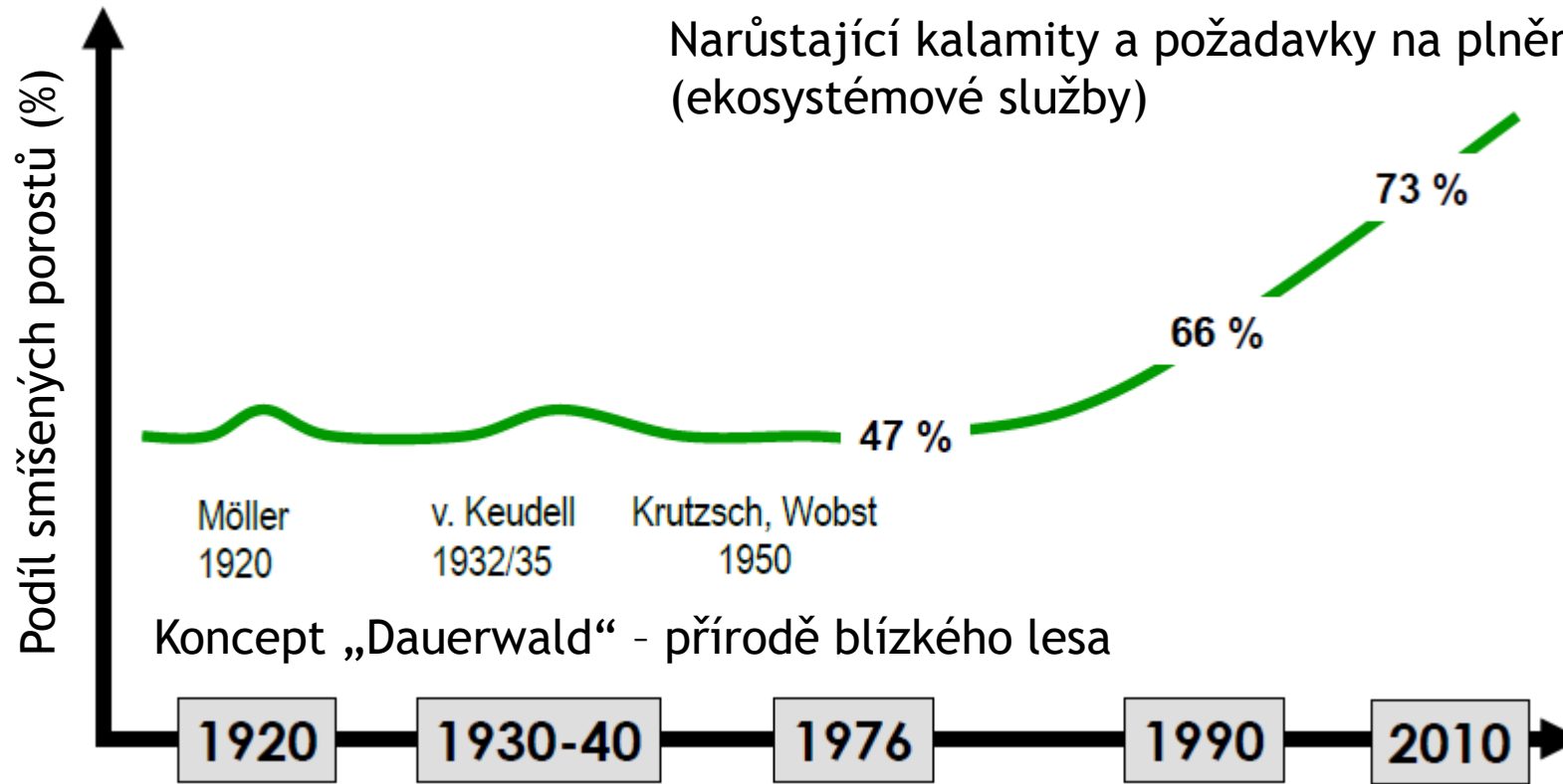
Les trvale tvořivý (Möller)



OBR. 1.4: Rozdělení a forma agregace skupin dorostu v jedlo-bukových – (smrkových) výběr-  
ných porostech. Příklad lesů obce Couvet (Dle DUCa 2000).



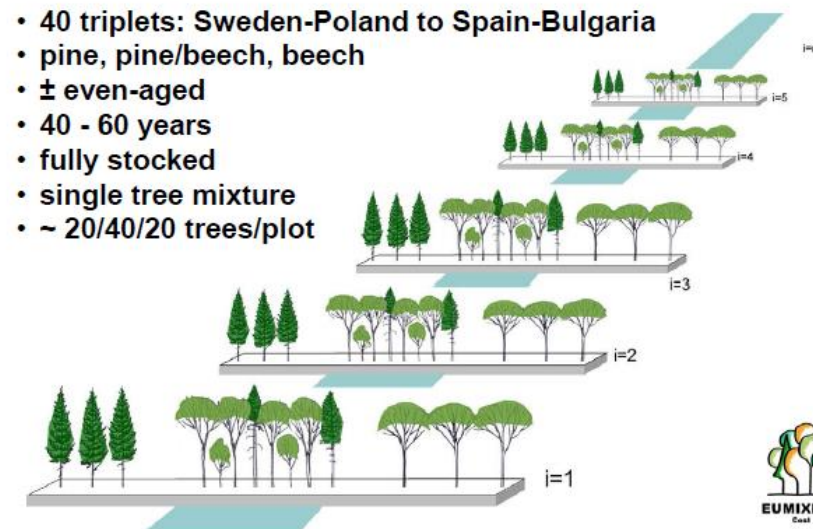
# Narůstající kalamity a požadavky na plnění funkcí lesa (ekosystémové služby)



From pattern to process:  
EuMIXFOR FP1206: Transect study through Europe



- 40 triplets: Sweden-Poland to Spain-Bulgaria
- pine, pine/beech, beech
- $\pm$  even-aged
- 40 - 60 years
- fully stocked
- single tree mixture
- ~ 20/40/20 trees/plot





# Rozdíly: přírodě-blízký x les věkových tříd

Parametr	les přírodě-blízký	les umělý
Hnací síla	příroda	člověk
Princip	využití přírodních sil	převážně příroda
Druhové složení	dáno stanovištěm	ekonomickými cíli
Energetická vyváženost	vyvážený	nevyvážený
Tok látek	minimalizované vstupy a výstupy	nelimitováno
<b>Stabilita</b>	vysoká	nízká
<b>Elasticita</b>	vysoká	nízká
Využití	výběrné zp.	pasečný les věkových tříd
Udržitelnost	lesní porost	větší lesní celky





# Adaptační strategie

## - mechanická a ekologická stabilita

(Cienciala 2011, D'Amato et al. 2011, Kölstrom et al. 2011, Serengil et al. 2011, Brang et al. 2014, Lafond et al. 2014, Park et al. 2014, Spathelf et al. 2015)

### ► Udržení či zvýšení genetické variability v rámci druhů lesních dřevin:

- dlouhodobá a bohatá přirozená obnova pocházející z mnoha stromů v porostu,
- obohacení domácích populace populacemi z teplejších a sušších oblastí,
- výchova porostů neredukující variabilitu,

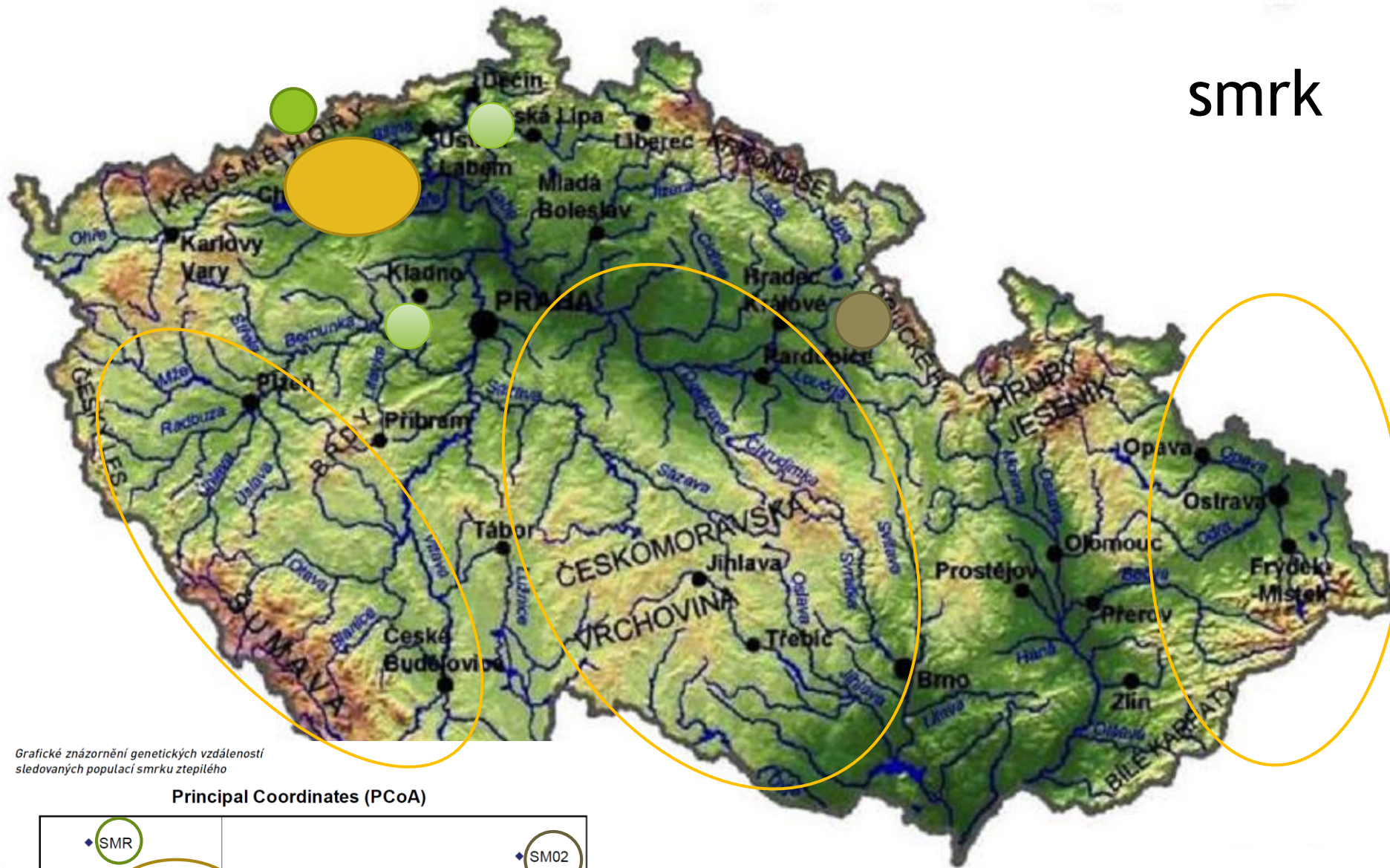
Vlivy ohrožující genofond: imise, klimatické faktory (vítr, sníh, sucho), biotičtí činitelé (choroby, škůdci), způsob obhospodařování

Jaký genofond chránit: původní autochtonní populace méně zastoupené a ohrožené druhy

Proč - jsou adaptovány na dané podmínky a mají polymorfní strukturu (velký podíl heterozygotů), jsou faktorem přirozené stability v krajině, mají význam pro organismy vázané na les, zachování genetické rozmanitosti vytváří předpoklady pro další šlechtění

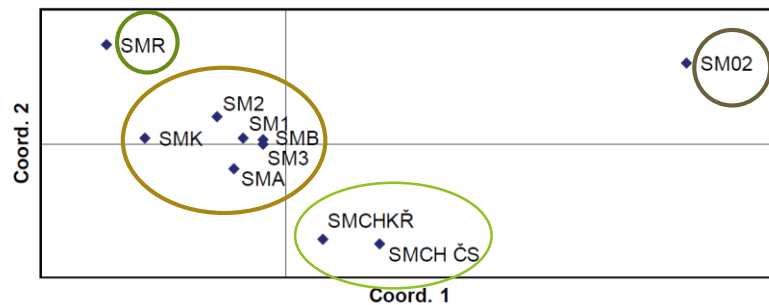


# smrk



Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací smrku ztepilého

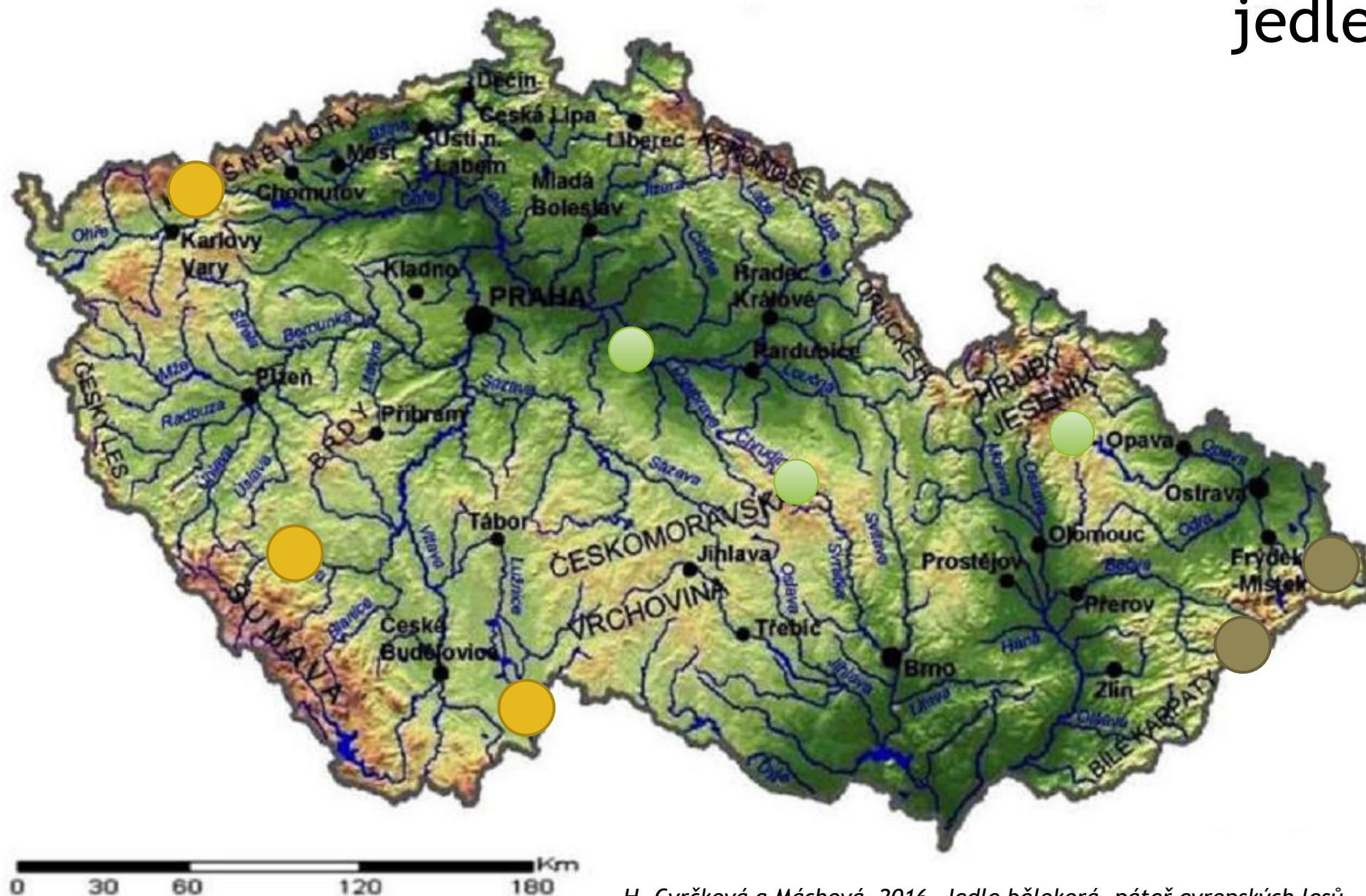
Principal Coordinates (PCoA)



H. Cvrčková a Máchová, 2013.  
Studium polymorfismu u vybraných populací smrku ztepilého pomocí DNA analýz.



# jedle



H. Cvrčková a Máchová, 2016. Jedle bělokora- páteř evropských lesů.  
Hodnocení genetické variability vybraných populací jedle bělokora



# Adaptační strategie

- ▶ **Zvýšení druhové diverzity dřevin v porostech:** přeměny
- ▶ **Zvýšení strukturální diverzity porostů:** přestavby, pěstování různověkých porostů.
- ▶ **Zvýšení odolnosti jednotlivých stromů k biotickým a abiotickým stresovým faktorům:**
  - silnější výchovné (úrovňové) zásahy,
  - pěstování dlouhých korun, vhodný štíhlostní kvocient
  - větší růstový prostor jednotlivým stromům.
- ▶ **Přeměna (přestavba) vysoce rizikových porostů:**
  - předčasná obnova (skupinové seče nebo náseky),
  - přestavba.
- ▶ **Udržet relativně nízké zásoby porostů (*menší ekonomické riziko*):**  
časnější začátek obnovy porostů,  
silnější výchovné zásahy.



**Schopnost různých forem přírodě blízké pěstování lesů implementovat 6 adaptačních principů na klimatickou změnu (Brang et al. 2014).**

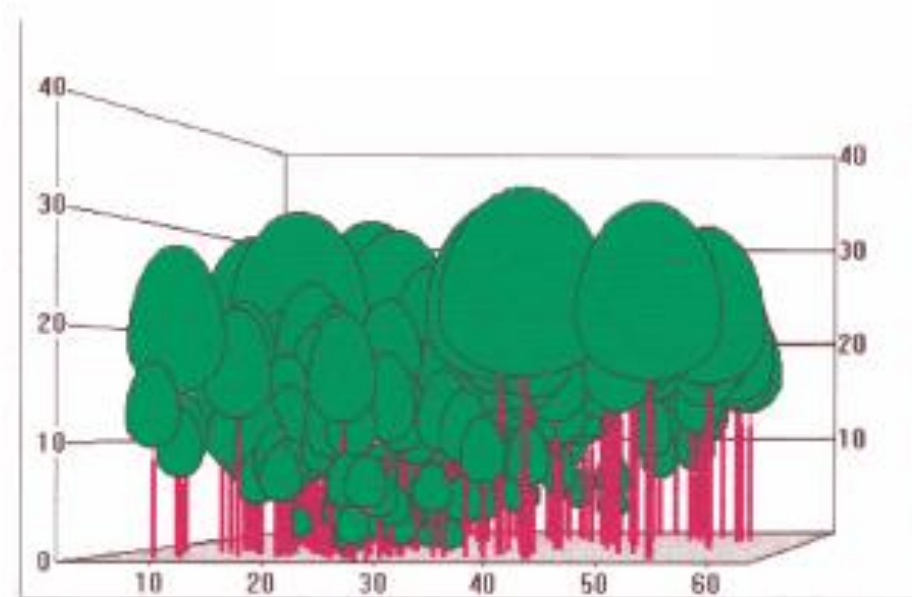
Typ PBP	Druhová pestrost dřevin	Strukturální diverzita	Genetická variabilita	Odolnost jednotlivých stromů	Přeměna ohrožených porostů	Nižší zásoby porostů	+	±	-
Jednotlivě výběrný les	-	+	±	+	-	±	2	2	2
Skupinovitě výběrný les	+	+	+	±	+	±	4	2	0
Podrostní způsob	±	-	±	±	±	+	1	4	1



# Prostorová struktura

Bez pěstebních zásahů

Skupinovitě výběrný zp.





# Adaptační strategie EU

- ▶ **Eliminace holých sečí** (mikroklimatické extrémy), degradace půdy, ztráta uhlíku
- ▶ **Podpora přirozené obnovy**
- ▶ **Aplikace přírodě-blízkých postupů hospodaření**
- ▶ Zvýšení adaptačního potenciálu diverzifikací struktury a genofondu, výběr stres-tolerantních a/nebo adaptabilních druhů dřevin (a jejich sort/ekotypů) ke klimatickým extrémům (příp. introdukce)
- ▶ **Zvyšování biodiversity** a ukládání uhlíku do lesních ekosystémů (včetně půdy)
- ▶ Rozvoj monitorovacího systému zdravotního stavu, populace zvěře, **eliminace škod zvěří** a předcházení vzniku gradací a šíření hmyzích škůdců, vaskulárních mykóz, chorob atd.
- ▶ Revize typologického systému
- ▶ **Snížení doby obmýetí, prodloužení obnovní doby**
- ▶ Podpora zalesňování zemědělské půdy a pěstování rychle-rostoucích druhů dřevin



# Adaptační strategie - úprava vodní bilance lesa - krajiny

$$H_S = H_{TR} + H_{IN} + H_{VP} + H_{OP} + H_{VS}$$

70%                      30%

$H_{ETR}$  - celkový výpar       $H_{CO}$  - celkový odtok

↓

$$H_{ETR} = H_{TR} + H_{IN} + H_{VP} = \text{transpirace} + \text{intercepce} + \text{výpar z půdy}$$

60%   30%   10%

evaporace

evapotranspirace



pole - louka - les

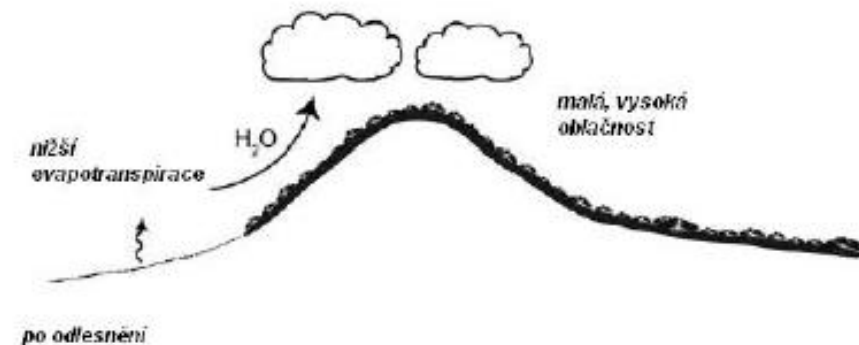
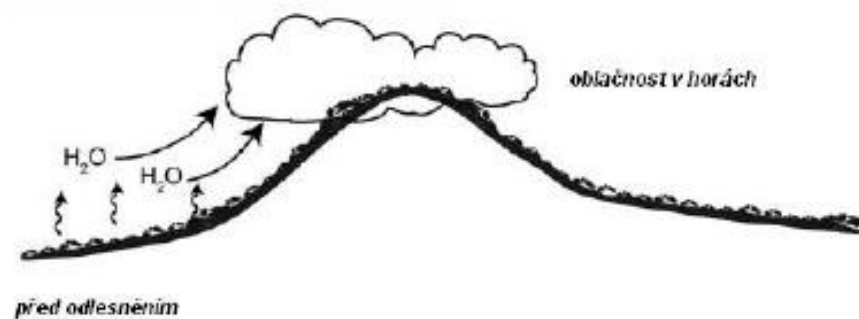
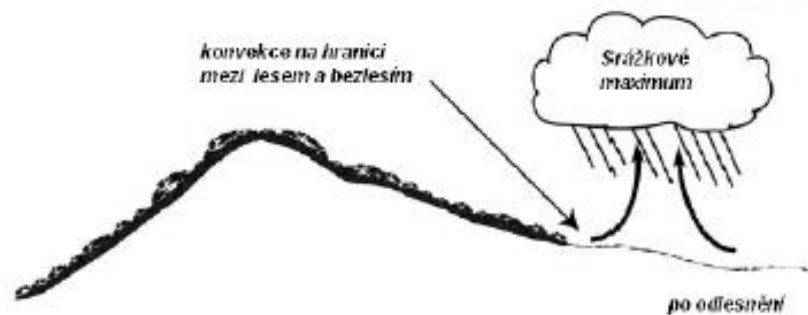
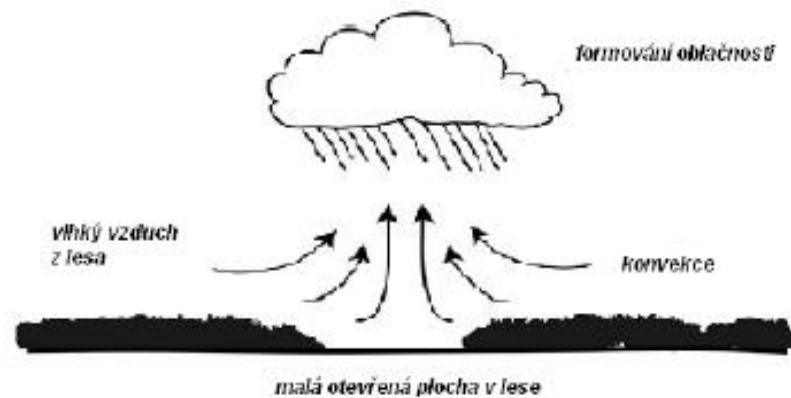
40-50% - 25-30% - 6% odtok do recip.

Retenční prostor 100-130 mm do 60cm



# LES a BEZLESÍ

směr proudění větru







# Děkuji za pozornost!

Změna je výzva!

Každý lesník si svou prací staví pomník slávy či hanby. (J. Ressel)

