

Modely lesa a simulátory

Od historie po současnost (nebo budoucnost?)



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Definice pojmů

Lesnický model – zjednodušené zachycení reálného stavu nebo vývoje lesa, jeho části nebo veličiny, kterou je les definován.

Simulace - je technika, při které se reálný systém (v našem případě les) nahrazuje počítačovým modelem, který má za cíl optimalizovat hospodaření daného systému.

Simulátor - počítačový model reality, který se využívá k tvorbě simulací.

Historie modelů

- První ucelené modely lze dohledat již na konci 18. století – 1. generace růstových tabulek
- Dnešní tabulky 3. generace
- Přejít od tabulek k simulátorům
- Pozice rozhodovacího nástroje
- Víze – propracované hybridní modely

Rozdělení modelů lesa

- Pohled z hlediska tvaru lesa
- Pohled z hlediska stochasticity
- Pohled z hlediska metody modelování
- Pohled z časového hlediska
- Pohled z hlediska hierarchické struktury
- Pohled z hlediska hierarchicko-prostorové úrovně



Dělení modelů z hlediska tvaru lesa

- **Modely lesa vysokého**
- Modely lesa středního
- Modely lesa nízkého
- Modely plantáží RRD
- Modely výmladkových plantáží RRD



Foto: Adamec, 2011



Foto: Kadavý, 2012



Dělení modelů z hlediska stochasticity

- Modely
deterministické

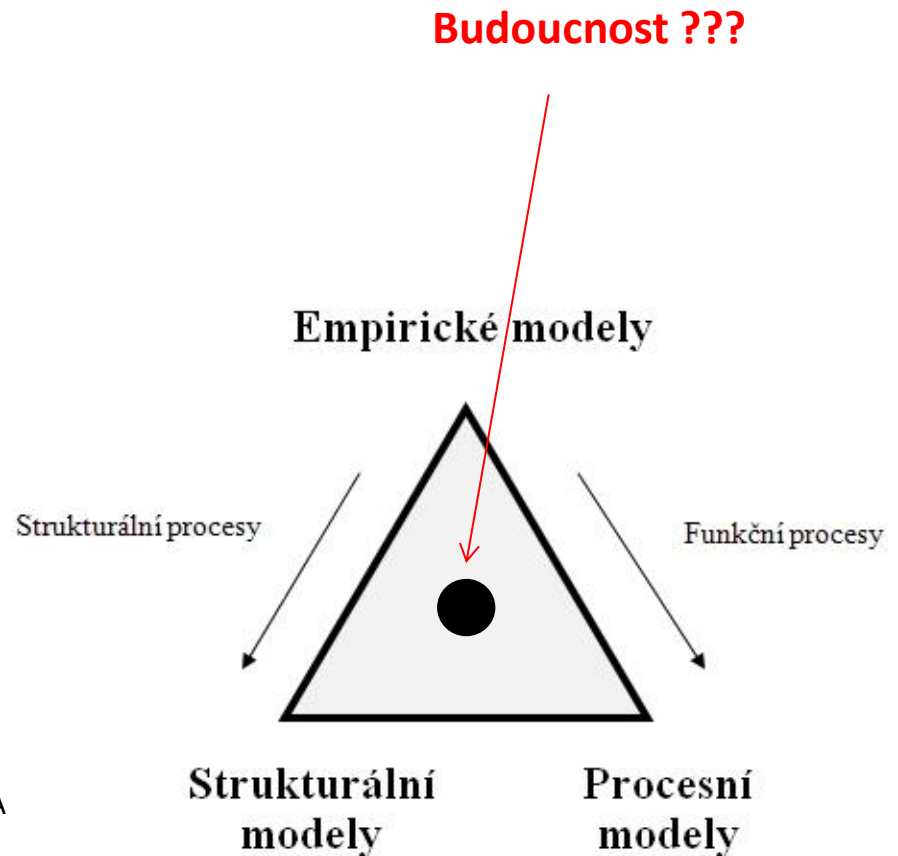
$$Y = f(X)$$

- Modely
stochastické

$$Y = f(X) + \varepsilon$$

Dělení modelů z hlediska metody modelování

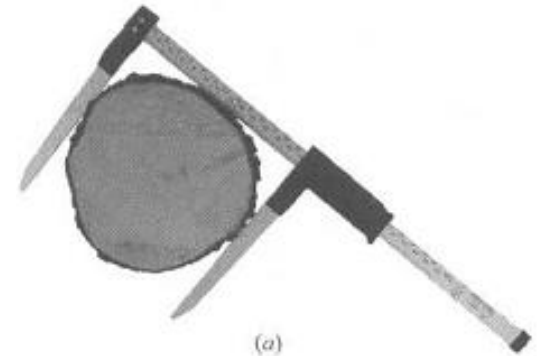
- Modely empirické
- Modely strukturální
- Modely procesní



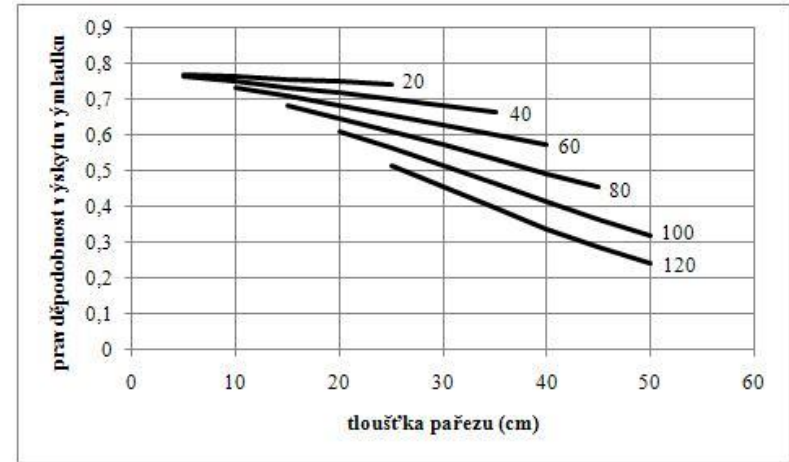
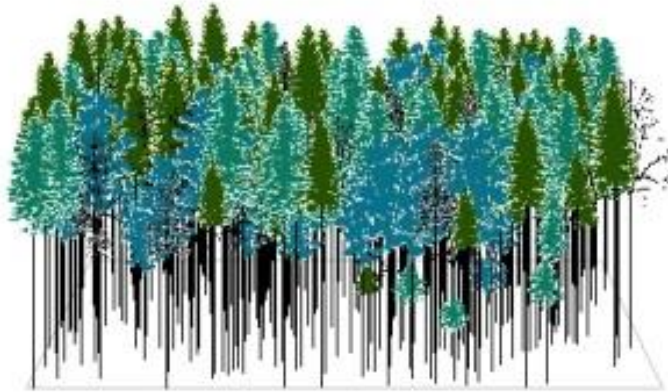
Zdroj: Kurth, W., 1994: Growth Grammar Interpreter GROGRA 2.4: A software tool for 3-dimensional interpretation of stochastic, sensitive growth grammars in the context of plant modelling. Introduction and Reference manual. Berichte des Forschungszentrums Waldkosysteme der Universität Göttingen, Ser. B, Vol. 38, 192 p.

Modely empirické

- Modely statistické
- Velký datový empirický materiál
- Výstupem biometrické údaje
- Přímá vazba na základní soubor (např. stát, lesní oblast apod.)
- Nejblíže praktickému lesnictví
- nejstarší
- Často jako DSS – Decision Support System



Modely empirické



$$BAI_{ik} = \left(\frac{1}{\alpha_k + \beta_{jk} X_{ijk}} \right)^2$$

Rostové tabulky hlavních dřevin České republiky (zkrácená forma tabulek)

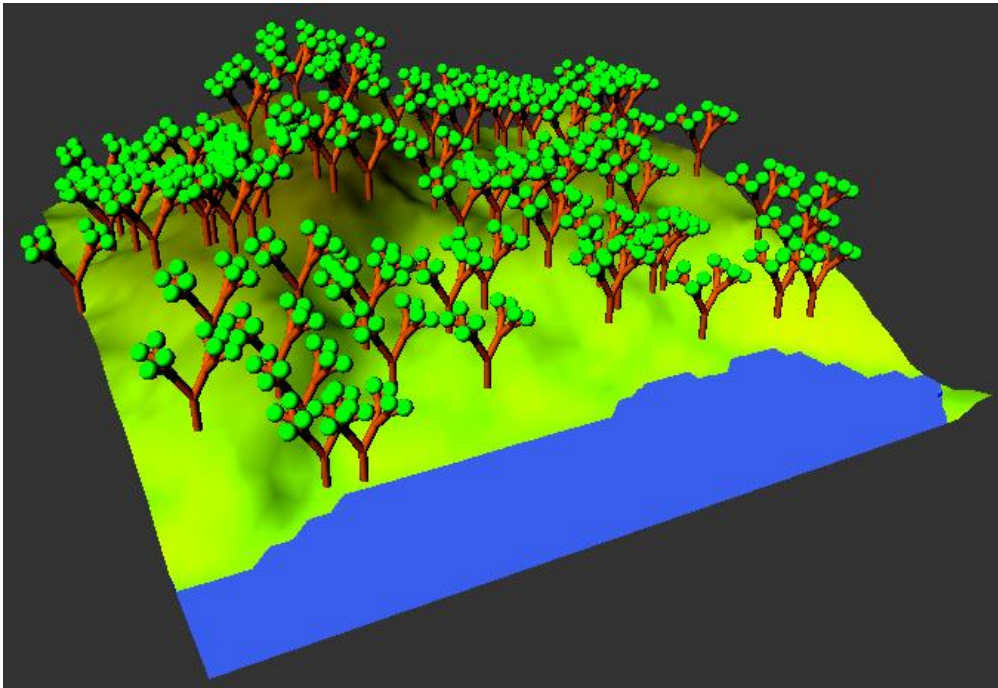
Dřevina	Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost		Hlavní porost	
	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm	Střední výška, m	Střední šířka, cm
15	8,0	8,5	17,3	58	3078													
20	10,0	10,0	18,0	123	2500													
25	13,4	13,2	29,2	180	2180													
30	16,0	15,8	33,2	200	1700													
35	18,1	17,8	36,8	220	1028													
40	20,2	19,8	20,0	200	1017													
45	22,1	21,4	41,2	628	1152													
50	23,8	23,2	42,2	487	1000													
55	25,0	25,0	44,8	534	915													
60	26,7	26,7	46,4	539	828													
65	28,0	28,4	47,8	626	757													
70	29,2	29,8	48,1	658	697													
75	30,2	31,5	50,3	693	646													
80	31,1	32,9	51,3	722	603													
85	32,0	34,4	52,3	755	565													
90	32,7	35,7	53,3	785	533													
95	33,4	37,0	54,1	807	500													
100	33,9	38,2	54,8	827	468													
105	34,5	39,5	55,4	843	435													
110	34,9	40,7	56,3	854	402													
115	35,3	41,9	56,8	861	370													
120	35,6	43,0	57,4	864	338													
125	35,9	44,0	57,8	871	306													
130	36,1	45,0	58,1	878	274													
135	36,3	45,9	58,4	878	242													

Smrk, bonita I (34)

Modely strukturální

- Modely morfologické
- Pracují s růstovými gramatikami a architekturou jedince
- Většinou nižší hierarchické úrovně
- Co nejreálnější vzhled jedince
- Využití především při výzkumu

Modely strukturální

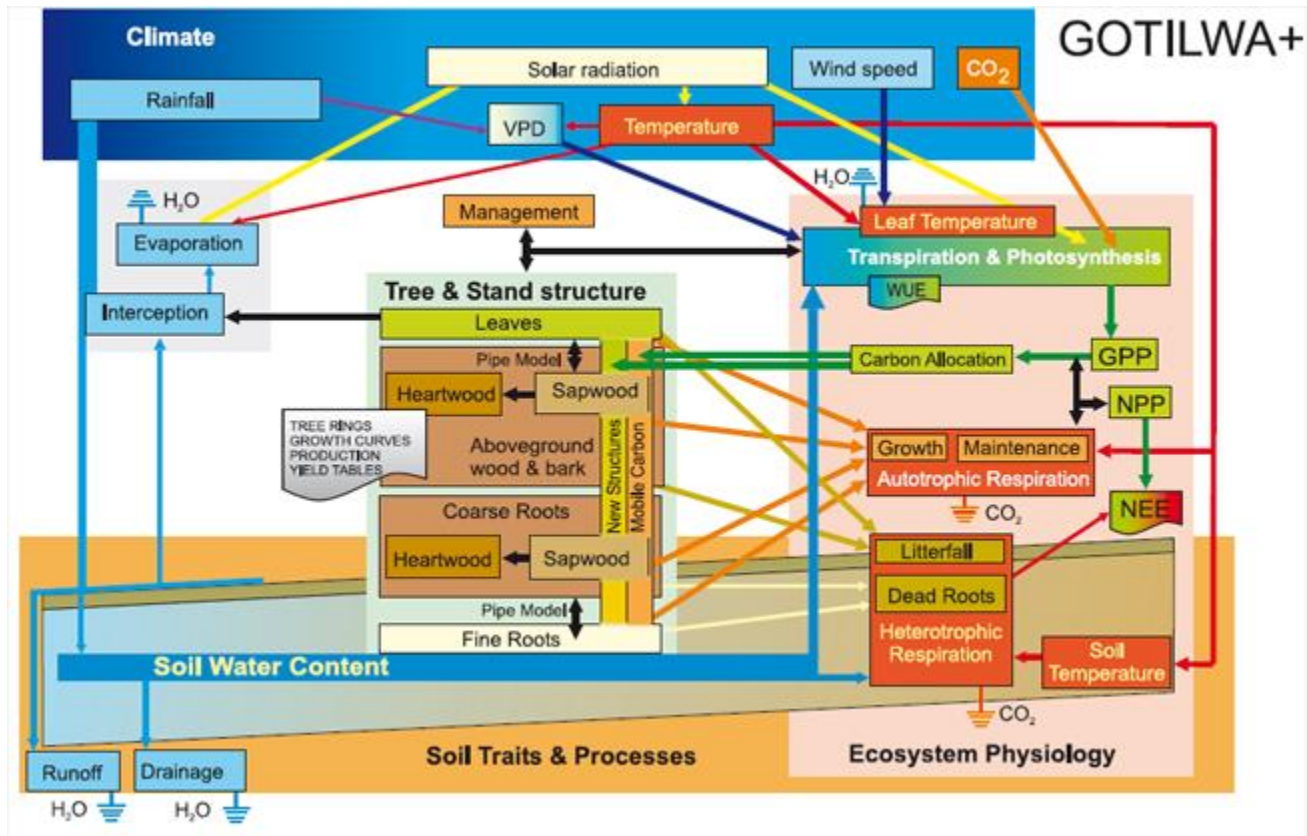


Zdroj: www.grogra.de

Modely procesní

- Ekofyziologické modely
- Data ze základních fyziologických procesů
- Modelování kauzálních vztahů
- Výstupem primární produkce
- Nejdynamičtější vývoj

Modely procesní



Zdroj: <http://www.creaf.uab.es/gotilwa+/docs/Gotilwa%20model%20documentation.pdf>

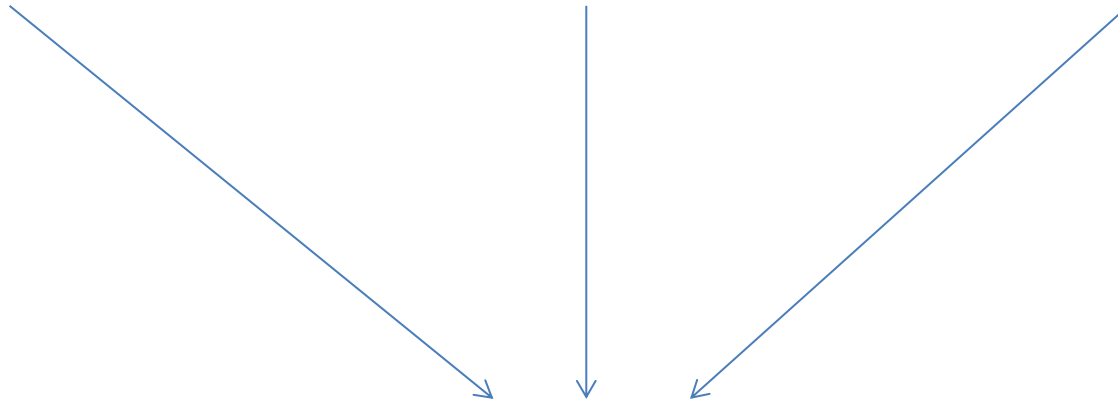
Modely procesní



Zdroj: <http://www.wwk.forst.tu-muenchen.de/research/methods/modelling/balance/>

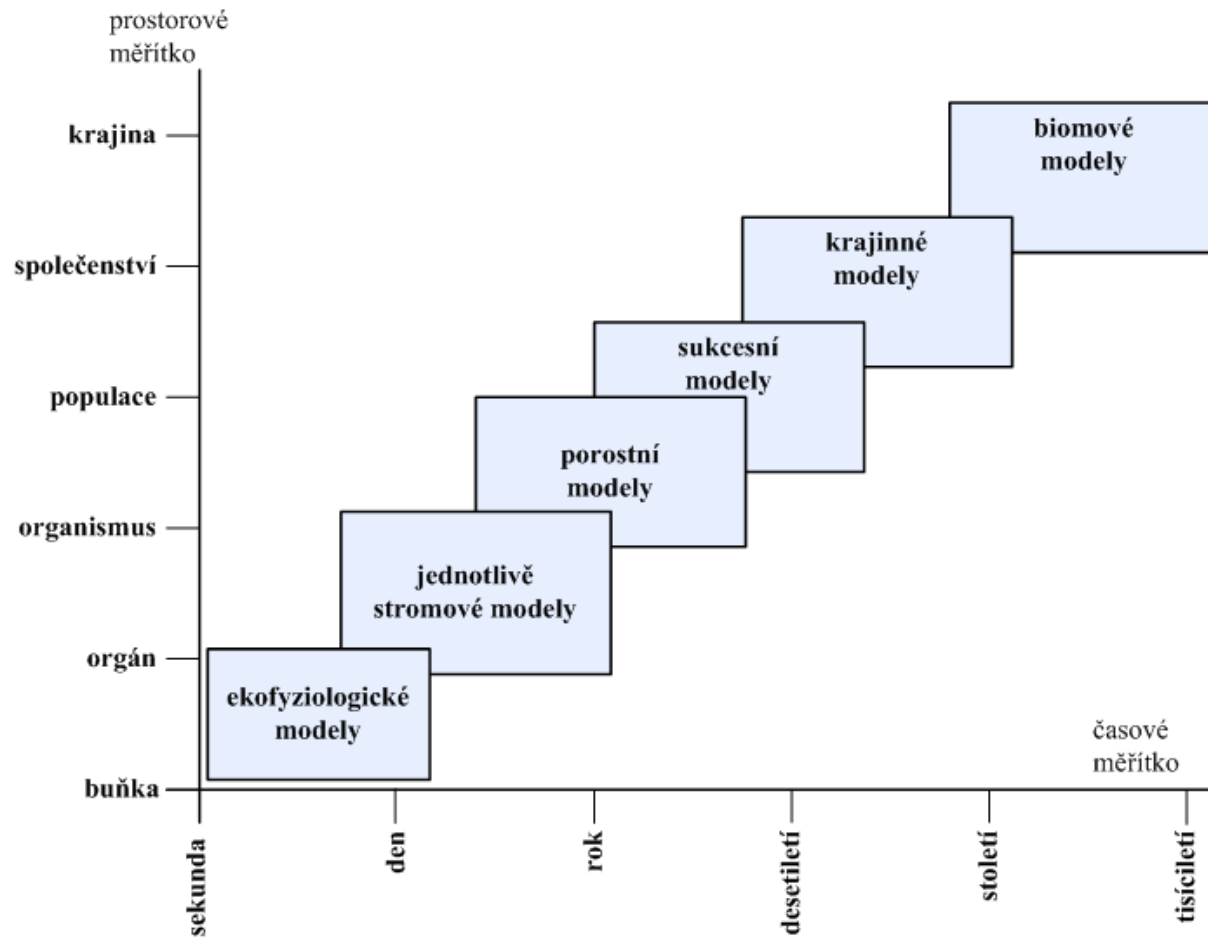
Příklady modelů

EMPIRICKÉ	STRUKTURÁLNÍ	PROCESNÍ
SILVA, SIBYLA, BWIN, LANDIS, STAOET, DFSIM,	GROGRA, GroIMP, CPFG, LSYS, LIGNUM,	TREE-BGC, FOREST-BGC, BIOME-BGC,.....



HYBRIDNÍ MODELY

Dělení modelů z hlediska časové a hierarchické struktury



Zdroj: PRETZSCH, H. (2001): Modellierung des Waldwachstums. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 336 s.

Hierarchická struktura

- Proces zpětné vazby \updownarrow
- Řídící parametry \downarrow
- Signály \uparrow
- Změny ve struktuře formou ***upscale*** a ***downscale*** posunu
- Nejpříjemnější dělení z pohledu volby modelu běžným uživatelem

Příklady modelů

ekofyziologické	stromové	porostní	sukcesní	Biomové (krajinné)
SPRUCE, BIOMASS, FOREST-BGC, TREEDYN3, 3- PG, FORSANA, GOTILWA BALANCE, EFIMOD,.....	SIBYLA, SILVA, BWIN, PROGNAUS, STAND PROGNOSIS, MOSES, SORTIE,.....	DFIM, DFSIM, STAOET, LANDIS, růstové tabulky,....	4C, PICUS, JABOWA, FORCLIM,...	HOLDRIDGE, BIOME-BGC, BIOME, BIOME 2, MAPSS,...

Dělení modelů z hlediska hierarchicko-prostorové úrovně

- Autorkou klasifikace Lischke (2001) a úprava provedena Fabrikou (2011)
- Nejběžnější dělení ve vědecké oblasti
- Hierarchické úrovně (orgán – společenstvo) jsou ještě rozděleny do skupin dle prostorového zaměření (3D pozice – region)
- Častý průnik skupin

Zdroj: Lischke, H., 2001: New developments in forest modeling: convergence between applied and theoretical approaches. Natural resource modeling. Vol. 14, Num. 1, Spring 2001, p. 71-102.

Fabrika, M., Pretzsch, H., 2011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. TU Zvolen. 599 s.

Dělení modelů z hlediska hierarchicko-prostorové úrovně



Zdroj: Fabrika, M., Pretzsch, H., 2011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. TU Zvolen. 599 s.

Dělení modelů z hlediska hierarchicko-prostorové úrovně

- Statické vegetační modely
- Stromové ekofyziologické modely
- Stromové funkčně-strukturální modely
- Stromové empirické modely závislé na pozicích stromů
- Stromové empirické modely nezávislé na pozicích stromů
- Stromové gap modely

Dělení modelů z hlediska hierarchicko-prostorové úrovně

- frekvenční gap modely
- frekvenční populační modely
- Populační a druhové modely
- Modely funkčních typů
- Modely dynamiky gap skupin
- ekofyziologické modely typu „big leaf“
- Ekofyziologické modely průměrného stromu

Typ modelu	Název modelu
Statický vegetační model	BIOME, Holdridge, MAPSS
Stromový ekofyziologický model	BALANCE, TRAGIC, SPRUCOM
Stromový funkčně-strukturální model	GROGRA, GroIMP, LIGNUM
Stromový empirický model závislý na pozicích stromů	MOSES, SIBYLA, SORTIE
Stromový empirický model nezávislý na pozicích stromů	PROGNAUS, BWIN, STAND PROGNOSIS MODEL
Stromové gap modely	FORMIND, JABOWA, ZELIG
Frekvenční gap modely	FORMIX, FLAM, 4C
Frekvenční populační modely	LANDIS, LANDSIM
Populační a druhové modely	STAOET, DFIT, DFSIM
Modely funkčních typů	FORMIX, FORMIND, HYBRID
Modely dynamiky gap skupin	MOSAIC, ROPE, DisCForM
Ekofyziologické modely typu „big leaf“	PnET, 3-PG, FORSANA
Ekofyziologické modely průměrného stromu	TREEDYN, GOTILWA, SPRUCE

Zajímavé odkazy a publikace

- <http://www.efiatlantic.efi.int/portal/databases/foremodels/> - databáze modelů organizace EFI
- http://www.efi.int/portal/virtual_library/databases/efiscen/modelling_approach – popis modelovacích přístupů
- Článek o dalším druhu dělení modelů – Porté, A., Bartelink, H. H., 2002: Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management. *Ecological modelling*, 150. 141 – 188 p.

Zajímavé odkazy a publikace

- Fontes, L. et al. 2010: Models for supporting forest management in a changing environment. *Forest Systems*, 19. 8-29 p.
- Fabrika, M., Pretzsch, H., 2011: Analýza a modelovanie lesných ekosystémov. TU Zvolen. 599 s.
- Pretzsch, H., 2009: *Forest Dynamics, Growth and Yield. From measurement to model.* Springer, 664 p.



Děkuji za pozornost!