


Adaptační opatření v LH v návaznosti na globální změnu klimatu

Radek Pokorný

MENDELU - Mendelova univerzita v Brně (www.mendelu.cz)

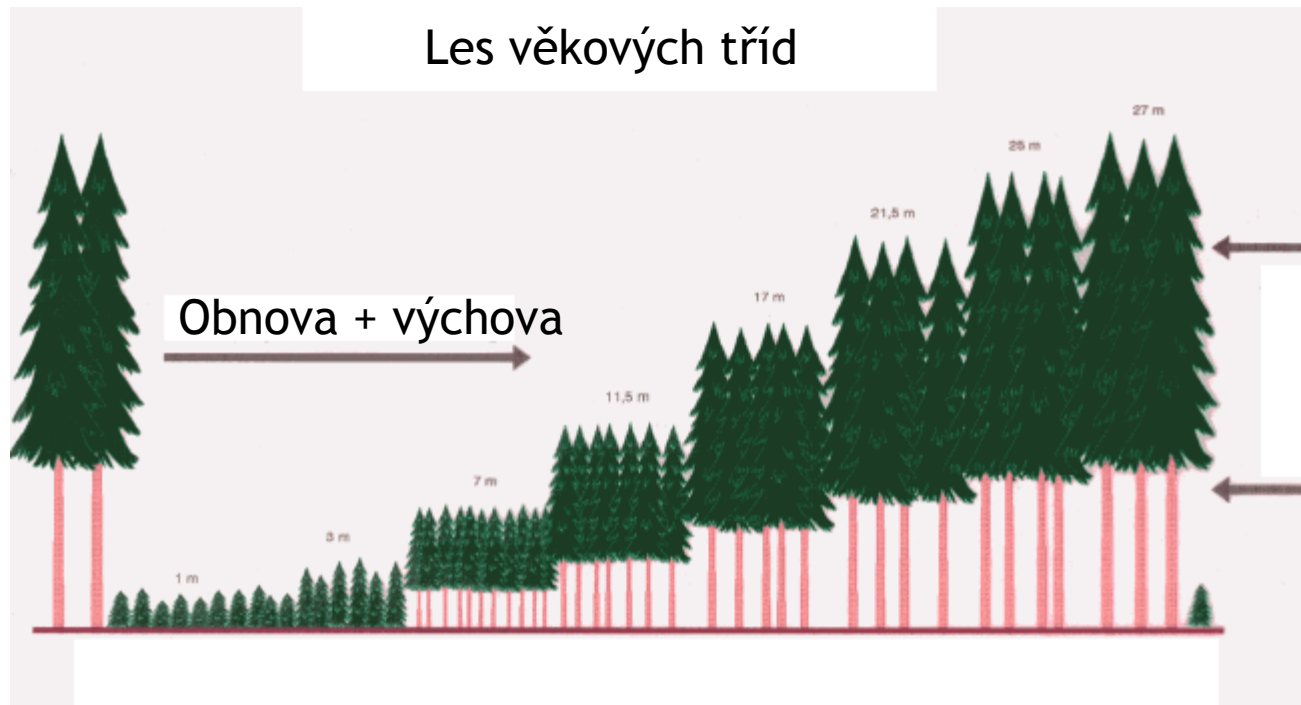
Ústav zakládání a pěstění lesů

Obsah přednášky

- 
- # Současný stav lesů ČR (+historický kontext)
 - # Národní inventarizace lesů
 - # Sítě: ICP Forests / CzechTerra
 - # CzeCOS - ekosystémové stanice s Eddy-kovariancí
 - # Náchylnost dřevin k poškození abiotickými a biotickými faktory
 - # Předpovídané změny růstových podmínek a potenciální rozšíření dřevin v souvislosti se změnou klimatu
 - # Adaptační opatření

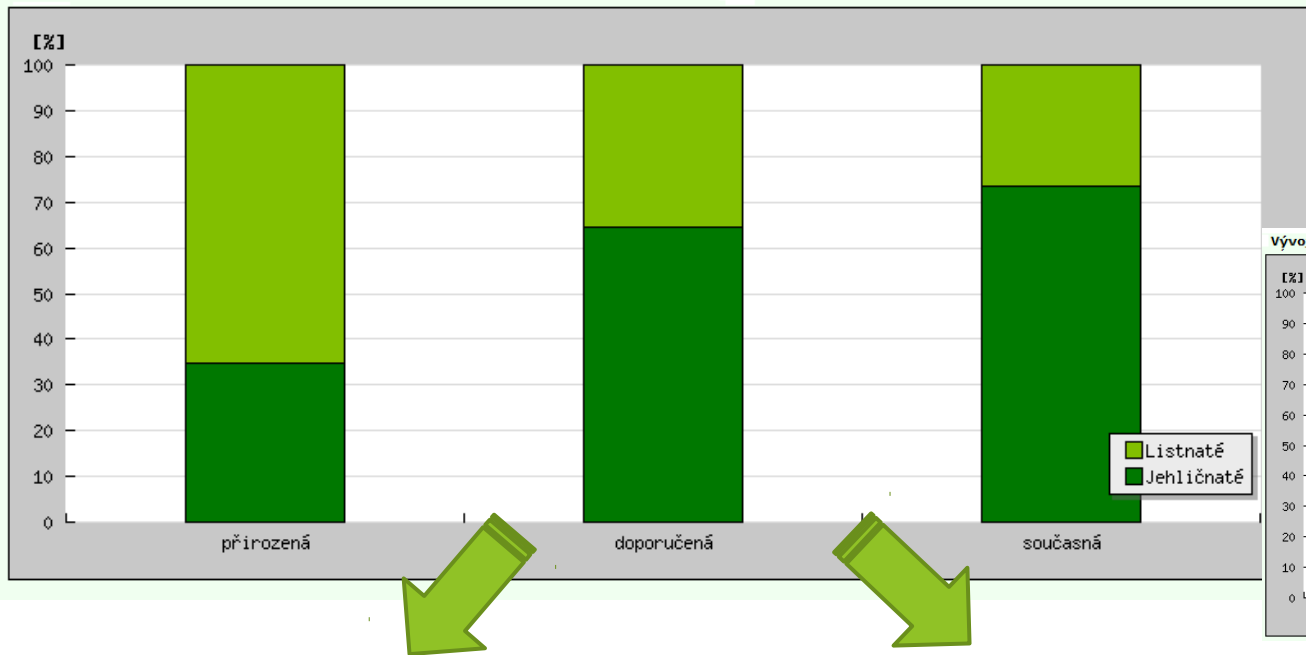
Současný stav lesních porostů + historický kontext

- Historie a současný stav porostů

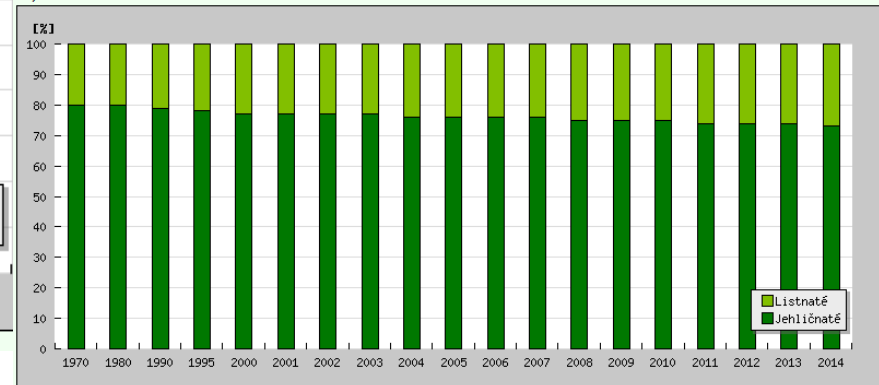


Struktura porostu - druhová skladba

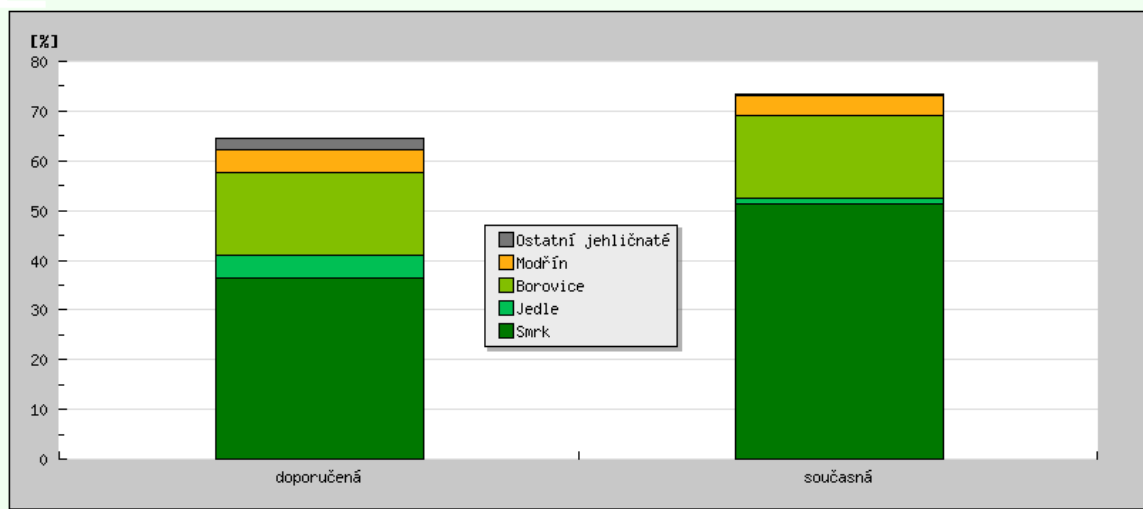
Rekonstruovaná přirozená, současná a doporučená skladba lesů



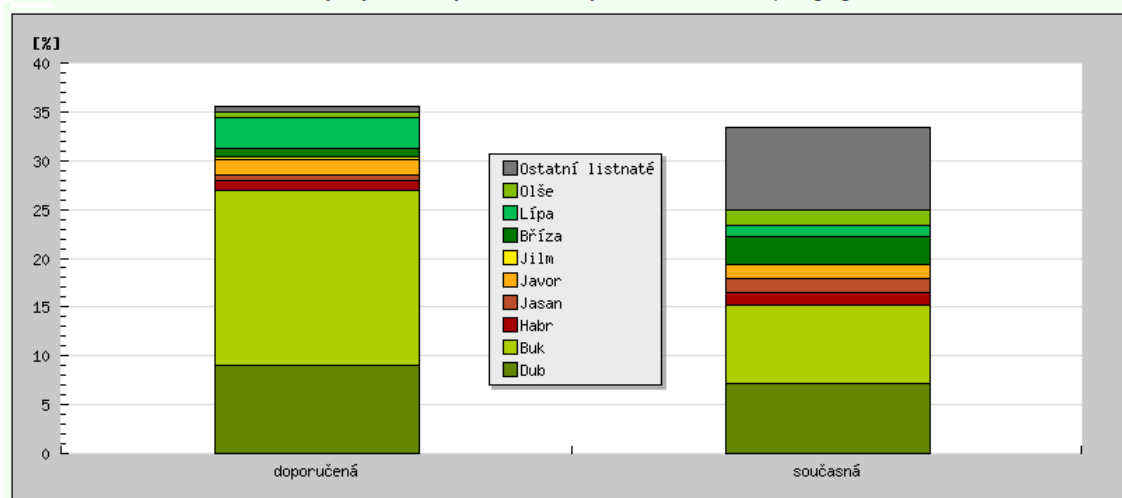
Vývoj podílu jehličnatých a listnatých porostů na celkové ploše lesů, ČR [%]



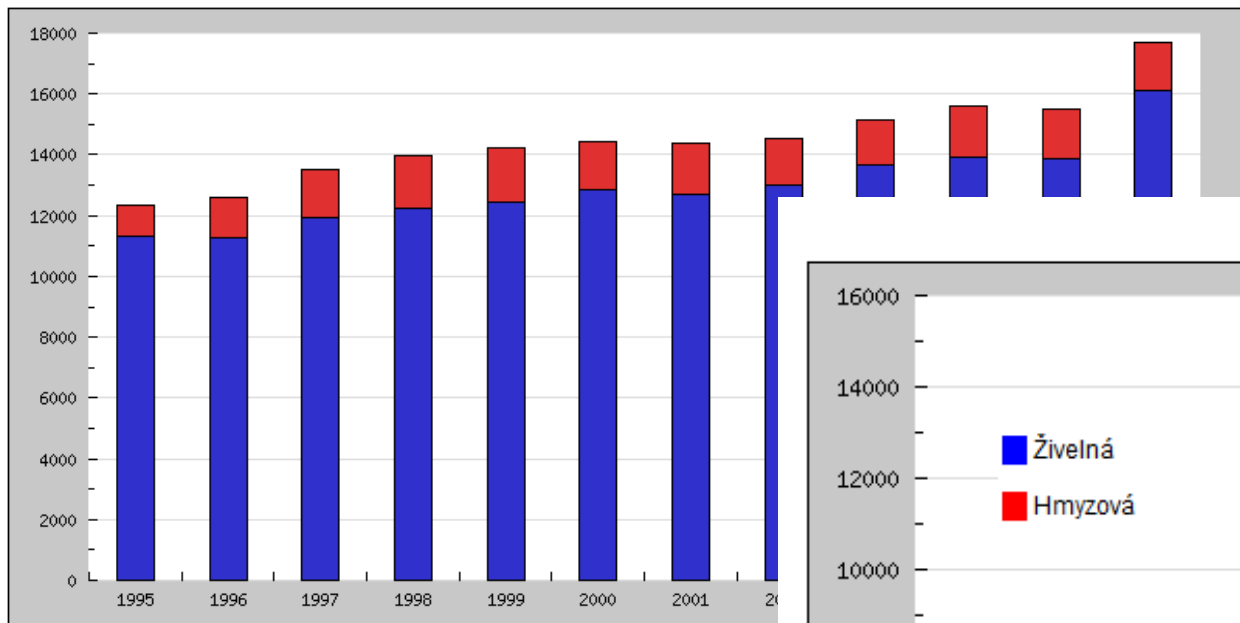
Současná druhová skladba jehličnatých porostů v porovnání s doporučenou skladbou, ČR [%]



Současná druhová skladba listnatých porostů v porovnání s doporučenou skladbou, ČR [%]

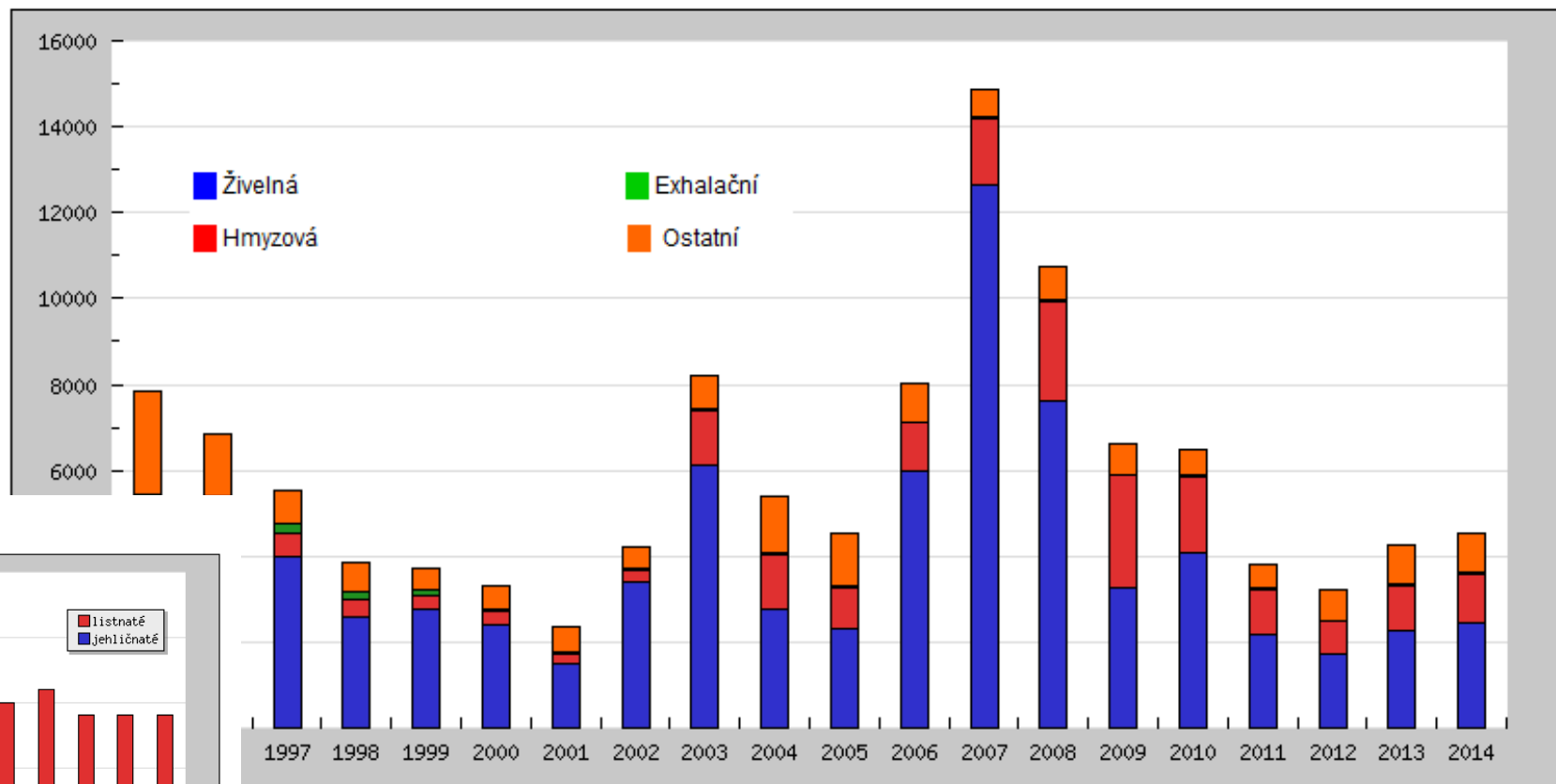


Grafické znázornění vývoje těžby dřeva [tis. m³ b.k.]



Těžba

Grafické znázornění vývoje nahodilých těžeb [tis. m³ b.k.]

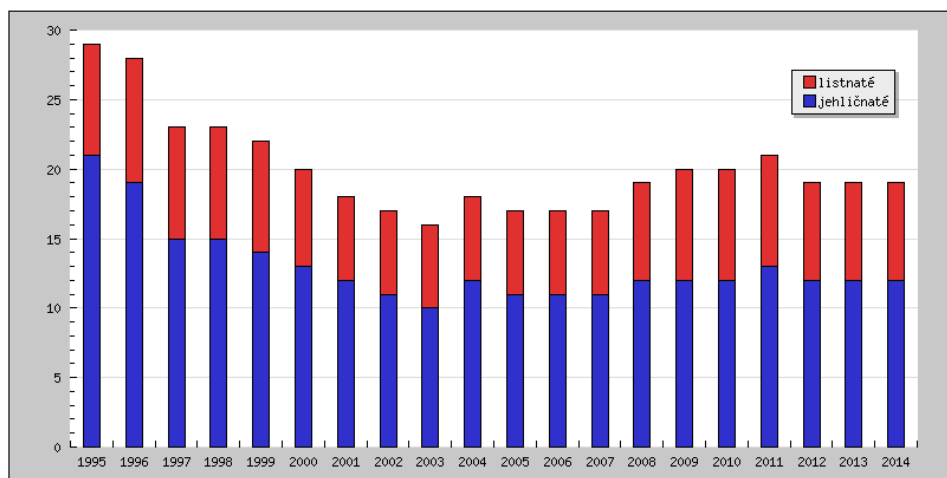


Legenda

- Jehličnaté dřeviny celkem
- Listnaté dřeviny celkem

Obnova

Grafické znázornění vývoje zalesňování [ha]

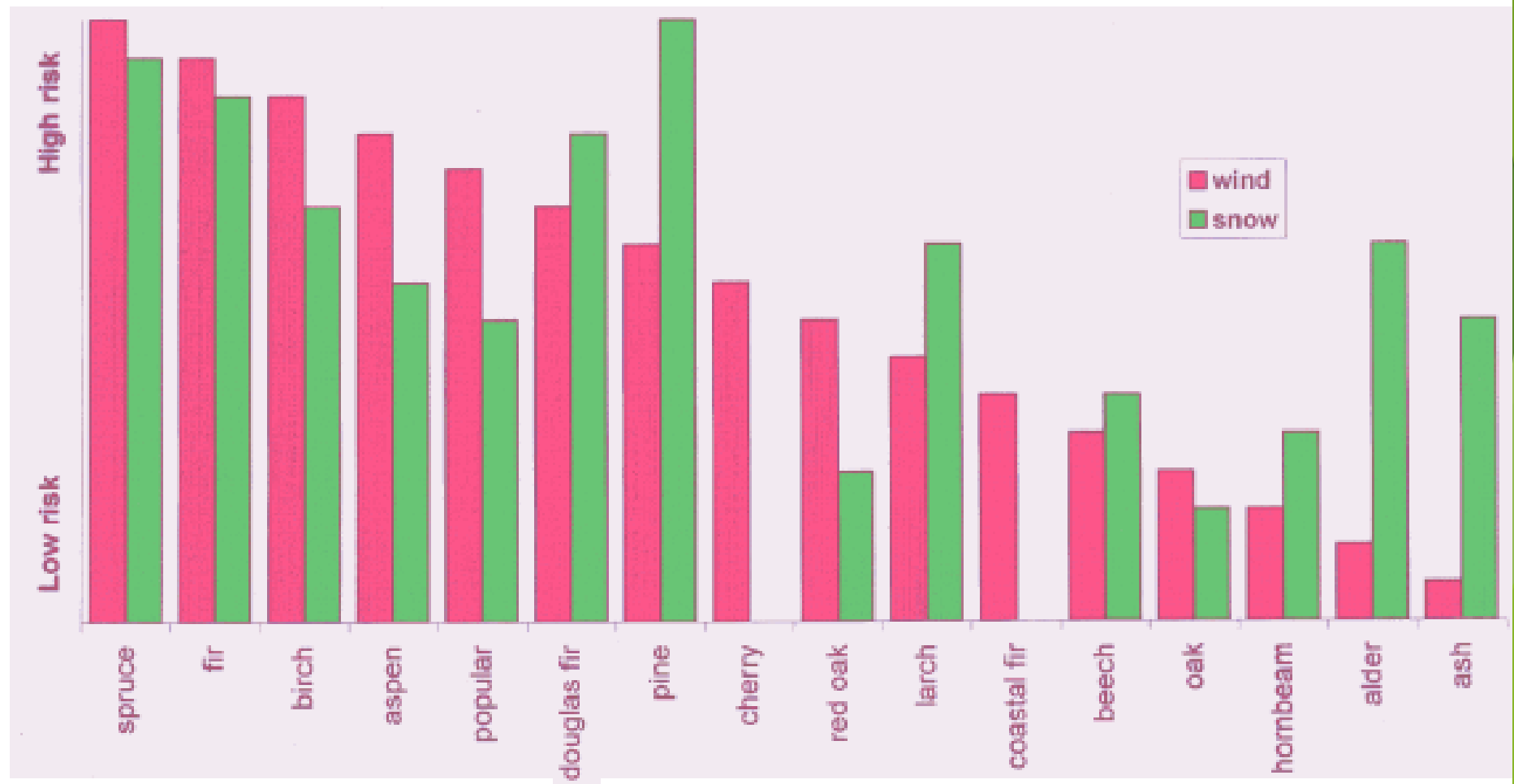


¹⁾ Přírozená obnova se do "Zalesňování celkem" nezapočítává. Od roku 2002 se z důvodu změn v metodice do přírozené obnovy započítává i obnova pod porostem (původně se započítávala jen obnova na holině).

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

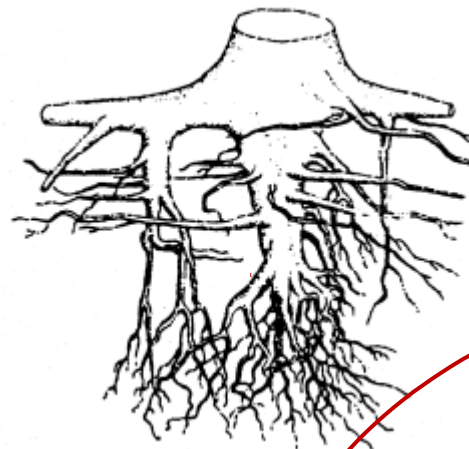
Abiotické faktory

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



Mechanická stabilita - kořenový systém

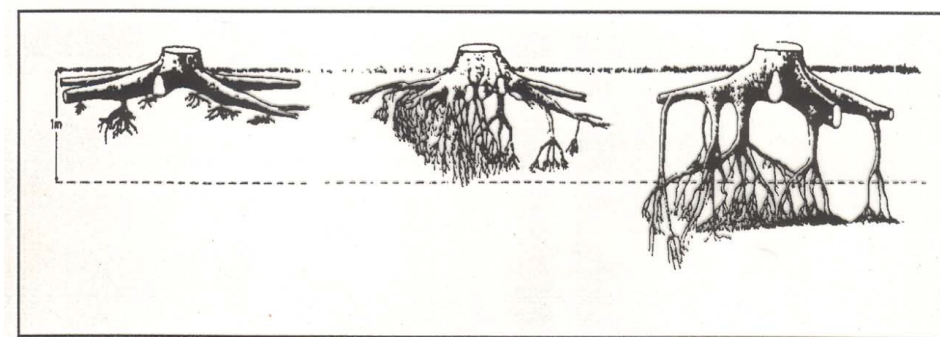
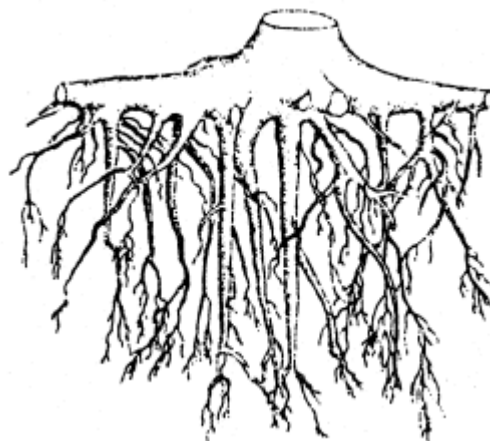
a) k. s. s jedním hlavním kůlovitým kořenem



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)

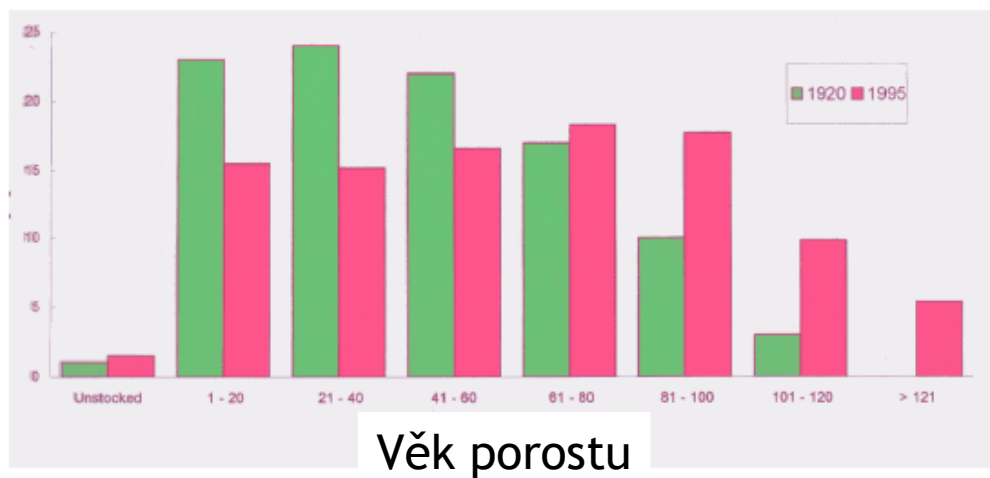
Hloubka kořenového systému

- **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

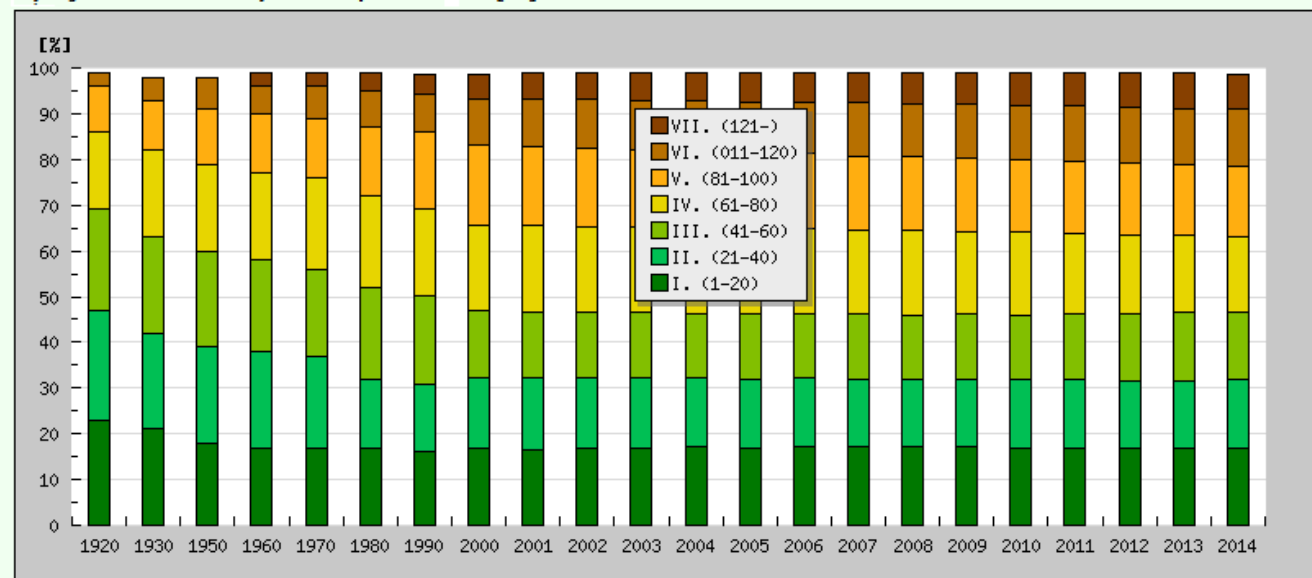
Vztah mezi výškou, rychlostí větru a podílem větrných kalamit v porostu příklad - smrk sitka (Irsko)



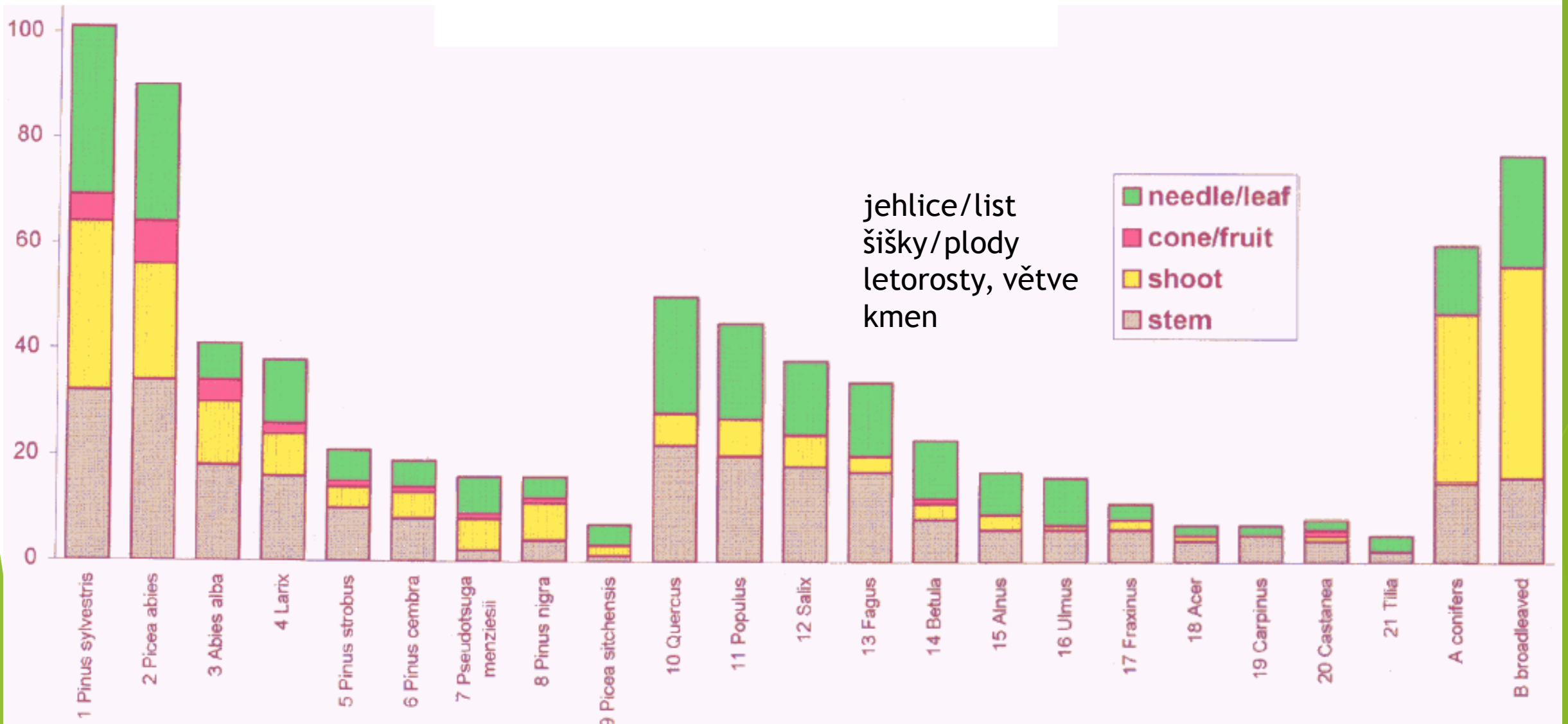
$$H = f(\text{věk})$$



Vývoj věkové struktury lesních porostů ČR [%]



Počet druhů hmyzích škůdců ovlivňujících hl. hospodářské dřeviny Evropy



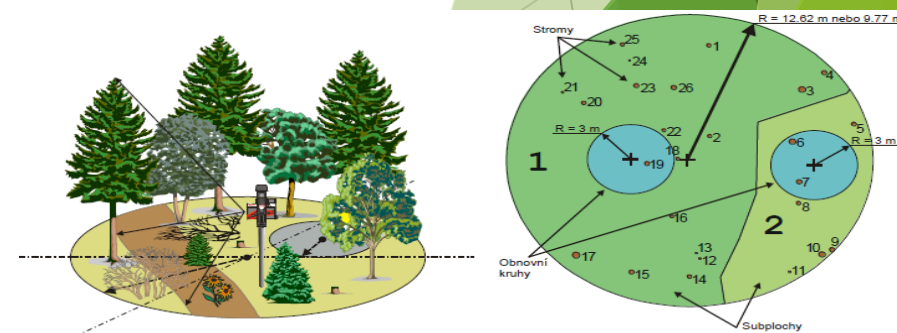
Národní inventarizace lesů



<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).



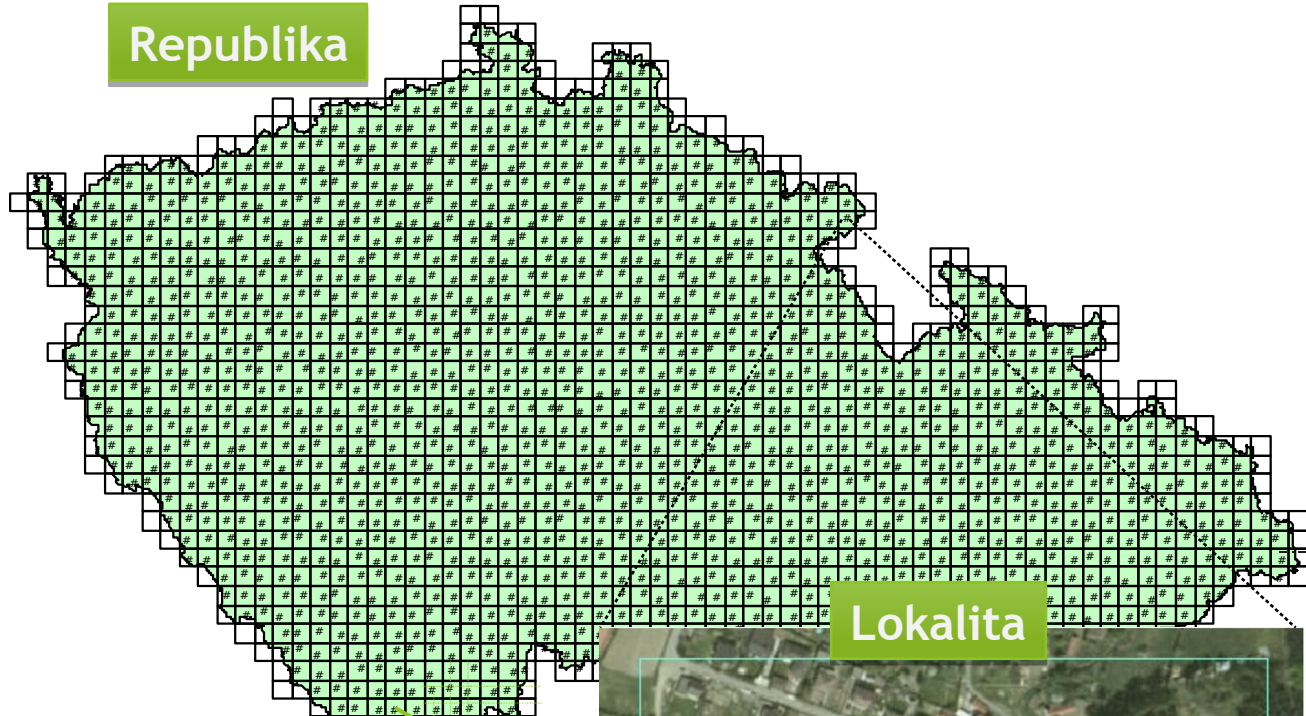
Inventarizační plocha s kruhovými obnovními ploškami (příklad).

CzechTerra

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

- ▶ **Více-zdrojová inventarizace krajiny:**
 - i. Interpretace leteckých snímků 450x450 m
 - ii. Terénní šetření **ploch** (500 m²)
 - iii. **Laboratorní** analýzy půdních vzorků

Republika



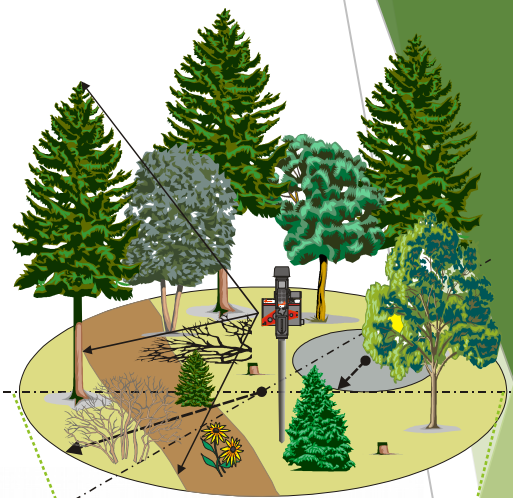
7x7 km

Lokalita

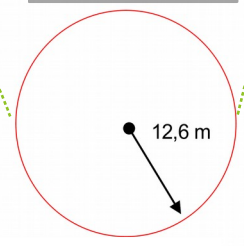


Plocha

450x450 m



Plocha



500 m²

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.

6 m³/ha 10 m³/ha

ízko-přírodních prvcích
00 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

58.1 % bez obnovy

0.6 %

28.4 % obnova pod porostem

14.6

8.0 % obnova na volné ploše

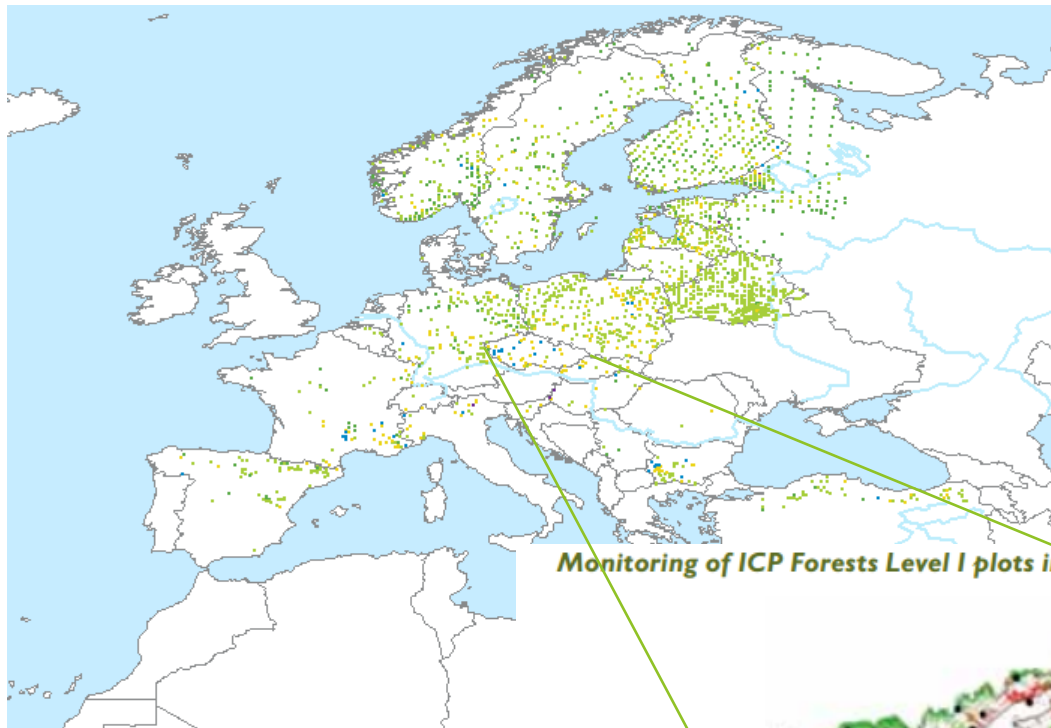
102 t/ha

Druhy obnovy

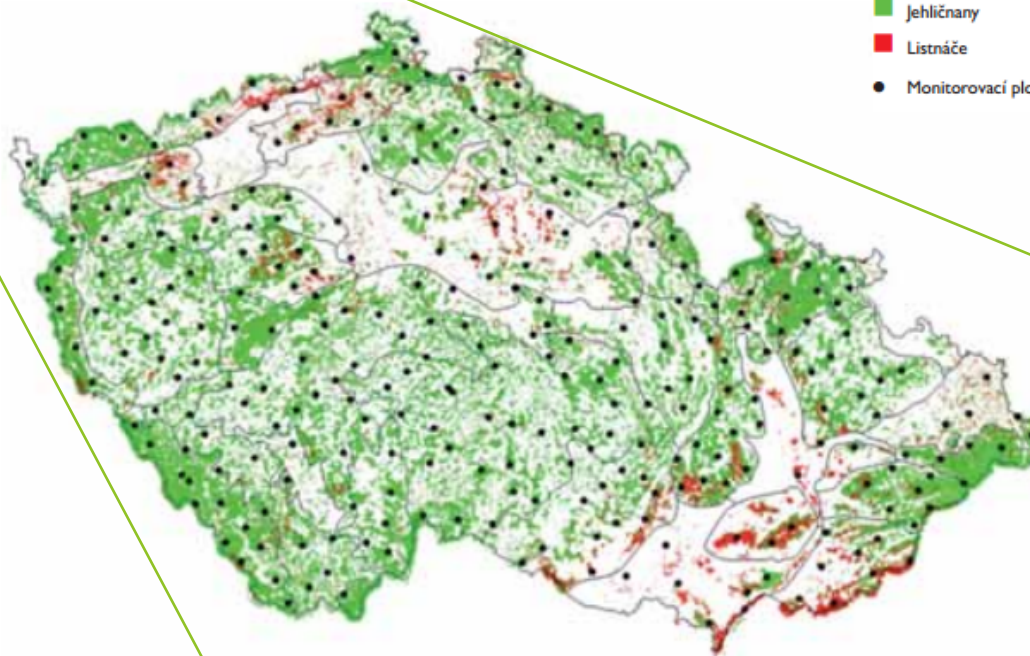
Uhlíku v nadzemní biomase

Výskyt obnovy

ICP Forests



Monitoring of ICP Forests Level I plots in the Czech Republic

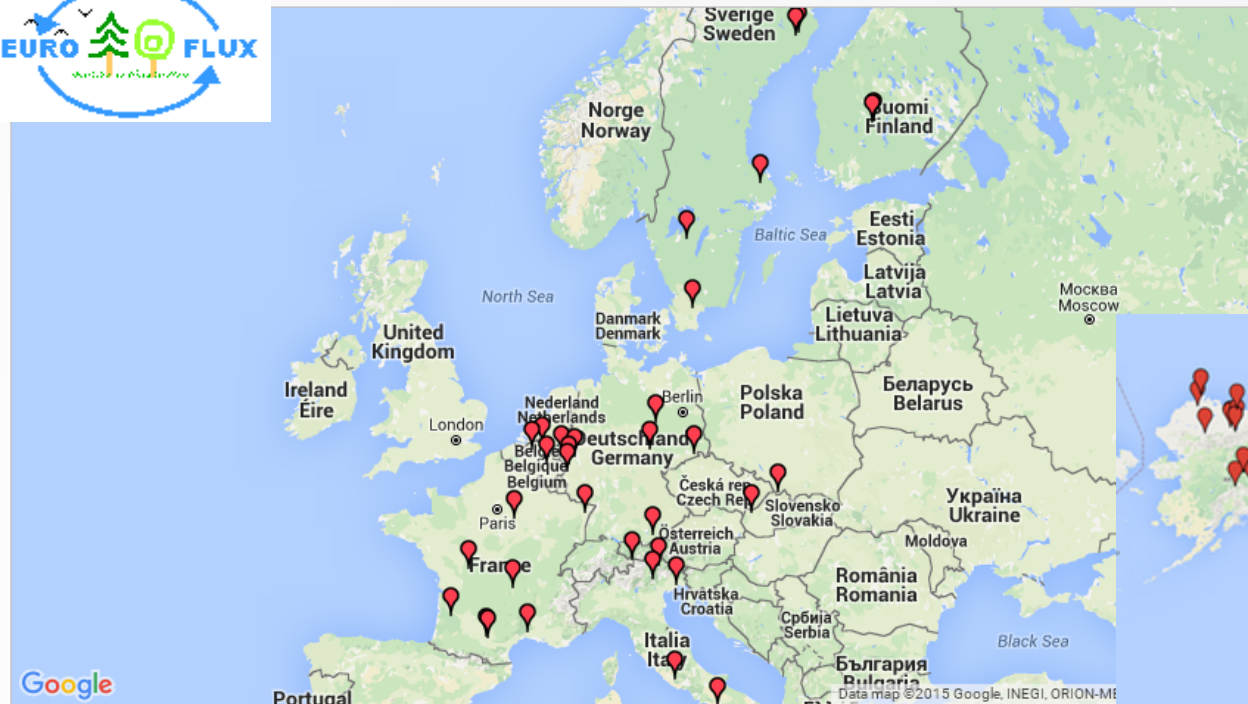


- Jehličnany
- Listnáče
- Monitorovací plocha

ICOS - síť ekosystémových stanic

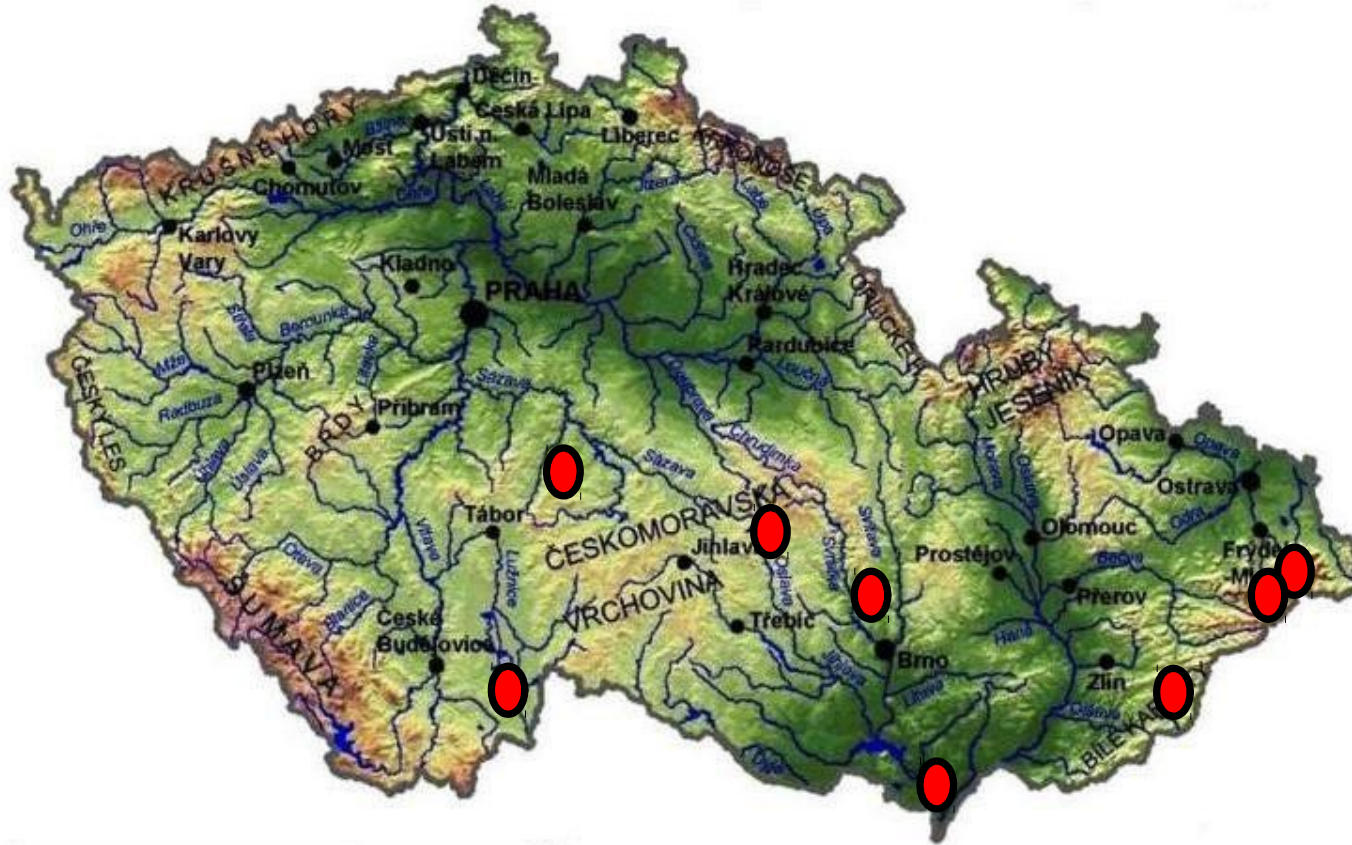
ICOS

INTEGRATED
CARBON
OBSERVATION
SYSTEM

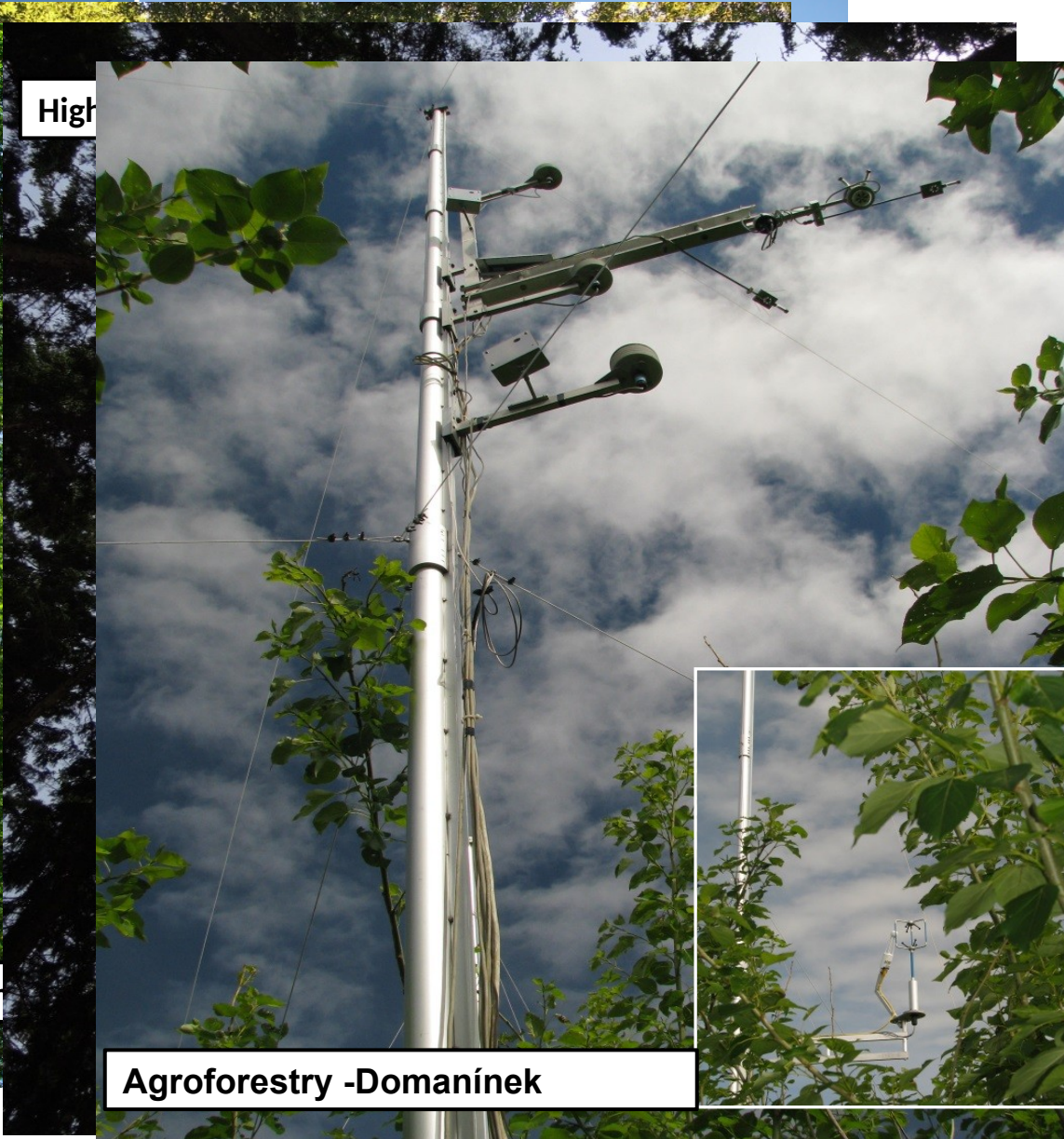


Dlouhodobé sledování toku energie a látek (oxidu uhličitého a vodní páry) v evropských lesích v interakci s klimatickým systémem

Národní síť ekosystémových stanic v ČR CzeCOS



Eddy-kovarianční systém



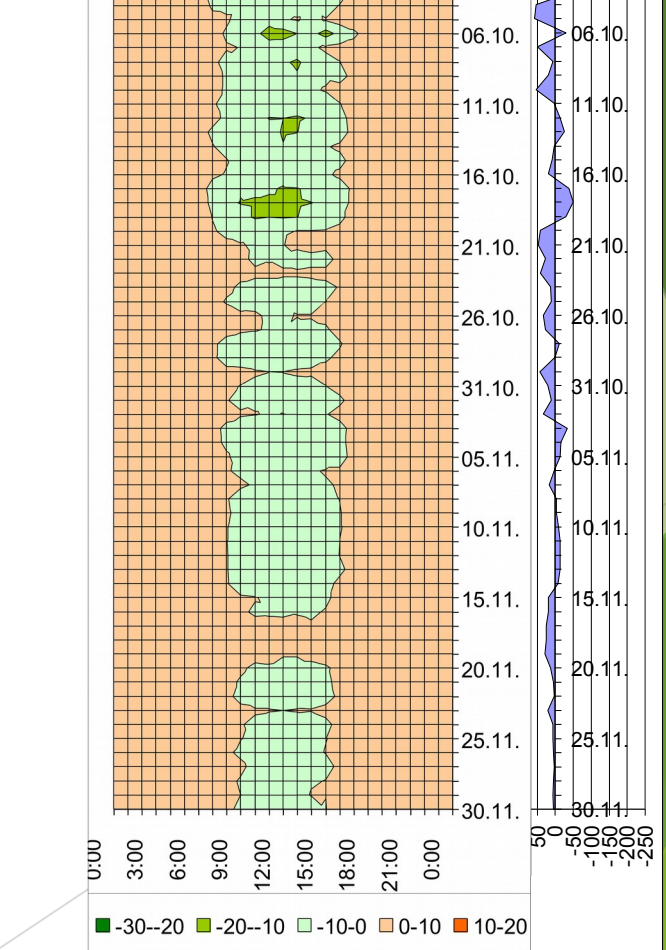
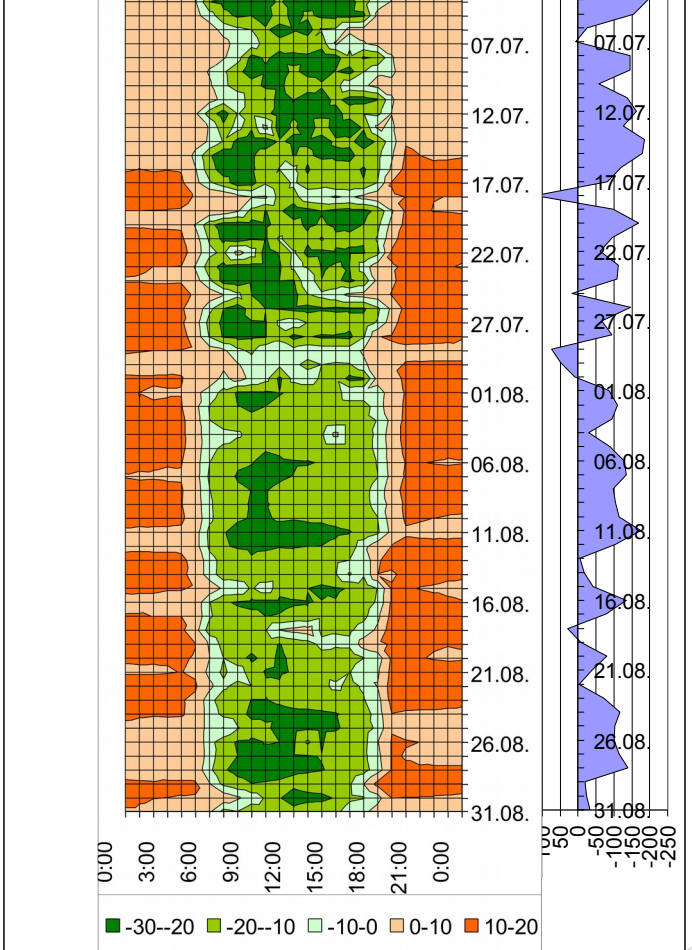
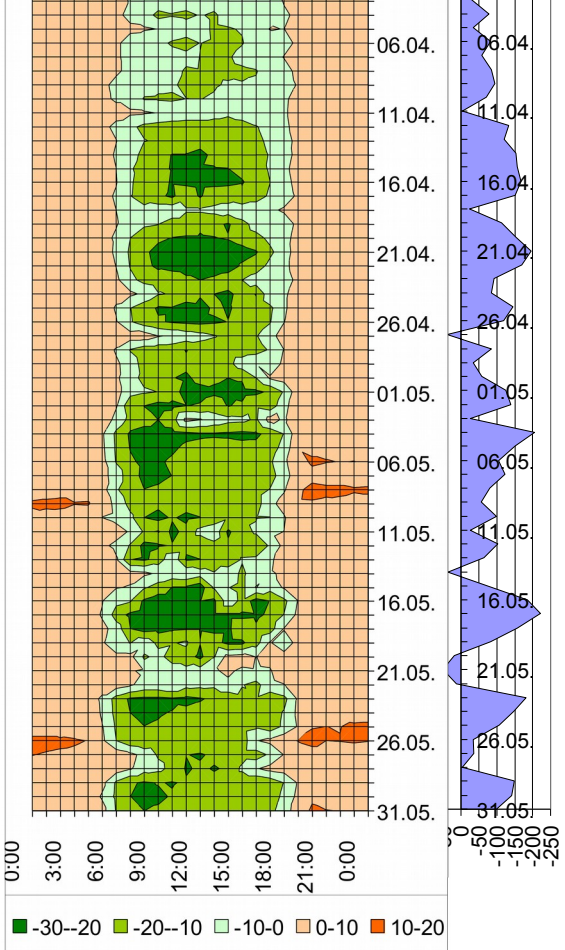
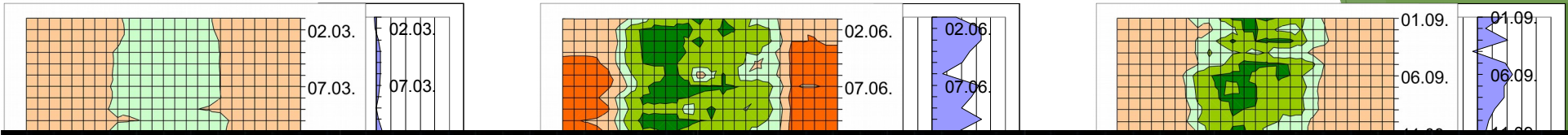
Bee

High

Mou

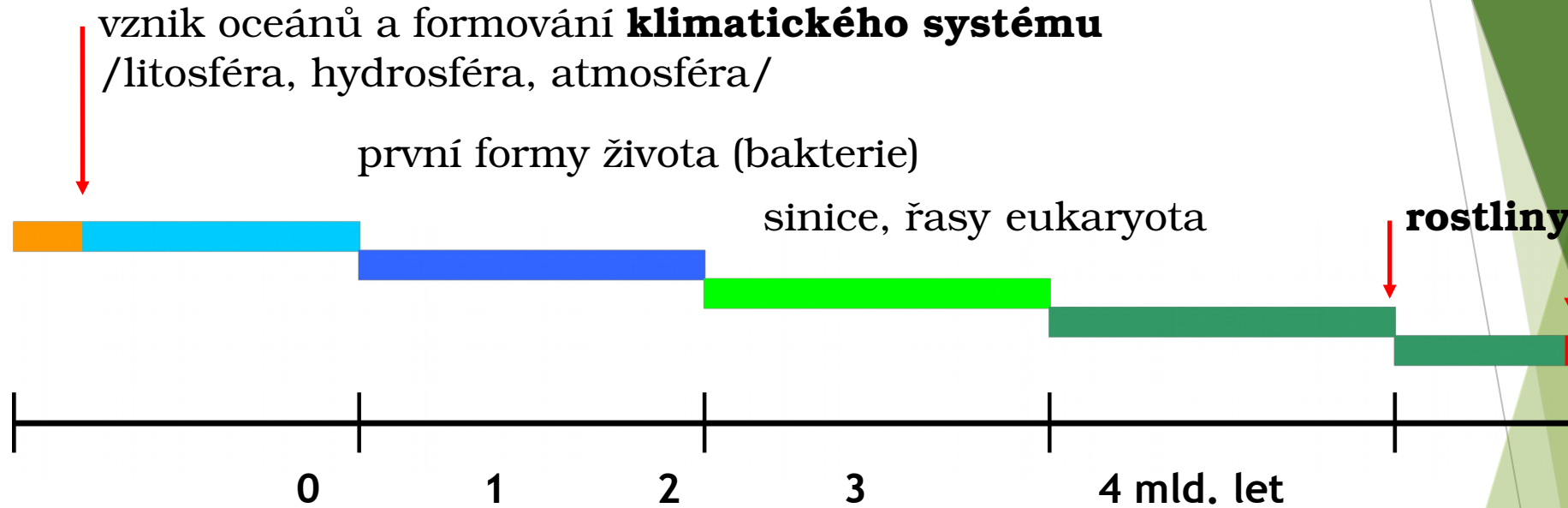
Floodplain

Agroforestry -Domanínek



Historie Země a vývoje klimatického systému

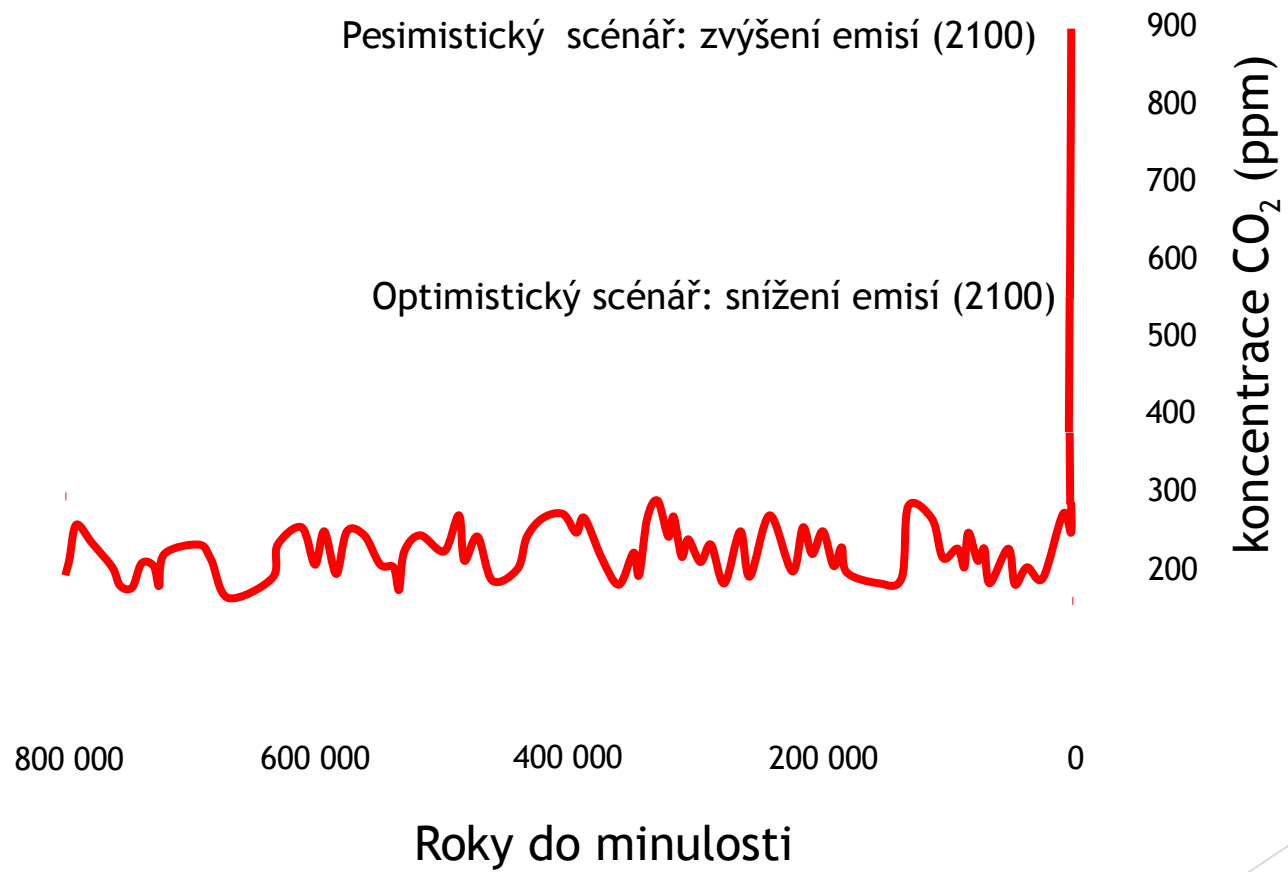
předchůdci - člověk



Klimatický systém Země (složky)

- atmosféra
- světový oceán
- kryosféra
- litosféra
- biosféra

termodynamické otevřené systémy
výměna hmoty a energie



Co je globální změna klimatu?

- ▶ Je to dlouhodobá odchylka klimatických parametrů Země, např. teplot, srážek, rychlosti větru, od průměrů a trendů, které charakterizovaly naši planetu přibližně do počátku 20. století“

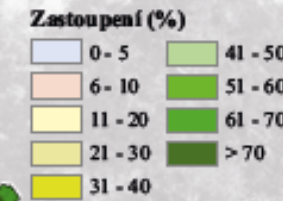


Současné problémy lesnictví (nejen v souvislosti se změnou klimatu)

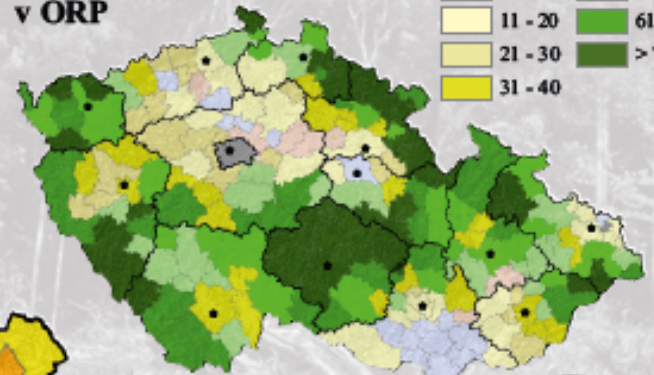
- ▶ GZK - sucho, přivalové deště, větrné vichřice a orkány, těžký sníh, pozdní mrazy, expanzivní nástup jara..
- ▶ Hmyzí škůdci
- ▶ Šíření houbových patogenů
- ▶ Plodnost
- ▶ Zvěř

OCEKAVANY CELKOVY OBJEM NAHODILYCH TEZEZ V POROSTECH SMRKU V OBDObI 2015-2065

Jiří Trombik, Tomáš Hlásný, Ivan Barka, Marek Turčani & Róbert Marušák

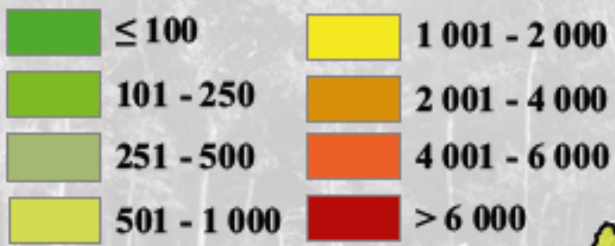


Zastoupení smrku v ORP



Největší objemy nahodilých těžeb smrku lze v příštích 50ti letech očekávat na území Jihočeského a Plzeňského kraje na Šumavě, Českém lese na Karlovarsku, Jihlavsku, Hrubém a Nížkém Jeseníku na severní Moravě a Javornících, kde lze v některých ORP očekávat těžby přesahující 6 mil. m³. Oblasti s nejvyššími očekávanými škodami jsou především v Polabí, Dolnomoravských úvalech a Ostravsku, přesněji ORP s nejvyšším zastoupením smrku i lesnatostí.

Objem nahodilé těžby (tis. m³)



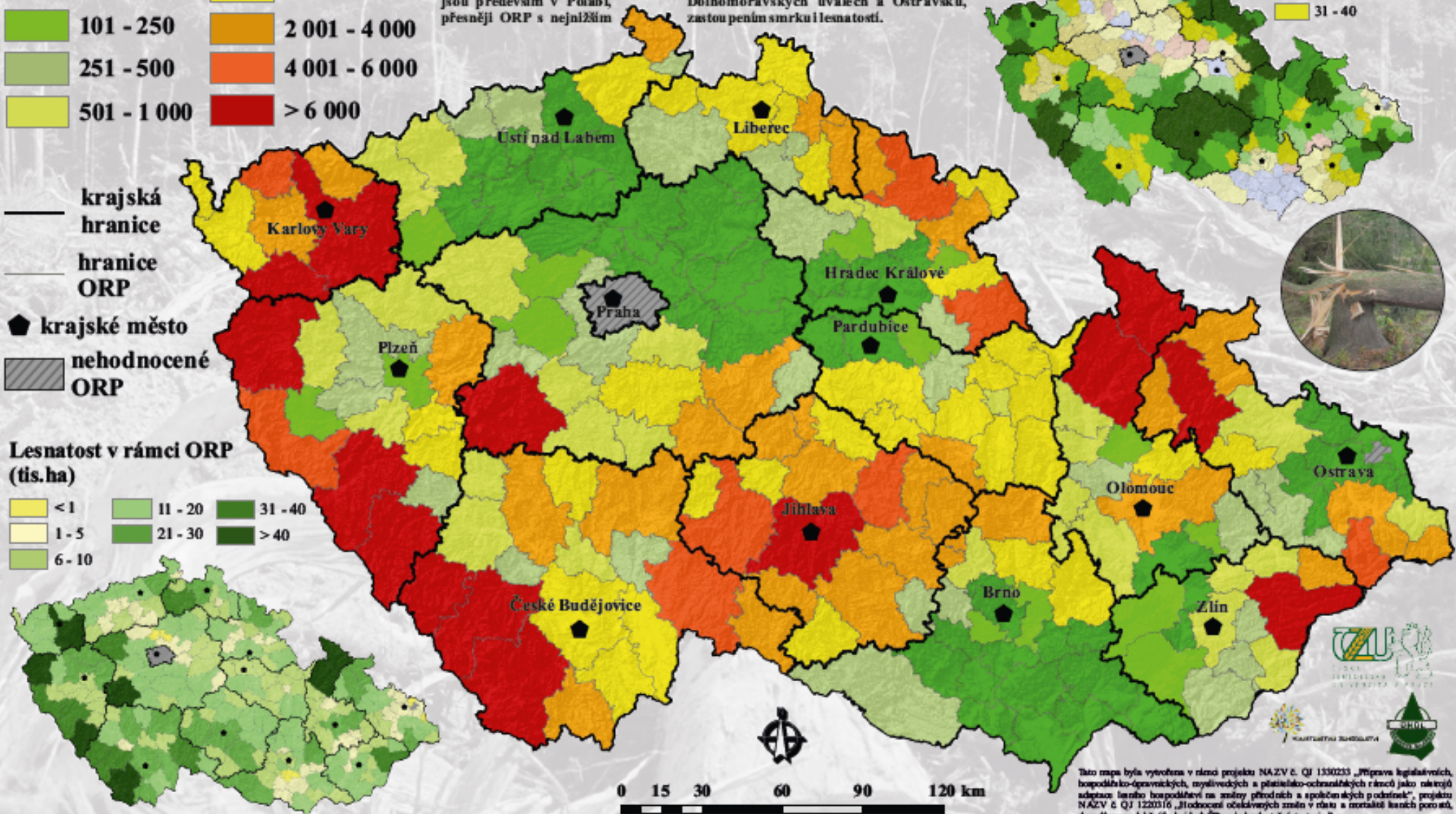
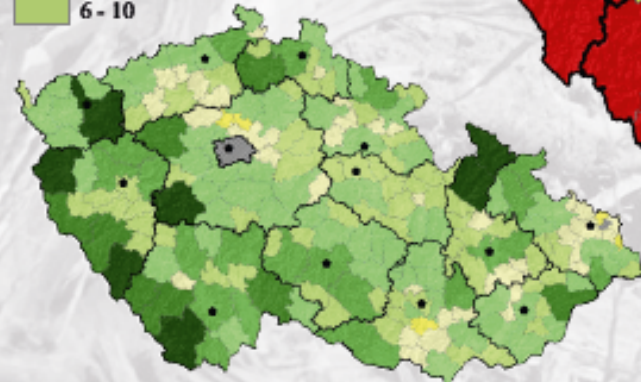
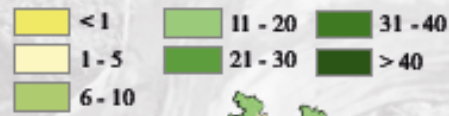
krajská hranice

hranice ORP

krajské město

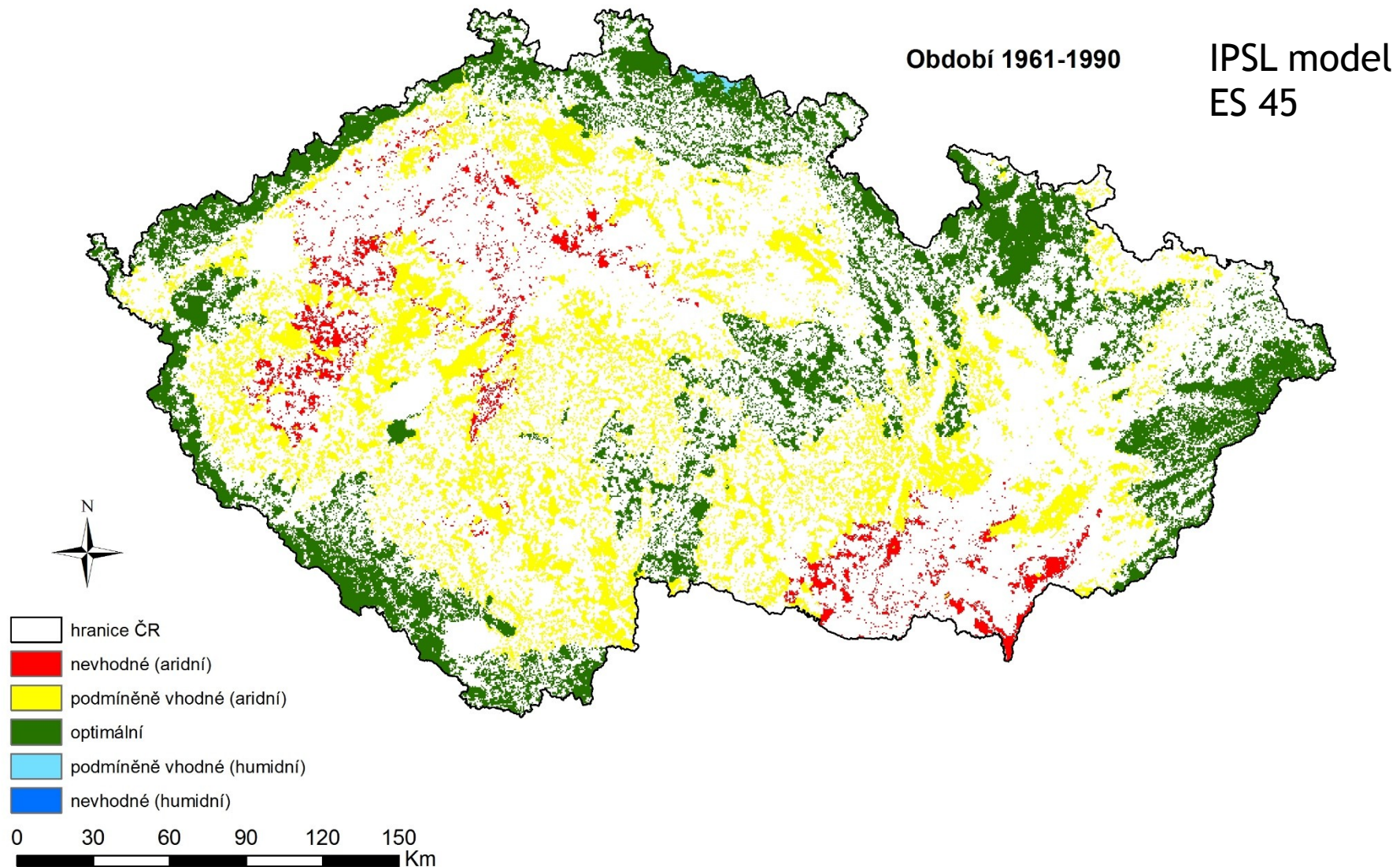
nehodnocené ORP

Lesnatost v rámci ORP (tis. ha)



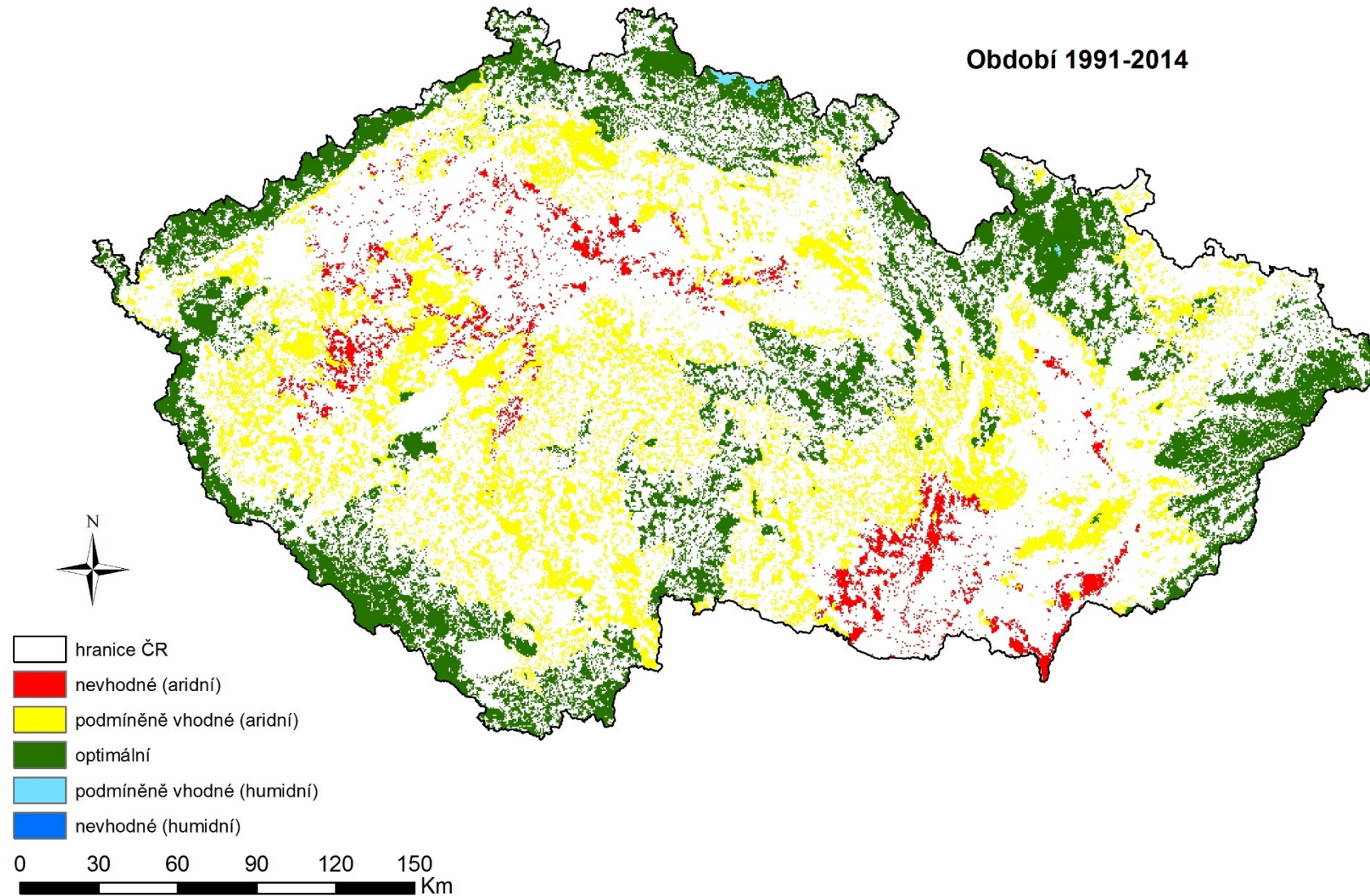
Tato mapa byla vytvořena v rámci projektu NAZV č. QJ 1330233 „Příprava legislativních, hospodářsko-úpravnických, myslivkových a pístitelko-ochranných rámců jako národní adaptace lesního hospodářství na změny přírodních a společenských podmínek“, projektu NAZV č. QJ 1230316 „Hodnocení očekávaných změn v růstu a mortalitě lesních porostů, dopadů např. odlesňování lesů ČR a návrh adaptační strategie“

Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity

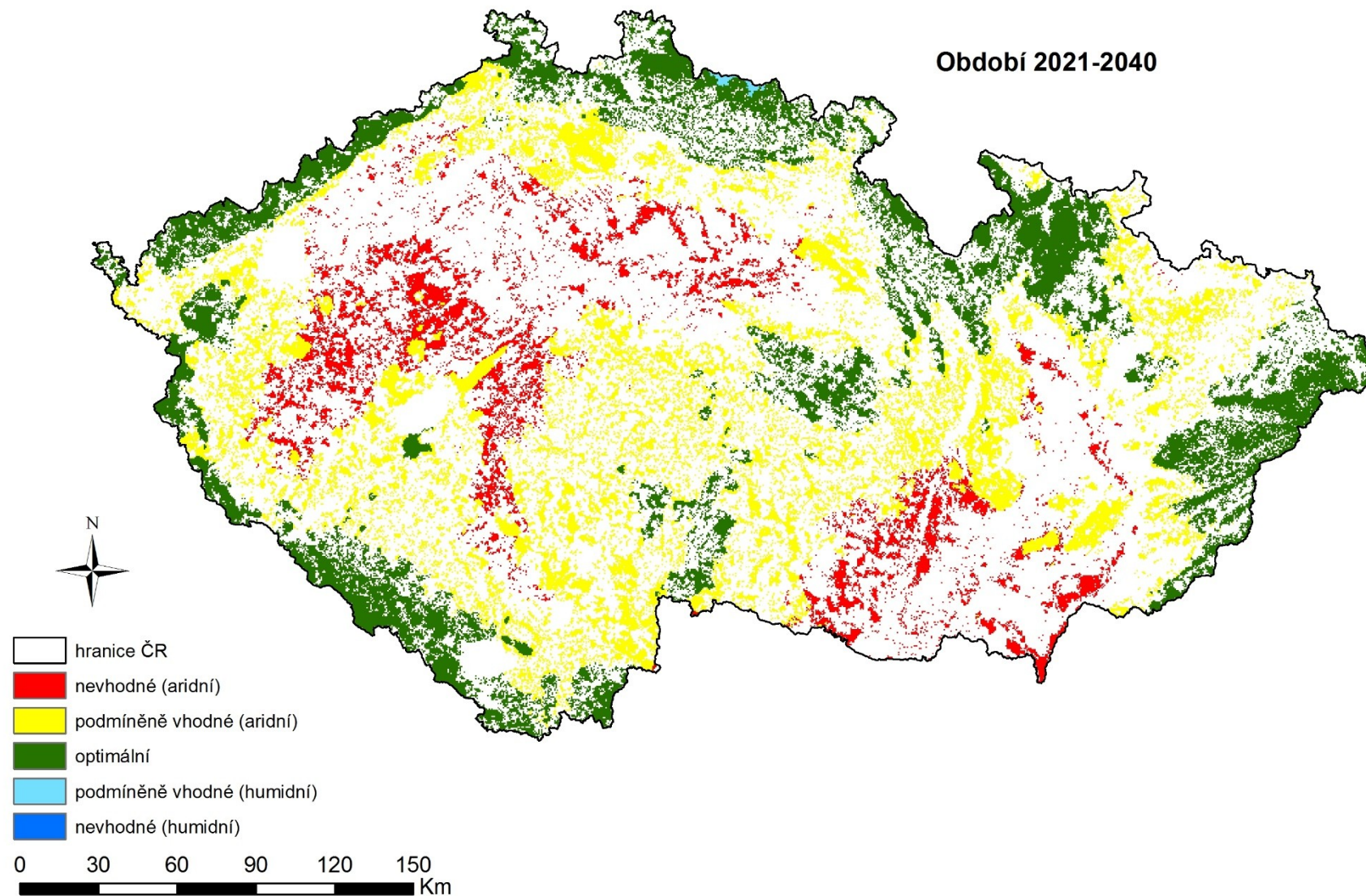


Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity

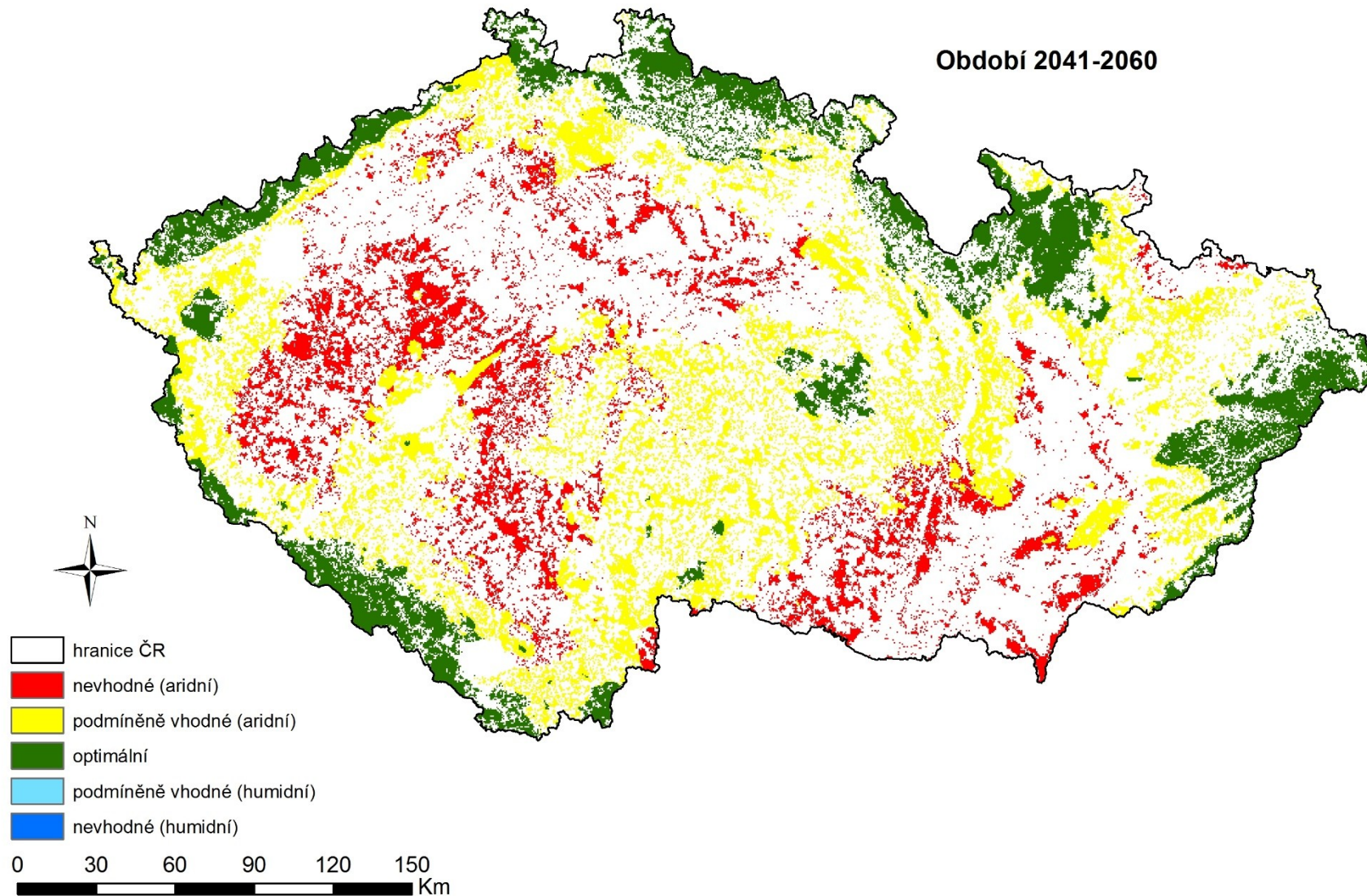
Období 1991-2014



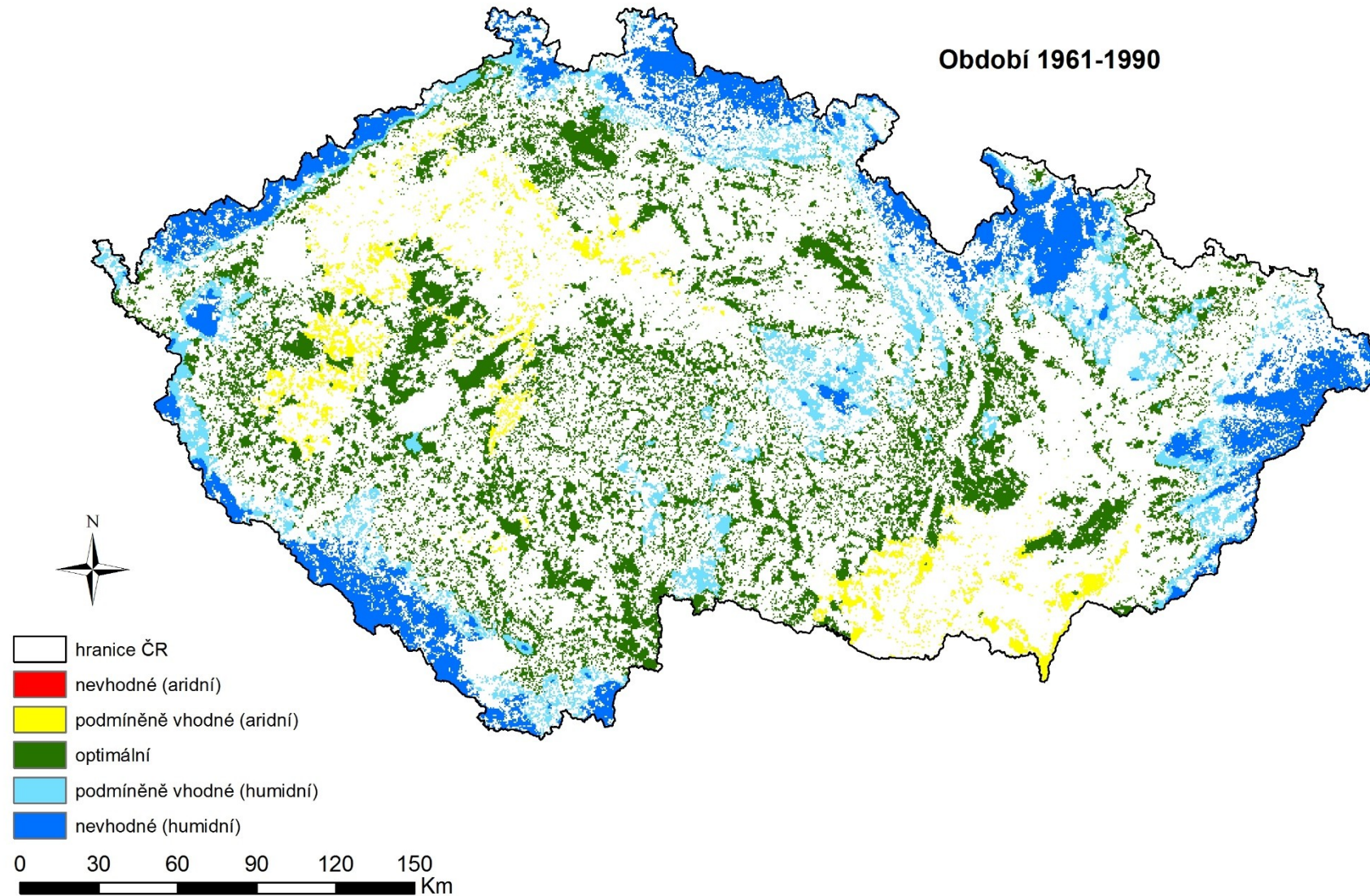
Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



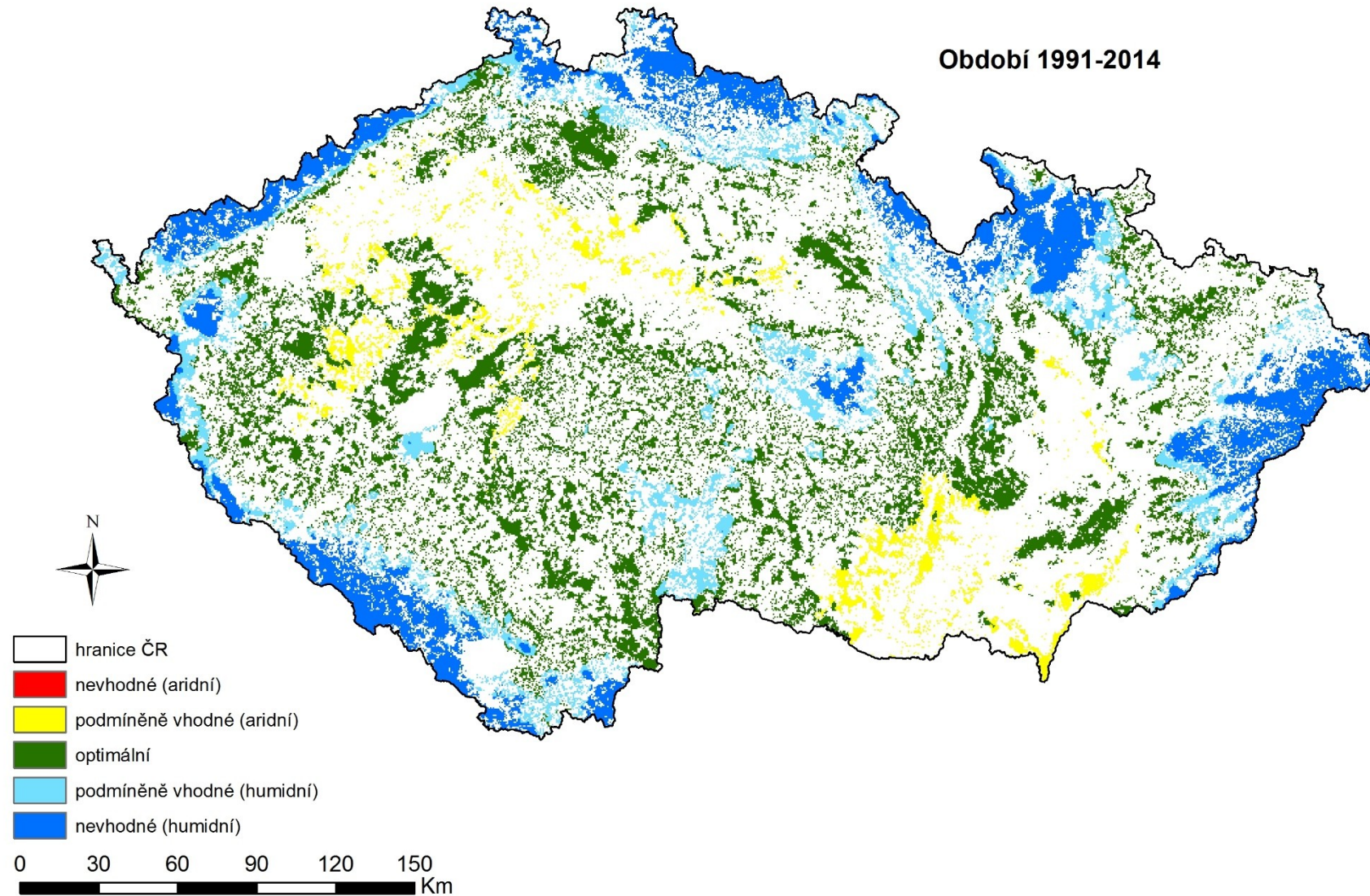
Podmínky pro pěstování smrku na základě De Martonneho indexu aridity



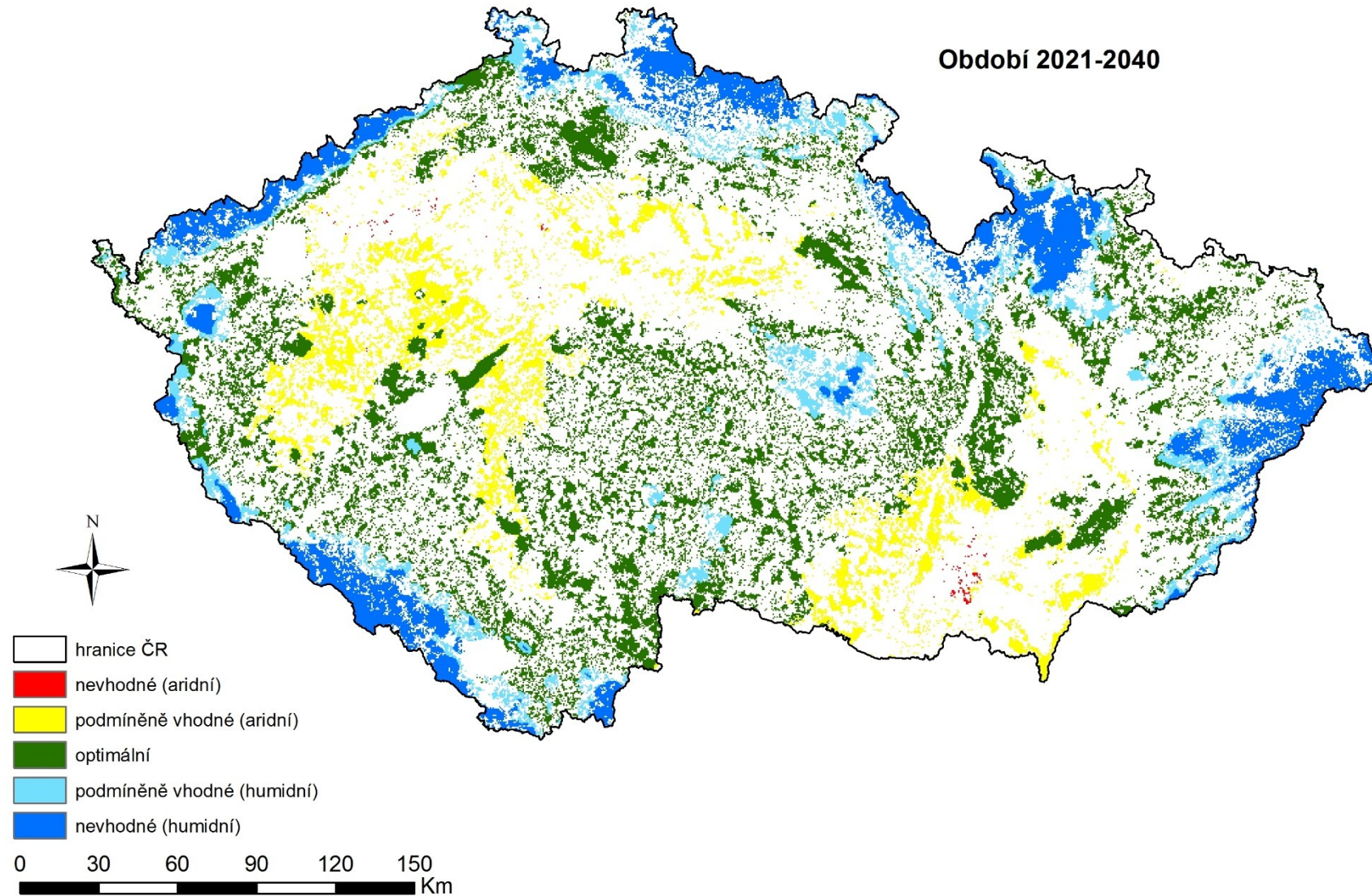
Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



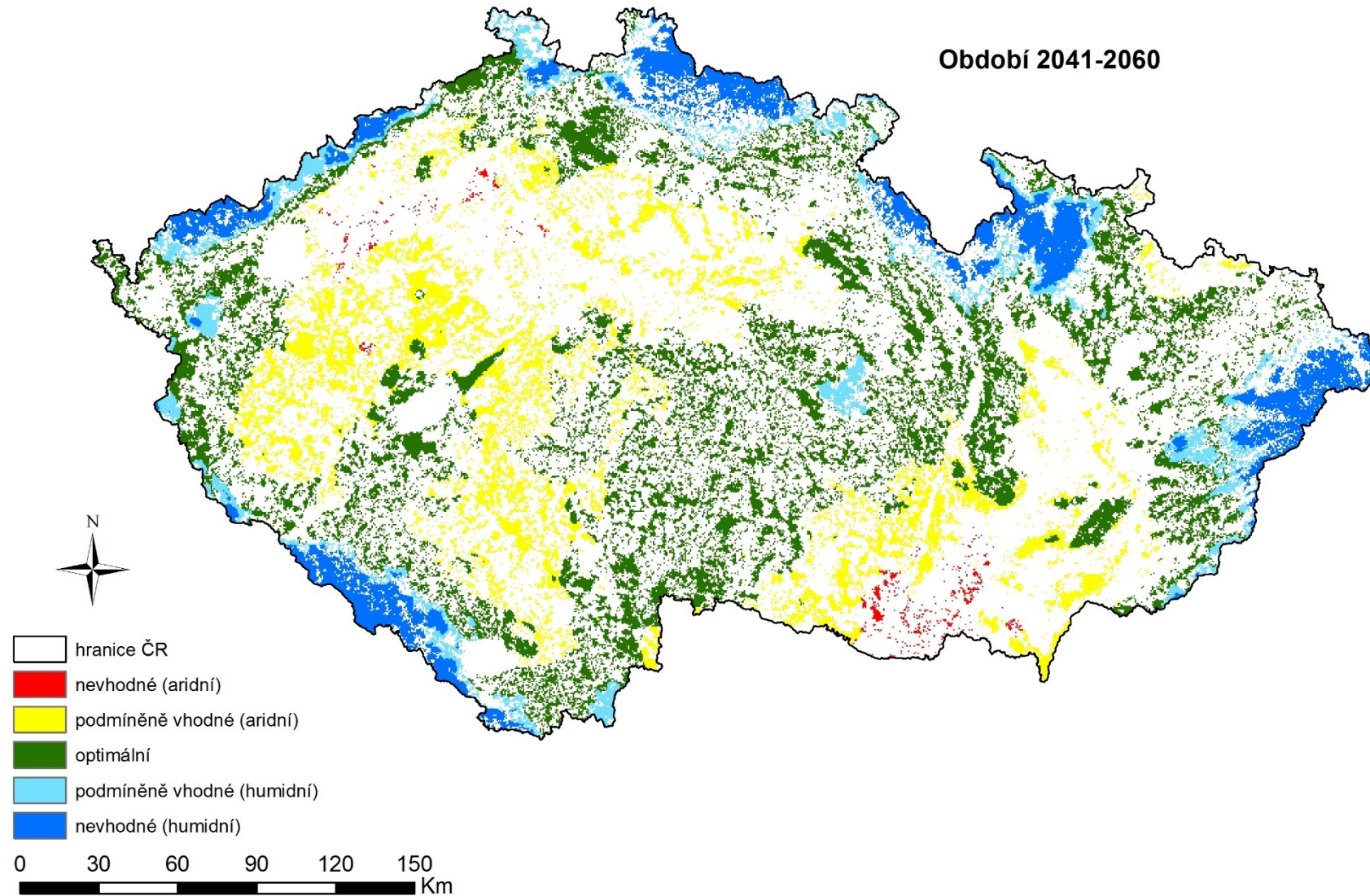
Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



Podmínky pro pěstování dubu na základě De Martonneho indexu aridity



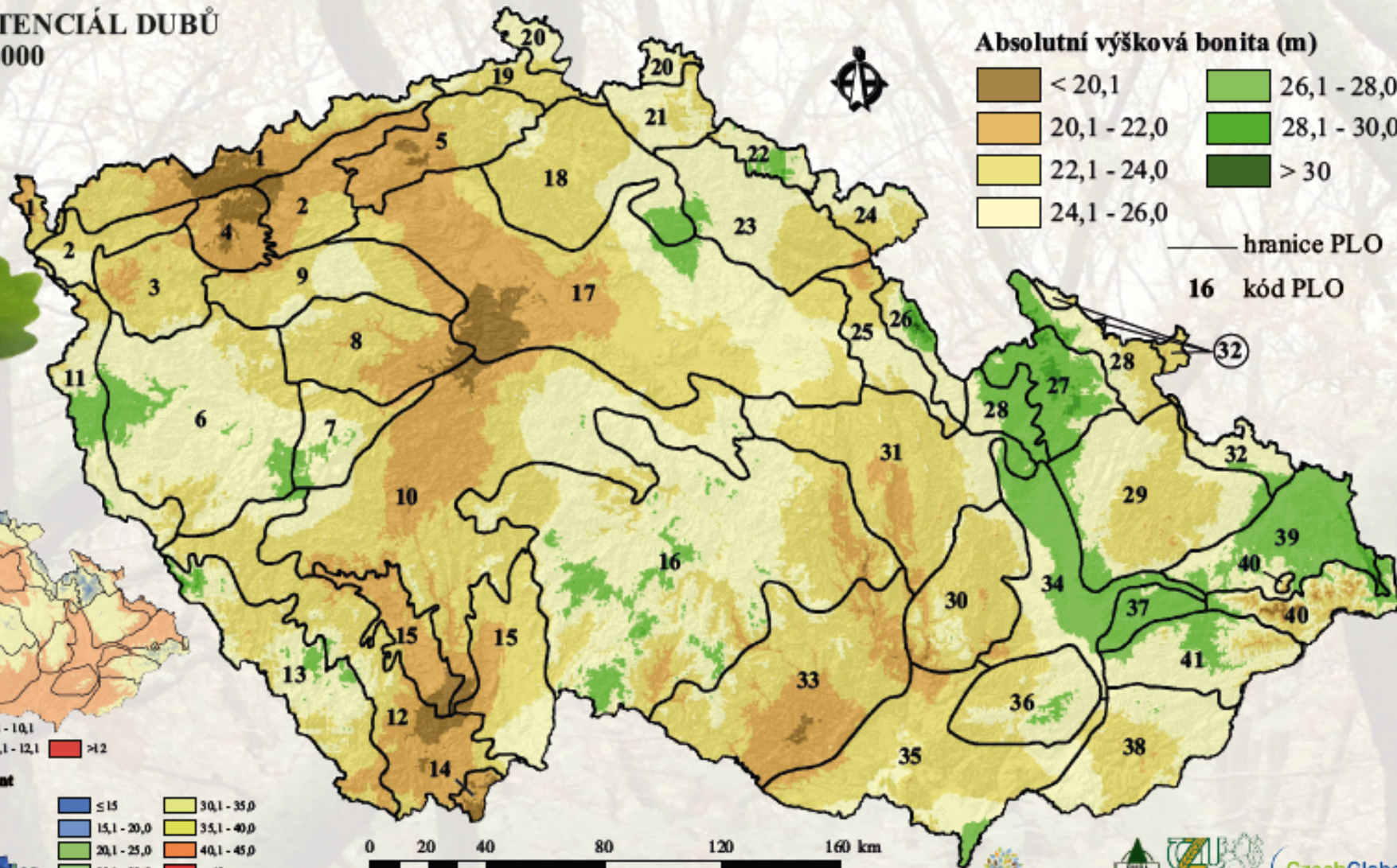
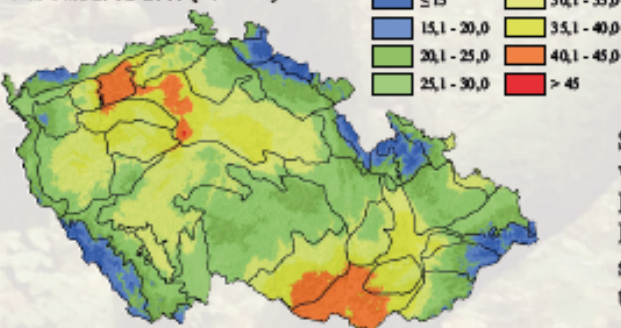
PRODUKČNÍ POTENCIÁL DUBŮ V OBDOBÍ 1981-2000



Průměrná roční teplota vzduchu v období 1981-2000 (°C)



Eilenbergův klimatický koeficient v období 1981-2000 (°C mm⁻¹)

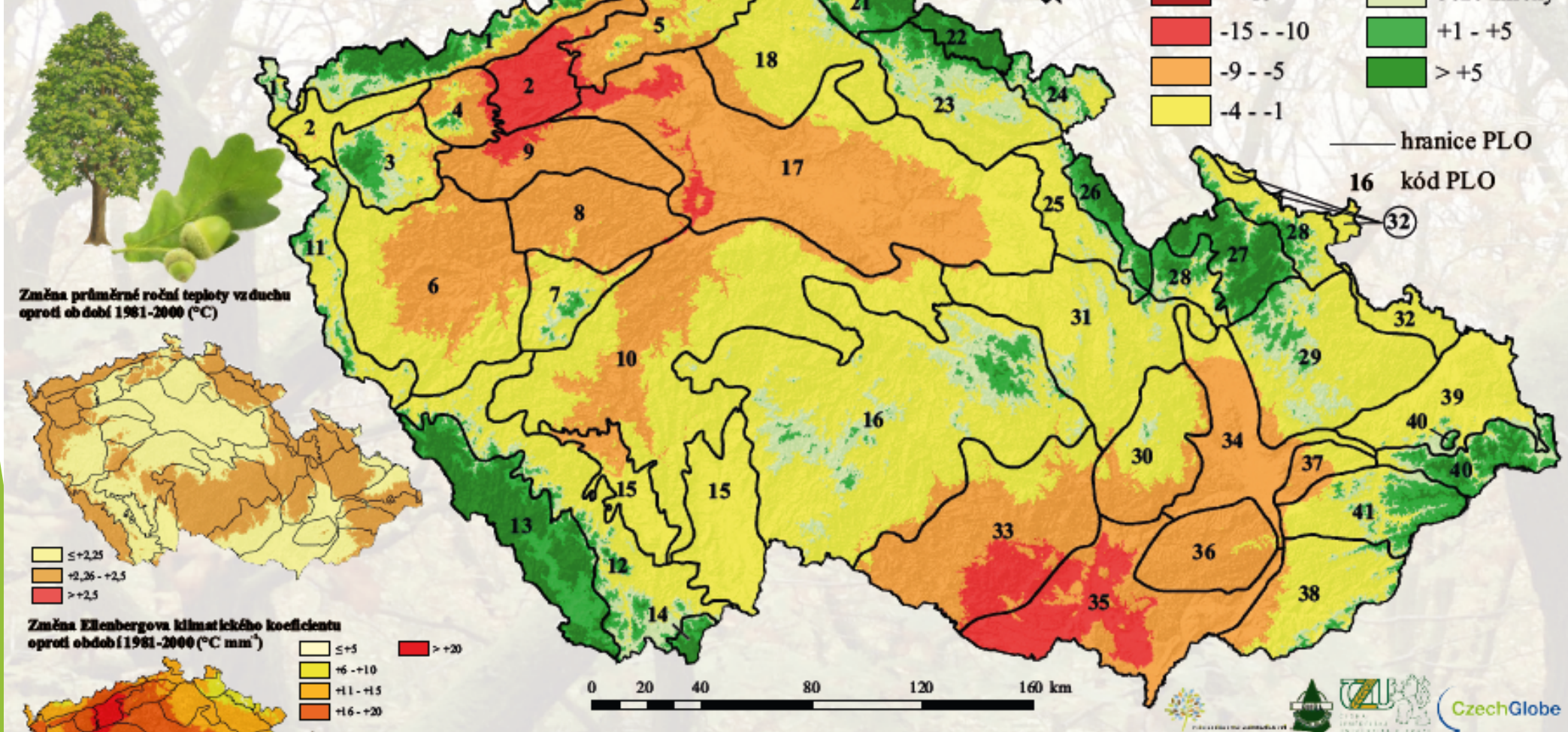


Současný produkční potenciál dubů v České republice je relativně málo variabilní a na většině území převládají bonity v rozsahu 22 - 26 m. Nejvyšší hodnoty lze pozorovat na severovýchodě republiky v oblasti Hrubého Jeseníku, Podbeskydské pahorkatiny, Kelečské pahorkatiny a severní části Hornomoravského úvalu. Naopak nejnižší hodnoty jsou typické pro Krušné hory, Polabí a Jihočeské pánve.

Tato mapa byla vytvořena v rámci projektu NAZV & QJ 1330233 „Příprava legislativních, hospodářsko-úpravnických, mysliveckých a péstelsko-ochranných rámců jako nástrojů adaptace lesního hospodářství na změny přírodních a společenských podmínek“, projektu NAZV & QJ 1220316 „Hodnocení očekávaných změn v růstu a mortalitě lesních porostů, dopadů na produkční funkci lesů ČR a návrh adaptační strategie“ a „CzechAdapt – Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opářeních na území ČR“. Za příspěví grantů z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.



OČEKÁVANÁ ZMĚNA PRODUKČNÍHO POTENCIÁLU DUBŮ V OBDOBÍ 2081-2100 OPROTI OBDOBÍ 1981-2000 RCP 4.5



Přes zvýšenou toleranci dubů vůči nedostatku vláhy lze na konci tohoto století očekávat snížení produkce těchto dřevin v nejnižších polohách ČR. Oproti referenčnímu období lze očekávat snížení produkce až o 15% v Podkrušnohorské pánvi, Polabí a Jihomoravských úvalech. Naopak pozitivní dopad lze s ohledem na zvyšující se teplotu očekávat v nejvyšších polohách ČR, kde se bonita může navýšit až o 10%. Na většině území však nelze očekávat výrazné změny (v rozpětí $\pm 5\%$).

Tato mapa byla vytvořena v rámci projektu NAZV č. QJ 1330233 „Příprava legislativních, hospodářsko-úpravnických, mysliveckých a péstitelsko-ochranných rámců jako nástrojů adaptace lesního hospodářství na změny přírodních a společenských podmínek“, projektu NAZV č. QJ 1220316 „Hodnocení očekávaných změn v růstu a mortalitě lesních porostů, dopadů na produkční funkci lesů ČR a návrh adaptační strategie“ a „CzechAdapt – Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR“. Za příspěpi grantů z Islandu, Lichtenštejnska a Norska.

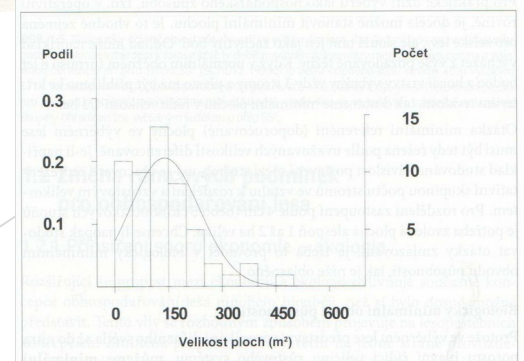
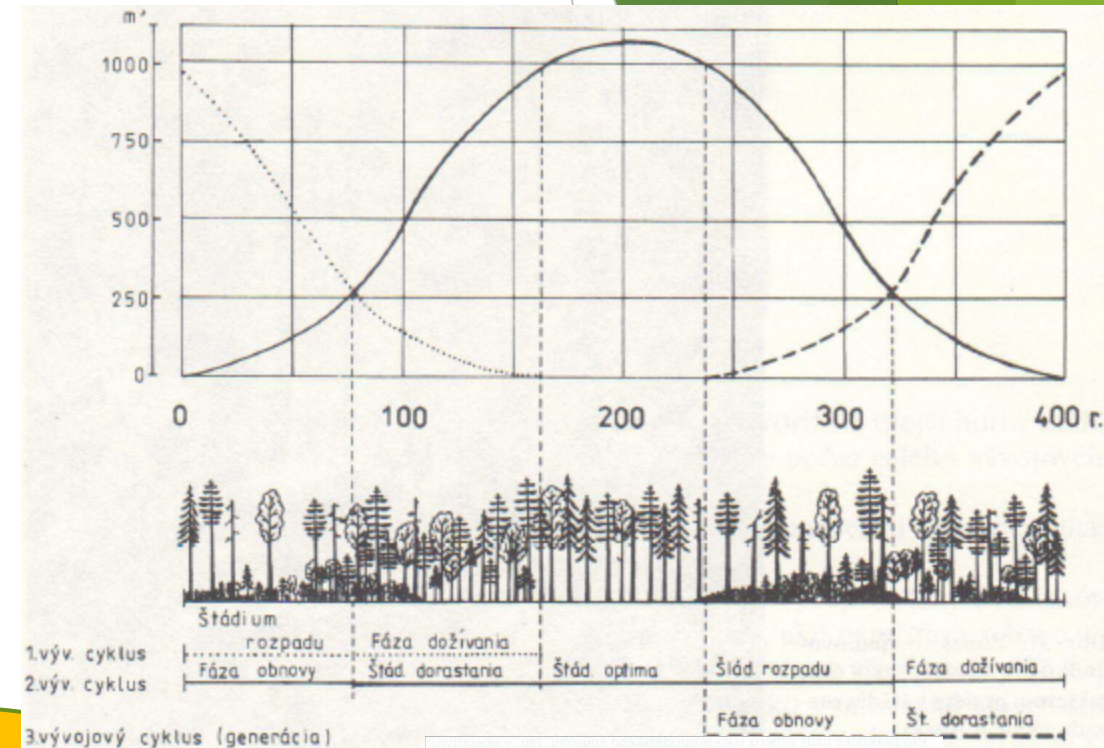
Nový přístup? - „přírodě-blízké“ lesnictví

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

Smíšené lesy (Gayer)

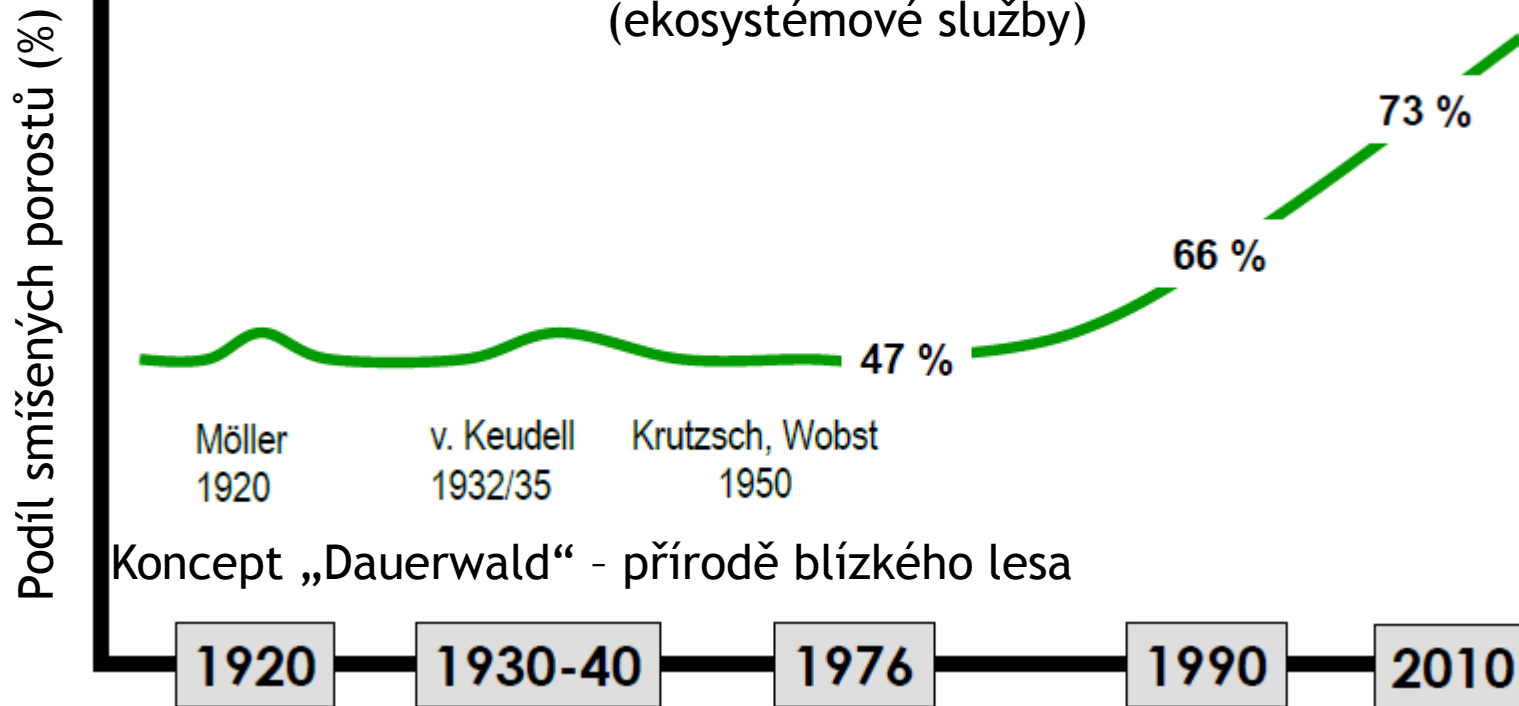
Ekologicky vyvážené lesy (Thomasius)

Les trvale tvořivý (Möller)

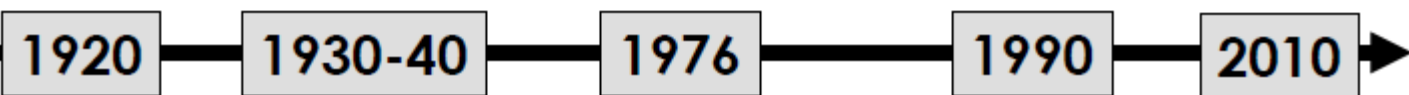


OBR. 1.4: Rozdělení a forma agregace skupin dorostu v jedlo-bukových – (smrkových) výběrných porostech. Příklad lesů obce Couvet (Dle DUCa 2000).

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



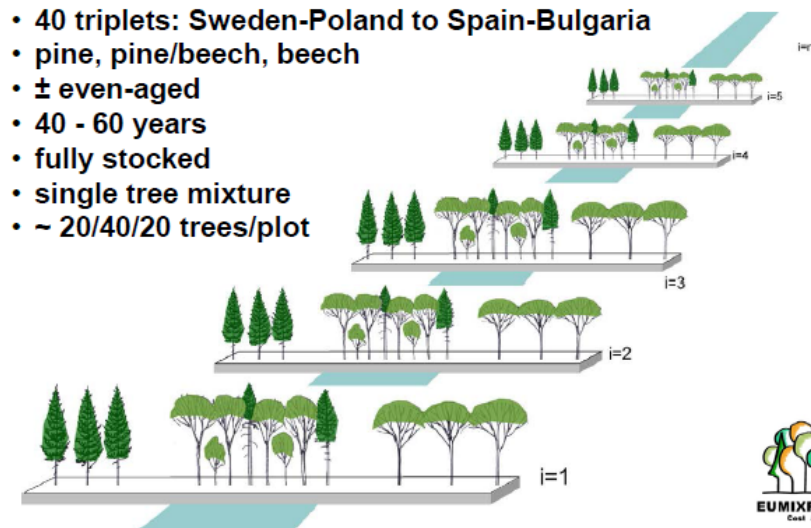
Koncept „Dauerwald“ - přírodě blízkého lesa



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



- 40 triplets: Sweden-Poland to Spain-Bulgaria
- pine, pine/beech, beech
- ± 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
Stabilita	vysoká	nízká
Elasticita	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:

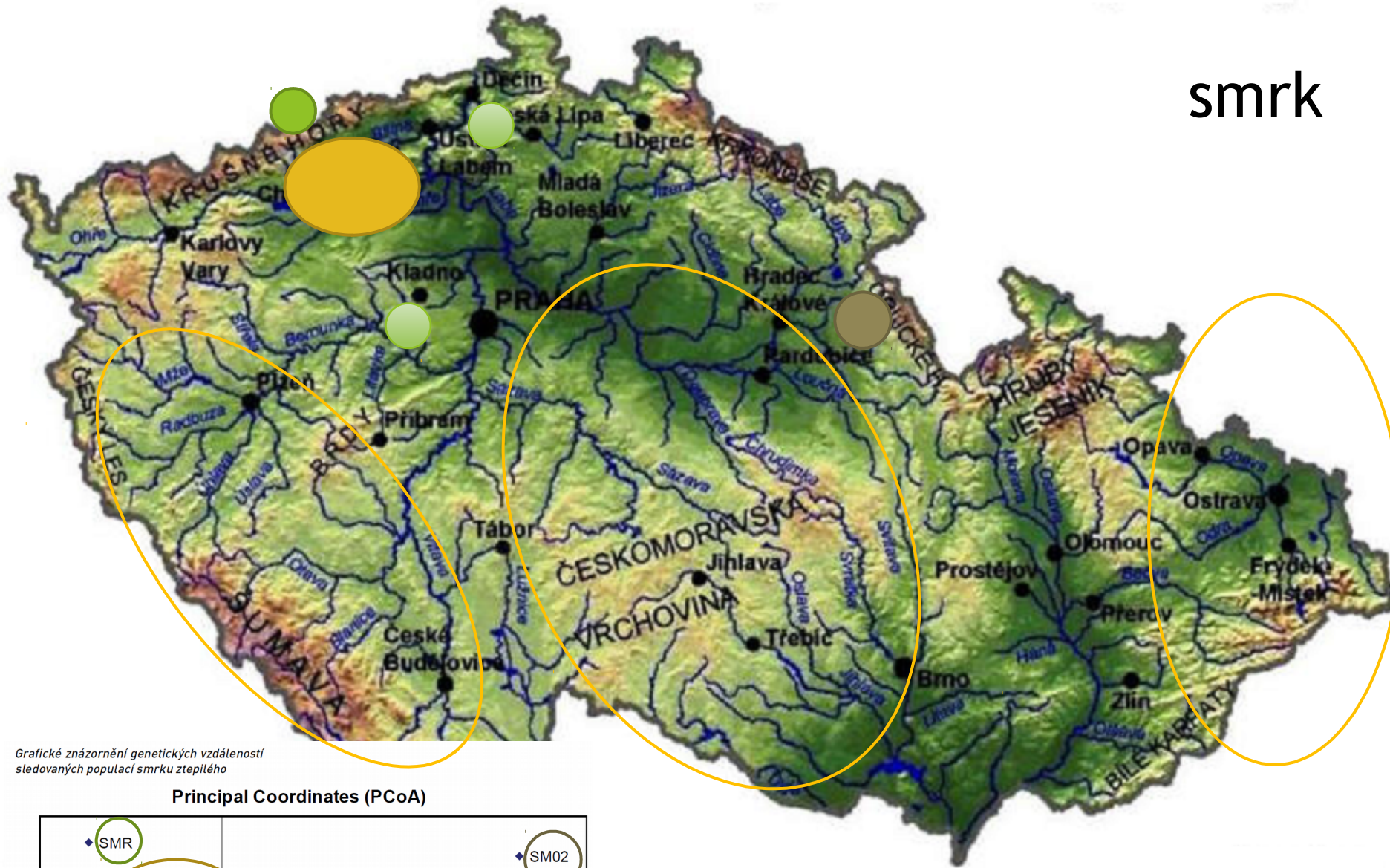
- dlouhodobá a bohatá přirozená obnova pocházející z mnoha stromů v porostu,
- obohacení domácí populace populacemi z teplejších a sušších oblastí,
- výchova porostů neredukující variabilitu,

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

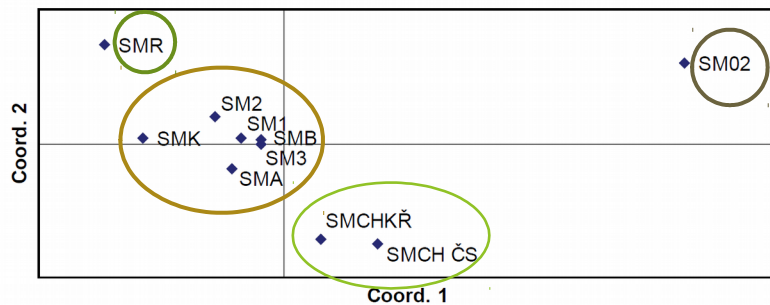
Proč - jsou adaptovány na dané podmínky a mají polymorfní strukturu (velký podíl heterozygotů), jsou faktorem přirozené stability v krajině, mají význam pro organismy vázané na les, zachování genetické rozmanitosti vytváří předpoklady pro další šlechtění

smrk



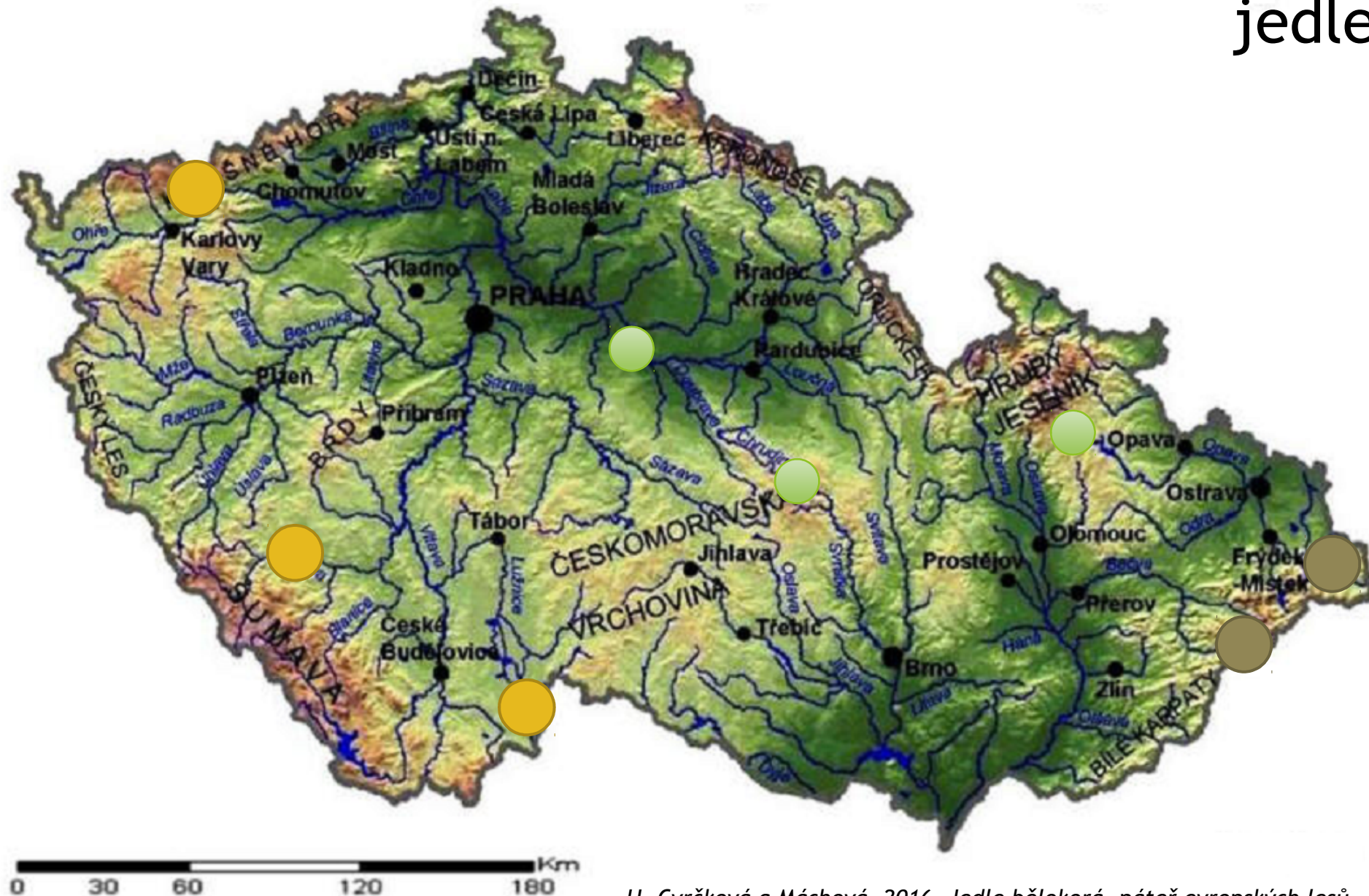
Grafické znázornění genetických vzdáleností sledovaných populací smrku ztepilého

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.

Koncept na ŠLP od 1.1. 2013 - uplatnitelné v širších provozních podmínkách, dále jako demonstrační objekt, výuka, výzkum; dva lesnické úseky - 1. Soběšice (polesí Vranov) cca 900 ha, 2. Borky (polesí Habrůvka) cca 670 ha

Přeměny..

Zásadní změna druhové skladby porostů předčasnou nebo urychlenou obnovou na cílové zastoupení dřevin.

Rozsah a stupeň přeměn: úplná, převážná, částečná přeměna

Jak:

Obnovní seče s využitím velké variability světelných podmínek pro přirozenou obnovu, stinných i světlomilných dřevin (velikost 0,05 - 0,5 ha)

Doplňková výsadba stanovištně vhodných (i introdukovaných) dřevin, odpovídající výchova, ochrana proti škodám zvěří



Koncepce: Les neustále plně tvořivý - převod

obnova: převážně přirozená generativní hloučková až skupinová nastupující po těžbě cílových stromů, resp. v porostních mezerách (obnovních prvcích) do ca 0,1 ha dle nároků zmlazených dřevin; dlouhá, resp. nepřetržitá obnovní doba, chybějící cílové a cenné dřeviny (SM, BO, MD, DB, JD, TŘ, břek, aj.) možno doplnit uměle

výchova – neceloplošná, dvoufázová → 1. fáze (do stádia *tyčkovin*): ponechání převážně spontánnímu vývoji (výjimky viz. provozní směrnice) s usměrňováním dřevinné skladby, automaticky iniciuje se výškový přírůst, vytváří se konečná délka čistého kmene (ca 10 – 12 m) a usměrňuje se druhová skladba, 2. fáze (*tyčovina až nastávající kmenovina*) - metoda cílových stromů = iniciace tloušťkového přírůstu systematickým uvolňováním cílových stromů (cca 100 – 150, později 30 – 60 C-stromů)

těžba cílových stromů - *kmenovina*: celoplošný nepravidelný výběr stromů – zdravotní, jakostní, zralostní dle porostních a stanovištních podmínek jednotlivý až skupinový do 0,1 ha, těžební kritéria:

- zdravotní stav
- kvalita
- zralost - cílové tloušťky (okolo 50 cm...*bude upřesněno*)
- rozvoj přirozené obnovy (platí zejm. pro SM a světломilné dřeviny)
- intenzita těžby – dle konkrétních stanovištních podmínek a potřeb porostu, orientačně dodržet hodnotu celkového běžného přírůstu (ca 7 m³/ha/rok)

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

Převody, přestavby..

zásadní změna dřevinné skladby a textury porostů, tj. plošného rozložení a střídání růstově a vývojově rozdílných jednotek porostů i jejich větších celků.

► Změna tvaru lesa, hospodářského způsobu nebo formy - nízký a střední les



KÚ: Řečkovice, Polesí Vranov
Oddělení: č. 79 – 82 (**nízký les**)
č. 83 – 85 (**střední les**)
Porostní půda celkem: 192, 93 ha

Dlouhodobý cíl převodu: Vytvoření nízkého lesa, který se bude mýtně těžit ve 30ti letech; v době mýtní těžby se na těžené ploše bude kromě nízkého lesa vyskytovat ještě cca 80 ks.ha⁻¹ výstavkových cca 60ti letých stromů.

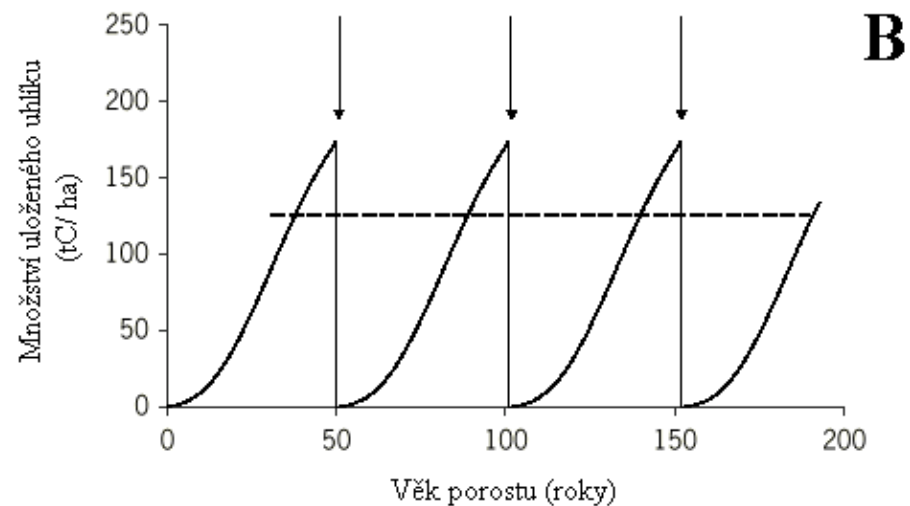
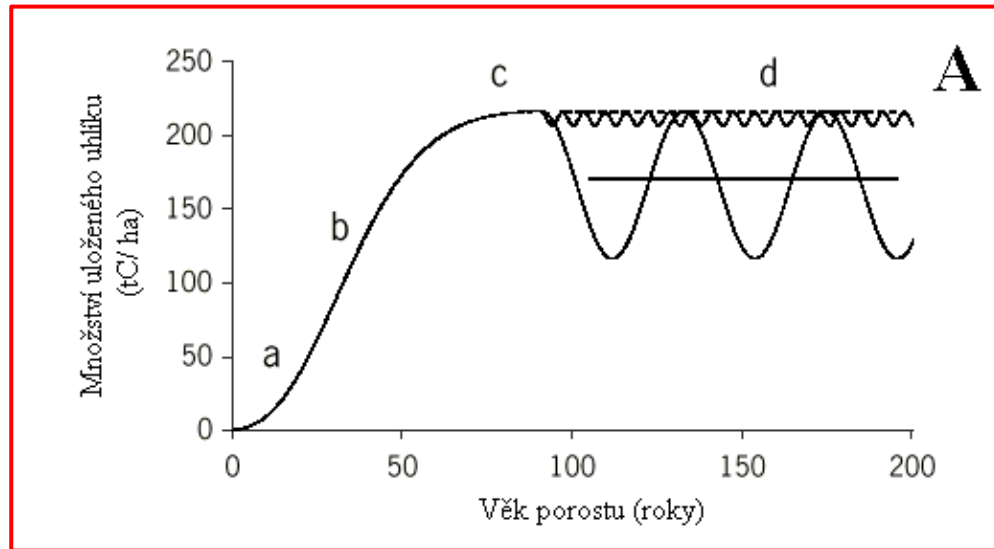
Obnovní postup: Holosečná obnova s podporou přirozené obnovy (vegetativní a generativní) ponecháním cca 80 ks.ha⁻¹ výstavkových stromů na obnovované ploše. Za výstavkové stromy preferovat především listnáče (DB, JS, HB a LP), z jehličnanů k danému účelu volit především BO a MD. Plánovaná rámcová převodní doba činí 30 let.

Adaptační strategie zemí EU

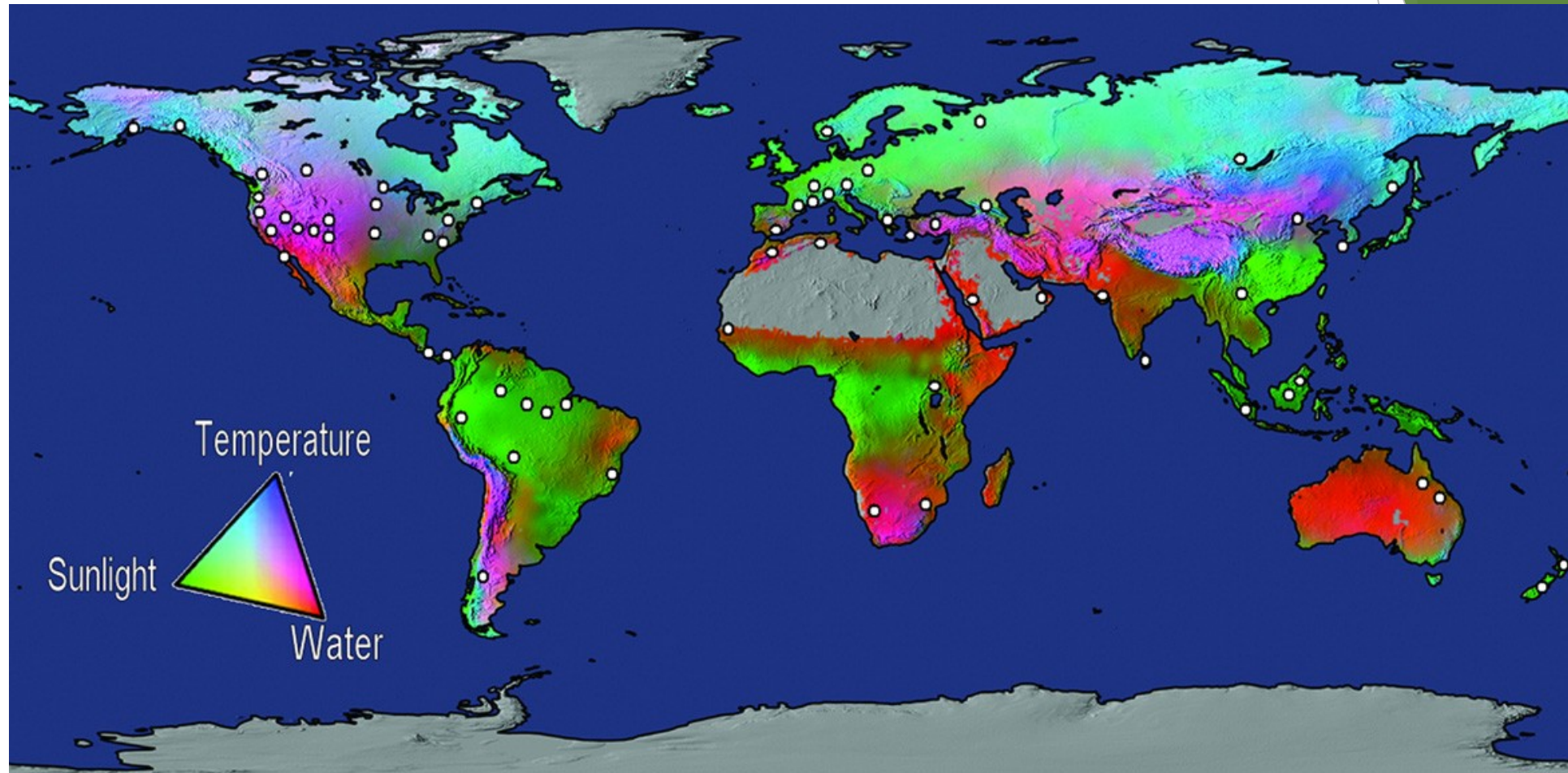
(Švédsko, Finsko, Anglie, Německo, Polsko, Slovensko, Maďarsko, Rakousko..)

- ▶ Eliminace holých sečí (mikroklimatické extrémny), degradace půdy, ztráta uhlíku
- ▶ Podpora přirozené obnovy
- ▶ Aplikace přírodě-blízkých postupů hospodaření
- ▶ Zvýšení adaptačního potenciálu diverzifikací struktury a genofondu, výběr stres-tolerantních a/nebo adaptibilních 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 obmýtí, prodloužení obnovní doby
- ▶ Podpora zalesňování zemědělské půdy a pěstování rychle-rostoucích druhů dřevin

Rychlost akumulace uhlíku v nově založeném lesním porostu obhospodařovaném (A) s ohledem na jeho uhlíkový sink (tzv. Kjóto porost) a (B) současným holosečným způsobem. S ohledem na akumulaci uhlíku můžeme rozlišit fázi obnovy (a), dorůstání (b), stadium optima (c) a fázi udržování uhlíkového sinku (d). Dlouhodobé udržování uhlíkového sinku může mít rozdílnou dynamiku s menším (plná čára) nebo větším (přerušovaná čára) množstvím stabilně vázaného uhlíku. Tato fáze u holosečného hospodaření zcela chybí. Zdroj: IEA (2001).

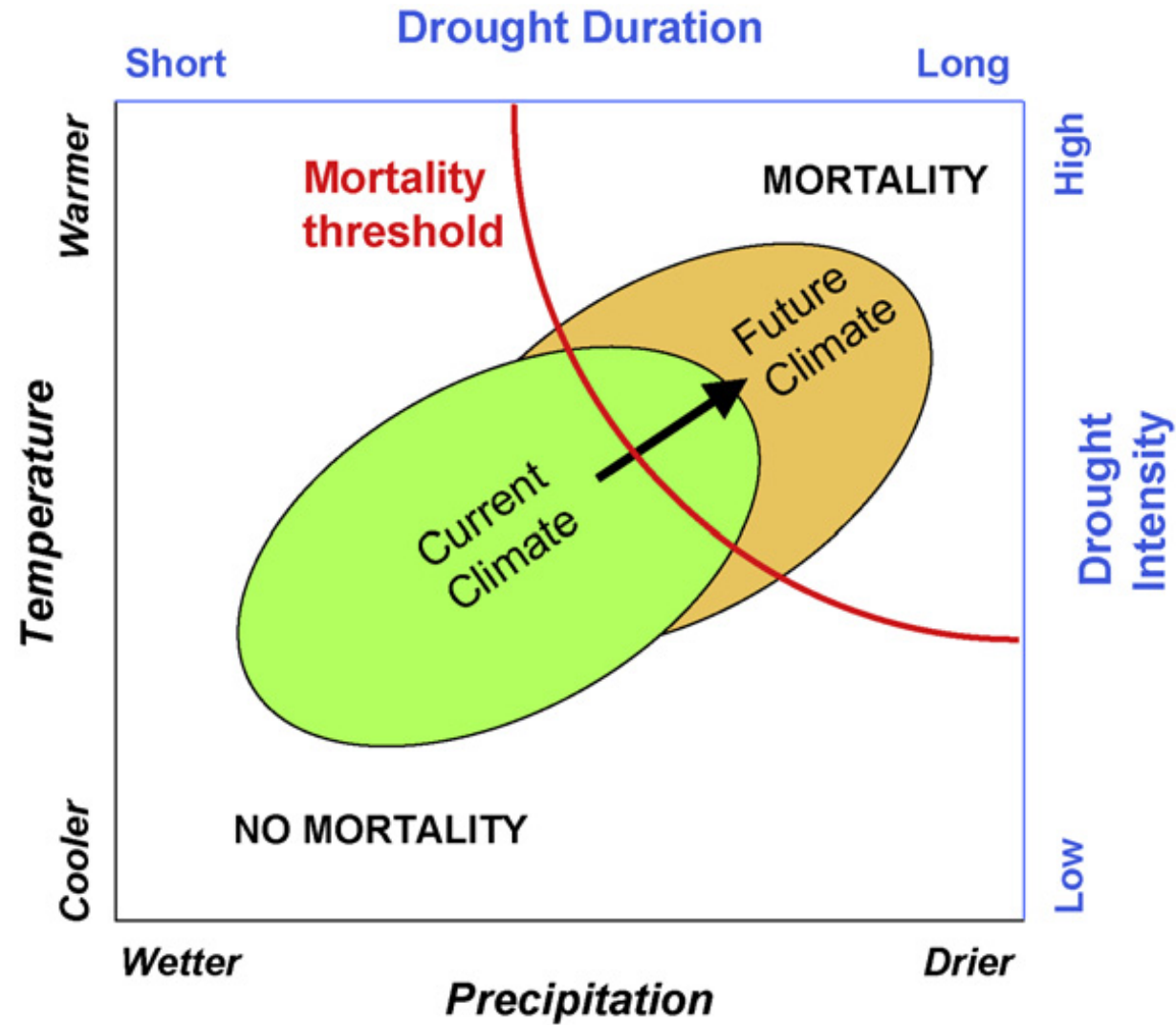


Limity životního prostředí lesů - světlo, teplo, voda



- Klimatický stres - sucho, vysoká teplota

Schematický efekt posunu klimatu na mortalitu lesů



Adaptační strategie - pozitivní (vyrovnaná) 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%

evapotranspirace
evaporace

povodí

pole - louka - les

Retardace, Infiltrace, Retence
Vliv na kulminační odtoky





Děkuji za pozornost!

Změna je výzva!

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