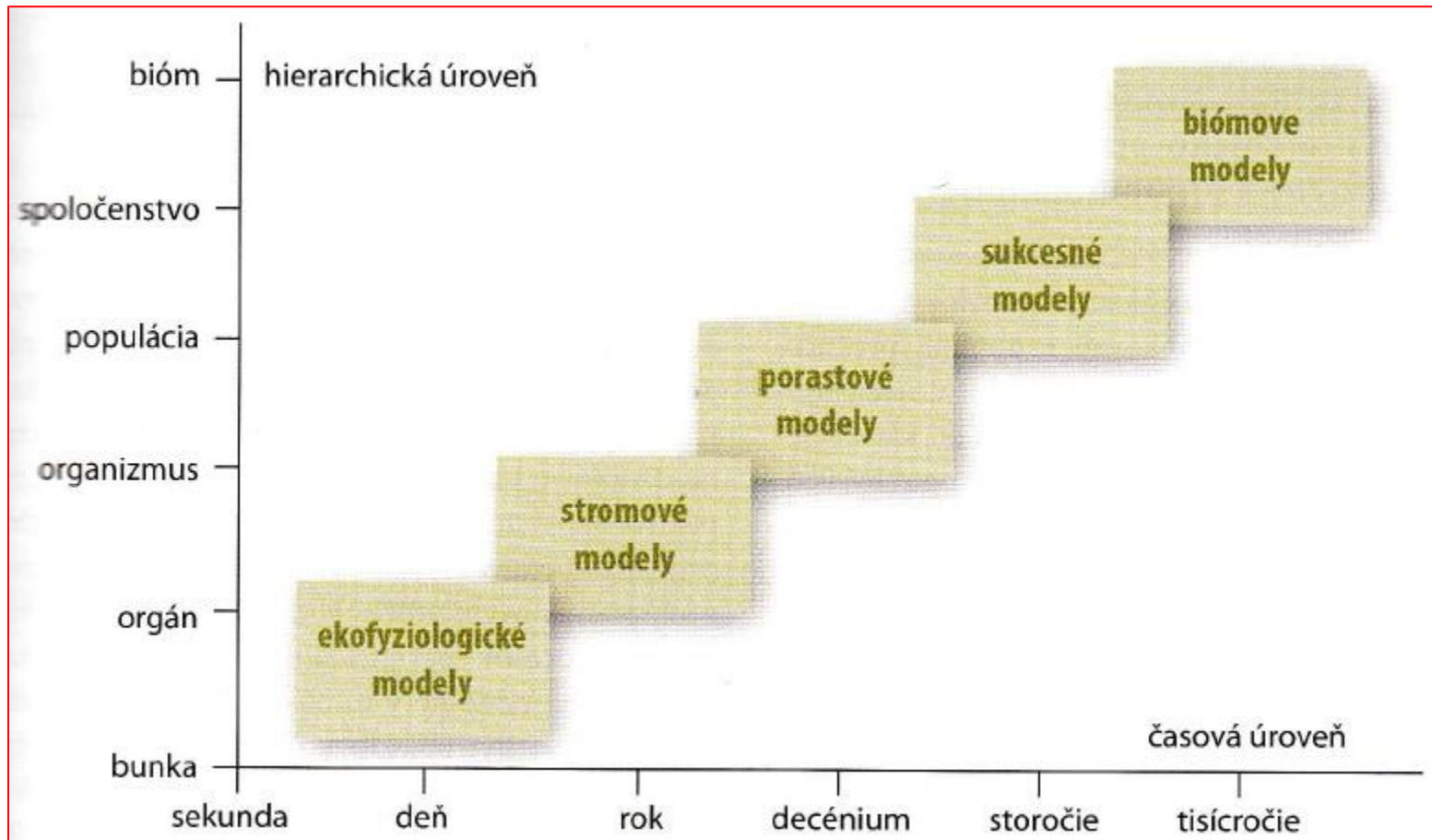


Základní komponenty modelu lesa

Jan Kadavý

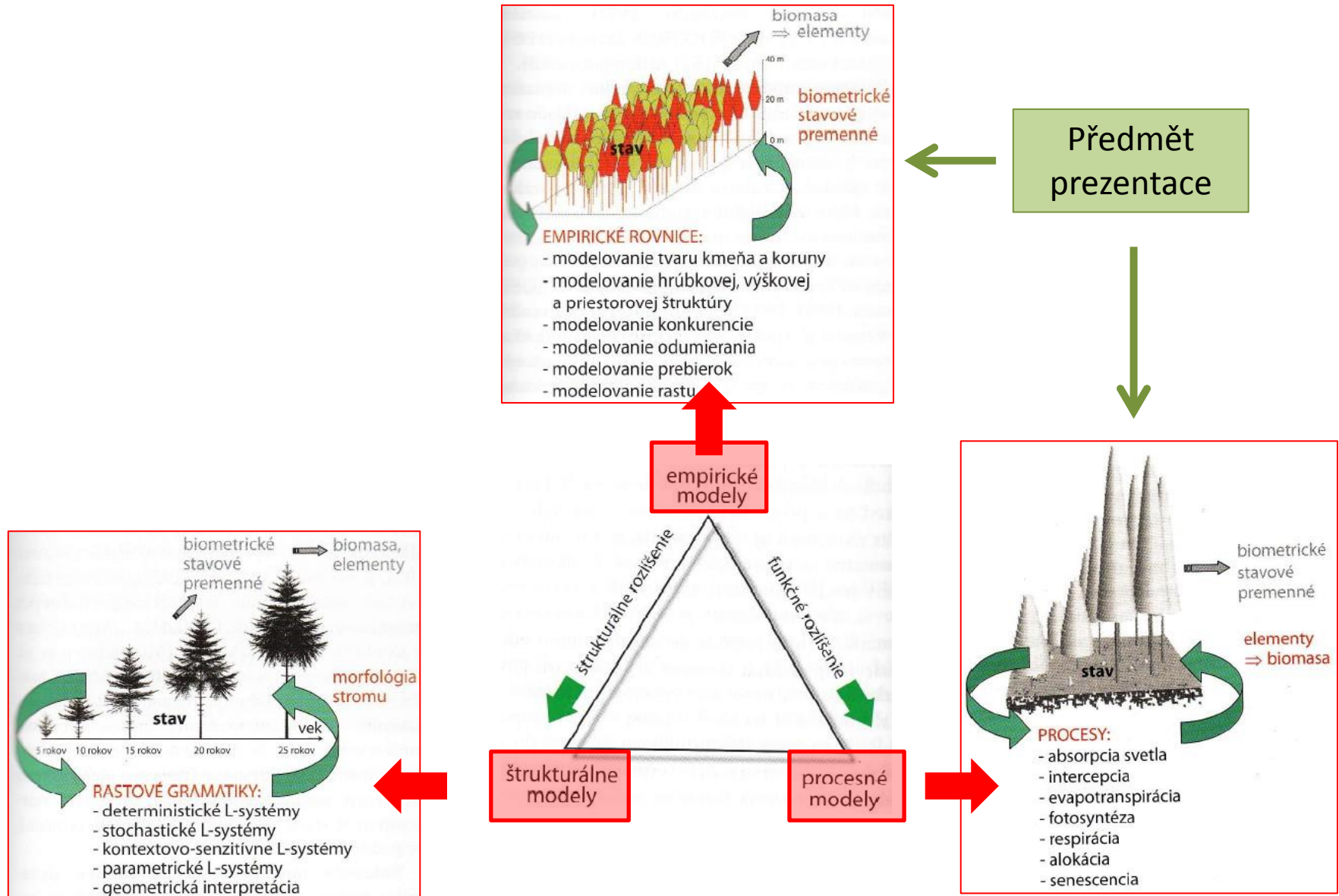


Základní členění modelů



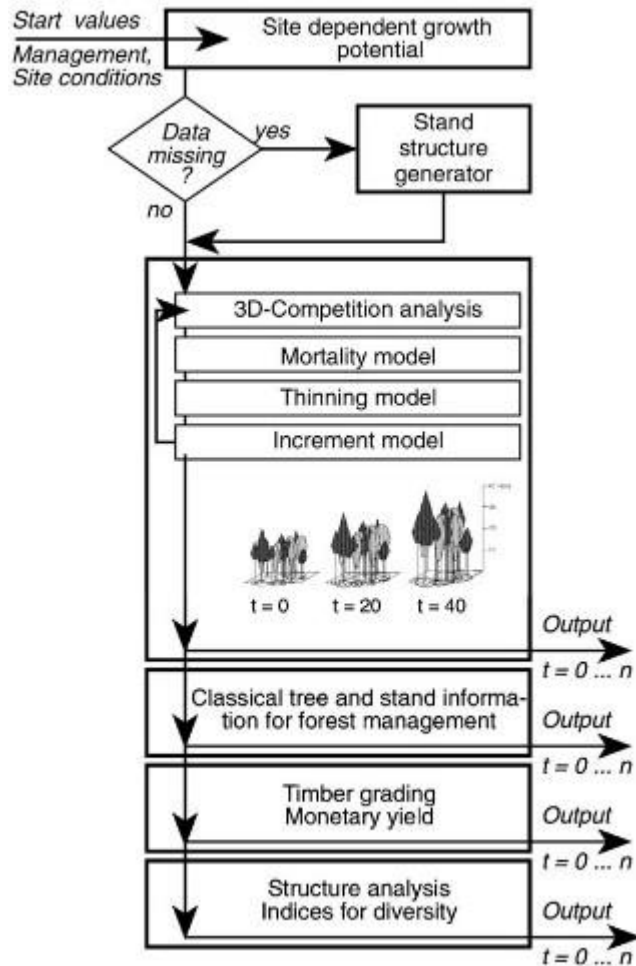
Zdroj: Fabrika, Pretzsch 20011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov.

Klasifikace modelů



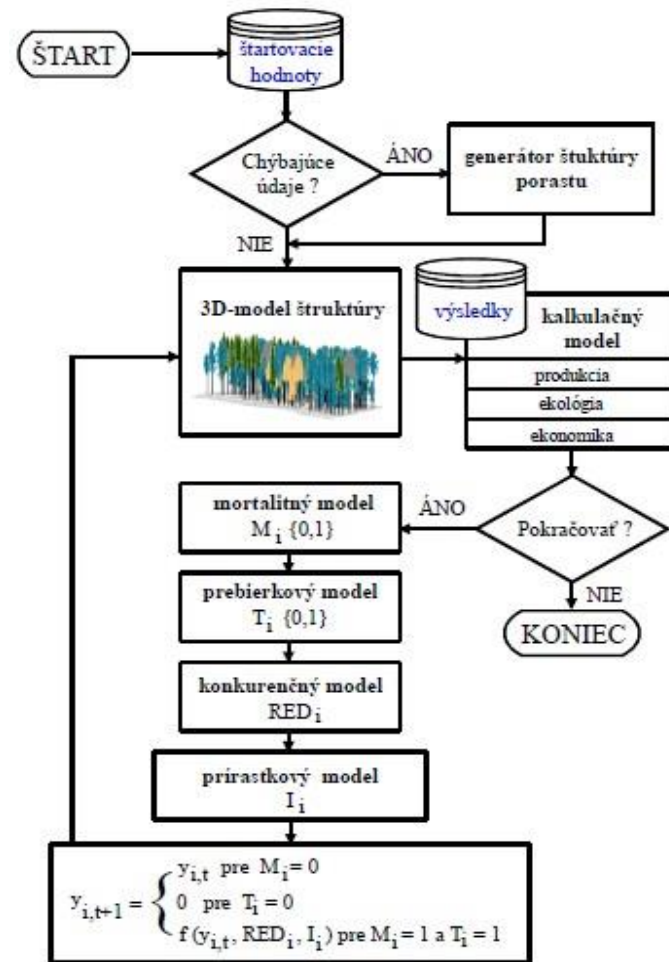
Základní komponenty empirického růstového modelu lesa

Stromový empirický distančne závislý model



SILVA

Zdroj: <http://www.wwk.forst.tu-muenchen.de/info/publications/OnlinePublications/535.pdf>




SIBYLA

Zdroj: Fabrika, M. (2005): Simulátor biodynamiky lesa SIBYLA. Technická univerzita vo Zvolene. Zvolen.

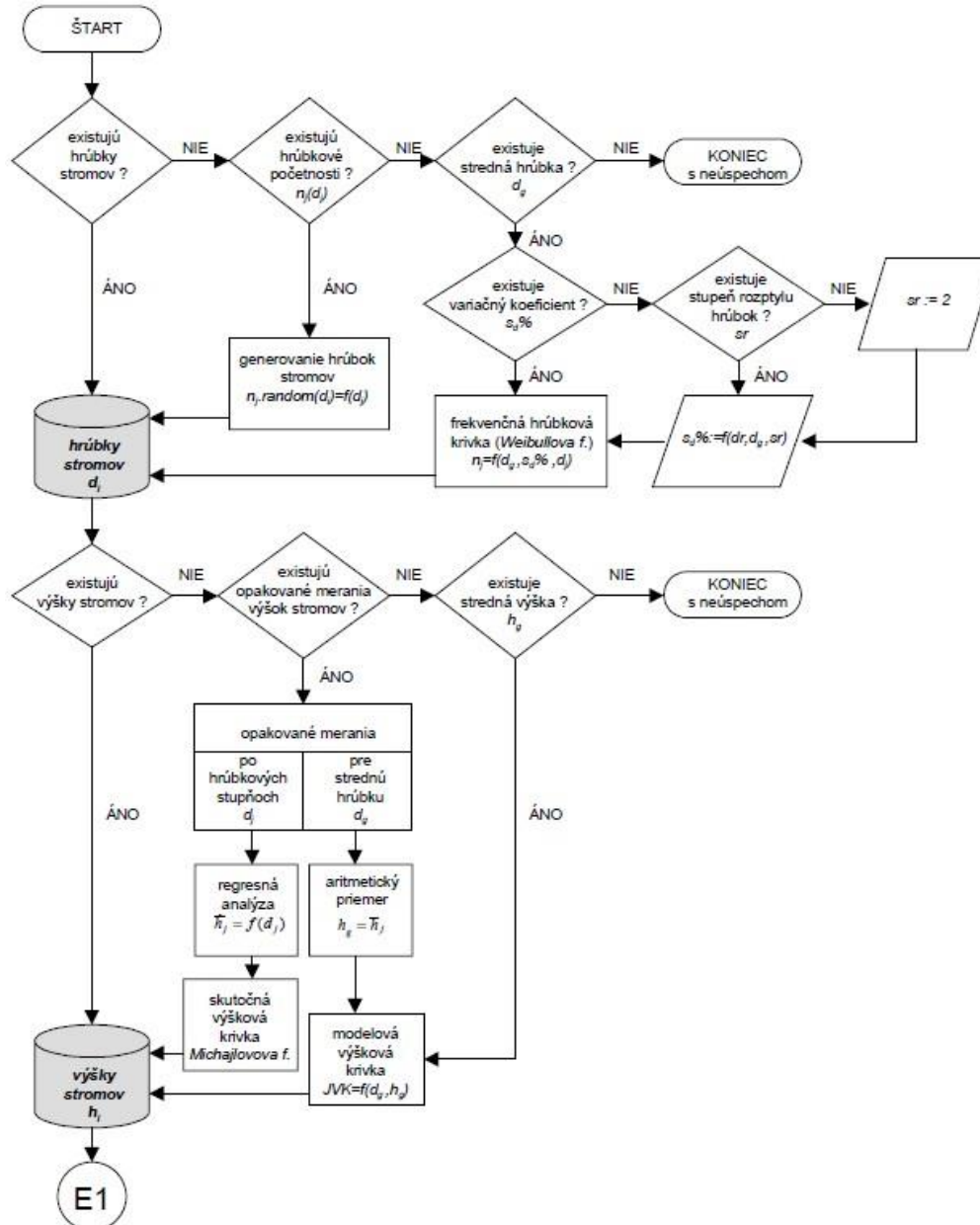
Popis základních modelů modelu SIBYLA

- *... vstupní veličiny na úrovni jednotlivých stromů...*
- **Generátor struktury** – tvorba obrazu lesa
- **Model přírůstu** - výpočet aktuálního přírůstu z přírůstu potenciálního (**základní „stavební“ kámen modelu**)
- **Konkurenční model** - definování konkurenčního tlaku stromu vlivem korun okolních stromů
- **Model mortality** – předpovídá pravděpodobnost odumření stromu na základě a) logistické regrese a b) hodnot modelované max. výčetní kruhové základny

Generátor struktury

Vstupní údaje		Zdroj údajů	Stupeň detailnosti a přesnosti	
Stromové údaje		Trvalé výzkumné plochy (TVP)	nejvyšší	
		Trvalé monitorovací plochy (TMP)		
		Další výzkumné objekty		
Údaje o čtenostech	Tloušťka-výška-kvalita	Taxace s měřením výšek po tloušťkových stupních		
	Tloušťka-kvalita	Taxace s měřením výšek pro střední kmen		
	Tloušťka-výška	Výběrová porostní inventarizace s měřením výšek po tloušťkových stupních		
	Tloušťka	Výběrová porostní inventarizace s měřením výšek pro střední kmen		
Porostní údaje		Popis porostů (LHP)		
Parametry výběrného lesa		Popis charakteru výběrného lesa		nejnižší

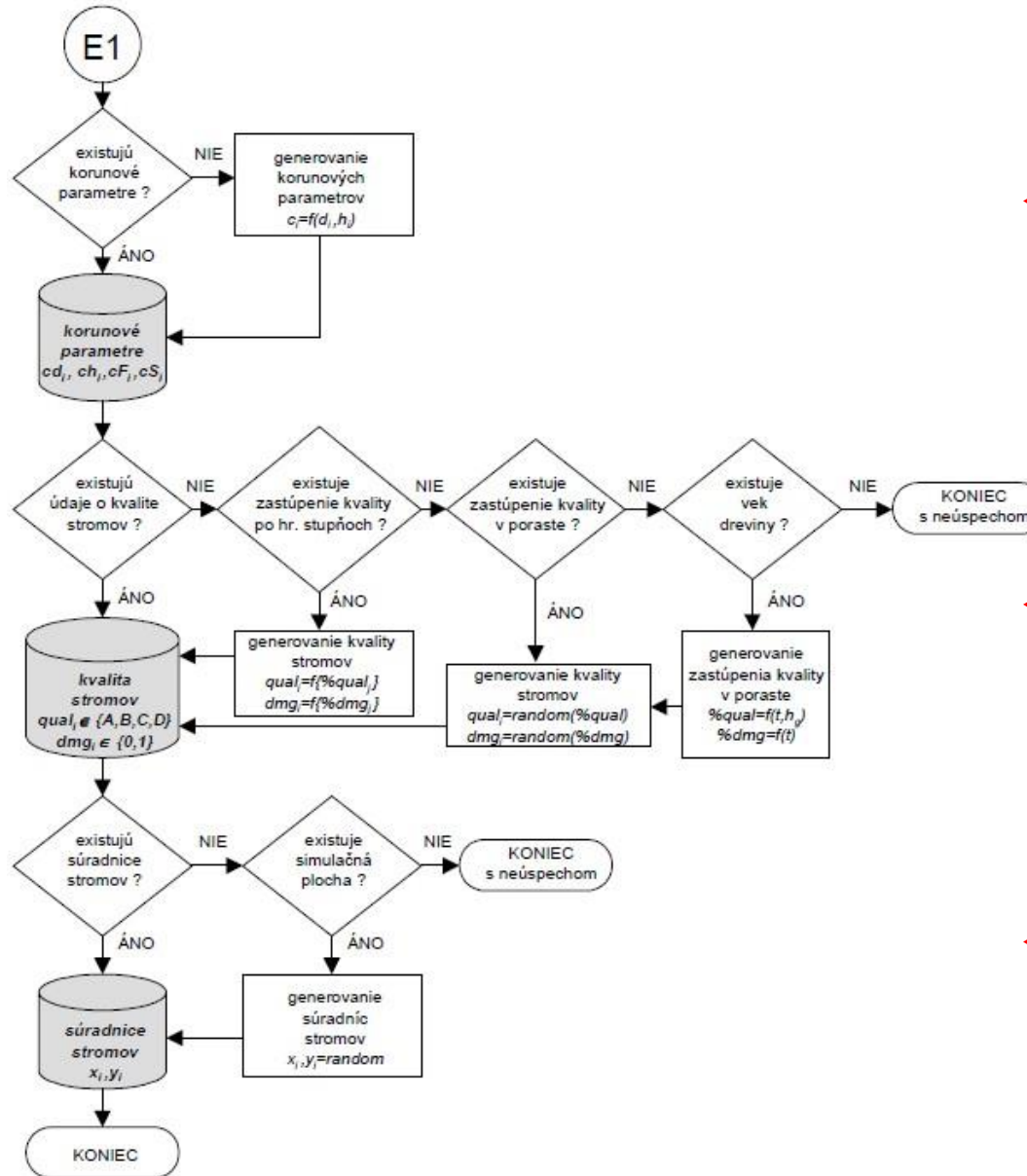
Generátor struktury - I



MODEL generování tlouštěk

MODEL generování výšek

Generátor struktury - II



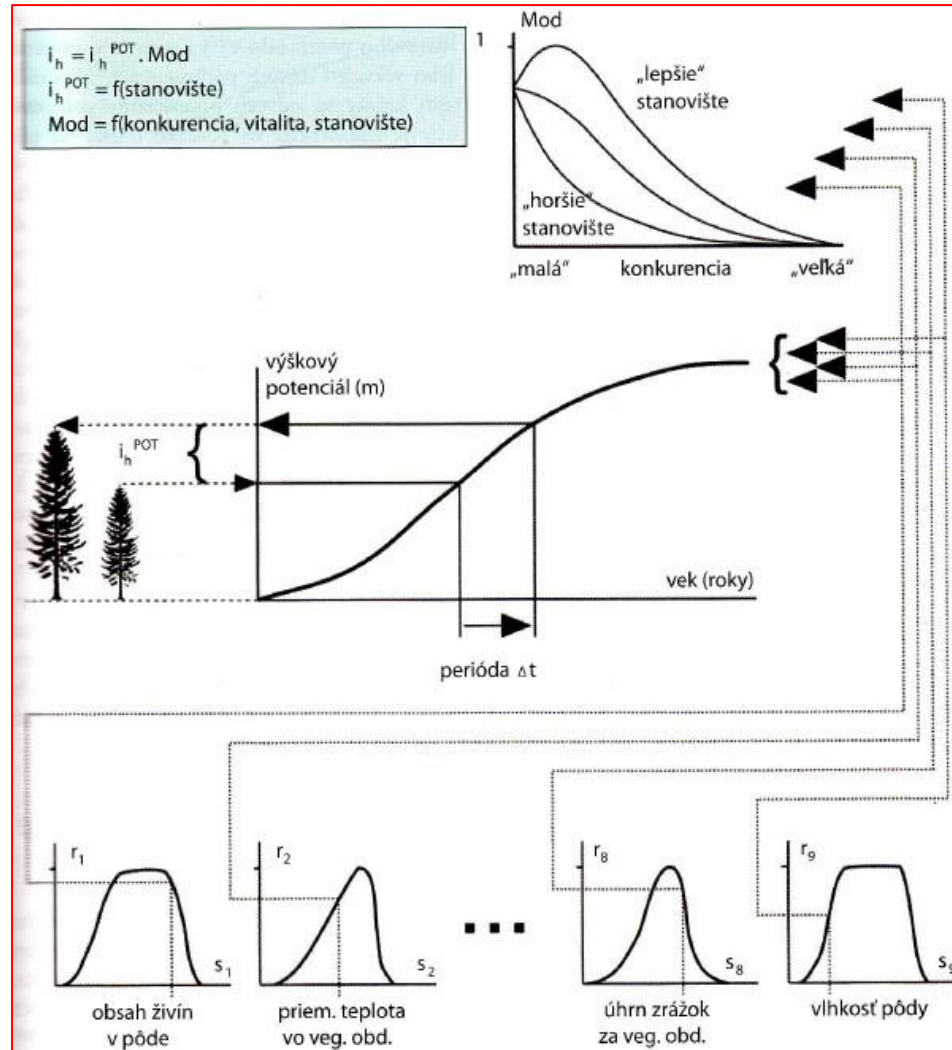
MODEL
generování
korunových
parametrů

MODEL
generování
kvality

MODEL
generování
souřadnic
stromů

Model přírůstu

Základní stavební model (součást růstového modelu)



Zdroj: Fabrika, Pretzsch (2011): Analýza a modelovanie lesných ekosystémov.

Model konkurence

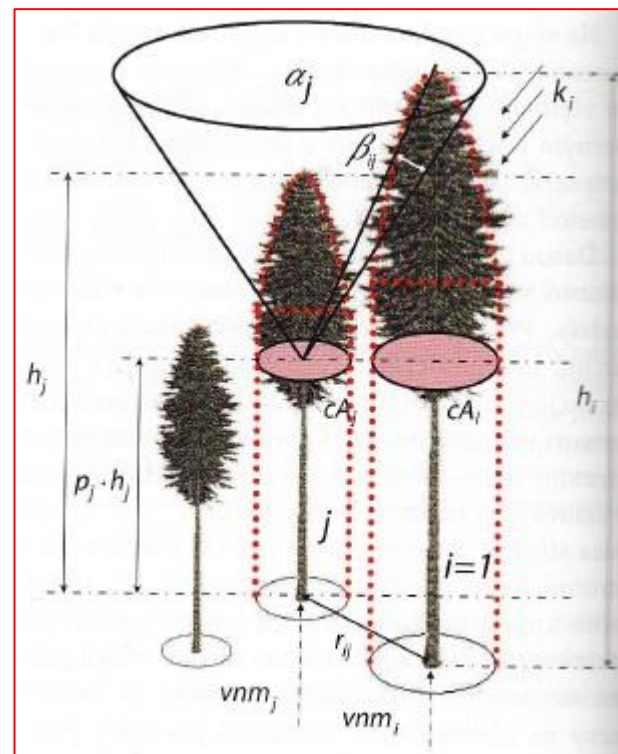
Založen na výpočtu trojrozměrného
korunového konkurenčního indexu světla –

KKL:

- distančně závislý
- vyjadřuje konkurenční tlak vlivem korun sousedních stromů
- vysoce korelovaný k přírůstu stromu

$$KKL = \sum_{i=1}^n \beta_i \frac{cA_i}{cA} \cdot k_i$$

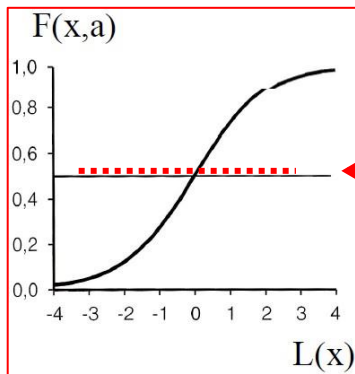
- konkurenční strom (i) – strom, který vstupuje do „světelného kuželu“
- β_i – konkurenční úhel (zpr. 60 stupňů, podle druhu dřeviny)
- cA – příčná korunová základna
- k_i – koef. propustnosti světla (druhově specifický)



Zdroj: Fabrika, Pretzsch (2011): *Analýza a modelovanie lesných ekosystémov.*

Model mortality

A. Model pravděpodobnosti přežití



$F(x,a)$... funkce pravděp. přežití
 $L(x)$... logická hodnota

S... prahová hodnota

$$T = \begin{cases} 1 = \text{přežije} \Leftrightarrow F(x, a) \geq S \\ 0 = \text{umře} \Leftrightarrow F(x, a) < S \end{cases}$$

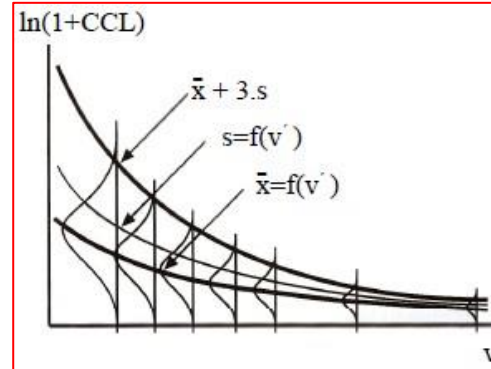
Modeluje na začátku každé 5leté periody pravděpodobnost přežití stromu v závislosti od příznaků vitality stromu!

$$L(x) = a_0 + a_1 \cdot d_{1,3} + a_2 \cdot \frac{5 \cdot i_g}{d_{1,3}} + a_3 \cdot \frac{h}{d_{1,3}} + a_4 \cdot AVB_{50}$$

+ redukce na relativní hustotu porostu - $r(SD)$:

$$Mrt\% = \frac{b_0}{e^{b_1 \cdot F(x,a)^2}} \cdot r(SD)$$

B. Model prahové konkurence



CCL = KKL ... [index](#)

v' ... objem středního kmene

\bar{x} ... aritmetický průměr

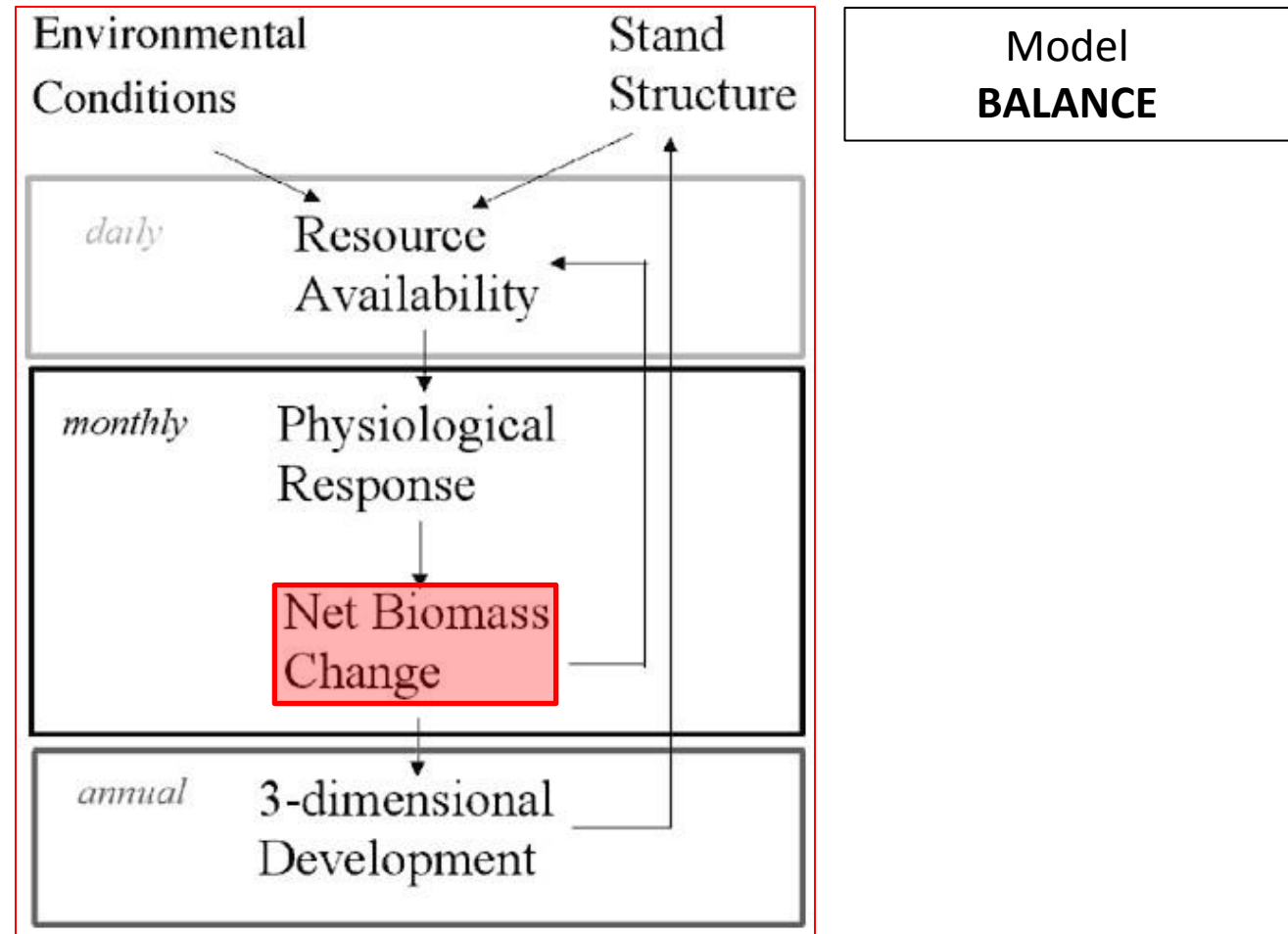
s ... směrodatná odchylka

Modeluje každoroční odumření stromu v závislosti na velikosti konkurenčního tlaku!

Strom (s konkrétní hodnotou v') odumře, pokud jeho konkurenční index překročí hodnotu 2,5násobku empiricky stanovené standardní odchylky (s) = extrémní konkurenční tlak.

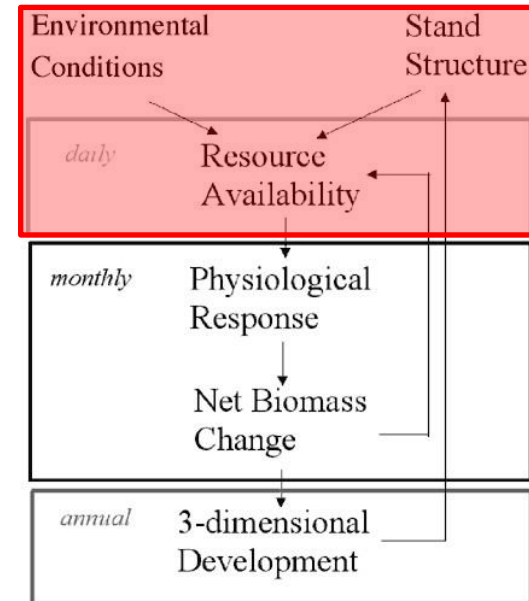
Základní komponenty procesního modelu lesa

Stromový procesní distančně závislý model

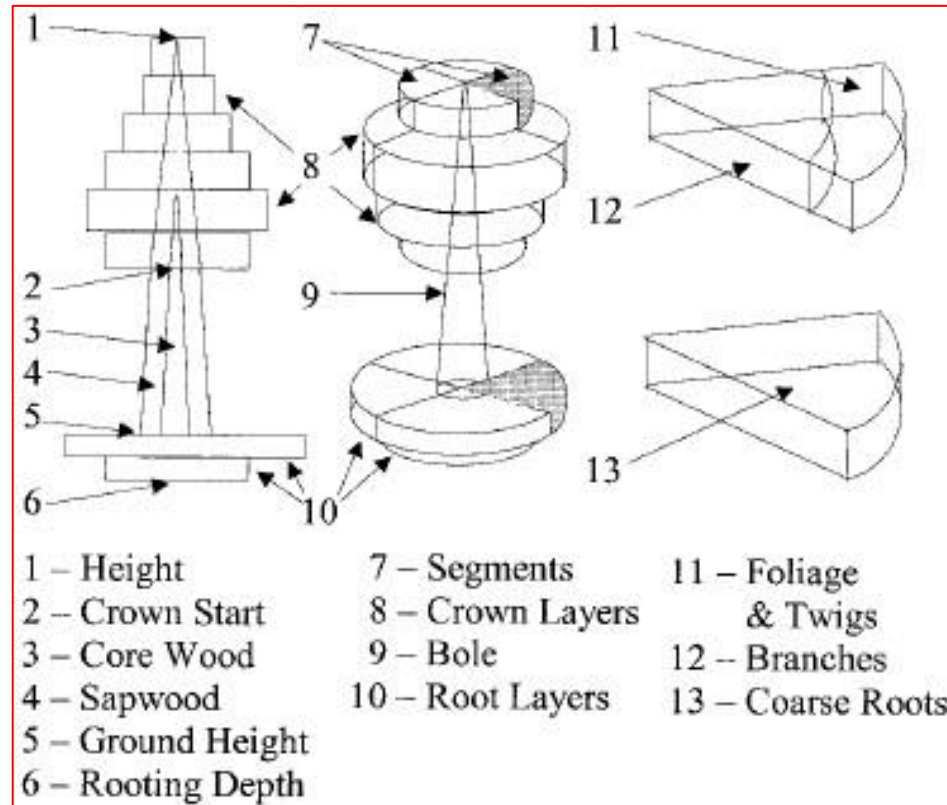


Vstupy modelu

1. Pozice stromů; výšky a tloušťky stromů; parametry korun stromů
2. Kompetice individuů
3. Popis půdy:
 - vodní kapacita,
 - bod vadnutí,
 - stav živin,
 - hloubka prokořenění.
4. Denní meteorologické údaje:
 - světlo,
 - teplota,
 - radiace,
 - rychlost větru,
 - vlhkost,
 - srážky.
5. Znečišťující depozice (nepovinný parametr; CO₂; O₃; N)

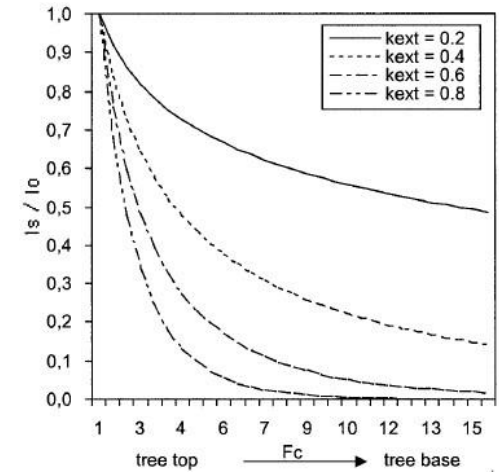
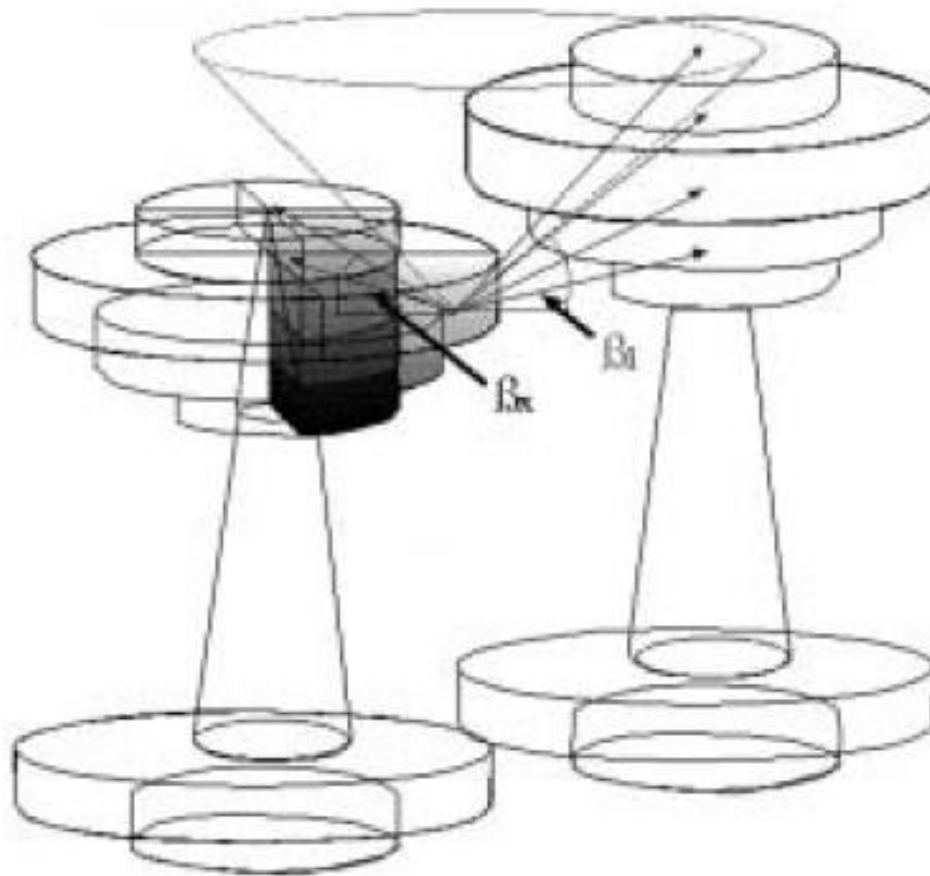


Popis stromu



Výpočet konkurence

podle množství dostupného světla



Základní charakteristika modelu

BALANCE modeluje vliv:

- konkurence,
 - porostní struktury,
 - dřevinného složení,
 - hospodářských zásahů
- na růst jednotlivých stromů!

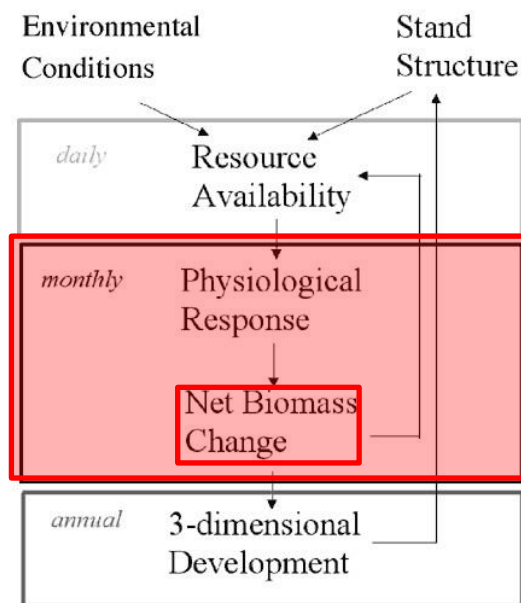
BALANCE modeluje trojrozměrný vývoj stromů na základě ročně naakumulované dřevní biomasy jako funkce:

- **fotosyntézy** (Haxeltine and Prentice 1996),
- **respirace** (Penning de Vries 1989),
- **alokace uhlíku a dusíku** v rámci stromu (Grote 1998),
- **stárnutí** pletiv.

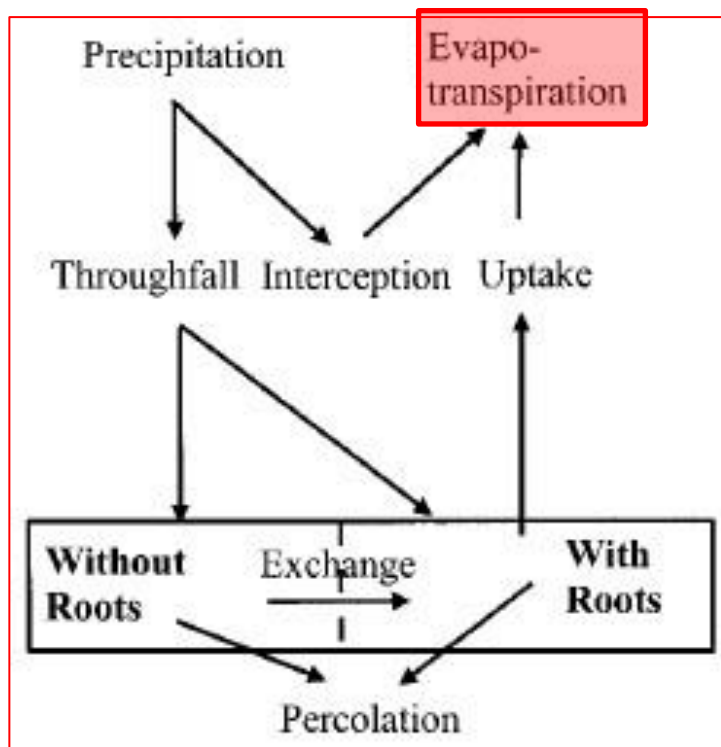
Procesní jádro modelu **BALANCE** tvoří simulace koloběhu:

- uhlíku,
- vody,
- živin (dusíku).

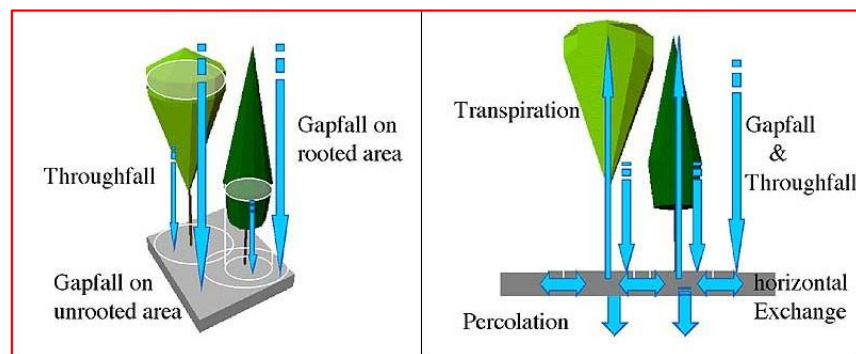
BALANCE modeluje sezónní vývoj asimilačních orgánů (vytvoření, opad pupenů).



Vodní bilance



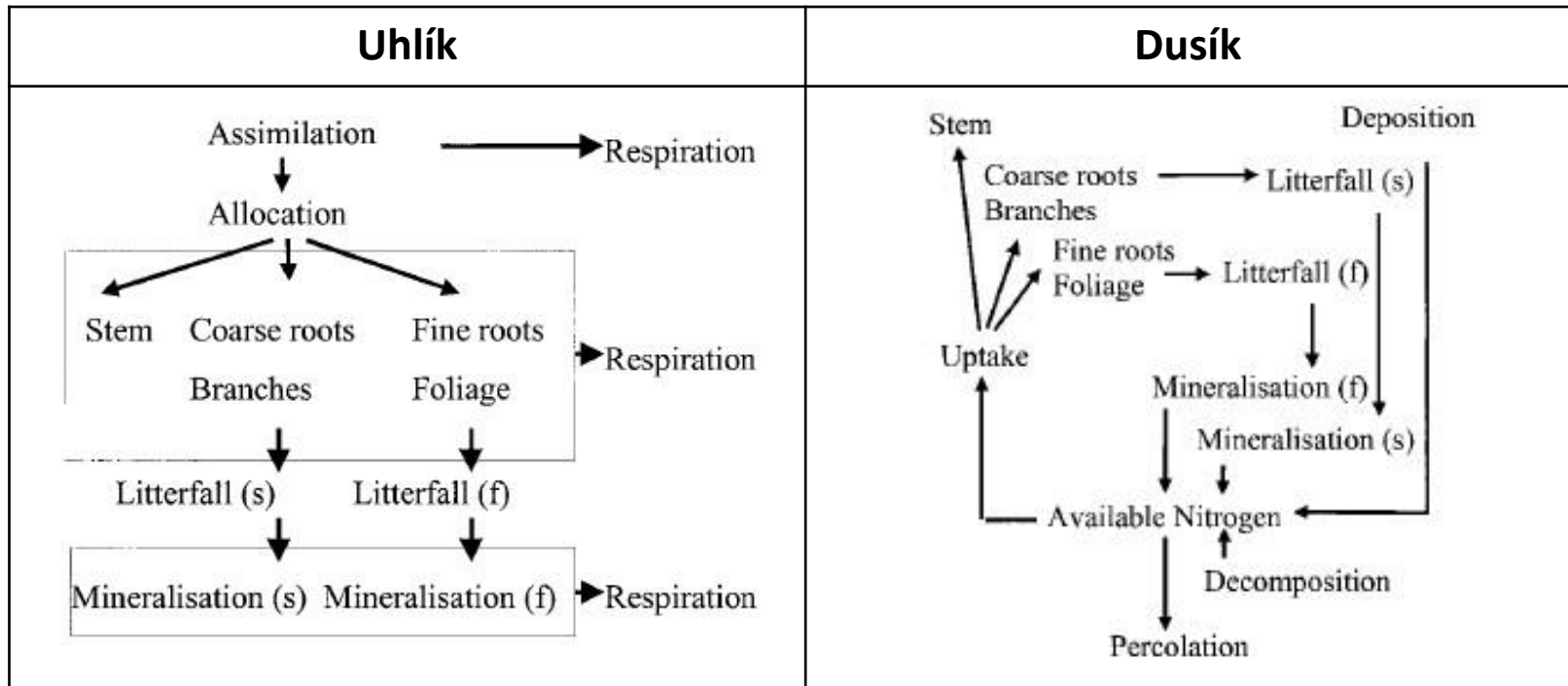
- výpočet **vodní bilance** podle Penman-Montheith vzorce (evapotranspirace)
- podle modelu uzavírání průduchů je vodní bilance propojena s modelem **fotosyntézy**



Proč je znalost vodní bilance důležitá?

- Voda jako limitující faktor růstu stromů (*mediteránní lesy...*)
- Výpočet **množství dostupné vody v půdě** (výpočet procesů) pomocí:
 - intercepce,
 - transpirace,
 - evaporace,
 - povrchový odtok,
 - podpovrchový odtok apod.
- **Pórovitost půdy** – důležitý parametr ... model [GOTILWA](#) (Gracia et al. 1999)
- Výpočty směřují ke stanovení **vlhkosti půdy** (pomocí hloubky půdy, pórovitosti, obsahu dostupné vody a kapilarity), která ovlivňuje růstové procesy, např. fotosyntézu.

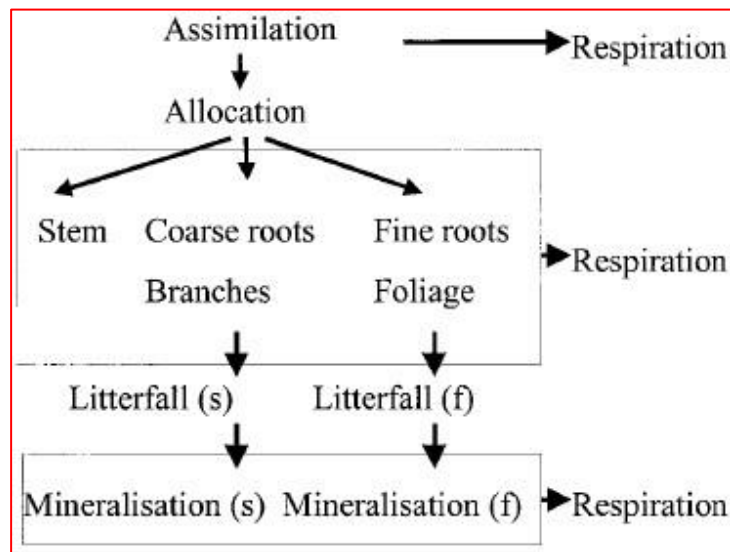
Alokace biomasy



Alokaci model řeší na základě funkční rovnováhy a „pipe“ modelu.

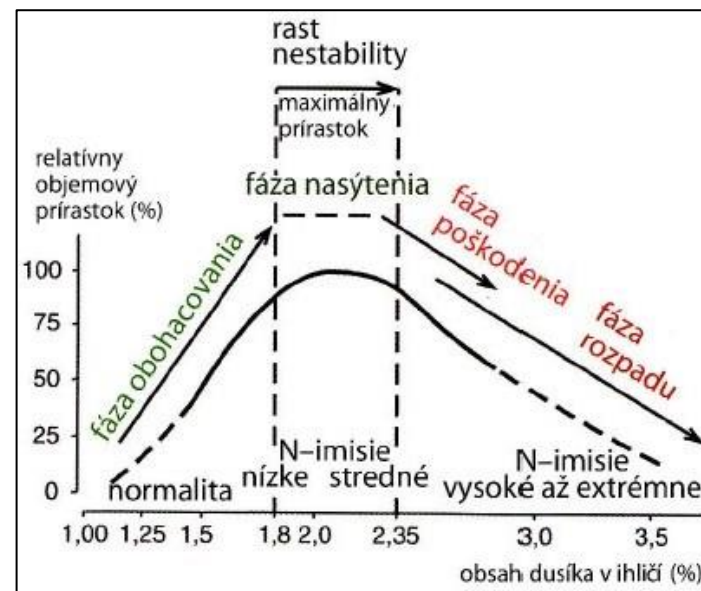
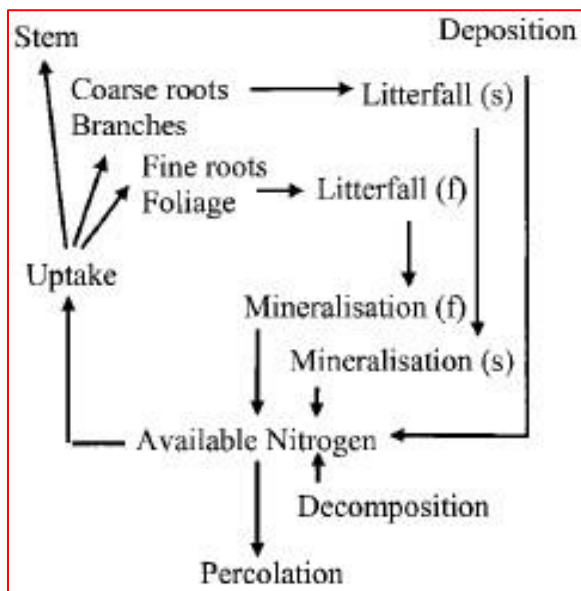
Proč je znalost koloběhu uhlíku důležitá?

- **Uhlík** tvoří základní stavební prvek biomasy stromů.
- Z bilance *fotosyntézy a respirace* se určuje velikost hrubé a čisté **primární produkce**.
- **Alokací** se primární produkce přerozděluje na jednotlivé orgány stromu – např. „pipe-model“ teorie (Shinozaki et al. 1964)



Proč je znalost koloběhu dusíku důležitá?

- **Nedostatek dusíku** – zpomalení růstu, etiolizace listů (tvorba rostlinných orgánů bez působení světla), předčasná tvorba květů a blednutí listů.
- **Nadbytek dusíku** – mohutný růst, buněčné stěny jsou však nedostatečně zpevněné.
- Při jeho modelování se využívá zákona dávky a účinku.



Výstupy modelu

- 10denní až roční interval
- Úroveň
 - korunový a kořenový prostor
 - jednotlivé části stromu
 - porost
- Biometrické veličiny stromu a porostu
- Porostní mikroklima
- Vodní režim



Srovnání empirického a procesního modelování

EMPIRICKÝ model	PROCESNÍ model
<ul style="list-style-type: none">• Vychází z empirických souvislostí a vztahů• Zevšeobecňuje výsledky experimentů• Platí pouze pro stromy a porosty, které rostou v podobných podmínkách jako ty, které byly součástí experimentu	<ul style="list-style-type: none">• Vychází z analytického přístupu a upřednostňuje kauzální chemické, fyzikální a fyziologické vztahy• Vyšší potenciál pro zobecnění výsledků• Nedostatečné poznání všech procesů může vést k systematickým chybám