



**prof. dr hab. Bogdan Brzeziecki**

**dr inż. Jacek Zajązkowski**

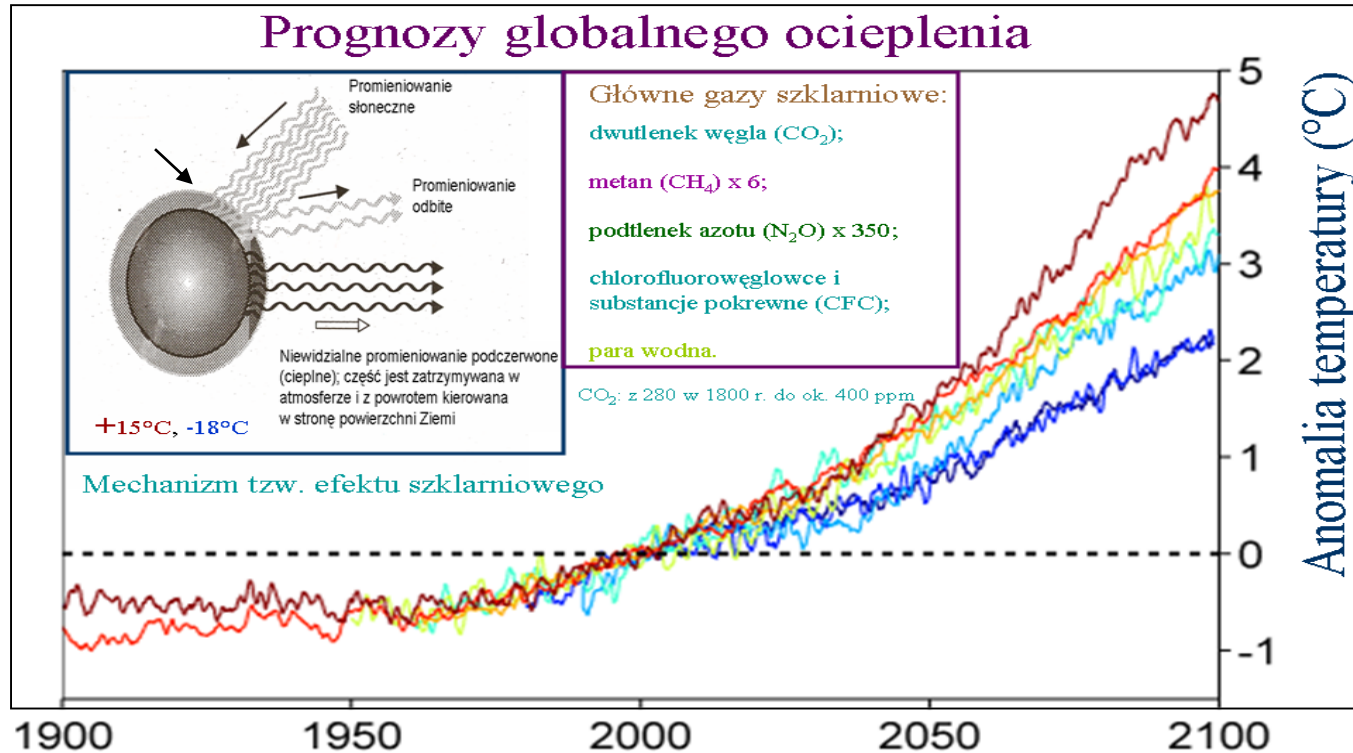
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Instytut Nauk Leśnych, Katedra Hodowli Lasu

# Zmiany klimatu, lasy i gospodarka leśna

- Uwagi wstępne: przyczyny i istota zmian klimatu
- Przykłady wpływu zmian klimatu na drzewa i ekosystemy leśne
- Strategia adaptacji lasów do zmian klimatycznych: przykłady działań hodowlanych
- Podsumowanie i wnioski

# Globalne ocieplenie



Źródła:

Ehleringer J. R. i in. (red.), 2005: A history of atmospheric CO<sub>2</sub> and its effects on plants, animals and ecosystems. Springer

Glick D., Montaigne F., Morell V., 2004: Signs from Earth. National Geographic 8: 12-75

Efekt cieplarniany podnosi średnią temperaturę powierzchni Ziemi o ok. 30°C

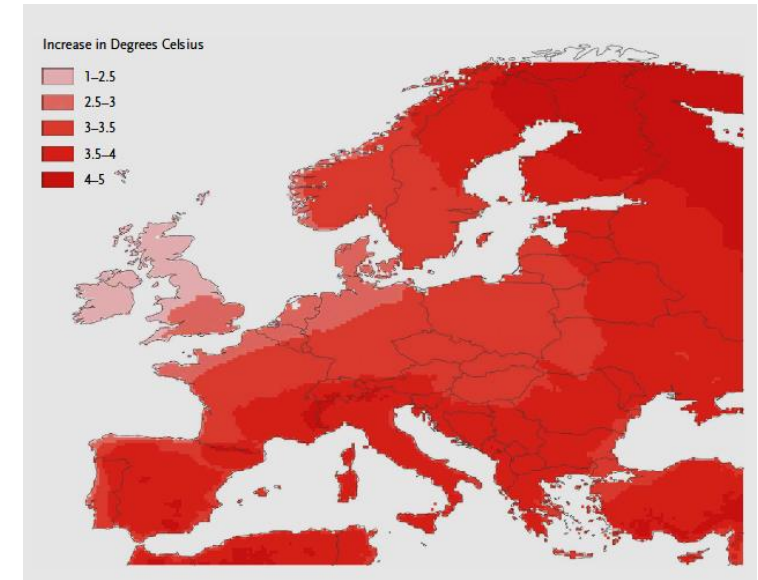
Głównym gazem cieplarnianym jest para wodna; duże znaczenie gazowych związków węgla (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), mimo ich małych stężeń, wynika ze specyfiki absorpcji energii cieplnej

W ciągu ostatnich dwustu lat stężenie CO<sub>2</sub> wzrosło z ok. 280 do 400 ppm (0.04%); człowiek odpowiada za ok. 3% zasobów CO<sub>2</sub> w atmosferze, z czego ok. 30% przybyło w ostatnich 150 latach i nosi radioaktywne cechy paliw kopalnych

Temperatura Ziemi zmienia się cyklicznie, jednak w ostatnim stuleciu obserwujemy szczególnie duże tempo wzrostu – prawie o ok. 1°C; więcej na półkuli północnej

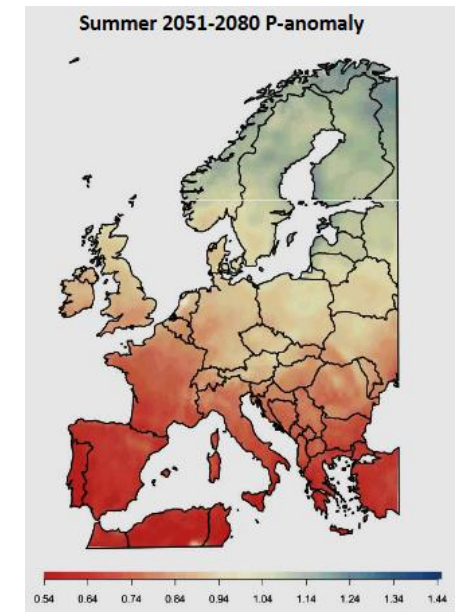
# Prognoza wzrostu temperatury w Europie

- nastąpi wszędzie, zimą najbardziej na wschodzie, latem na południu
- będzie się nasilać, lokalnie miesięczne wzrosty przekroczą  $+7^{\circ}$
- wzrosną temperatury ekstremalne
- przyrost zasobów energii przełoży się na wzrost prędkości wiatru
- niepewność co do przyszłych zmian jest największa na wschodzie

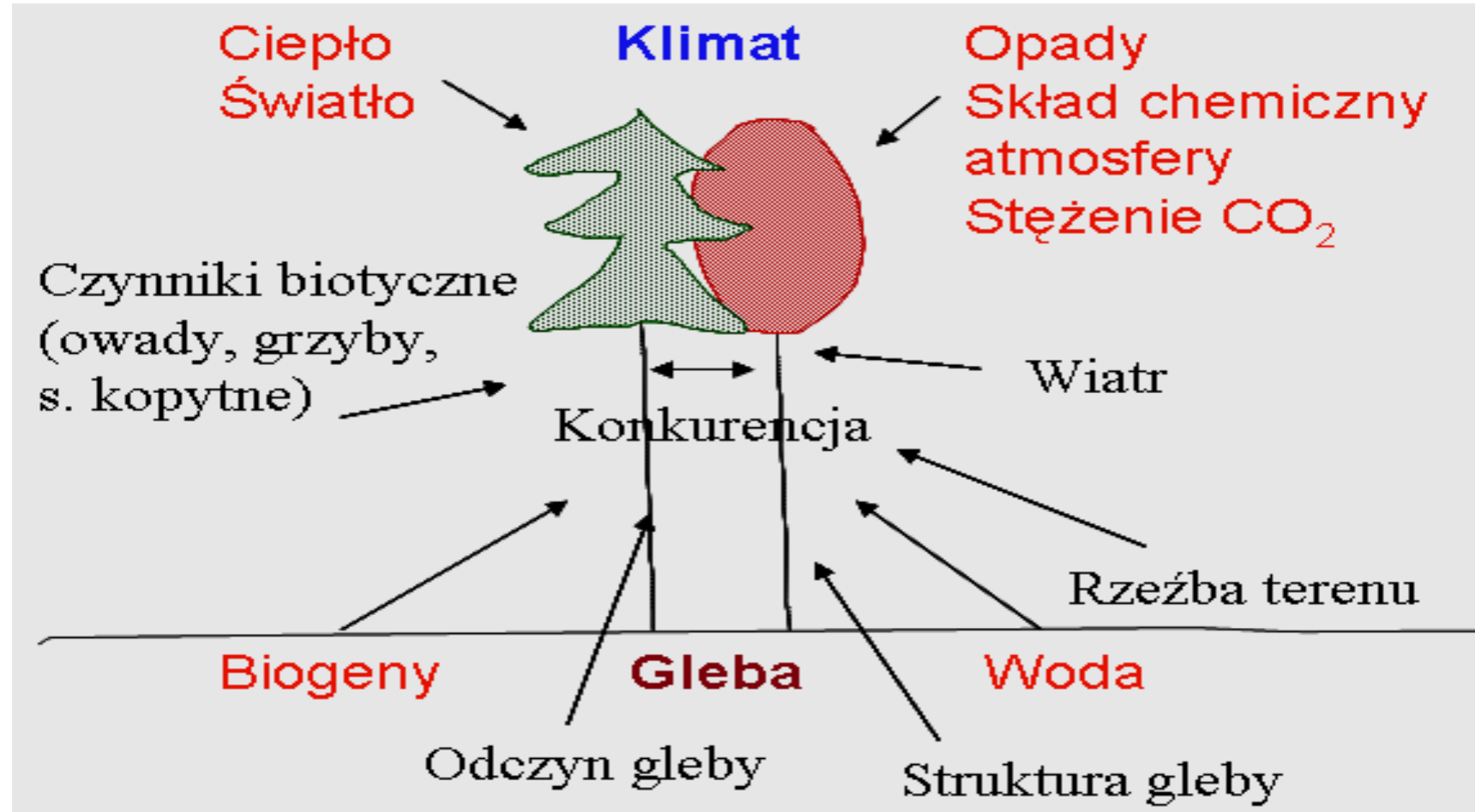


# Prognoza zmian opadów

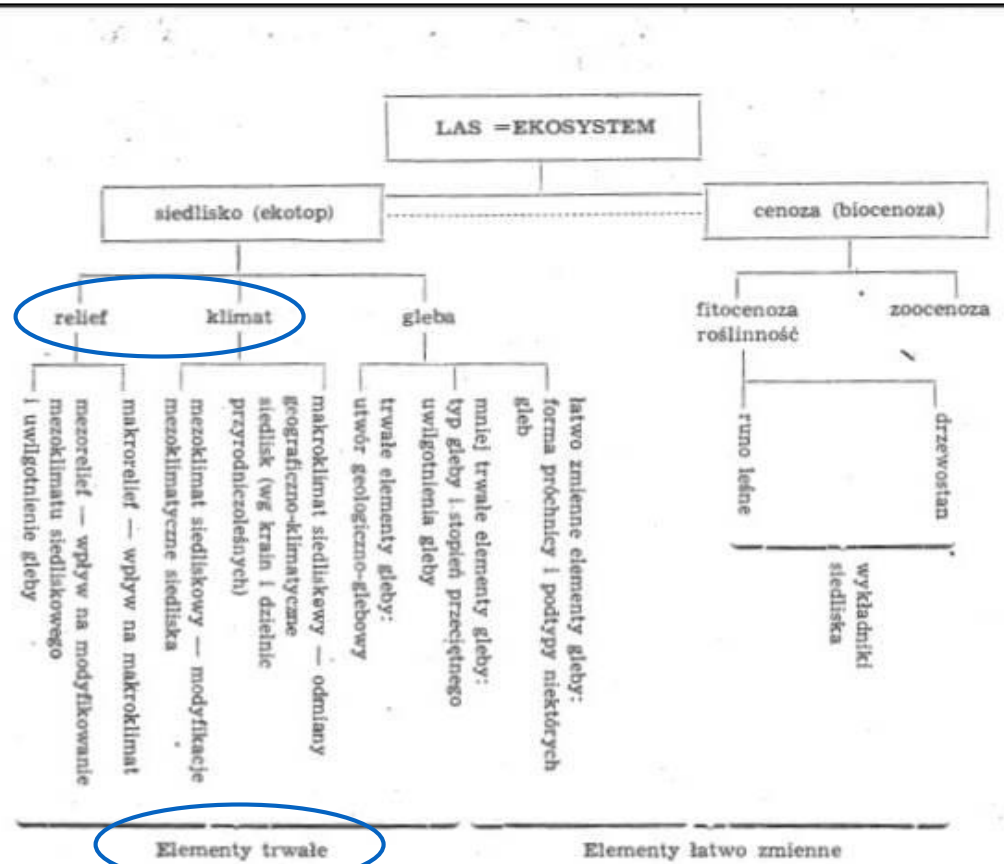
- wzrosną na północy, ale obniżą się na południu kontynentu
- wzrosną zimą (poza sezonem wegetacji), ale zmniejszą latem
- latem wzrośnie udział opadów burzowych
- stopniowo będzie zanikać pokrywa śnieżna



# Środowisko życia drzew



# Klimat – dynamiczny element siedliska



Źródło: K. Mąkosa

# Zmiana klimatu – przedmiot badań polskich nauk leśnych

**Kowalski, M.** 1991. Climate - a changing component of forest site. *Fol. Forest. Pol. Ser. A.* 33

**Brzeziecki B.** 1993. Modelling potential impacts of global climate change on forest ecosystems. W: Szujecki A., Paschalis P. (red.). *Vth Symposium on the Protection of Forest Ecosystems: "Forest Ecosystems versus Climate Change"*. Białowieża

**Brzeziecki B.** 1994. Rola matematycznego modelowania w prognozowaniu wpływu potencjalnych zmian klimatu na ekosystemy leśne. *Sylwan* 10

**Bernadzki E.** 1995. Hodowla lasu w kompleksowej ochronie zasobów leśnych. GEF 05/21685 POL. Wyd. SGGW

**Galiński W.** 1995. Wpływ globalnego ocieplenia klimatu Ziemi i efektu cieplarnianego na lasy strefy klimatu umiarkowanego. *Las Polski* 9

**Rykowski K.** 1999. Rola ekosystemów leśnych oraz drewna w kontrolowaniu absorpcji i emisji węgla. Ogólnopolska Konferencja Naukowa. Łódź

**Rykowski K.** 2006. O wpływie zmian klimatycznych na lasy i leśnictwo. *Biblioteczka Leśniczego. Zeszyt 244.* SITLiD. DGLP. Wyd. Świat. Warszawa

**Brzeziecki B.** 2007. Zmiany klimatu, węgiel i lasy. *Postępy Techniki w Leśnictwie* 98

**Brzeziecki B.** 2008a. Wpływ wybranych metod zagospodarowania lasu i sposobów wykonywania operacji leśnych na bilans węgla w ekosystemach leśnych. W: „*Udział leśnictwa w łagodzeniu zmian klimatycznych wywołanych efektem cieplarnianym*”. Konferencja ZG SITLiD. Warszawa

**Brzeziecki B.** 2008b. Działania dodatkowe zwiększające pochłanianie CO<sub>2</sub> w ekosystemach leśnych. *Biblioteczka leśniczego.* Wyd. Świat

**Zajączkowski J., Brzeziecki B., Perzanowski K., Kozak I.** 2013. Wpływ potencjalnych zmian klimatycznych na zdolność konkurencyjną głównych gatunków drzew w Polsce. *Sylwan* 157

**Brzeziecki B.** 2014. Wpływ sposobów zagospodarowania (odnowienia, pielęgnacji, użytkowania) na bilans węgla w lasach, potencjał sekwestracji i gromadzenia węgla. W: *K. Rykowski (red.). Klimat. Lasy i drewno a zmiany klimatyczne: zagrożenia i szanse.* Sękocin Stary. IBL

Zmiany klimatyczne		Wpływ na drzewa i ekosystemy leśne
Temperatura	Wzrost przeciętnej temperatury	Zwiększona ewapotranspiracja ( <b>zmniejszenie zasobów wodnych</b> ). Wzmożone wydzielanie dwutlenku węgla z gleby (przyspieszenie rozkładu materii organicznej i mineralizacji próchnicy). <b>Lepsze warunki dla rozwoju szkodliwych owadów</b>
	Zwiększona częstotliwość występowania okresów upalnych	<b>Uszkodzenia liści i igieł drzew.</b> <b>Zwiększone ryzyko występowania pożarów i suszy glebowej.</b> <b>Zwiększona śmiertelność drzew, problemy z odnowieniem</b>
	Skrócenie okresów chłodnych i mroźnych	Zmniejszone pochłanianie dwutlenku węgla w wyniku intensyfikacji procesu wykorzystania substancji pokarmowych oraz w wyniku <b>szkód powodowanych przez silne wiatry</b> w okresie zimowym
	Wydłużenie sezonu wegetacyjnego	Zwiększona produktywność (pod warunkiem dostatecznego zaopatrzenia w wodę i składniki pokarmowe)

Zmiany klimatyczne		Wpływ na drzewa i ekosystemy leśne
Opady	Susze	Zmniejszona produktywność, zwiększona śmiertelność drzew, obniżona odporność na działanie czynników o charakterze biotycznym
	Silne (nawalne) deszcze	Podtopienia i powodzie (brak tlenu). Zwiększona śmiertelność drzew spowodowana gwałtownymi zmianami stosunków wodnych
Wiatr	Huragany	Wiatrolomy i wiatrowały Zwiększona ewapotranspiracja



Zmiany klimatyczne		Wpływ na drzewa i ekosystemy leśne
Czynniki biotyczne	Zmiany konkurencji wewnątrz- i między-gatunkowej	Zmiany produktywności i żywotności, zmiany składu gatunkowego i struktury biocenoz leśnych (w tym drzewostanów), skrócony maksymalny wiek drzew (również efekt CO <sub>2</sub> )
	Zmiany zależności o charakterze symbiotycznym (mikoryza, zapylanie kwiatów)	Zmiany produktywności i zmiany procesów reprodukcyjnych
	Wzrost zagrożenia ze strony owadów i grzybów	<b>Zmniejszona produktywność drzewostanów, zwiększona śmiertelność drzew, zwiększona podatność na szkody ze strony czynników biotycznych</b>

# Uwarunkowania zewnętrzne leśnictwa - niełatwe i wielostronne

Gospodarka leśna to ogół **wiedzy naukowej** oraz **praktycznych umiejętności** wykorzystywanych w celu kształtowania, użytkowania, ochrony i ulepszania lasów zgodnie ze wszystkimi potrzebami, oczekiwaniami i preferencjami społecznymi

Zmiany klimatu i wzrost częstości ekstremalnych zjawisk klimatycznych (susze, huragany)

Problem bioróżnorodności

Przemiany **demograficzne** i wzrost kosztów pracy

**Gospodarka leśna**

Zanieczyszczenia przemysłowe powietrza (**związki azotu**)

Wzrost zapotrzebowania na społeczne i kulturowe funkcje lasów (**rekreacja, turystyka**)

Dynamiczny wzrost liczebności populacji dużych **ssaków roślinożernych**

**Wzrost zapotrzebowania na drewno** jako surowiec odnawialny, pełniący rolę substytucyjną w stosunku do materiałów i surowców nie odnawialnych (oraz energochłonnych)

Problem gatunków **inwazyjnych**

# Zamieranie lasów w Polsce

przykłady z lat 2015-2018



Powierzchnia występowania **szkodliwych owadów** (tzw. szkodników pierwotnych) – 1 mln ha (zwalczanie – 450 tys. ha)

Występowanie **patogenów grzybowych** (opieńka, huba korzeni) – 718 tys. ha



Łączna powierzchnia d-stanów osłabionych/  
uszkodzonych przez **czynniki abiotyczne**  
– 340 tys. ha (susza – 183 tys. ha,  
huragany – 152 tys. ha)



**Posusz i wywroty** - ogółem 32 mln m<sup>3</sup>  
W tym 10 mln m<sup>3</sup> w Borach Tucholskich  
(VIII 2017, szkody w 60 nadleśnictwach,  
trzy razy więcej niż podczas 'huraganu  
stulecia' w Puszczy Piskiej (VII 2002)

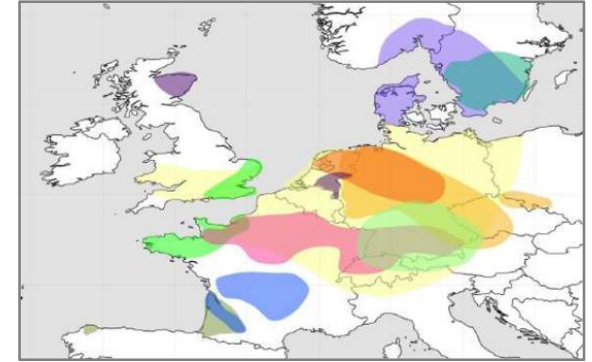


# Uszkodzenia i zamieranie lasów – problem globalny



Europa: **szkody od wiatru**  
w lasach - 410 mln m<sup>3</sup>

Główne obszary nawracających  
szkód od wiatru w Europie



Lasy Amazonii - **ekstremalne susze** w 2005 r.  
i 2010 r. - uwolnienie takiej ilości dwutlenku węgla,  
która jest w tych lasach akumulowana w okresie 10 lat



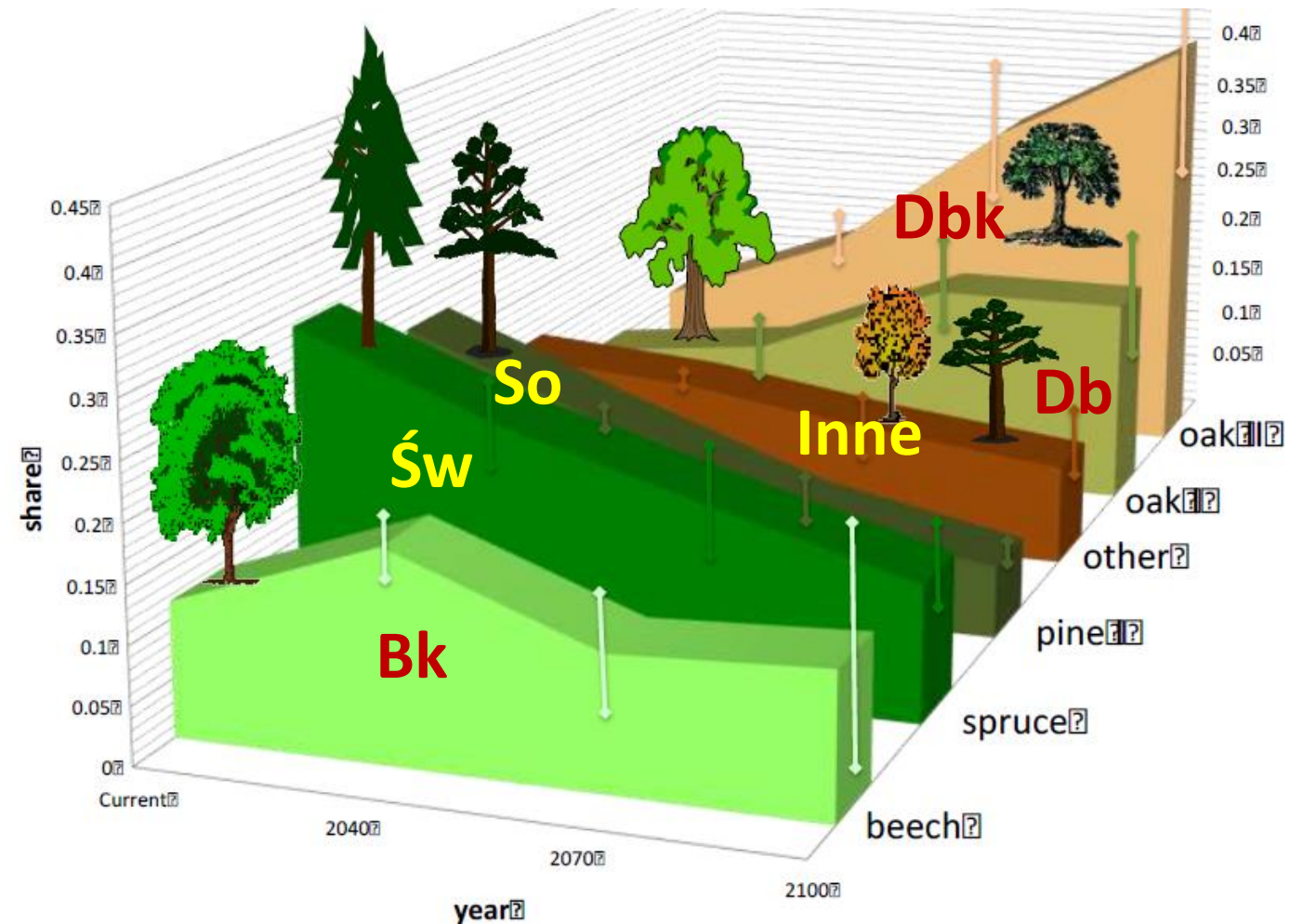
Rosja - rekordowa **fala upałów** w 2010 roku -  
**pożary lasów** na obszarze 23 tysięcy km<sup>2</sup>

Kolumbia Brytyjska (Kanada) - **gradacja korników** trwająca od 2004 r.  
spowodowała zamieranie drzewostanów na powierzchni 130 tysięcy km<sup>2</sup>  
i obumarciu drzew o łącznej miąższości wynoszącej 435 milionów m<sup>3</sup>



# Prognozy rozwoju drzewostanów – zmiany składu gatunkowego

W perspektywie 100 lat w Europie prawdopodobne jest ustępowanie gatunków iglastych, okresowy wzrost znaczenia buka oraz stały wzrost udziału dębów, w tym również gatunków kserotermicznych



# Ekologiczny model drzewostanu - FORLAS 2



**Symulacja rozwoju drzewostanu**

Lokalizacja: **Białowieża**

Obiekt: **Wzrost drzewostanu**

Siedlisko: LMśw, gleba: płowa  
 Deszcze ulewne: typowe, opad azotu: podwyższony  
 Dane meteo: stacja BIAŁYSTOK  
 Waga czynników hamujących wzrost: pole przekroju

Okres symulacji: **300 lat**

Powtórzenie 1 | Rok 115 | 8%

Scenariusz zmian i zaburzeń środowiska w ciągu okresu symulacji:  
**Wzrost temperatury i spadek presji zwierziny**

Stan początkowy powierzchni:  
 Sukcesja pierwotna  
 Dane pomiarowe  
 Wynik innej symulacji

Obraz zmian zachodzących w drzewostanie podczas symulacji:  
 Wyłącz  
 Pokaż drzewa  
 krokowo  
 Udziały wg powtórzeń:  G  N  
 pokaz udziały od roku 10

64 m2ha | 4611 szt/ha

Pozostały czas: **ok. 3 min.** | Przerwij

**SCENARIO of environmental changes**

Scenario name: **Precipitation increase**

Last modified: 23-mar-2007

Simulation period: **300 yrs**

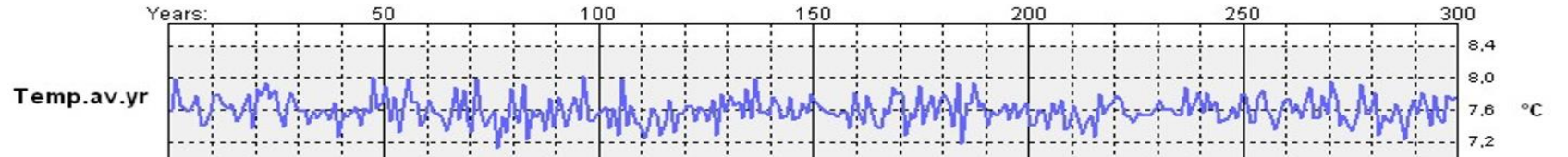
Choose existing scenario:  
 No changes  
 Temperature increase  
 Temperature decrease  
 Temperature variability increase  
**Precipitation increase**  
 Precipitation decrease  
 Game pressure increase  
 Nitrogen deposit increase  
 Occasional windfalls  
 Frequent and heavy fires

Description of environmental factor's changes during simulation:  
 Choose factor: **Annual precipitation**  
 Changes defined  
 Select type of change: **Linear increase**  
 Value: 300, Unit: mm  
 Increase  
 Variable direction  
 Linear Discrete  
 Edit turning points of line

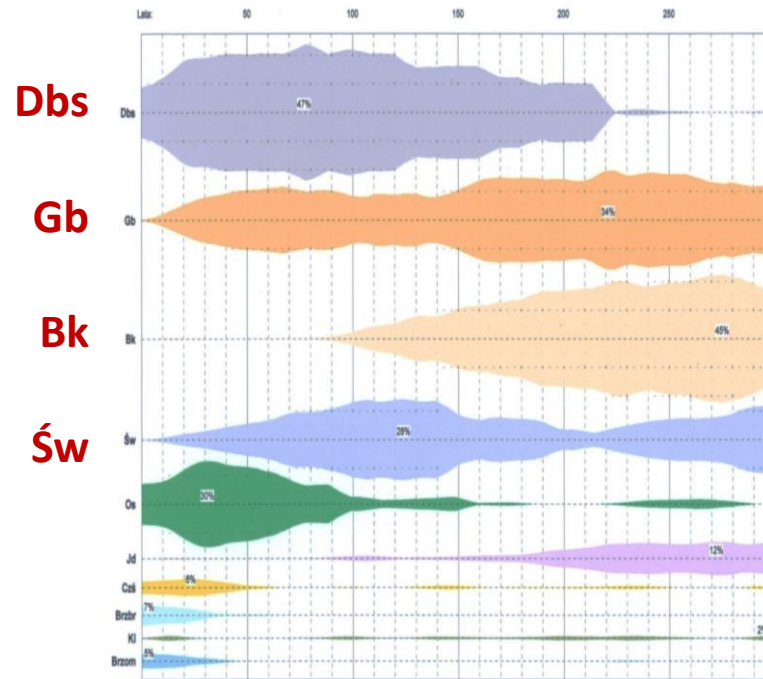
Environmental factors:  
 Annual temperature: No changes  
 Temperature variability: No changes  
 Game pressure: No changes  
 Ground water: No changes  
**Annual precipitation: Increase 300 mm**  
 Precipitation variability: No changes  
 Nitrogen deposit: No changes

Źródła: badania własne; Zajączkowski J., Brzeziecki B., 2007: Ekologiczny model drzewostanu. W: Sierota Z. (red.) Quo vadis, Forestry? Mat. Międzynarodowej Konferencji IBL, Sękocin

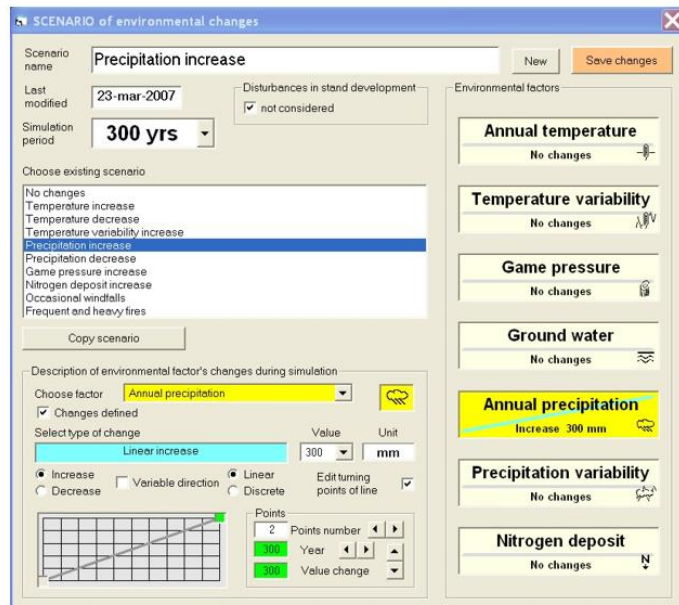
# Prognoza rozwoju drzewostanów na żyznym siedlisku (LŚw)



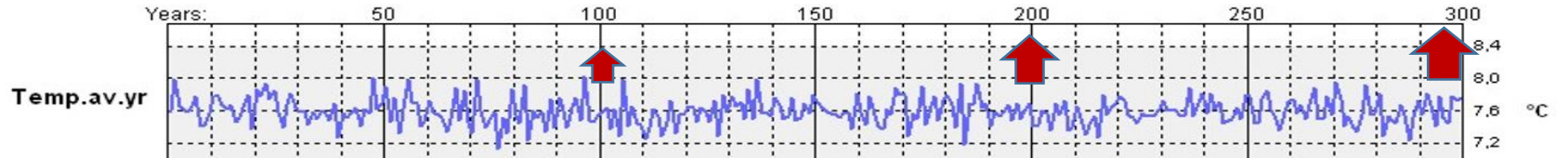
Scenariusz bez zmian klimatu (300 l.)



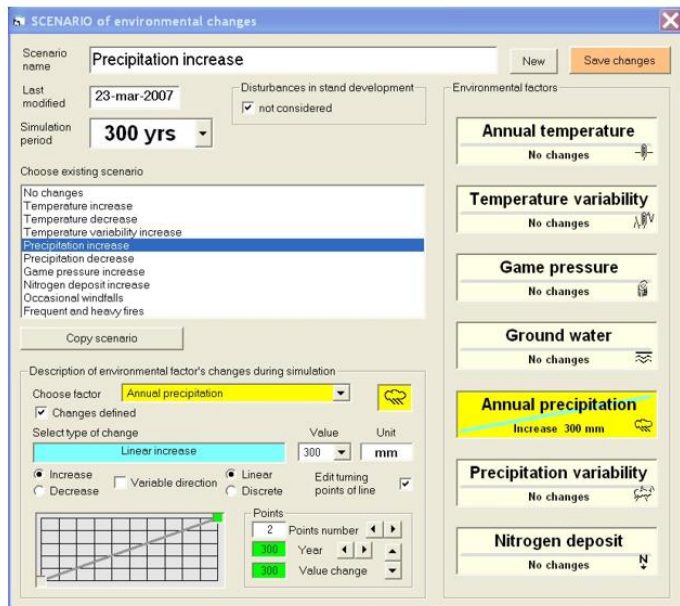
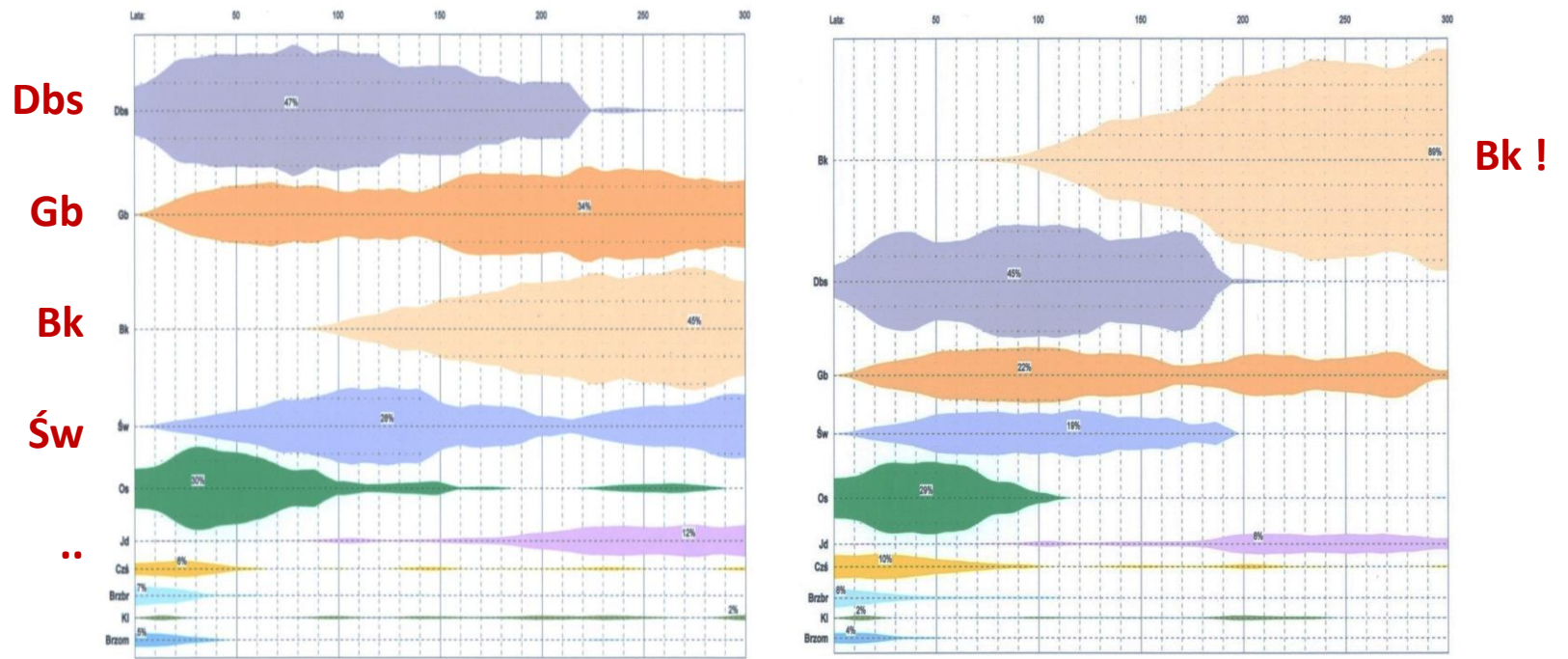
Źródła: badania własne; Zajączkowski J., Brzeziecki B., 2007: Ekologiczny model drzewostanu. W: Sierota Z. (red.) Quo vadis, Forestry? Mat. Międzynarodowej Konferencji IBL, Sękocin



# Ocieplenie klimatu → początkowo **ekspansja buka**



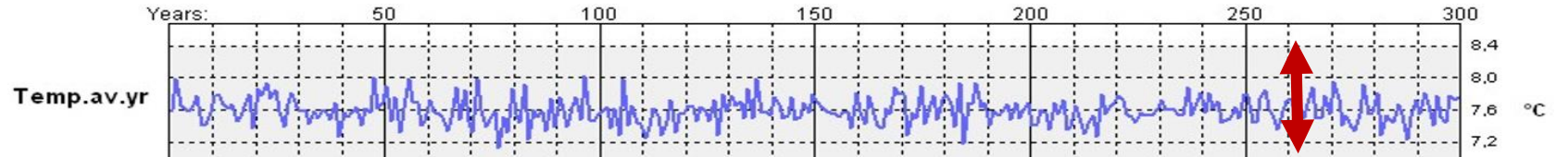
Scenariusz bez zmian klimatu (300 l.) **Stopniowy wzrost temperatury (do +5°C)**



Źródła: badania własne; Zajączkowski J., Brzeziecki B., 2007: Ekologiczny model drzewostanu.  
 W: Sierota Z. (red.) Quo vadis, Forestry? Mat. Międzynarodowej Konferencji IBL, Sękocin



# Prognozy rozwoju drzewostanów – ryzyko mrozu



Scenariusz bez zmian klimatu (300 l.)

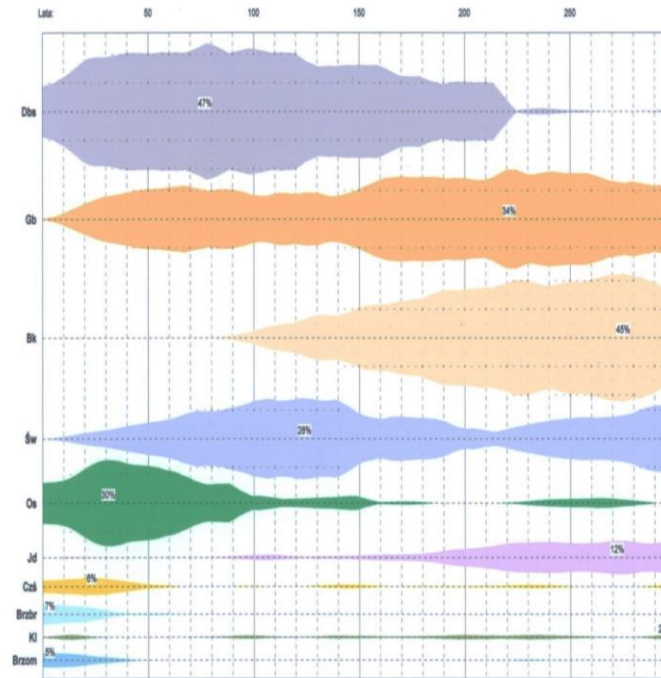
Wzrost wahań temperatury ( $x2\delta$ )

Dbś

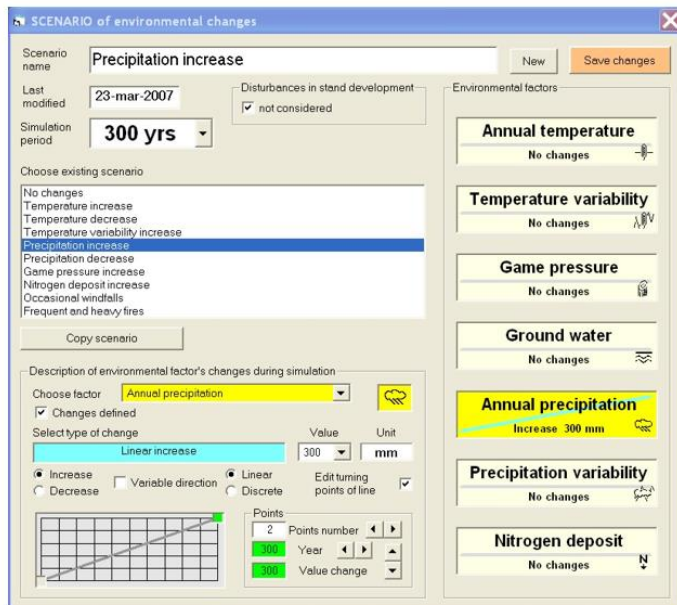
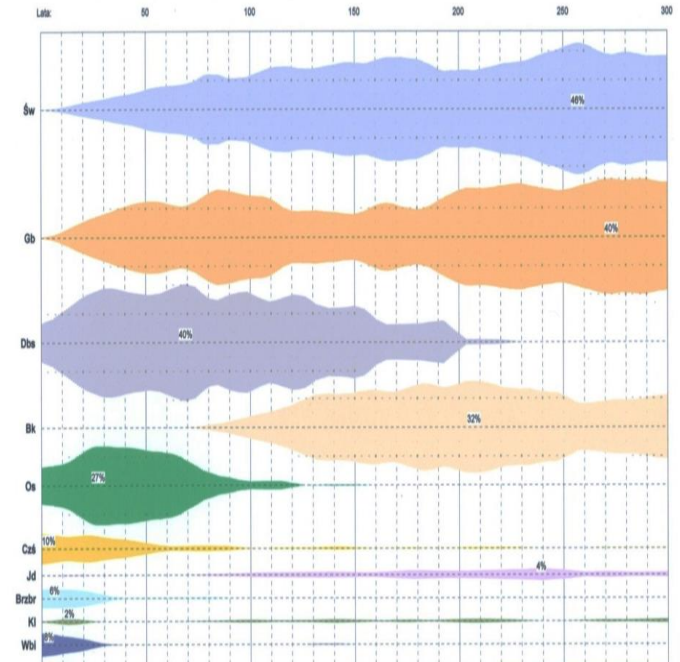
Gb

Bk

Św



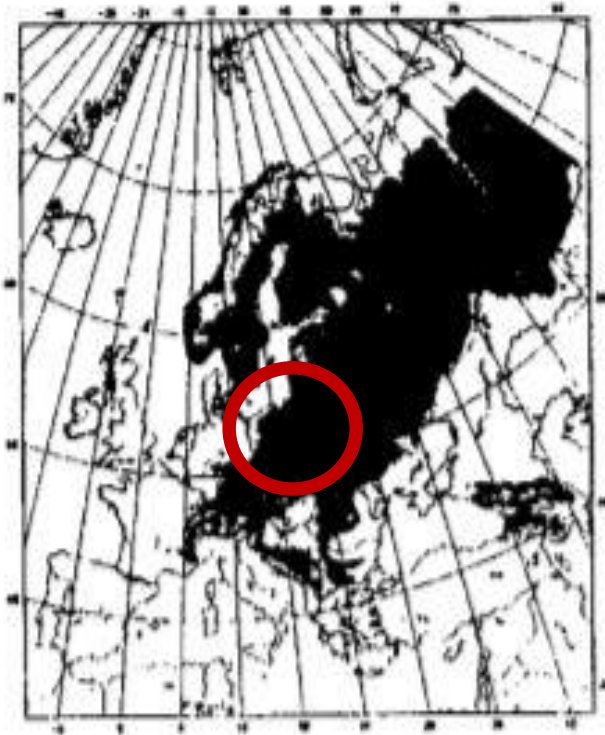
Św !



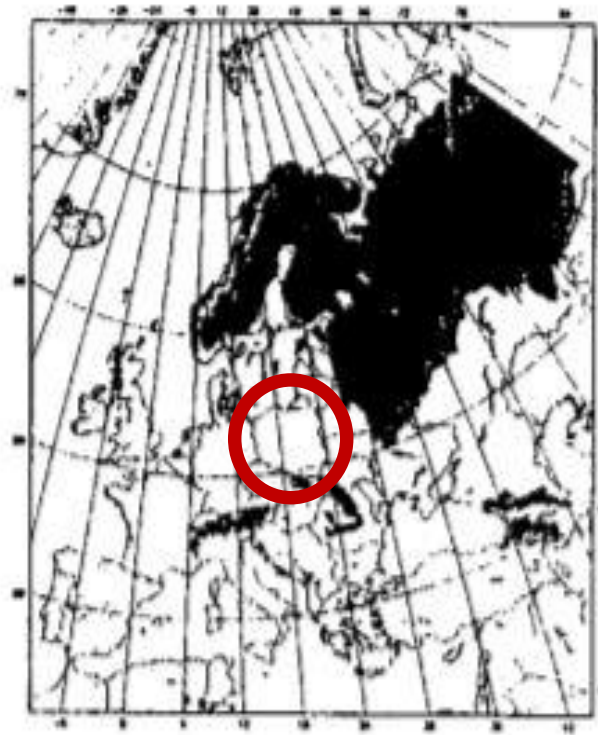
Źródła: badania własne; Zajączkowski J., Brzeziecki B., 2007: Ekologiczny model drzewostanu. W: Sierota Z. (red.) Quo vadis, forestry? Mat. Międzynarodowej Konferencji IBL, Sękcin

# Prognozy rozwoju drzewostanów – zasięg geograficzny (Św)

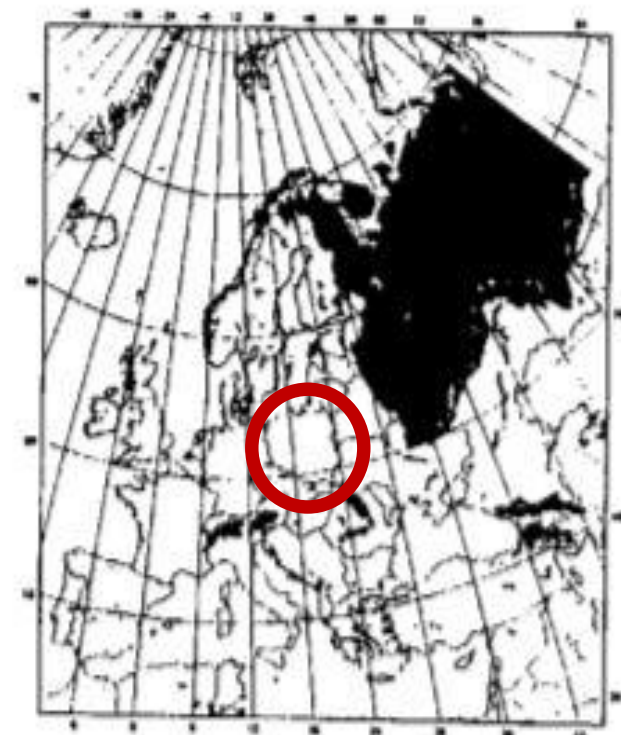
*Stan wyjściowy: 1990*



*Scenariusz 1*



*Scenariusz 2*

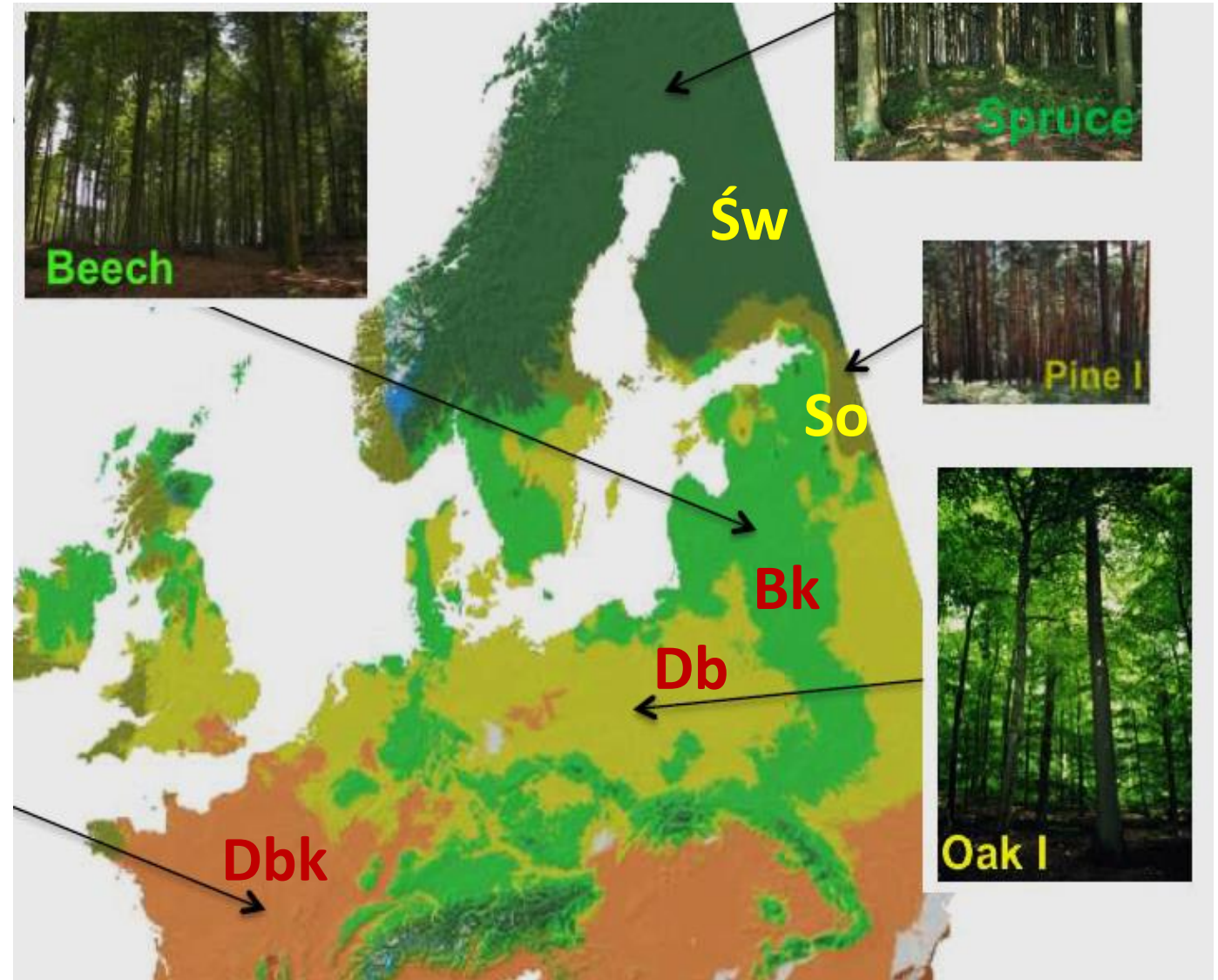


Sykes M. T., Prentice I. C., 1996: Climate change, tree species distributions and forest dynamics: A case study in the mixed conifer/northern hardwoods zone of northern Europe. *Climatic Change* 34

# Przesunięcia naturalnych krajobrazów roślinnych w Europie po 2070 roku

Utrzymanie gospodarczej roli niektórych gatunków drzew będzie wymagało modyfikacji postępowania hodowlanego

Hanewinkel M., 2014. Silvicultural risk in a changing climate. Zimowa Szkoła Leśna IBL



# Prognozy rozwoju drzew w Polsce – utrata optimum

Sosna – umiarkowany

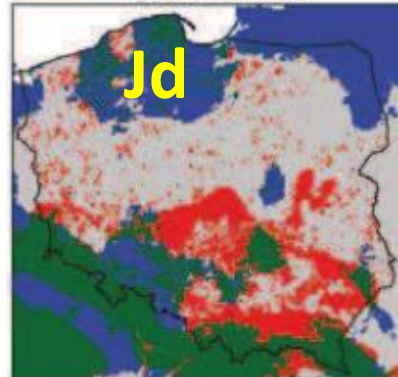


Sosna – pesymistyczny

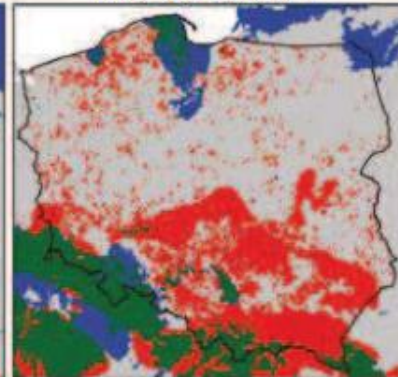


Sosna – poza optimum klimatycznym z wyjątkiem pasm górskich i Pomorza Gdańskiego w scenariuszu umiarkowanym i w pasmach górskich w wersji pesymistycznej

Jodła – umiarkowany



Jodła – pesymistyczny

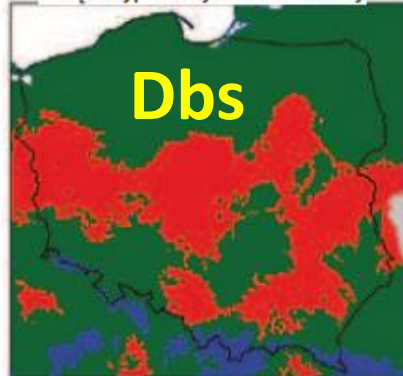


Jodła – ekspansja na Śląsku i Opolszczyźnie, Pomorzu i Kujawach oraz utrata części optimum w Polsce Południowo-Wschodniej

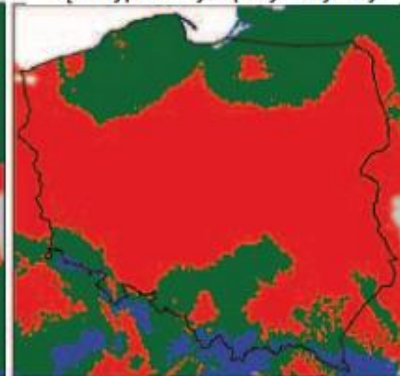
Dyderski M. K., 2021: Przyszłość lasów w Polsce. Dwa scenariusze. Gazeta Leśna 7.

Bolibok L., Zajączkowski J., Dobrowolska D. Mionskowski M., 2016: Potencjalny zasięg klimatyczny jodły (*Abies alba* Mill.) w Polsce

Dąb szypułkowy – umiarkowany

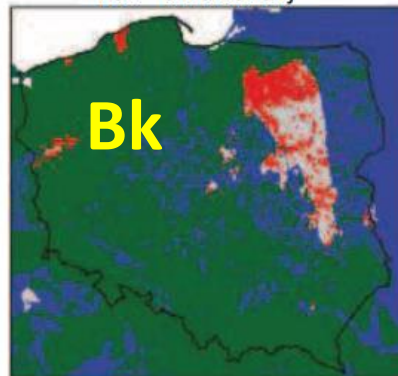


Dąb szypułkowy – pesymistyczny

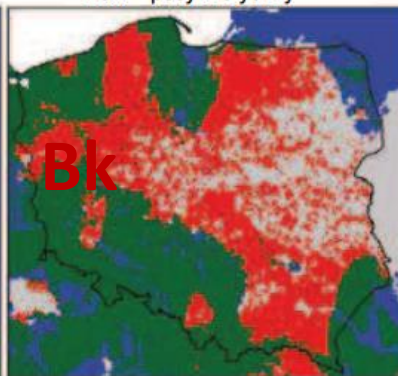


Dąb szypułkowy w ramach scenariusza umiarkowanego straci część zasięgu w środkowej i południowej części kraju, a w ramach pesymistycznego pozostanie w optimum klimatycznym jedynie w górach, w pasie wyżyn, na Pomorzu, Warmii i Mazurach

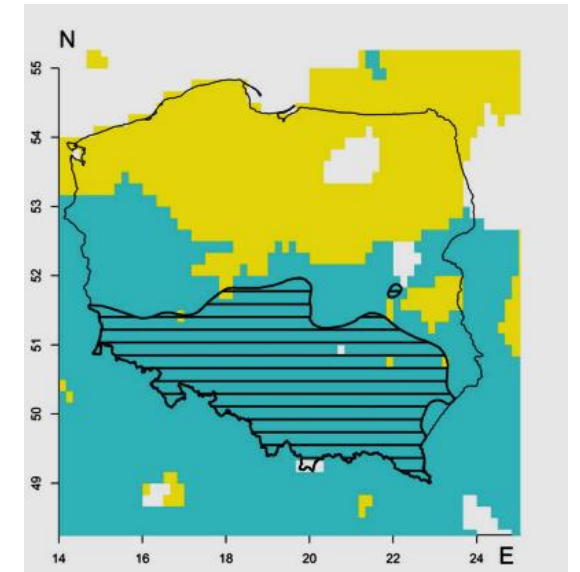
Buk – umiarkowany



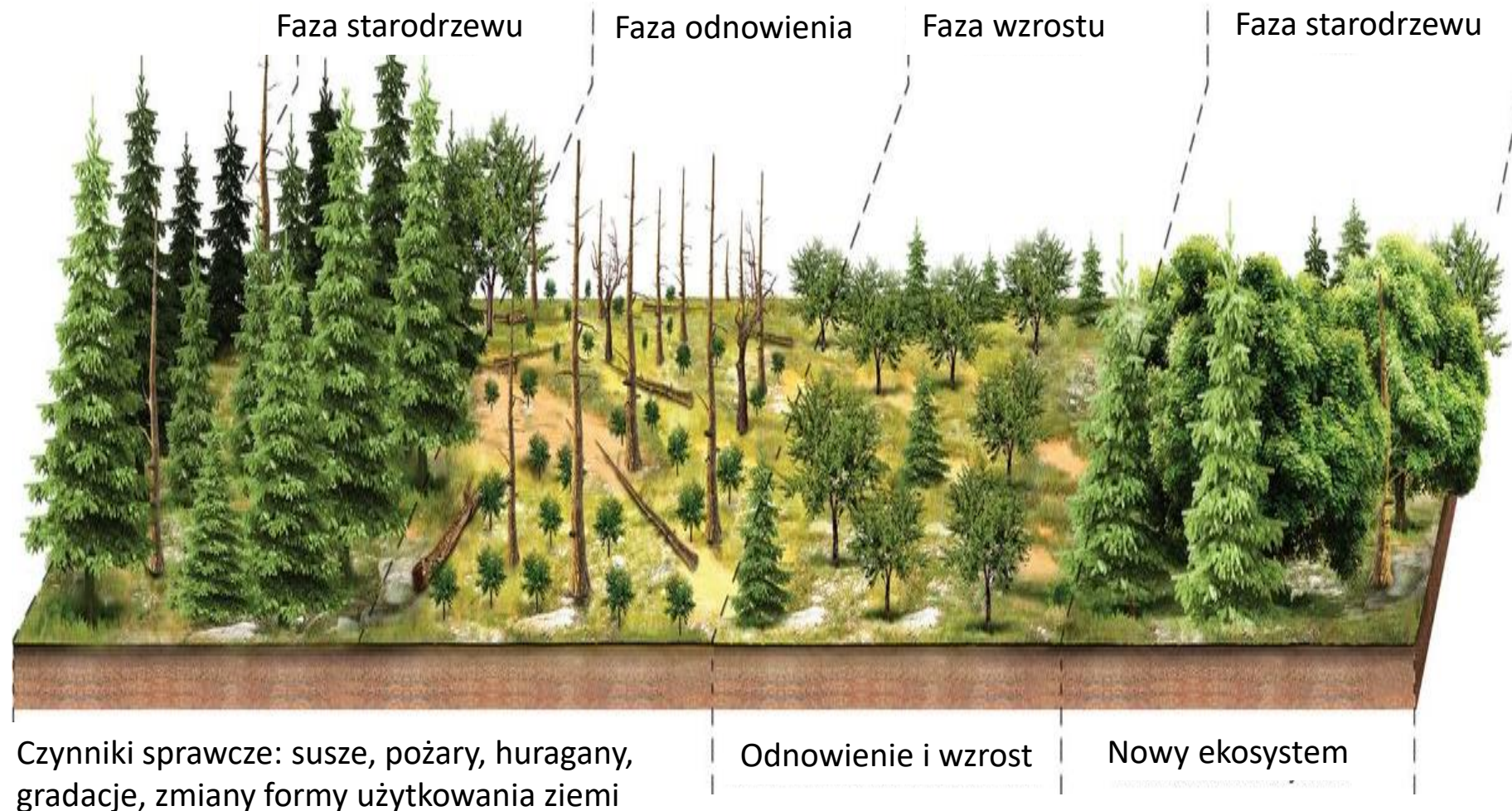
Buk – pesymistyczny



Buk poszerzy optimum klimatyczne o tereny Polski Wschodniej, z wyjątkiem Pojezierza Mazurskiego. W scenariuszu pesymistycznym straci je w części Ziemi Lubuskiej, na Pomorzu Środkowym, Warmii, Mazurach, na Mazowszu, Lubelszczyźnie oraz w Małopolsce poza pasem Karpat

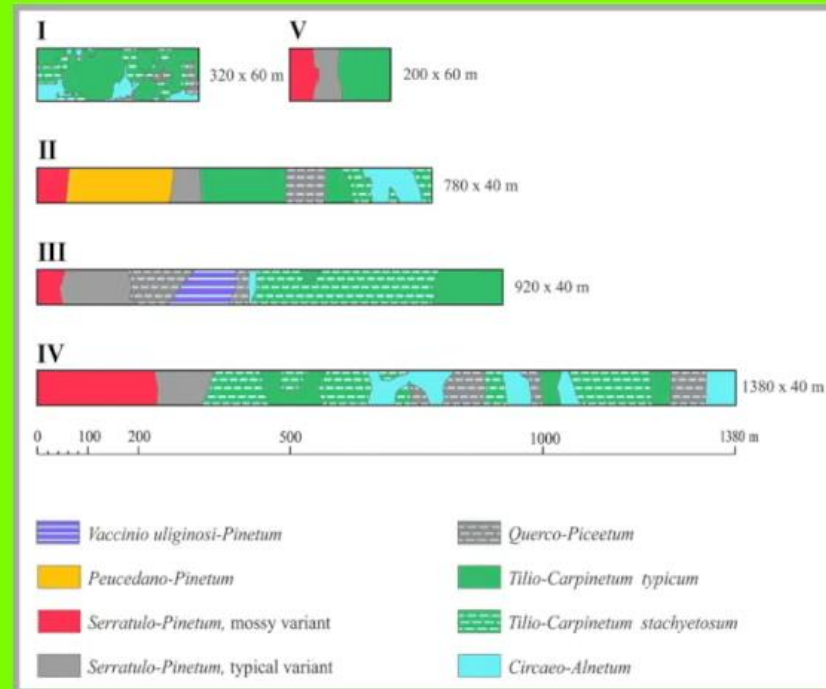
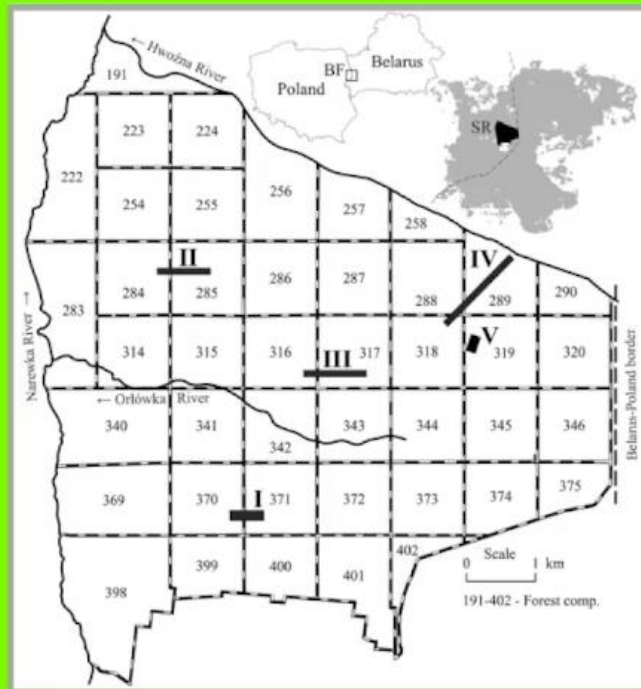


# Zmiany struktury i produktywności – powstają inne ekosystemy



# Długookresowe badania dynamiki lasu w Białowieskim Parku Narodowym

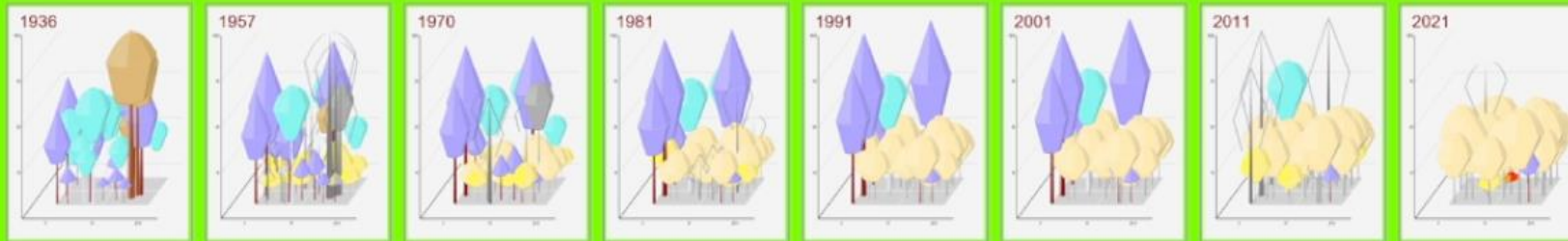
## Powierzchnie badawcze Katedry Hodowli lasu SGGW



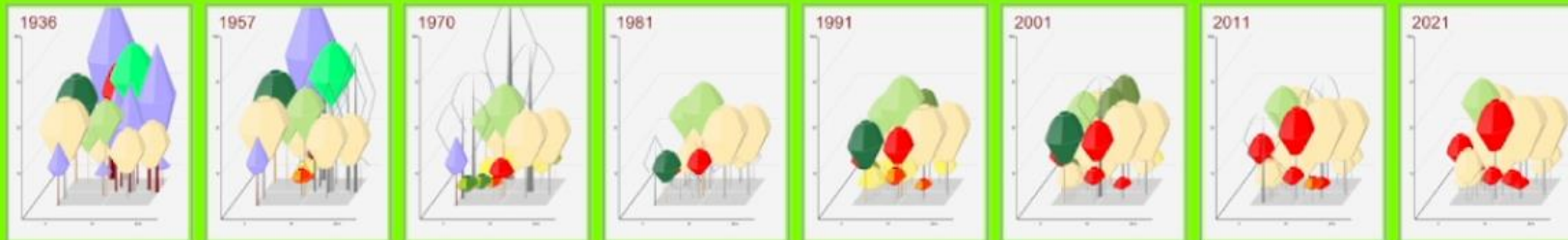
# Uproszczenie składu i struktury drzewostanów na różnych siedliskach

Zmiany składu gatunkowego w okresie 1936 - 2021 (85 lat)

Powierzchnia badawcza nr V - kwadrat 2b (BMśw)



Powierzchnia badawcza nr IV - kwadrat 31a (Lw)



# Konieczne zmiany procedur hodowlanych

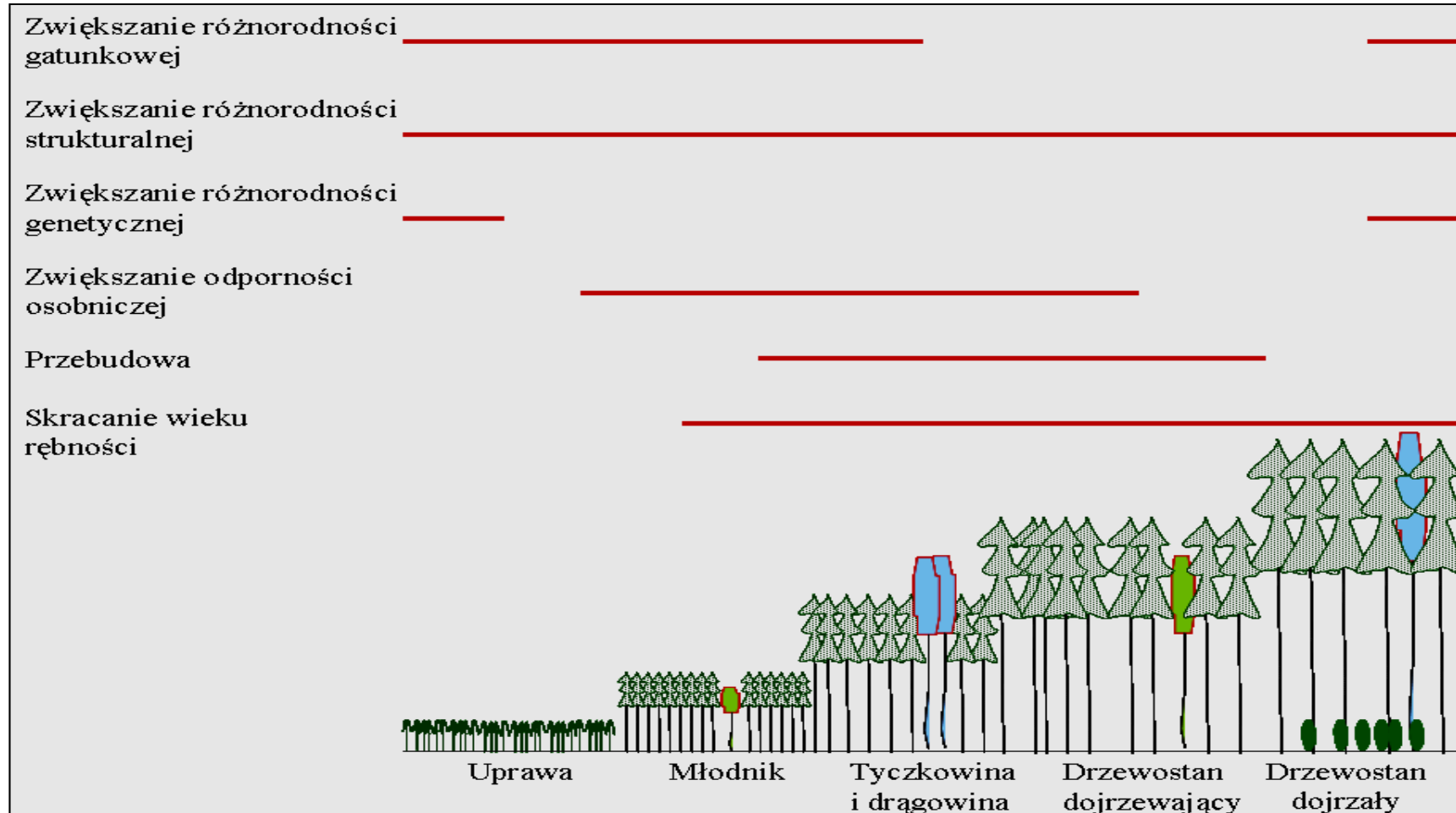




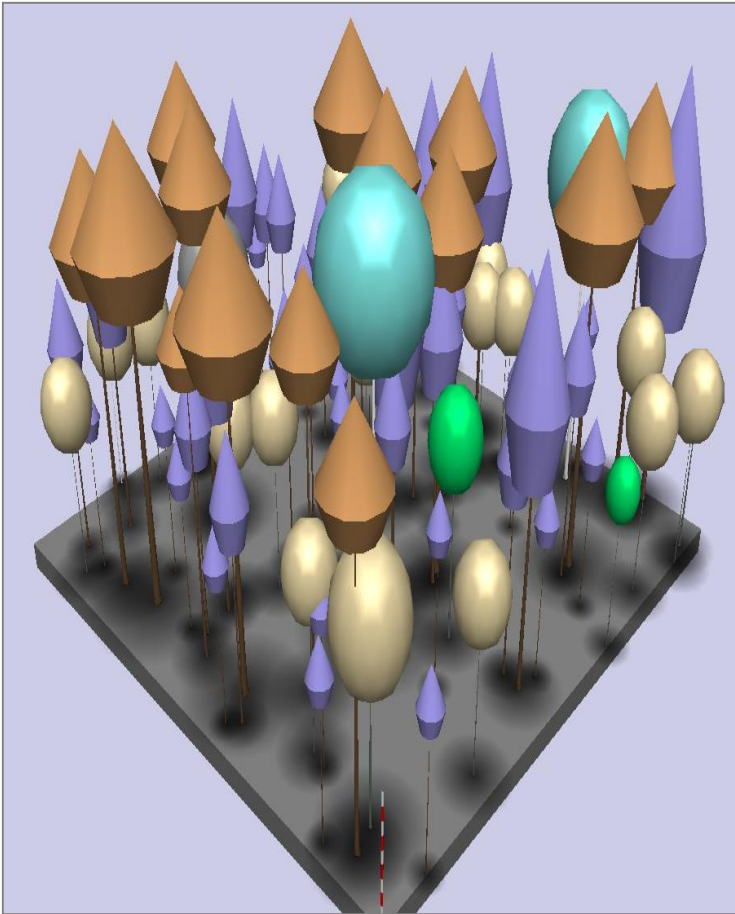
# Strategia adaptacji lasów do zmiany klimatu

Cele nadrzędne	Trwale utrzymanie wielofunkcyjnego charakteru lasów					
	Zmniejszenie ryzyka hodowlanego					
Strategiczne kierunki działań	Zwiększenie odporności d-stanów na zaburzenia		Zwiększenie potencjału regeneracyjnego d-stanów		Zwiększenie zdolności adaptacyjnych d-stanów	
Główne zasady działań adaptacyjnych	Zwiększanie różnorodności gatunkowej drzewostanów	Zwiększenie zróżnicowania wiekowego drzewostanów	Ochrona zmienności genetycznej	Kształtowanie odporności pojedynczych drzew	Przebudowa drzewostanów o wysokim poziomie ryzyka	Niedopuszczanie do nadmiernego wzrostu zasobności drzewostanów
Zabiegi hodowlane	Cięcia odnowieniowe	Sadzenie	Pielęgnowanie upraw i młodników	Trzebieże	Przebudowa	Skrócenie wieku rębności

# Dostępność działań adaptacyjnych a wiek drzewostanu



## Zalecenia praktyczne - **zwiększanie różnorodności gatunkowej**



Rzeczywista struktura drzewostanu  
mieszanego – model BWinPro 7 (K. Bielak)

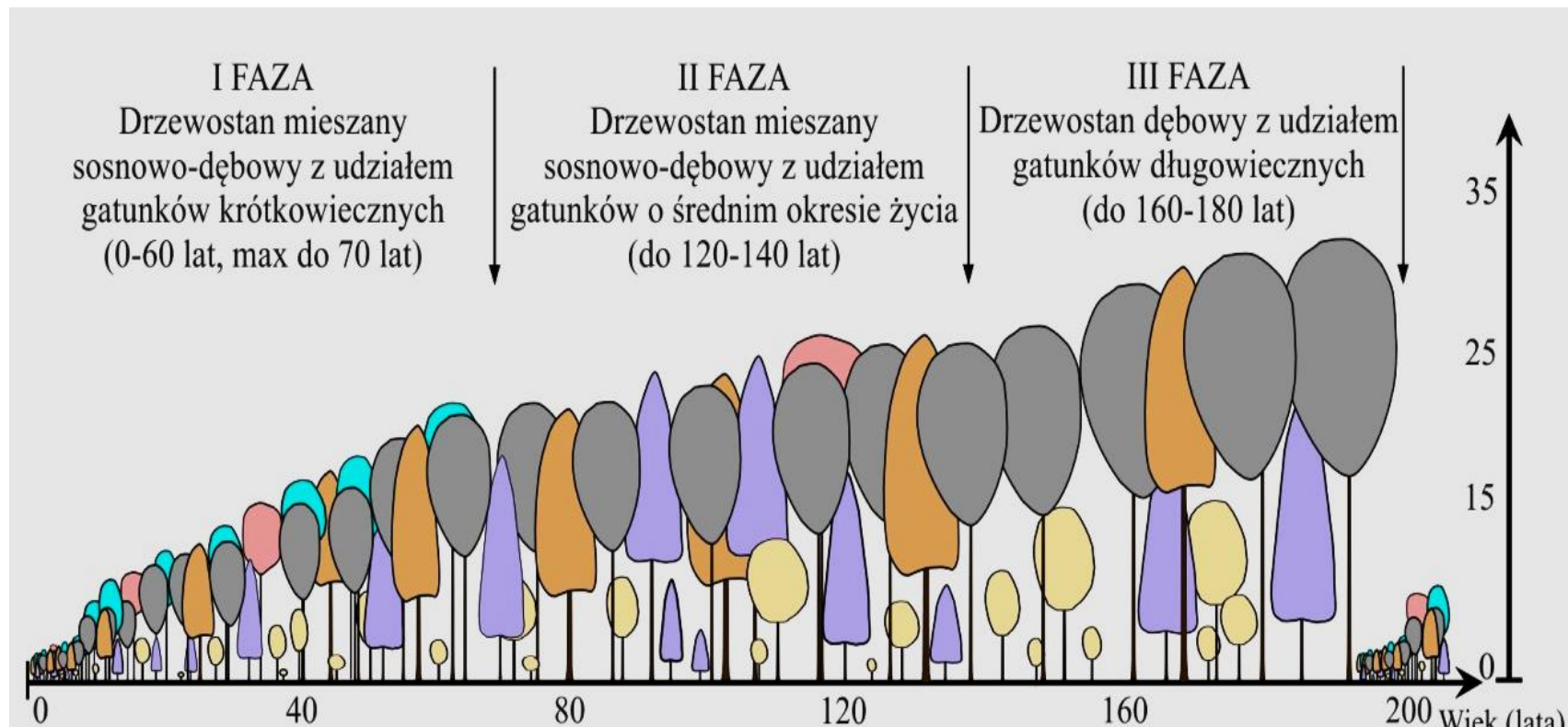
- konsekwentna realizacja obecnie obowiązujących, **ramowych typów drzewostanów** (wg nowych Zasad Hodowli Lasu 2023), **modyfikowanych i dostosowywanych do lokalnych warunków**, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zapewnienie odpowiednio dużego udziału **gatunków domieszkowych**, zwłaszcza tych, które, obok innych funkcji, mogą też pełnić rolę produkcyjną;

LMŚw	Db So Św Bk Db So Św Db Brz Św Db Md Db Brz Db	Md Lp Brz Dg Md Św Brz So Lp Brz Dg So Lp Brz Jw So Brz Św Md Lp So Św Jw Dg	Gb Kl Jb Gr Os Kl Lp Jb Gr Os Kl Jb Gr Os Gb Kl Gr Gr Os Lp Gr Kl Lp Gr Jb Os	Św 30, So 30, Db 30, Md i in. 10 So 40, Db 30, Bk 20, Md i in. 10 Db 50, Św 30, So i in. 20 Db 40, Św 30, Brz 20, So i in. 10 Db 40, Md 40 Jw i in. 30 Db 40, Brz 40, Md i in. 20
------	---	---	---	--

- przy ustalaniu typów drzewostanów na poziomie konkretnych nadleśnictw, czy nawet leśnictw, szerokie wykorzystywanie gatunków i pochodzeń, które lokalnie charakteryzują się **dużą żywotnością i ekspansywnością** (np. jawor, klon, lipa, grab);

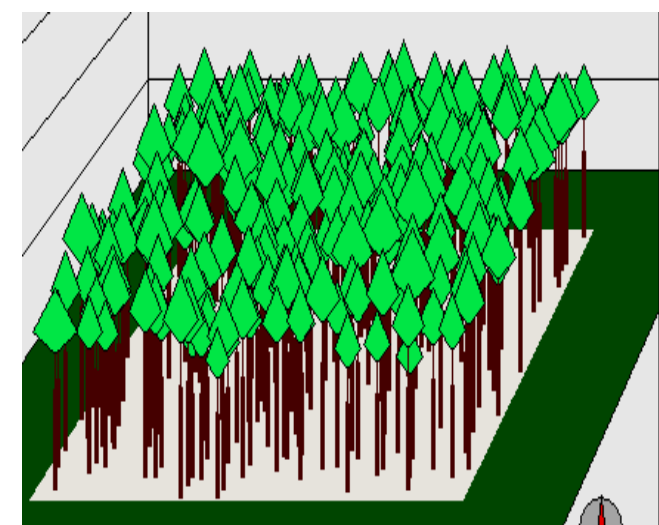
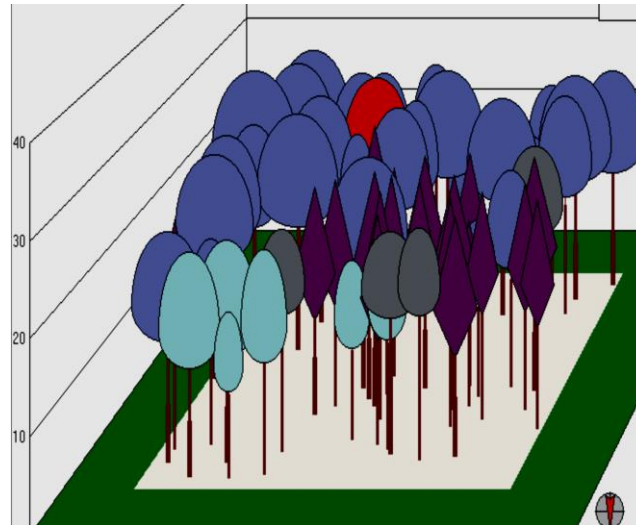
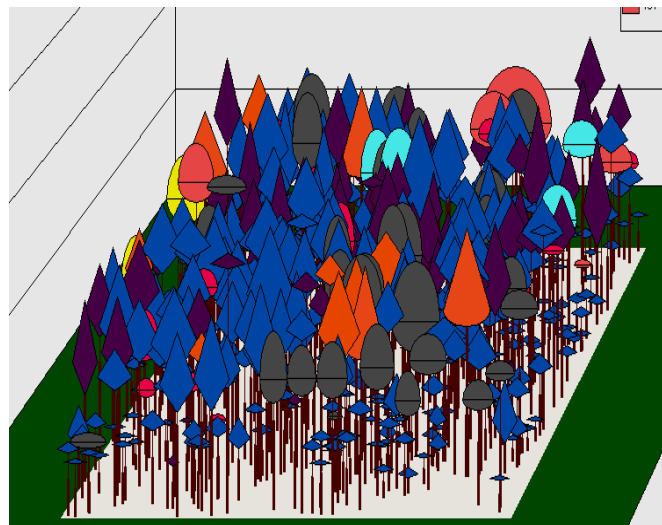
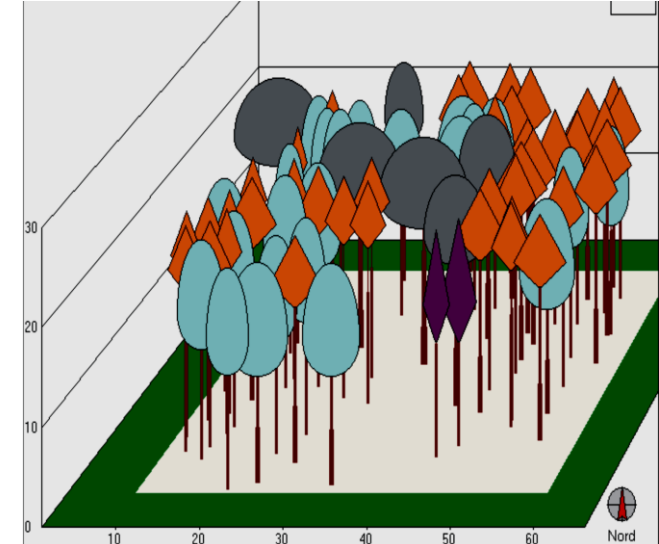
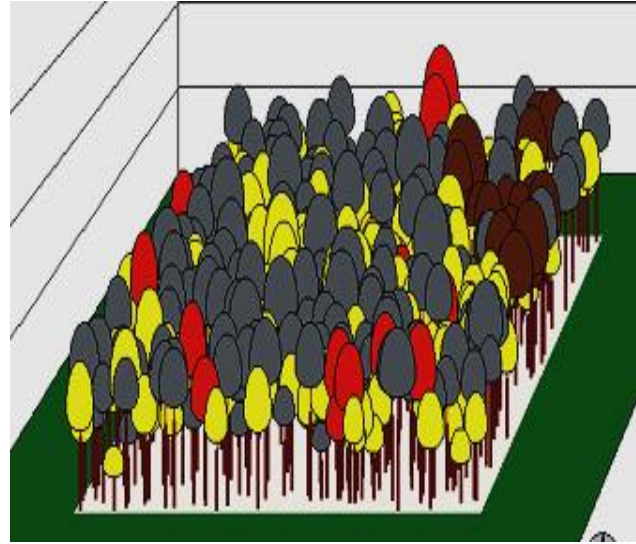
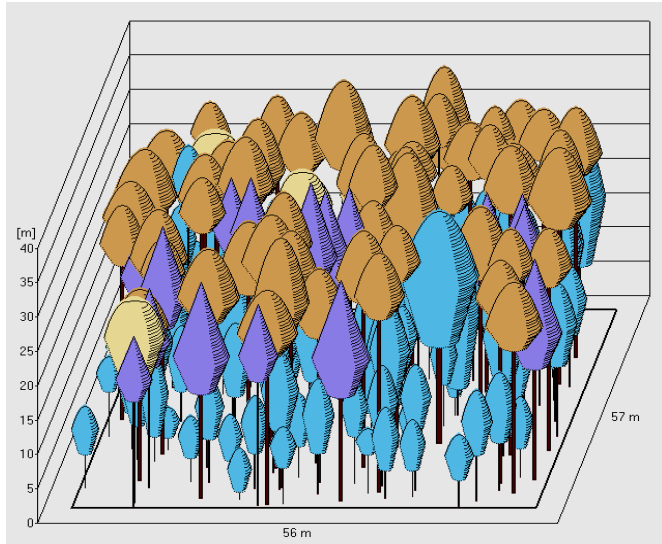
## Zalecenia praktyczne – **składy gatunkowe naśladowujące sukcesję**

"dynamiczne" podejście do problemu kształtowania składu gatunkowego i budowy pionowej drzewostanu, wyrażające się częstszym wykorzystywaniem gatunków szybkorosnących i światłożądnych (osika, brzoza, olsza, modrzew, sosna) w początkowych etapach rozwoju drzewostanu i stopniowym wprowadzaniem oraz zwiększaniem roli gatunków docelowych (o umiarkowanej i dużej zdolności znoszenia ocienienia);



Bielak K.  
Silviculture of mixed  
oak stands by applying  
natural succession processes  
in the Białowieża Forest

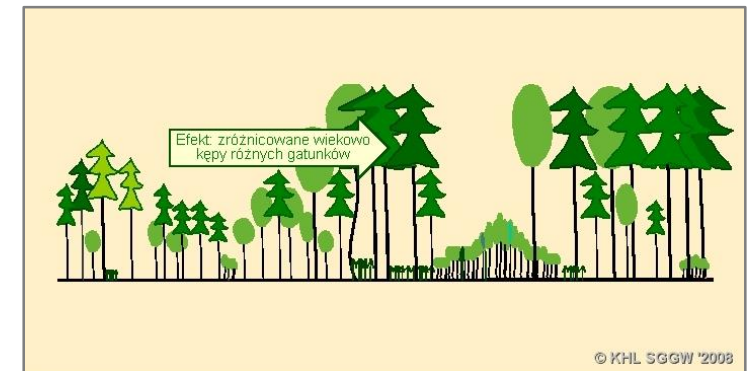
# Drzewostany mieszane w praktyce - przykłady powierzchni badawczych KHL



## Zalecenia praktyczne – **zróżnicowanie strukturalne**



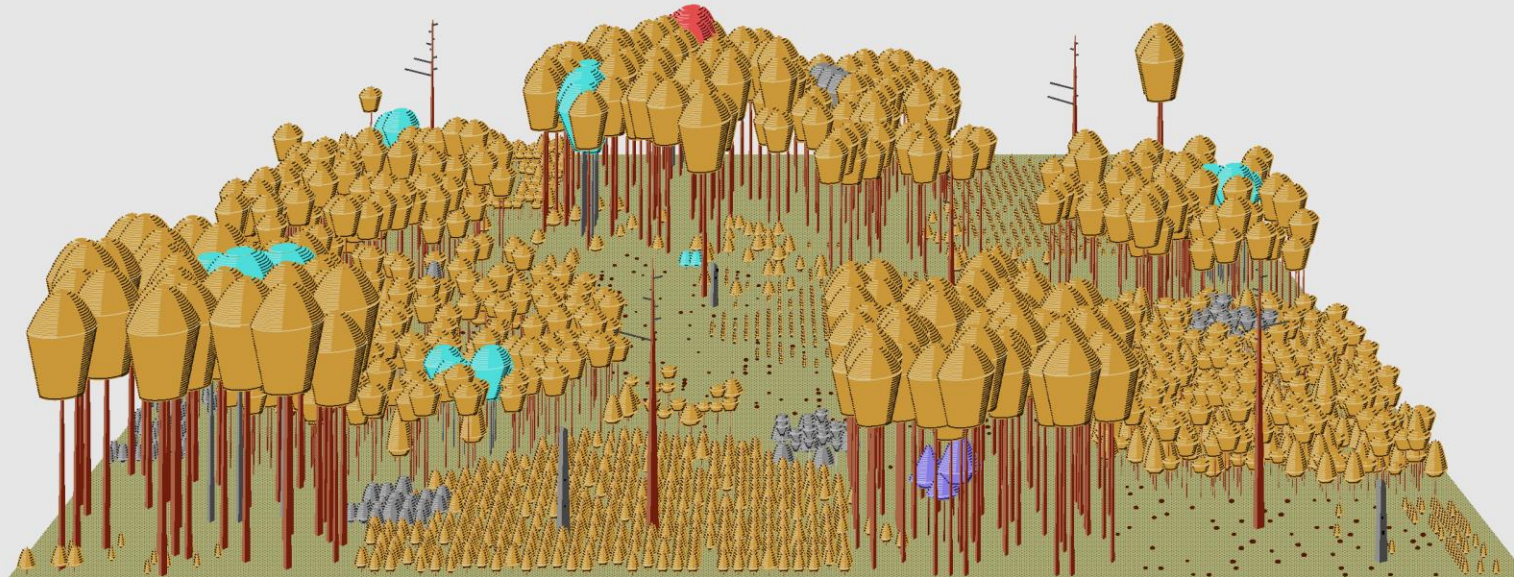
- popieranie wszelkich form dobrej jakości **odnowienia naturalnego**, w tym np. poprzez możliwość przeznaczania do sukcesji naturalnej części każdej odnawianej powierzchni do uzyskania obsiewu (lub ew. odrośli) gatunków lekkonasiennych, stosownie do przewidywanego ich udziału w składzie gatunkowym;
- preferowanie rodzajów, form i modyfikacji **rębni** umożliwiających kształtowanie **zróżnicowanych warunków świetlnych**, jako podstawy uzyskiwania drzewostanów o bogatym składzie gatunkowym, składających się z gatunków o różnych wymaganiach względem światła;



# Las ciągły – stałe różnicowanie strukturalne

## Docelowe różnicowanie strukturalne kompleksu drzewostanów sosnowych

*Siedlisko ubogie (Bśw): dominacja gatunków światłożądnych*

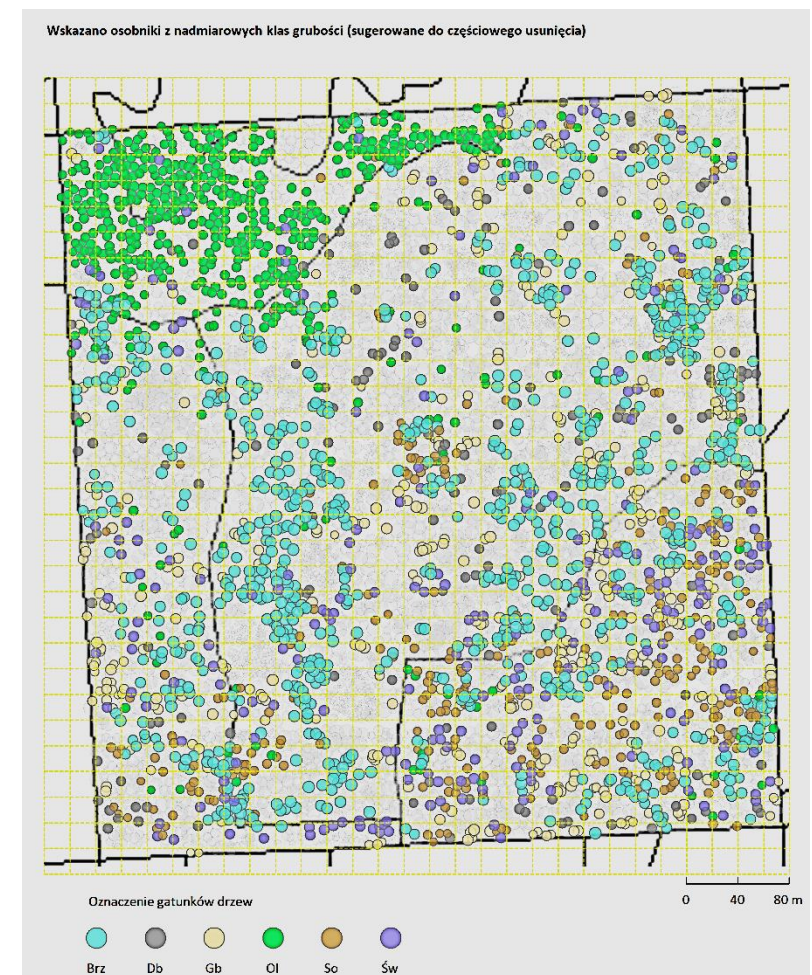
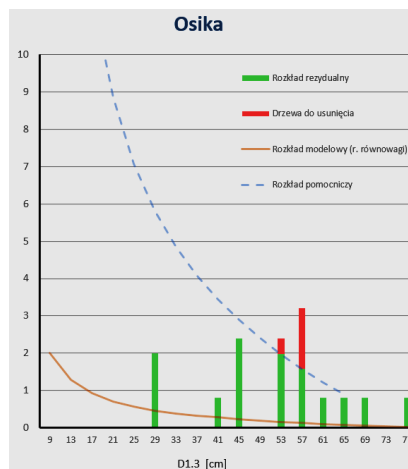
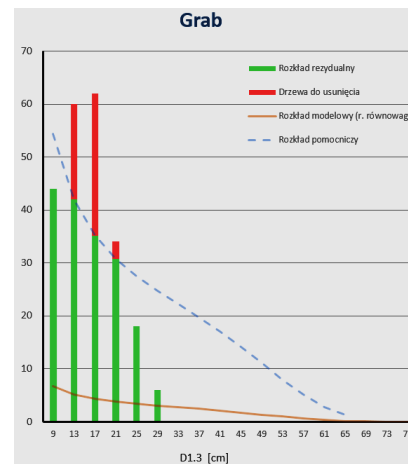
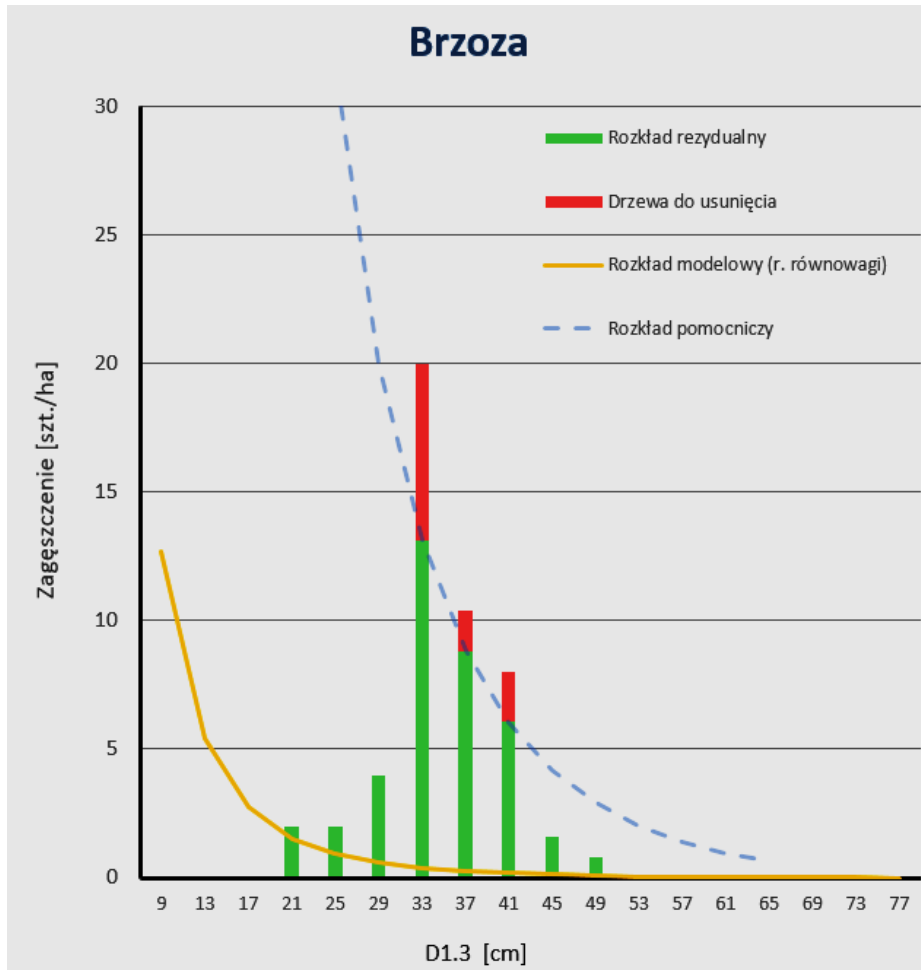


Gatunki drzew:   ■ Sosna   ■ Świerk   ■ Olsza   ■ Brzoza   ■ Dąb

Rębnia kępowo-przerębowa  
(symbol Vb według ZHL 2023):

maksymalizacja różnicowania  
strukturalnego kosztem ładu  
przestrzennego

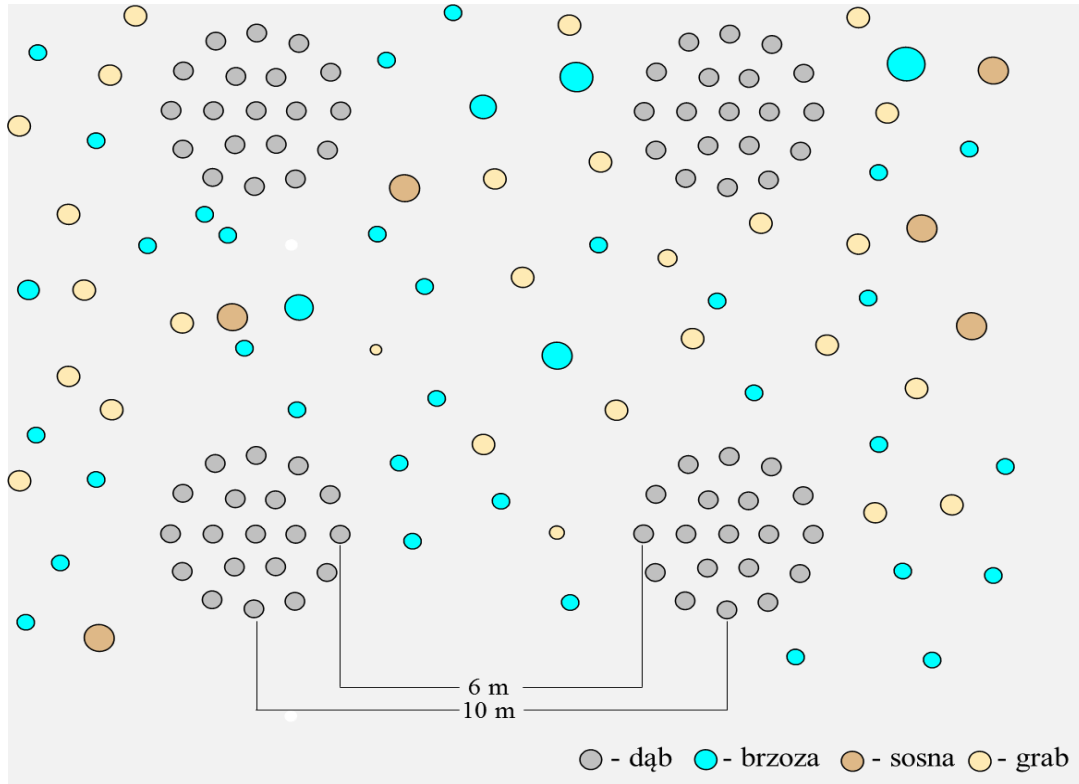
# Las ciągły – uwzględnienie demografii i roli gatunków w ekosystemie



Brzeziecki B., Zajączkowski J., 2023: Konstrukcja krzywych / rozkładów równowagi metodą demograficzną i ich wykorzystanie do wyznaczania struktury grubościowej cięć w jednostce kontrolnej. Załącznik do Instrukcji Urządzania Lasu (w przygotowaniu)



## Zalecenia praktyczne – odnowienie łączone i niepełne



na etapie zakładania nowych upraw preferowanie rozwiązań umożliwiających kształtowanie drzewostanów odznaczających się 'drobnoziarnistymi' formami zmieszania oraz **łączenie odnowienia naturalnego i sztucznego** w ramach jednej i tej samej powierzchni manipulacyjnej (np. metoda Sobańskiego, grupowa metoda odnowienia dębu, buka oraz innych gatunków (nie wyłączając sosny) oraz inne tego typu rozwiązania, sprawdzone lokalnie);

## Zalecenia praktyczne – **selekcja i restytucja**

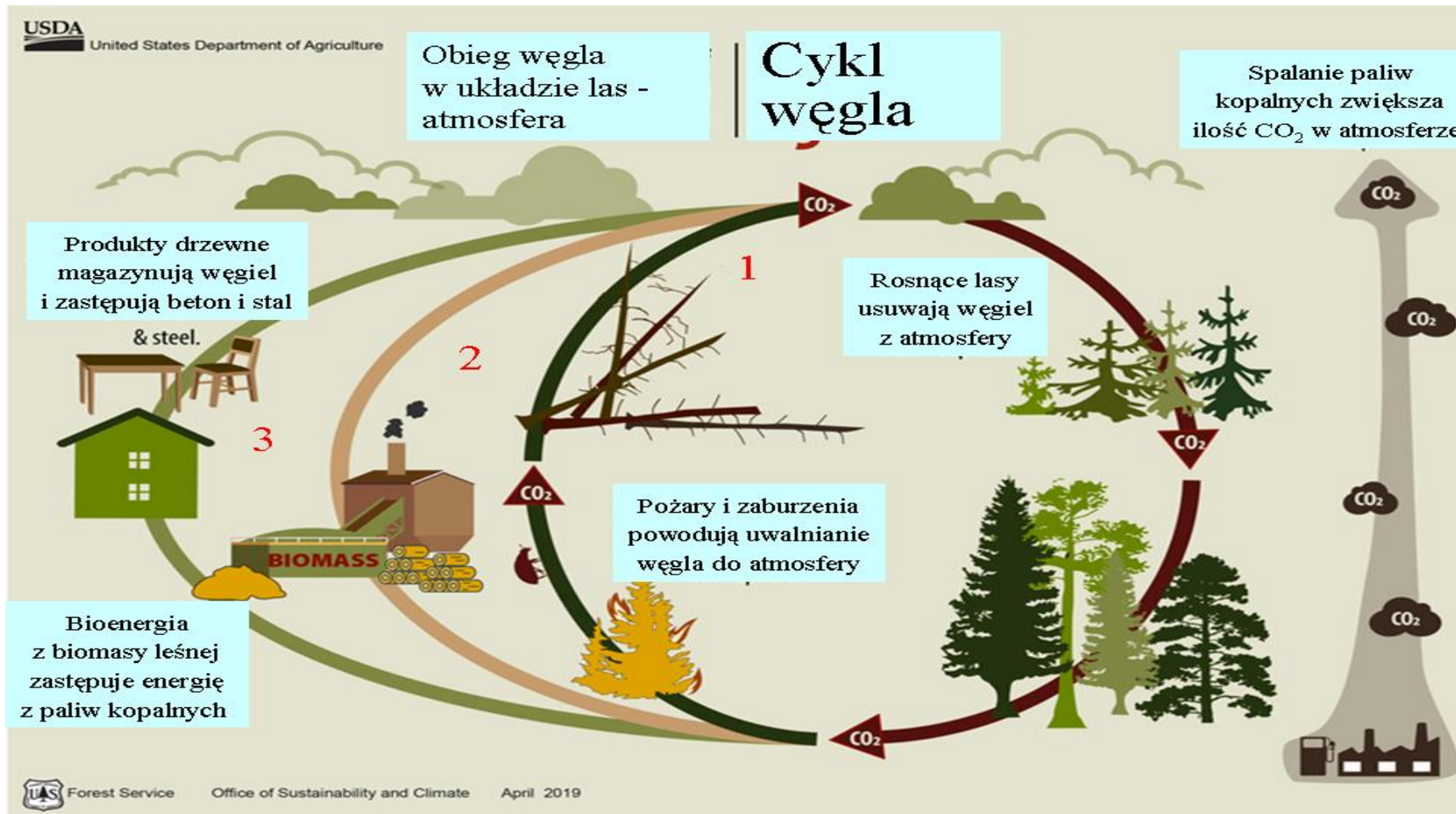


- wytypowanie **pochodzeń** oraz **selekcja genotypów odpornych** na wysokie temperatury oraz susze spośród gatunków drzew o dużej wartości produkcyjnej, sprawdzonych w warunkach polskich lasów - zwłaszcza w przypadku sosny zwyczajnej, dębu szypułkowego i bezszypułkowego, ale także buka, jodły czy świerka;
- opracowanie i wdrożenie **programu restytucji** gatunków zagrożonych i zanikających z polskich lasów, ważnych z przyrodniczego punktu widzenia, ale mogących też potencjalnie odgrywać istotną rolę produkcyjną (wiąz, w tym zwłaszcza wiąz górski i wiąz polny, jesion wyniosły, topola czarna);

## Inne zalecenia praktyczne

- prowadzenie cięć pielęgnacyjnych (w tym zwłaszcza czyszczeń oraz trzebieży wczesnych) w sposób umożliwiający zachowanie **mieszanego charakteru** drzewostanu w możliwie jak najmniejszej skali przestrzennej;
- dostosowanie ilości **zwierzyny** do stanu umożliwiającego hodowlę odpornych, zróżnicowanych gatunkowo drzewostanów, przy występowaniu uszkodzeń przez nią powodowanych na poziomie gospodarczo znośnym;
- opracowanie i ewentualne wdrożenie na szerszą skalę do praktyki leśnej nowych **modeli drzewostanów** z dominującym lub tylko zwiększonym udziałem gatunków odgrywających dotychczas mniejszą (choć lokalnie czasami znaczącą) rolę w polskich lasach (lipa, jawor, czereśnia ptasia, jarząb brekinia);
- analiza przydatności i celowości działań z zakresu tzw. **migracji wspomaganej** w odniesieniu do gatunków o dużych wymaganiach cieplnych i odpornych na suszę, ze szczególnym uwzględnieniem gatunków i proveniencji występujących obecnie w południowych rejonach Europy, a także w innych regionach geograficznych (np. daglezwia).

# Retencja CO<sub>2</sub> w produktach drzewnych: skuteczniejsza niż w starodrzewach

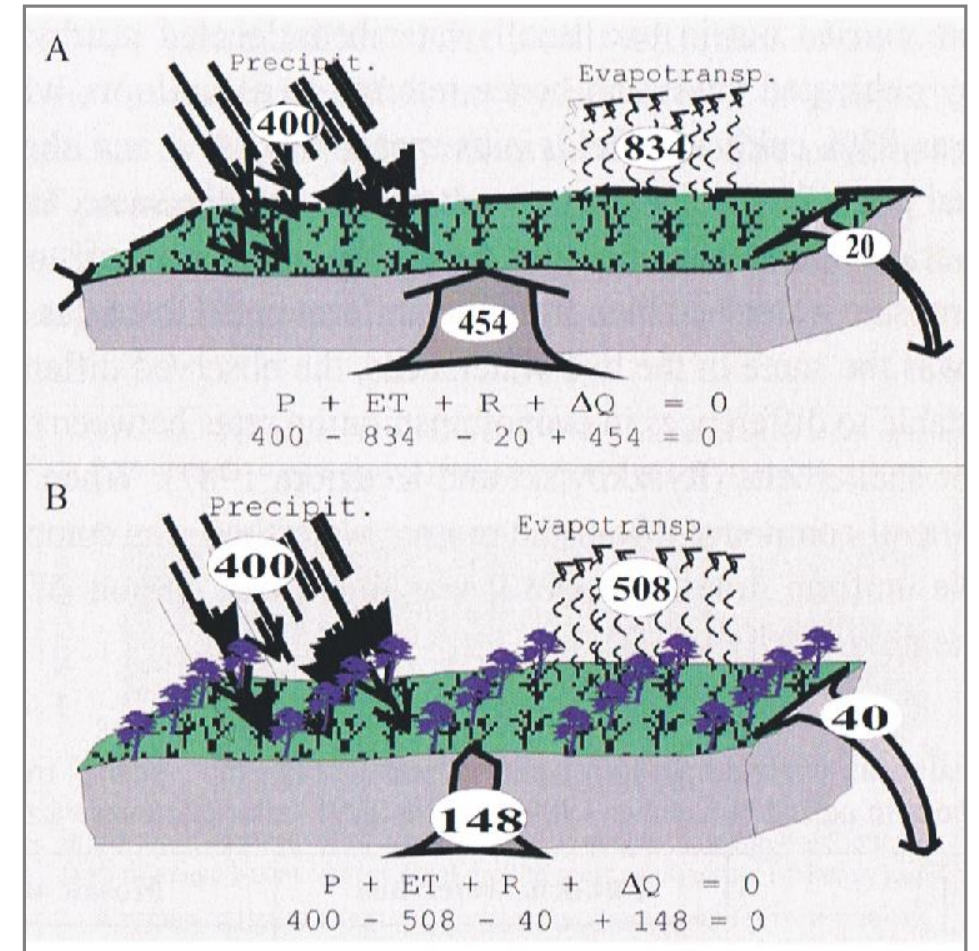
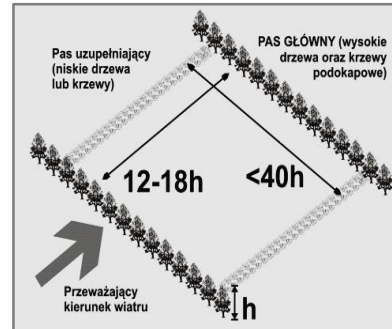


## Średnia długość życia produktów drzewnych

- Drewno konstrukcyjne - 50 lat (domy, mosty)
- Drewno konstrukcyjne - 16 lat (okiennice, ogrodzenia, drzwi, podłogi)
- Drewno budowlane - 1 rok (rusztowania, formy, osłony)
- Drewno meblarskie - 16 lat
- Materiały opakowaniowe - 1 rok
- Papier drukarski - 4 lata (książki, mapy, postery)
- Papier drukarski - 1 rok (gazety, artykuły sanitarne)

Eggers T., 2002. The impacts of manufacturing and utilisation of wood products on European carbon budget. EFI Internal Report 9

# Zadrzewienia terenów rolniczych - ograniczenie strat wody w zlewni



- Pola bez zadrzewień (A) pobierają z gleby więcej wody, zużywając ją do zwiększonej ewapotranspiracji
- Zadrzewienia (B) dają **oszczędność ok. 40 mm wody**, a na polach nawadnianych nawet do 200-300 mm
- Krytycznie ważna jest właściwa budowa i lokalizacja

# Podsumowanie i wnioski



- Jeszcze stosunkowo niedawno w leśnictwie zakładano, że warunki środowiskowe, w tym warunki klimatyczne, są **mniej lub bardziej stałe** lub podlegają co najwyżej niewielkim oscylacjom czy też fluktuacjom. Obecnie bardzo wiele wskazuje na to, że założenie to **przestało być aktualne**.
- Działania o charakterze **mitygacyjnym** oraz aktywna **adaptacja** ekosystemów leśnych do zmian klimatycznych należą do największych wyzwań i najważniejszych zadań współczesnej gospodarki leśnej.
- (Obecnie) sprawą najwyższej wagi jest **kształtowanie drzewostanów o zróżnicowanej strukturze (gatunkowej, wiekowej, genetycznej)**, (względnie) odpornych na różnego rodzaju zaburzenia. Jest to **podstawowy warunek** zachowania ciągłości istnienia lasów i pełnionych przez nich funkcji środowiskowych, produkcyjnych i społecznych.

## Podsumowanie i wnioski..

Budując modele przyszłych lasów **nie musimy zakładać**, że przyszłe warunki klimatyczne **na pewno** zmienią się tak, jak to wynika z wielu obecnych prognoz.

Wystarczy (i należy) wziąć pod uwagę to, że przyszłe warunki funkcjonowania lasów **mogą** się zmienić - i uwzględnić ten fakt w planowaniu hodowlanym już **tu i teraz**.

