

Optimalizácia plnenia ekosystémových služieb v Mestských lesoch Banská Štiavnica

doc. Ing. Róbert Sedmák, PhD.

Katedra plánovania lesných zdrojov a informatiky



Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene



Obsah prezentácie

1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení





Obsah prezentácie

1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení



Zámer a ciele projektu

Dva hlavné ciele

- ▶ upraviť stav a charakter hospodárenia v lese tak, aby došlo k zvýšeniu jeho rekreačnej hodnoty a to
- ▶ v súvislosti s optimálnym priestorovým usporiadaním rekreačných aktivít a distribúcie návštevníkov v krajine

Všeobecný zámer

Poskytnúť obyvateľom a návštevníkom mesta kvalitný priestor na oddych, pasívnu a aktívnu regeneráciu, poznávanie a príjemné estetické zážitky.

Formálny (prvotný) zámer týkajúci sa lesa

„Naším zámerom je vytvorenie rekreačných lesov, ktoré sú v zákone č. 326/2005 Z.z. o lesoch charakterizované v § 14, písmeno c)“

Rozšírenie zámeru

Sledovať nielen rekreáciu, ale aj výnosy z dreva, statickú stabilitu a biodiverzitu lesa !

- ▶ nielen podpora oddychu a regenerácie ľudí ...
- ▶ ale aj zvýšenie bezpečnosti poskytovania služieb s ohľadom na klimatickú zmenu
- ▶ pokiaľ možno pri čo najmenšom výpadku výnosov z dreva a negatívnom vplyve na biodiverzitu.

Podklad pre vypracovanie PSL na nasledujúce 3 decénia

Zaujímavá podmienka - participácia verejnosti !





Obsah prezentácie

1. Zámer a ciele projektu
2. **Indikácia plnenia cieľov**
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení



Indikácia plnenia ekosystémových služieb a biodiverzity

Na predmetnom území sa budú analyzovať dopady *rozličných stratégií hospodárenia* na (i) produkciu dreva, (ii) rekreačná hodnotu, (iii) statickú stabilitu a (iv) biodiverzitu lesa



Ako bude možné vyhodnocovať dopady – akým spôsobom budeme merať/kvantifikovať plnenie sledovaných ES a biodiverzity ?



Drevo

- Ťažba dreva v m³ za 30 rokov
- Prepočet na očakávané tržby podľa aktuálneho speňaženia (so zohľadnením očakávanej inflácie)
- Prevod do škály 0-1 cez $x/x_{\max}$



Indikácia plnenia rekreácie

Terén a priechodnosť



Starostlivosť a poriadok



Prirodzenosť drevinového zloženia



Dimenzia	Atribút	Naturálny indikátor	Jednotky	Normalizácia
Prostredie	Terén	Sklon terénu	%	1-x/xmax
	Podrast/Priechodnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. vel.	16 uspor. kódov
Starostlivosť	Vnem poriadku	Ťažbové zvyšky	m³/ha	1-x/xmax
		Mortalita	m³/ha	1-x/xmax
Prirodzenosť	Narušovanie	Intenzita ťažby = Ťažba/Zásoba	m³/ha	1-x/1
Dimenzionálna a priestorová premenlivosť	Hrúbková diverzita	Var. koeficient Sd%	-	x/xmax
	Priestorová diferenciácia	PSL/Slovný opis zmiešan	Ord. vel.	5 usporiadaných kódov
Otvorenosť a dohľadnosť	Všeobecná hustota	Index hustoty porastu SD-	-	1-x/xmax
	Podrast/Viditeľnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. pr.	16 uspr. kódov
	Počet etáží	Počet etáží v JPRL	ks	1- x/xmax
Historicita	Dĺžka existencie	Vek porastu	roky	x/xmax
	Životnosť drevín	Vážený priemer maxim dožitia podľa Pagan (1992)	roky	x/xmax
	Staré stromy	Objem stromov s hrúbkou > 40 cm	%	x/xmax
Estetika a sezónna premenlivosť	Vizuálna sez.premenlivosť	Podiel listnáčov	%	x/xmax
	Druhovú vyrovnanosť	Index E1 podľa Pielou (1975)	-	x/xmax
	Druhovú bohatosť	Index bohatosti R1 Margalef (1958)	-	x/xmax
	Bonita	Priemerná bonita		
	Estetika drevinovej kompozície	Vážený priemer znáмок estetickéj hodnoty drevín	-	x/xmax
	Estetika bylinnej prikrývky	PSL/Slovný opis prikrývk	K.v. pr.	16 uspor. kódov

Indikácia plnenia rekreácie

Dimenzionálna a priestorová diferenciácia



Otvorenosť priestoru



Historicita



Dimenzia	Atribút	Naturálny indikátor	Jednotky	Normalizácia
Prostredie	Terén	Sklon terénu	%	1-x/xmax
	Podrast/Priechodnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. vel.	16 uspor. kódov
Starostlivosť	Vnem poriadku	Ťažbové zvyšky	m³/ha	1-x/xmax
		Mortalita	m³/ha	1-x/xmax
Prirodzenosť	Narušovanie	Intenzita ťažby = Ťažba/Zásoba	m³/ha	1-x/1
Dimenzionálna a priestorová premenlivosť	Hrúbková diverzita	Var. koeficient Sd%	-	x/xmax
	Priestorová diferenciácia	PSL/Slovný opis zmiešan	Ord. vel.	5 usporiadaných kódov
Otvorenosť a dohľadnosť	Všeobecná hustota	Index hustoty porastu SD	-	1-x/xmax
	Podrast/Viditeľnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. pr.	16 uspr. kódov
	Počet etáží	Počet etáží v JPRL	ks	1- x/xmax
Historicita	Dĺžka existencie	Vek porastu	roky	x/xmax
	Životnosť drevín	Vážený priemer maxim dožitia podľa Pagan (1992)	roky	x/xmax
	Staré stromy	Objem stromov s hrúbkou > 40 cm	%	x/xmax
Estetika a sezónna premenlivosť	Vizuálna sez.premenlivosť	Podiel listnáčov	%	x/xmax
	Druhovú vyrovnanosť	Index E1 podľa Pielou (1975)	-	x/xmax
	Druhovú bohatosť	Index bohatosti R1 Margalef (1958)	-	x/xmax
	Bonita	Priemerná bonita		
	Estetika drevinovej kompozície	Vážený priemer známk estetickej hodnoty drevín	-	x/xmax
	Estetika bylinnej prikrývky	PSL/Slovný opis prikrývk	K v. pr.	16 uspor. kódov

Indikácia plnenia rekreácie

Sezónna premenlivosť



Bonita



Estetika



Dimenzia	Atribút	Naturálny indikátor	Jednotky	Normalizácia
Prostredie	Terén	Sklon terénu	%	1-x/xmax
	Podrast/Priechodnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. vel.	16 uspor. kódov
Starostlivosť	Vnem poriadku	Ťažbové zvyšky	m³/ha	1-x/xmax
		Mortalita	m³/ha	1-x/xmax
Prirodzenosť	Narušovanie	Intenzita ťažby = Ťažba/Zásoba	m³/ha	1-x/1
Dimenzionálna a priestorová premenlivosť	Hrúbková diverzita	Var. koeficient Sd%	-	x/xmax
	Priestorová diferenciácia	PSL/Slovný opis zmiešan	Ord. vel.	5 usporiadaných kódov
Otvorenosť a dohľadnosť	Všeobecná hustota	Index hustoty porastu SD	-	1-x/xmax
	Podrast/Viditeľnosť	PSL/Slovný opis Prikrývka	Ord. pr.	16 uspr. kódov
	Počet etáží	Počet etáží v JPRL	ks	1- x/xmax
Historicita	Dĺžka existencie	Vek porastu	roky	x/xmax
	Životnosť drevín	Vážený priemer maxim dožitia podľa Pagan (1992)	roky	x/xmax
	Staré stromy	Objem stromov s hrúbkou > 40 cm	%	x/xmax
Estetika a sezónna premenlivosť	Vizuálna sez.premenlivosť	Podiel listnáčov	%	x/xmax
	Druhovú vyrovnanosť	Index E1 podľa Pielou (1975)	-	x/xmax
	Druhovú bohatosť	Index bohatosti R1 Margalef (1958)	-	x/xmax
	Bonita	Priemerná bonita		
	Estetika drevinovej kompozície	Vážený priemer známk estetickej hodnoty drevín	-	x/xmax
	Estetika bylinnej prikrývky	PSL/Slovný opis prikrývk	K v. pr.	16 uspor. kódov

Indikácia plnenia rekreácie

- ▶ čím je menší sklon a vyššia priechodnosť terénu
- ▶ menej ťažbových zvyškov, menšia prirodzená mortalita stromov a intenzita ťažby,
- ▶ vyššia vertikálna a horizontálna diferenciácia porastu,
- ▶ nižšia všeobecná hustota, počet etáží a vyššia viditeľnosť v rámci a z porastu,
- ▶ vyššia dĺžka existencie, plánovaná rubná doba a životnosť drevín a vyšší podiel starých stromov,
- ▶ vyššia sezónna premenlivosť, druhová vyrovnanosť a bohatosť
- ▶ lepšia estetika drevinovej kompozície a bylinnej pokrývky
- ▶ vyššia bonita stanovišťa



- ▶ tým je porast vhodnejší pre rekreačné účely = má vyššiu rekreačnú hodnotu (blížiacu sa k 1)



Indikácia statickej stability lesa

Čím je menšia:

- zásoba hlavného porastu
- vek
- hustota lesa
- podiel poškodených stromov
- podiel smreka v drevinovej skladbe

A zároveň čím je väčšia:

- intenzita ťažby
- podiel listnáčov
- drevinová a vertikálnej diverzita



tým hodnotíme porast ako stabilnejší,
najmä voči mechanicky pôsobiacim
škodlivým činiteľom (vietor, sneh,
námraza)

Dimenzia	Naturálny indikátor	Jednotky	Normalizácia
Stabilita porastu	Zásoba hlavného porastu	m ³ /ha	$1-x/x_{max}$
	Intenzita ťažby = Ťažba/Zásoba	m ³ /ha	x/x_{max}
	Podiel listnáčov na drevinovej skladbe	%	$x/1$
	Vek porastu	roky	$1-x/x_{max}$
	Podiel smreka na drevinovej skladbe	%	$1-x/1$
	Index hustoty porastu (Reineke 1933)	-	$1-x/x_{max}$
	Index druhovej diverzity H Shannon (1948)	-	x/x_{max}
	Index vertikálnej diverzity TMh (Fuldner 1995)	-	x/x_{max}



Indikácia biodiverzity

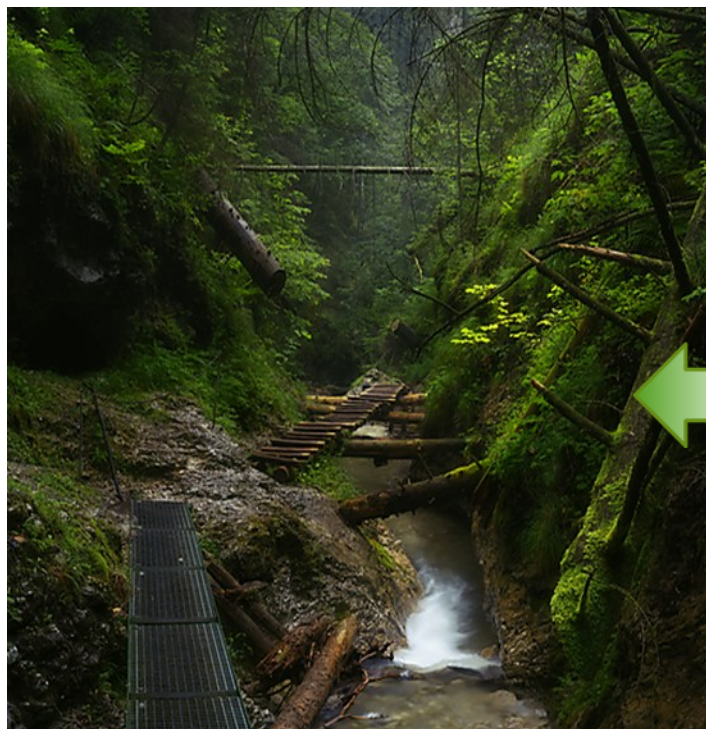
Čím je v porastoch väčšia:

- ✓ stanovištná heterogenita
- ✓ druhová bohatosť
- ✓ prirodzenosť drevinového zloženia
- ✓ hrúbková a výšková diverzita
- ✓ veková premenlivosť
- ✓ rozrôznenosť horizontálnej štruktúry
- ✓ množstvo ponechaného mŕtveho dreva



tým sa porast vyznačuje vyššou úrovňou biodiverzity

Druhová diverzita	Druhová bohatosť	Index H Shannon (1948)	-	x/x_{max}
	Prirodzenosť	Aproximácia prirodzenosti drevinového zloženia	%	x/x_{max}
Dimenzionálna, priestorová a veková diverzita	Hrúbková diverzita	Földner (1995)	-	x/x_{max}
	Výšková diverzita	Index APi (Pretzsch 1992)	-	x/x_{max}
	Hor. Štruktúra	Clark Evans index (1954)	-	$1-x/2.149$
	Veková diverzita	PSL/Slovný opis vek. skladby	Kv. pr.	7 usp. kódov
Habitatová diverzita	Ponechané drevo	Ležanina + zvyšky po ťažbe	m ³ /ha	x/x_{max}
	Prirodzená mortalita	Mortalita	m ³ /ha	x/x_{max}



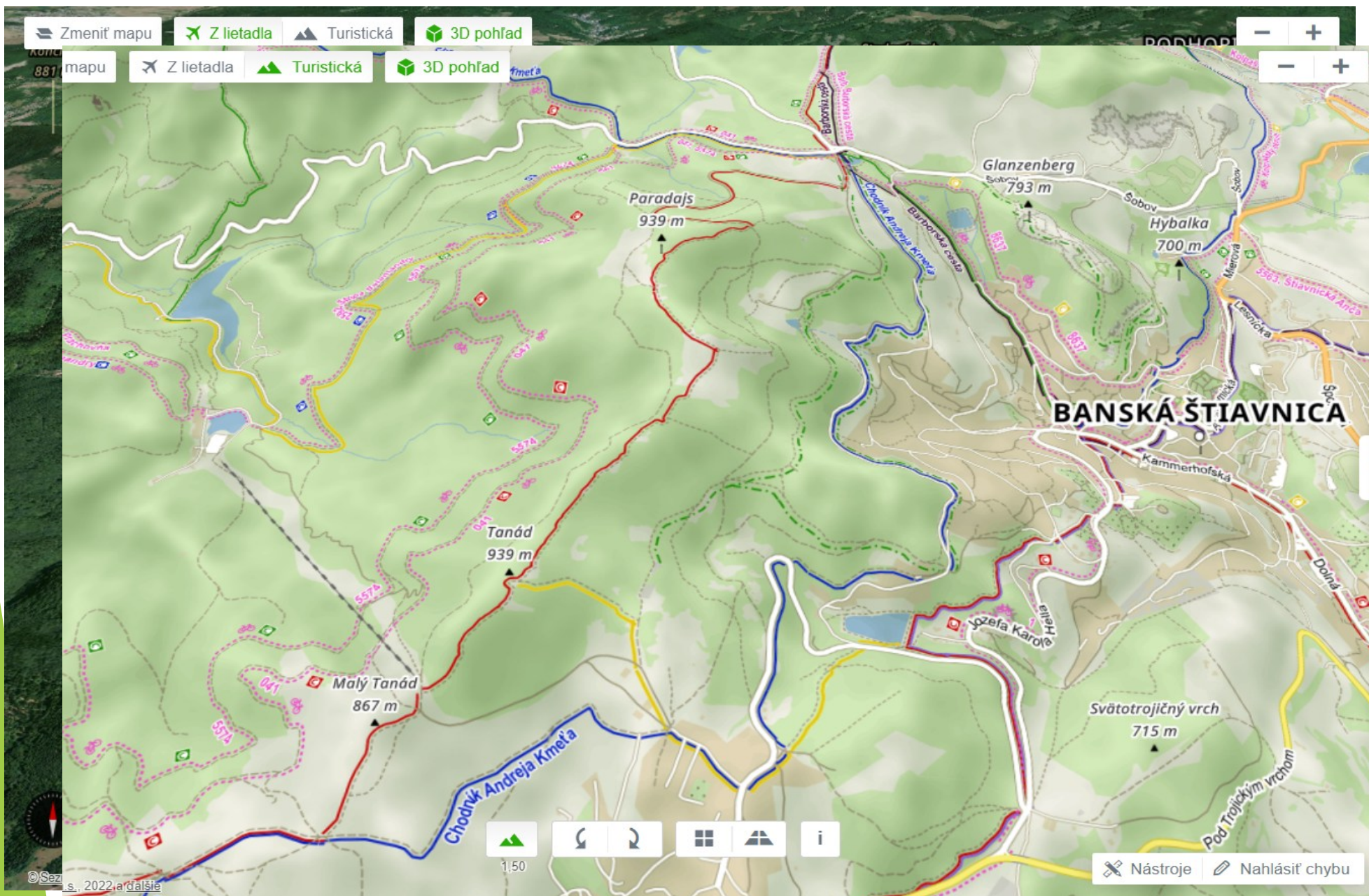


Obsah prezentácie

1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. **Aktuálny stav územia**
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení

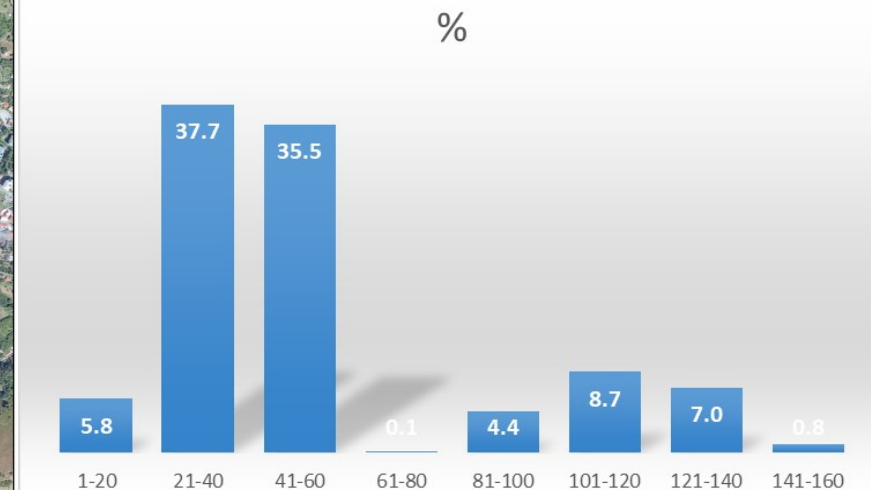
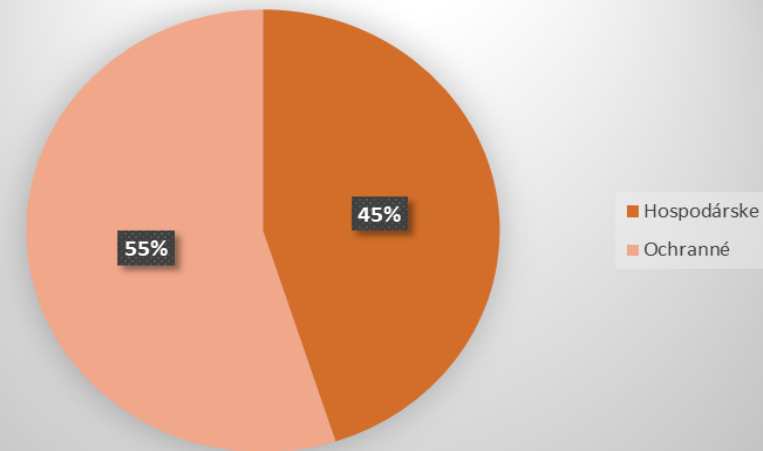
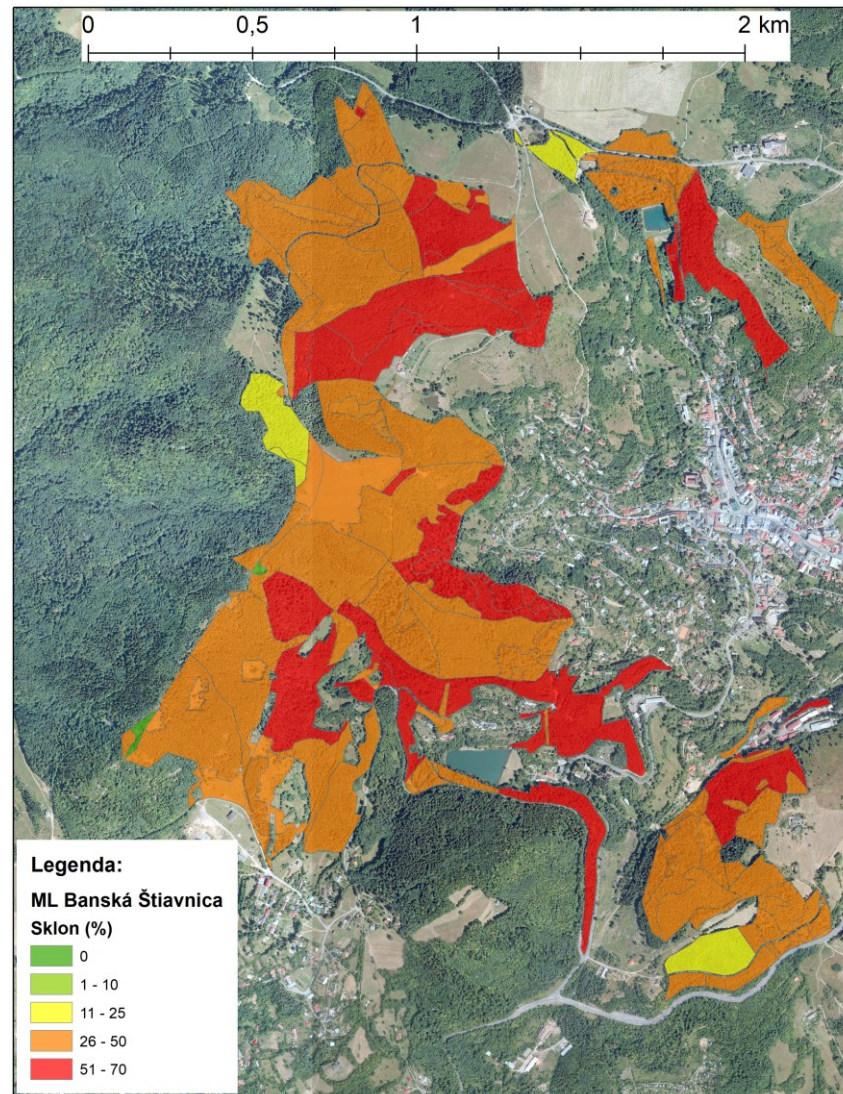


Územie



Stav lesa - produkčné možnosti

- Počet JPRL 84
- Porastová plocha 173,71 ha + ostatné lesné pozemky 55,53 ha
- Veľa ochranných lesov - v strmších svahoch
- Vysoké zastúpenie mladých porastov
- Veľmi pestré drev. zloženie - 22 druhov, významne pomenené - obohatené o vysokoprodukčné SM a DG, cenné SC, BO
- Bonity najzastúpenejších drevín mierne nadpriemerné alebo priemerné, dreviny so zastúpením pod 5 % slabé
- Hustota lesa normálna - priemerné zakmenenie 0,75
- Výskyt porastov podobajúcich sa na výmladkové porasty (zarastajúce haldy)



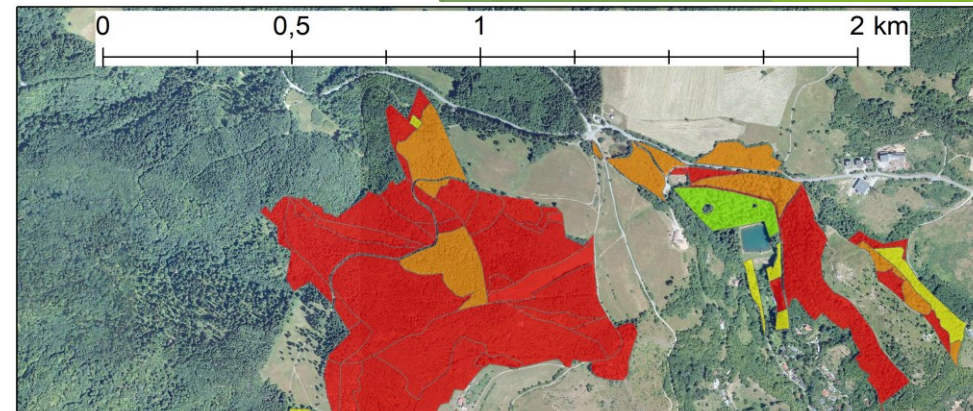
No.	Drevina	Zásoba m ³	Podiel %	Kum. podiel %	Bonita
1	Smrek	15284	45.53	45.53	32
2	Jedľa	4754	14.16	59.69	32
3	Smrekovec	3745	11.16	70.84	28
4	Buk	3354	9.99	80.83	26
5	Javor horský	2020	6.02	86.85	30
6	Borovica	1631	4.86	91.71	22
7	Dub zimný	891	2.65	94.36	24
8	Borovica čierna	514	1.53	95.90	24
9	Hrab	503	1.50	97.39	24

Stav lesa - produkčné možnosti

- Vysoký podiel mladých a ochranných lesov spôsobuje, že zásoba dreva na danom území nie je vysoká
- Priemerná zásoba $193 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ pri priemernej bonite 30 je nízka
- Z toho potom vyplýva aj nízka plánovaná ťažba v nasledujúcom desaťročí

Kategória	Výchova	Obnova	Spolu
		m^3	
H	1020	1359	2379
O	1315	986	2301
Celkom	2335	2345	4680

Kategória	Výchova	Obnova	Spolu
		$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	
H	5.9	7.8	13.7
O	7.6	5.7	13.2
Celkom	13.4	13.5	26.9



Aktuálne možnosti produkcie dreva sú teda značne limitované - budúcnosť však môže byť pri dobrej pestovnej starostlivosti oveľa svetlejšia ...

Stav lesa - rekreácia

Rekreačná infraštruktúra

- ▶ Značené turistické trasy (hrebeň Paradajs-Tanáď, Barborská cesta)
- ▶ Výhliadky (Glanzenberg, Paradajs, Rosniarky, ...)
- ▶ Bufet Červená studňa, Reštaurácia
- ▶ Stoly a posedenia (napr. Rosniarky)
- ▶ Náučné chodníky (Andreja Kmeť, Milana Kapustu, geologický)
- ▶ Nálezisko Glanzenberg
- ▶ Tajchy Veľká a Malá Vodárenská, Otergrund, Klinger
- ▶ CHA Rašelinisko pri štôlni Michal
- ▶ Iné zaujímavosti (Pracháreň, skanzen, ...)
- ▶ Nesystematicky budovaná, často opotrebovaná, neúplná infraštruktúra = možnosť optimalizácie

Negatíva

Strmšie svahy + hustý krovinov
podrast

Pomerne časté vrcholcové zlomy +
bežné poškodenia stromov po ťažbe
(10-30%)

Typický rovnovekú les s nižšou
priestoro
diferenci

Veľa mlad
porastov
hrubších,
jedincov

Viacere p
podielom
dokonca výmladkového pôvodu

Častý hustý krovinový podrast
znižujúci estetický vnem a
dohľadnosť (aj v okolí
frekventovaných trás)

Pozitíva

Dobré výhľady

Bez plošných kalamít, suchárov,
škôd biotickými škodcami

Veľmi bohaté drevinové zloženie,
cia

Veľká „zmes“ protichodných pozitívnych a
negatívnych faktorov - aktuálne iba priemerná
rekreačná hodnota lesa so značným potenciálom
na zlepšenie

živostou, v ochranných lesoch
dlhé rubné doby a nepretržitá
obnova

Veľmi pestré a esteticky hodnotné
zmesi obohatené o introdukované
ihličnany + vysoká krajinárska
premenlivosť (striedanie lesa, lúk a
pasienkov, vodných plôch,
technických zaujímavostí, ...)



Stav lesa - statická stabilita a biodiverzita

Statická stabilita



priaznivo pôsobí vyšší podiel mladých porastov, dobrá vertikálna diferenciácia starších porastov, dostatočný podiel listnáčov, vysoká druhová diverzita a nižšie zásoby a normálna intenzita ťažby



protichodne pôsobí neprirodzené drevinové skladby, vysoké zastúpenie rizikového SM a vysoká hustota mladších porastov a zarastajúcich hald

Biodiverzita



CHKO, vysoká druhová bohatosť a rozrôznená vertikálna štruktúra porastov, až 55 % rozlohy porastov v kategórii O s vyšším vekom, jemnejším hospodárením a prírode bližšou štruktúrou, v strmších svahoch vyššia environmentálna heterogenita



Iba malý podiel maloplošných CHU (Michalštôlnianské rašelinisko), malá prirodzenosť drevinovej skladby, menšia veková, hrúbková a priestorová diferenciácia stromov, prakticky bez mŕtveho dreva

Statická stabilita lesa iba priemerná - rizikom je najmä vyšší podiel neprirodzeného smreka ...

Biodiverzita lesa je nižšia - prevažne mladšie, antropogénne podmienené, rovnoveké porasty s neprirodzenou drevinovou skladbou a habitatovou diverzitou neodpovedujúcou vyššej heterogenite prostredia



Obsah prezentácie

1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení



Pestovanie lesa a spôsoby obhospodarovania



Lesníci budú na predmetnom území analyzovať dopady **rozličných systémov a stratégií hospodárenia**

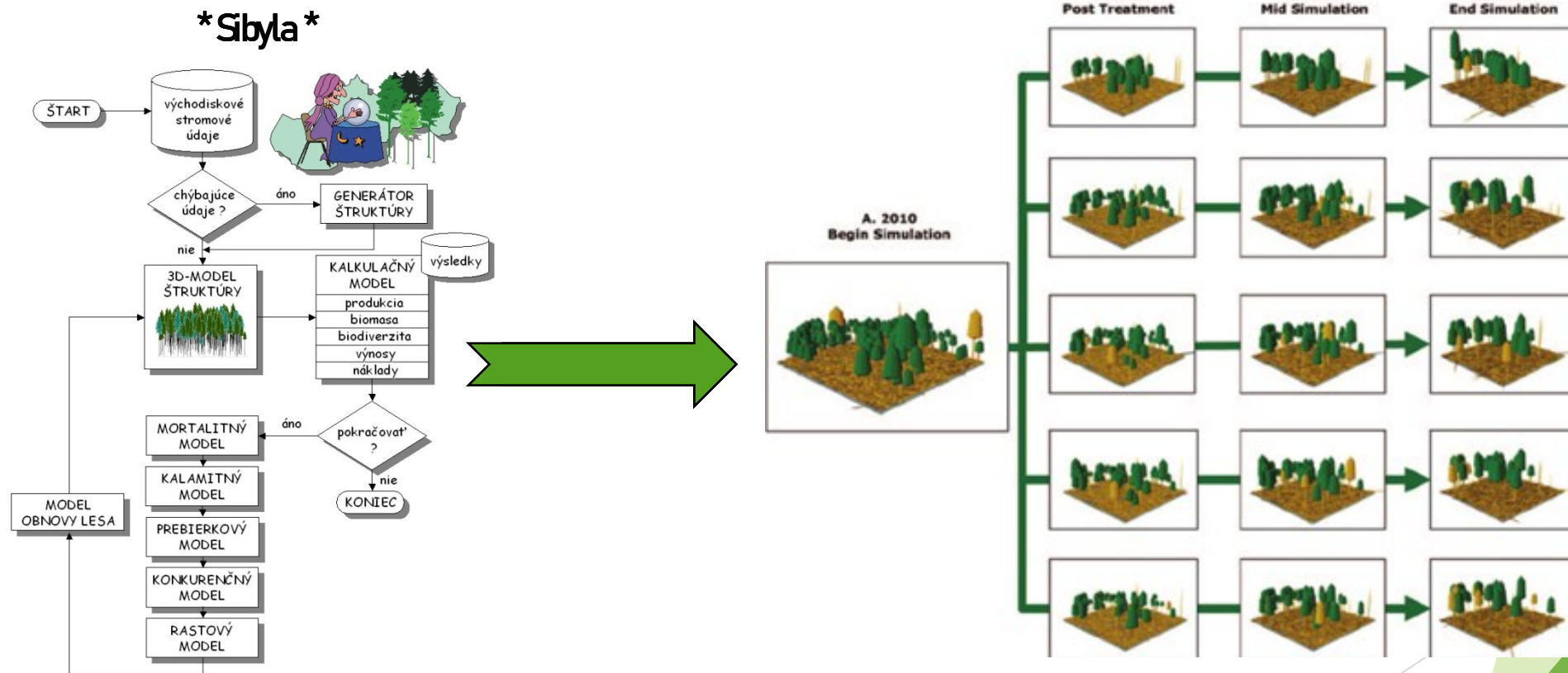
Čo sa rozumie pod systémom a čo pod stratégiou obhospodarovania ?

- **19 rozličných typov pestovných opatrení** diferencovaných podľa vývojového štádia a drevinového zloženia porastu
- pre každý porast (84) sa zostavila sada **4-6 rôznych časových rozvrhov pestovných opatrení** v nasledujúcich 30 rokoch nazvaných **manažmentové systémy**

Tenká kmeňovina	Listanté (ihličnaté)	12	50-80	Uvoľňovacia prebierka	pozitívny	úrovňový	rastový, tvarový, zdravotný, druhový	15-20%	1x dec	Cieľom je vystupňovanie svetlostného prírastku na najkvalitnejších stromoch, formovanie veľkej koruny, vytváranie podmienok pre prirodzenú obnovu, diferenciacia štruktúry porastu; pri DB rýchlejšie odumieranie spodných vetiev preto začať s uvoľňovaním skôr a odstraňovať úrovňové aj vrstevné stromy; pri BK odstraňovať úrovňové stromy
Kmeňovina	Listnaté a ihličnaté	13	80+	Skupinový clonný rub	negatívny pozitívny	úrovňový podúrovňový	zrelostný, rastový, tvarový, zdravotný, druhový	5-30%	1-3 dec	Skupiny do 0,2 ha; dĺžka obnovnej doby a rýchlosť odoberania zásoby prispôbiť drevine; pri BK, JD čiastková obnovná doba <20 rokov, pomalšie odoberanie zásoby, menšie skupiny; pri DB čiastková obnovná doba <10 rokov, v semennom roku DB odstrániť prirodzenú obnovu a podúroveň sprievodných drevín (hlavne HB), väčšie skupiny (cca. 0,2 ha); celková obnovná doba >40 rokov
		14	60+	Polanského skupinový clonný rub	negatívny pozitívny	úrovňový podúrovňový	zrelostný, rastový, tvarový, zdravotný, druhový	5-30%	1-3 dec	Uvoľňovanie existujúcich hlúčikov alebo skupín prirodzenej obnovy už v predrubných porastoch; Fázy: 1. podpora miest s prirodzenou obnovou, uvoľnenie kvalitných stromov na miestach s vhodnými podmienkami pre prirodzenú obnovu, zaburinené miesta s vhodnými svetelnými podmienkami podesadiť; 2. pokračujúce uvoľňovanie miest s prirodzenou obnovou a zakladanie nových východísk obnovy; 3. dorub na miestach s prirodzenou obnovou a zakladanie nových východísk; pri obnovnej dobe nad 40 rokov prechod na výberkovú štruktúru
		15	80+	Ponechanie výstavkov						Hlavne BO a SC, ale vzhľadom na estetiku a iné funkcie možné aj ostatné dreviny
		16	50-80	Podsadbá						Podsadbá drevín v hlúčikoch alebo v skupinách do presvetlených miest; počet skupín závisí od terénnych podmienok a počtu presvetlených miest; orientačne: BK 200 ks v skupine (5000 ks/ha), DZ 200 ks v skupine (7000 ks/ha), JD 50 ks v skupine (2500 ks/ha), CL v skupine alebo vhodné priradiť do skupiny BK; rešpektovať odlišné nároky podsádzaných drevín na veľkosť skupiny a redukciu clony porastu (svetelné podmienky).
	Ihličnaté > 50%	17	50-80	Prebudova existujúceho porastu	pozitívny negatívny	úrovňový podúrovňový	zrelostný, rastový, tvarový, zdravotný, druhový	5-30%	1-2 dec	Výškovo nivelizované predrubné porasty; Fázy: 1. vytypovanie 50-100 stromov, ktoré sú schopné prežiť celé obdobie prebudovy (60-80 rokov), ich podpora úrovňovými prebierkami s pozitívnym výberom, 2. podpora vzniku prirodzenej obnovy v hlúčikoch alebo malých skupinách (jednotlivý alebo hlúčikový výber), 3. zjemňovanie diferencovanej štruktúry
Mladina až kmeňovina	Všetky dreviny	18	5+	Účelový výber	pozitívny negatívny	úrovňový podúrovňový	zrelostný, rastový, tvarový, zdravotný, druhový	5-30%	1-2 dec	Stromový, hlúčikový (2-3 stromy) alebo skupinový (do 0,2 ha); nerovnomerná sila na ploche porastu; podpora kvalitných alebo inak funkčných stromov, redukcia alebo podpora druhov drevín, diferenciacia štruktúry, podpora obnovy; obnovná doba > 50 rokov; v rámci účelového výberu žiaduce ponechanie starých stromov
Žrdkovina a žrdovina	Hrab > 50%	19	15-50	Premena	pozitívny negatívny	úrovňový podúrovňový	druhový	30-60%	1-2 dec	Fázy: 1. DB a iné dreviny vnášame v hlúčikoch pod výrazne zníženú clonu HB (závisí od druhu podsádzanej dreviny), zvyšná plocha sa prirodzene obnoví HB, podpora iných drevín okrem HB v hornej vrstve porastu 2. rýchle odlčnenie (<10 rokov) hlúčikov DB, 3. v prípade výskytu väčších medzier výplň HB obohatiť podsadbou SC alebo BO, 4. intenzívna následná starostlivosť o podsadby zvlášť v prvých 5-10 rokoch

Simulácie rastu lesa ovplyvneného rozličnými manažmentovými systémami - simulácie dopadov

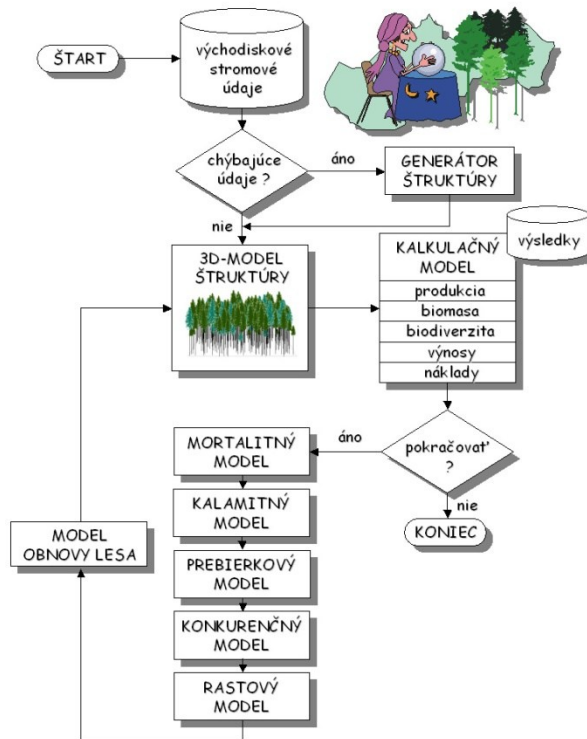
Simulácia rastu každého porastu (84) pri ovplyvnení každým manažmentovým systémom (4-6) na 30 rokov dopredu rastovým simulátorom Sibyla (Fabrika 2005)



Celkom $84 \times 6 = 504$ simulácií rastu

Modelovanie rastu lesa

* Siblya *



<http://etodstuzvask/>

* Siblya Triquetra *



<http://siblya.tuzvask/>

- **3D model porastu** - realistická stromová štruktúra a kompetičné vzťahy jednotlivých stromov
- **Priama bonitácia stanovišť** - klimatická a pôdna senzitivita
- **Modelovanie rastu a prirodzenej mortality stromov** - so zohľadnením stanovišť a priestorovej štruktúry lesa
- **Modelovanie dopadov úmyselného manažmentu** - pre akýkoľvek typ zásahu pri akejkoľvek hustote lesa
- **Široké spektrum výstupných informácií** - produkcia, ekonomika, ekologická stabilita a biodiverzita lesa

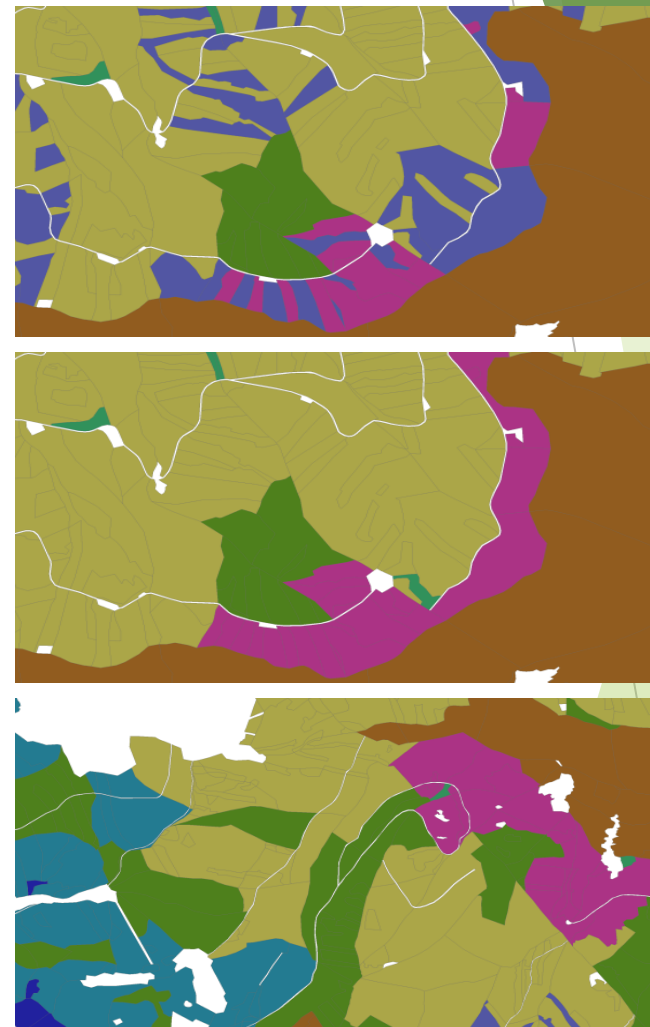
Stratégie = alternatívne plány hospodárenia

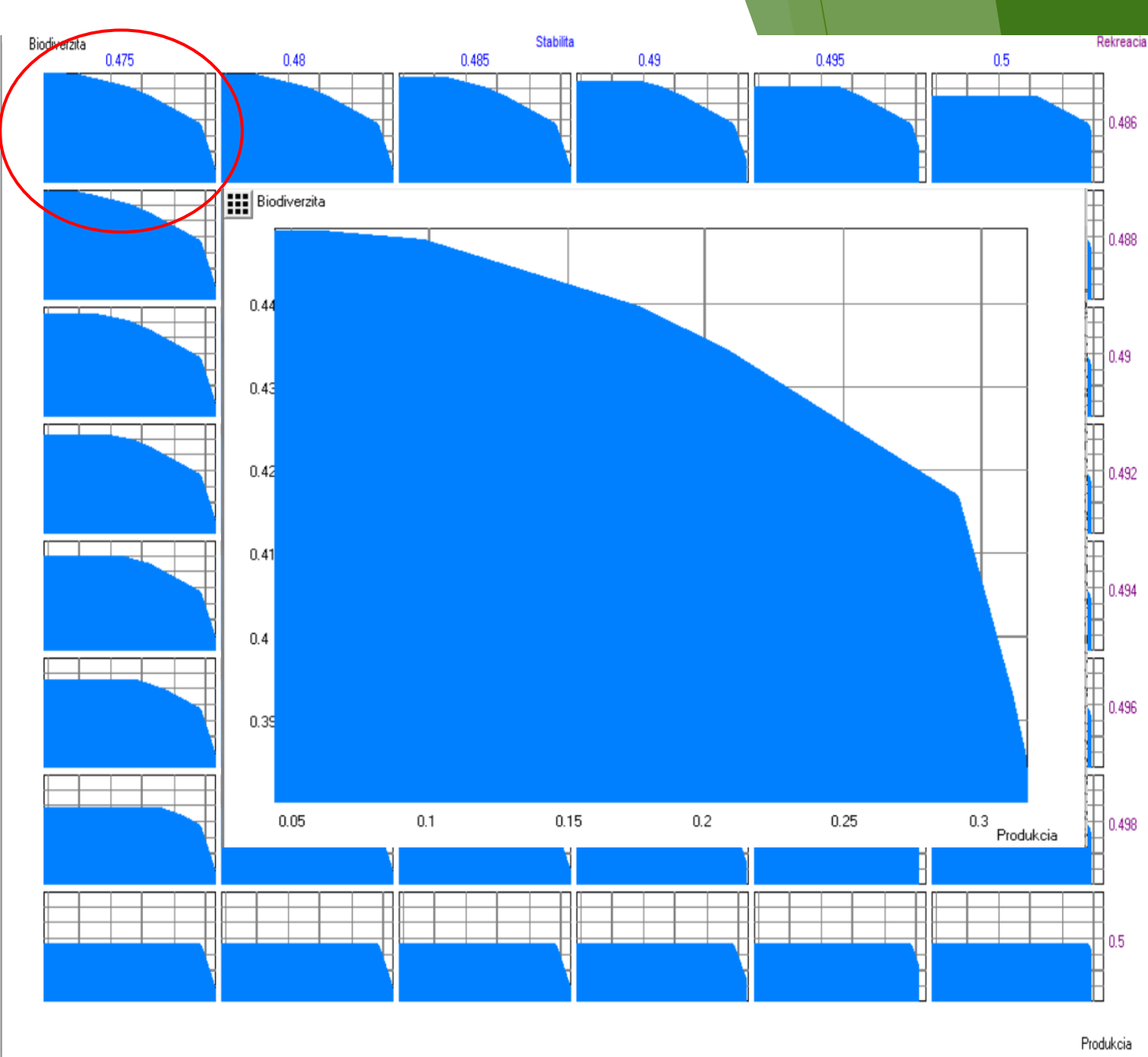
Dve kľúčové otázky

- ▶ **Ktorý manažmentový systém sa má aplikovať v ktorom poraste** tak, aby sme v nasledujúcich 30-tich rokoch dosiahli za celé územie vylepšené plnenie ekosystémových služieb a biodiverzity ?
- ▶ Počet možných rozličných rozdelení manažmentových systémov v sledovaných porastoch je rovný $6^{84} = 2.31 \times 10^{65}$ možnostiam - **ktoré rozdelenie je optimálne ?**

Počítačový priekum možného plnenia ES a biodiverzity pri rozličných rozdeleniach nazývaných aj **alternatívne plány hospodárenia**

- ▶ **Náhodné generovanie 16 000 alternatívnych plánov** = 16000 kombinácií plnenia produkcie dreva, rekreácie, stability a biodiverzity za celý súbor sledovaných porastov (vážené priemery porastových informácií, váhou bola výmera)
- ▶ 16 000 bodov v 4D cieľovom priestore zobrazovaných vo forme tzv. **interaktívnej rozhodovacej mapy IDM**

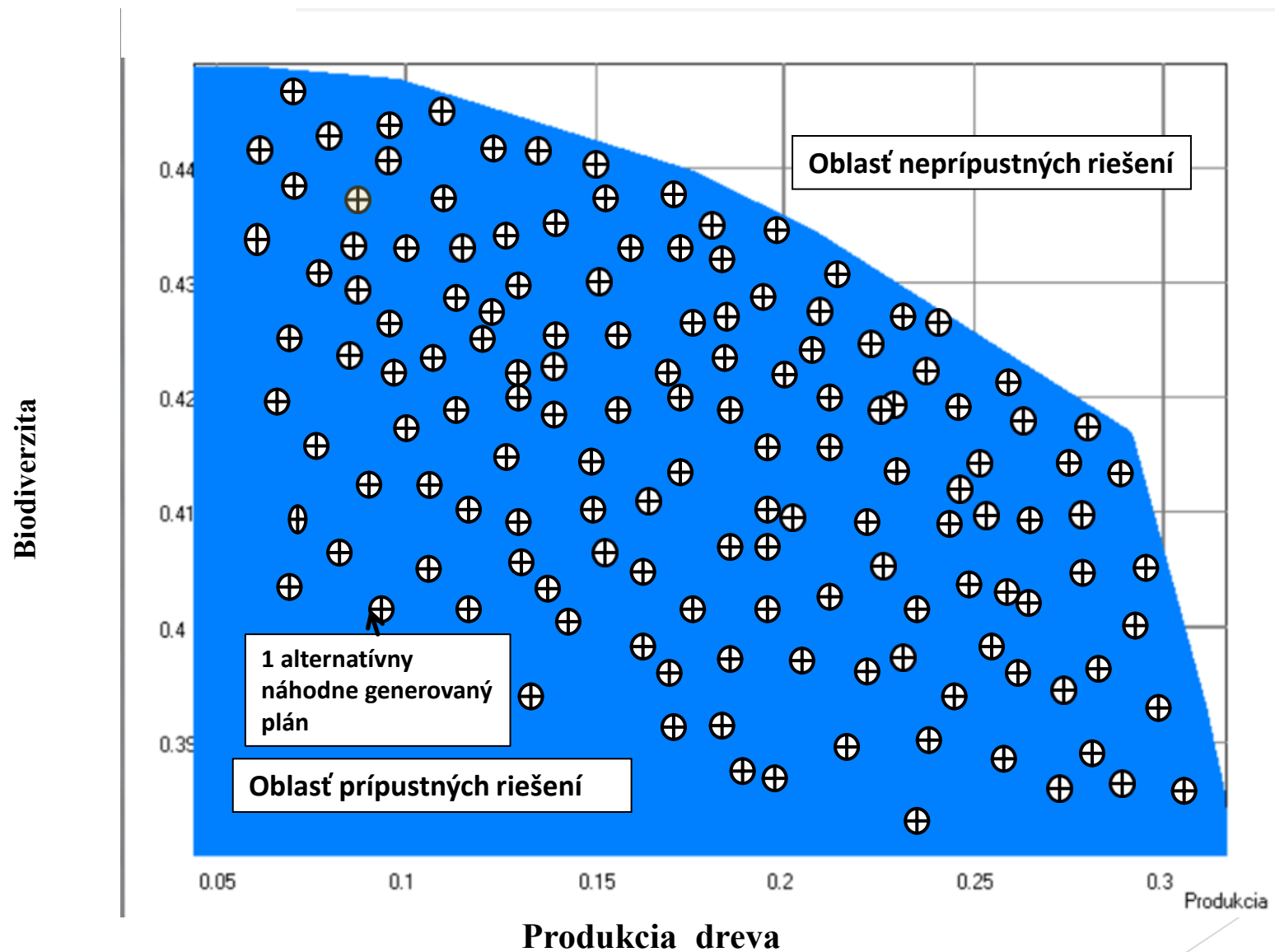




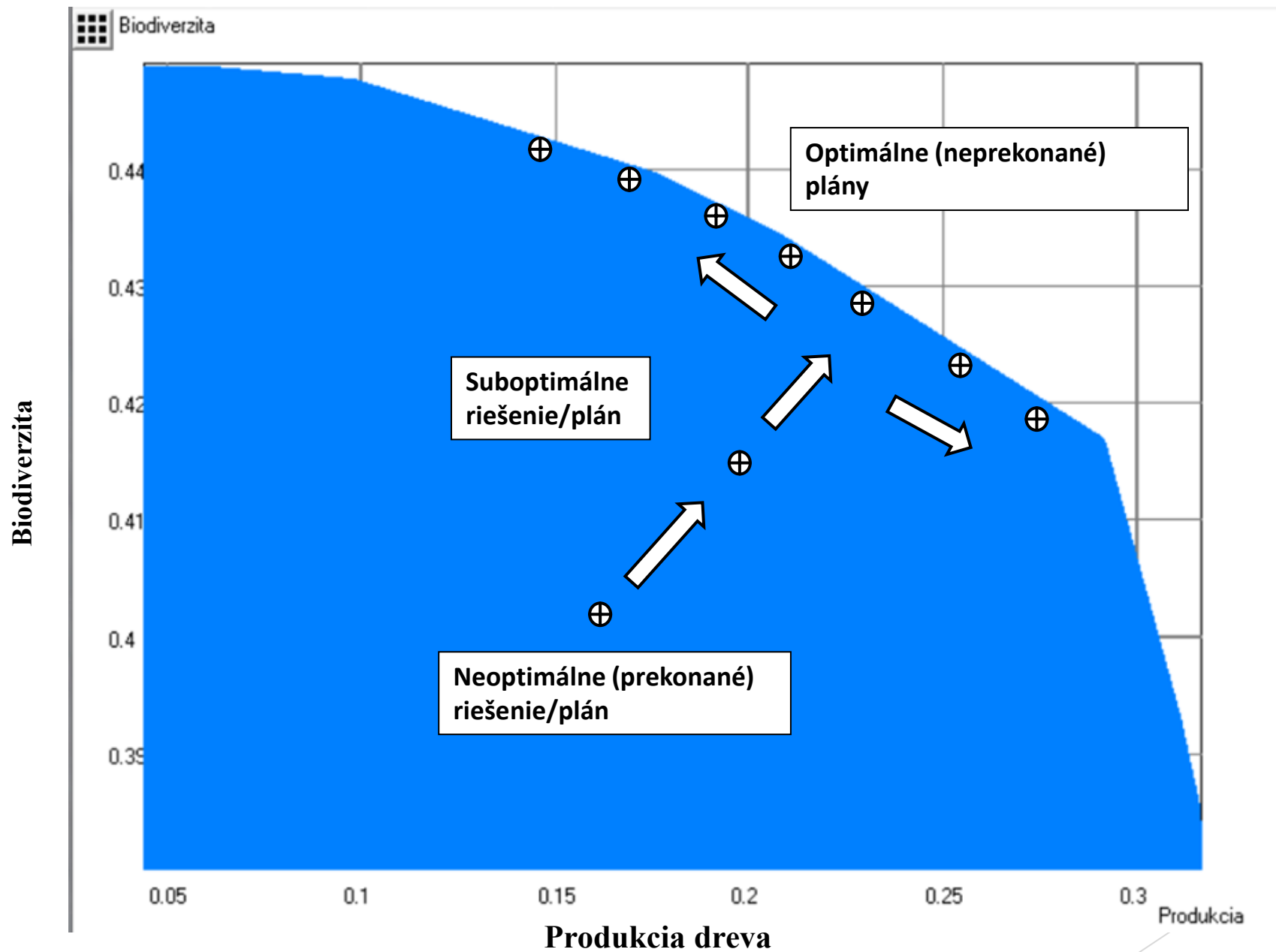
Interaktívna rozhodovacia mapa (IDM)

- ▶ Mapa dovoľuje od seba oddeliť multikriteriálne optimálne alternatívne plány od prekonaných, neoptimálnych a zároveň v skupine optimálnych je možné stanoviť najviac uprednostňovaný/preferovaný = optimálny
- ▶ Aké to sú neoptimálne plány a kde ležia na mape optimálne plány? Prečo je optimálnych plánov viac?

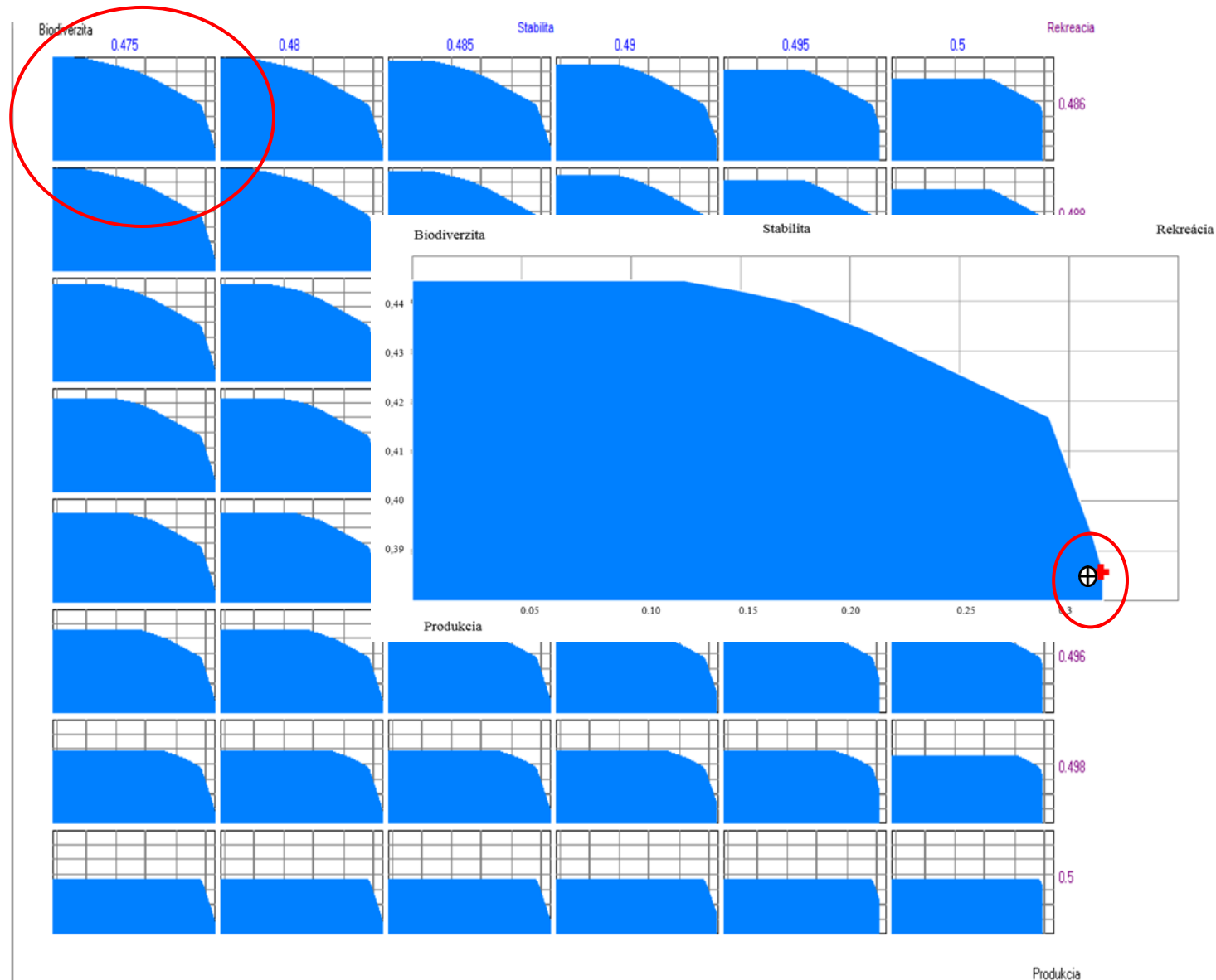
Interaktívna rozhodovacia mapa - základné pojmy



Neoptimálne, suboptimálne a optimálne plány



Interaktívna rozhodovacia mapa IDM



4D mapa sa dá použiť na:

- ▶ stanovenie cieľov hospodárenia a
- ▶ vyhľadanie optimálneho alternatívneho plánu ležiaceho najbližšie k stanovenému cieľu

Stanovenie cieľov



1. Výber 2D grafu z určitého stĺpca a určitého riadka 4D mapy = stanovenie želaných úrovní rekreácie a stability lesa
2. V rámci 2D grafu sa na jeho Pareto hranici definuje bod = stanoví sa želaná úroveň produkcie dreva a biodiverzity

Vyhľadanie optimálneho plánu



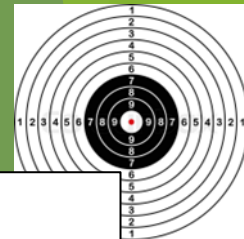


Obsah prezentácie

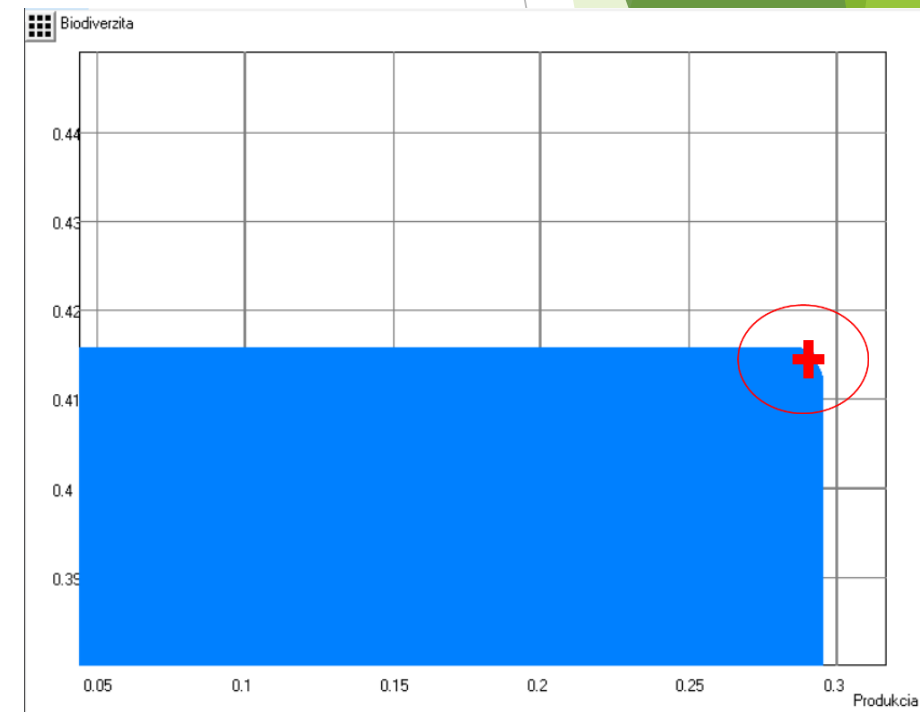
1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení



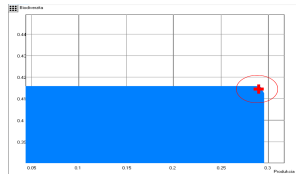
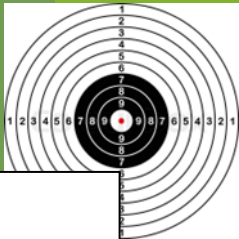
IDM - rozhodovateľ ML Banská Štiavnica



Maximalizovať rekreačnú hodnotu a stabilitu lesa (verejnú) pri minimalizácii strát z produkcie dreva (mesto) a negatívnych vplyvov na biodiverzitu (CHKO)



IDM - ML Banská Štiavnica - optimálny plán

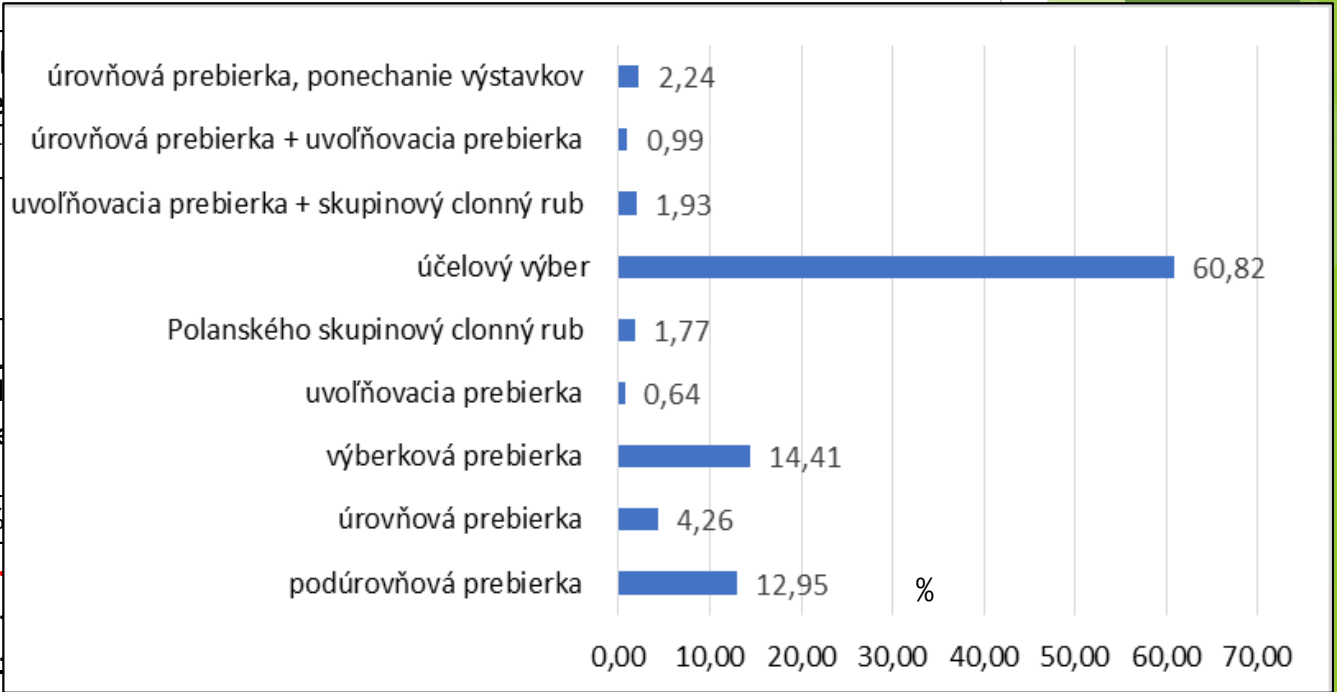


Maximalizovať rekreačnú hodnotu a stabilitu lesa (verejnosť) pri minimalizácii strát z produkcie dreva (mesto) a negatívnych vplyvov na biodiverzitu (CHKO)

Rozhodovateľ	Relatívne plnenia získané optimálnym plánom			
	Produkcia	Rekreácia	Stabilita	Biodiverzita
Rekreant	0.294	0.502	0.492	0.395
Ekonom	0.316	0.501	0.489	0.393
Ochranár prírody	0.043	0.486	0.472	0.449

Typ rozhodovateľa	Priemerný vek	Zásoba po 30 rokoch	Ťažba dreva	Intenzita ťažby	Mortalita	Zvyšky ťažby
	roky	m ³ .ha ⁻¹	m ³ .ha ⁻¹	%	m ³ .ha ⁻¹	m ³ .ha ⁻¹
Rekreant	82.7	299.7	116	77.6	59.4	34.8
Ekonom	82.7	293.7	124.7	79.6	54.7	37.4
Ochranár prírody	82.8	475.9	17.5	8.5	128.5	5.3

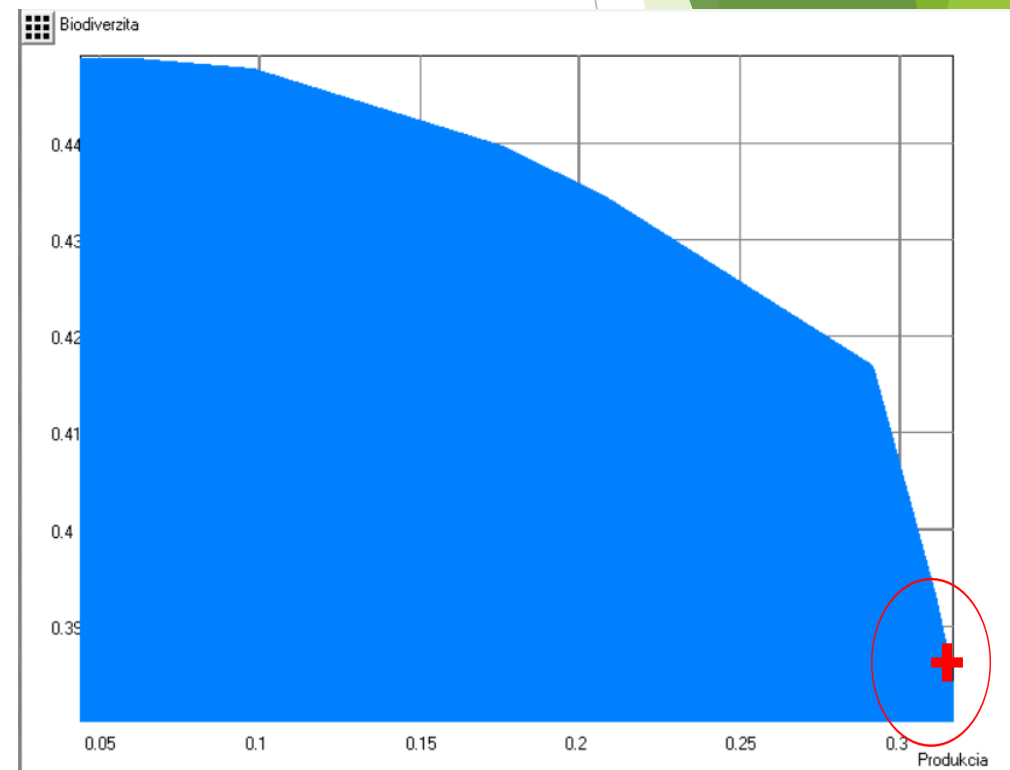
Typ rozhodovateľa	Variabilita hrúbok	Hustota lesa	% stromov s d>40 cm	Podiel listnáčov	Podiel smrekov
	s _d %	SDI	%	%	%
Rekreant	28.1	531.6	31.4	26.9	51.1
Ekonom	27.8	527	33.4	25.2	52.1
Ochranár prírod	31.6	955.6	24.2	33.7	40.1



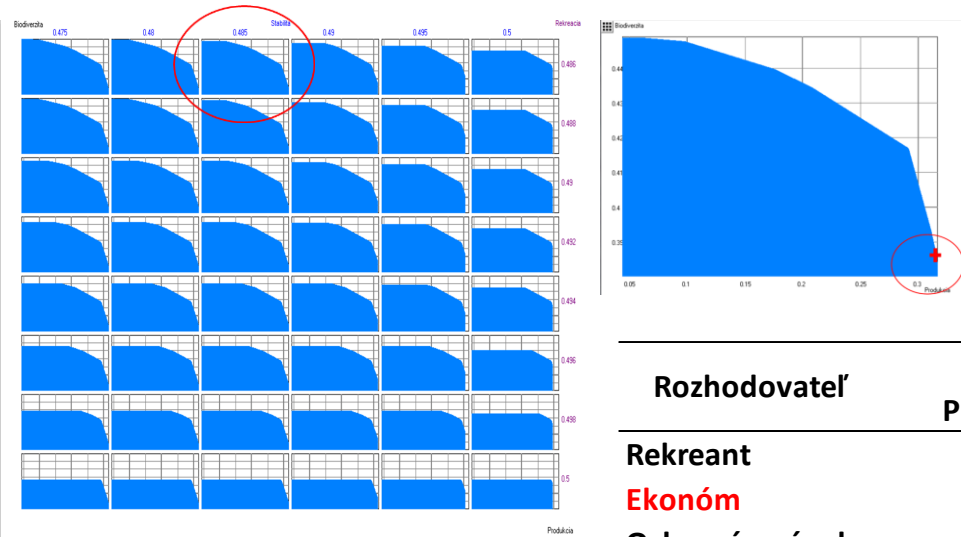
IDM - rozhodovateľ' Ekonóm



Maximalizovať produkciu dreva pri aspoň priemernej úrovni statickej stability lesa



IDM - Ekonóm - optimálny plán



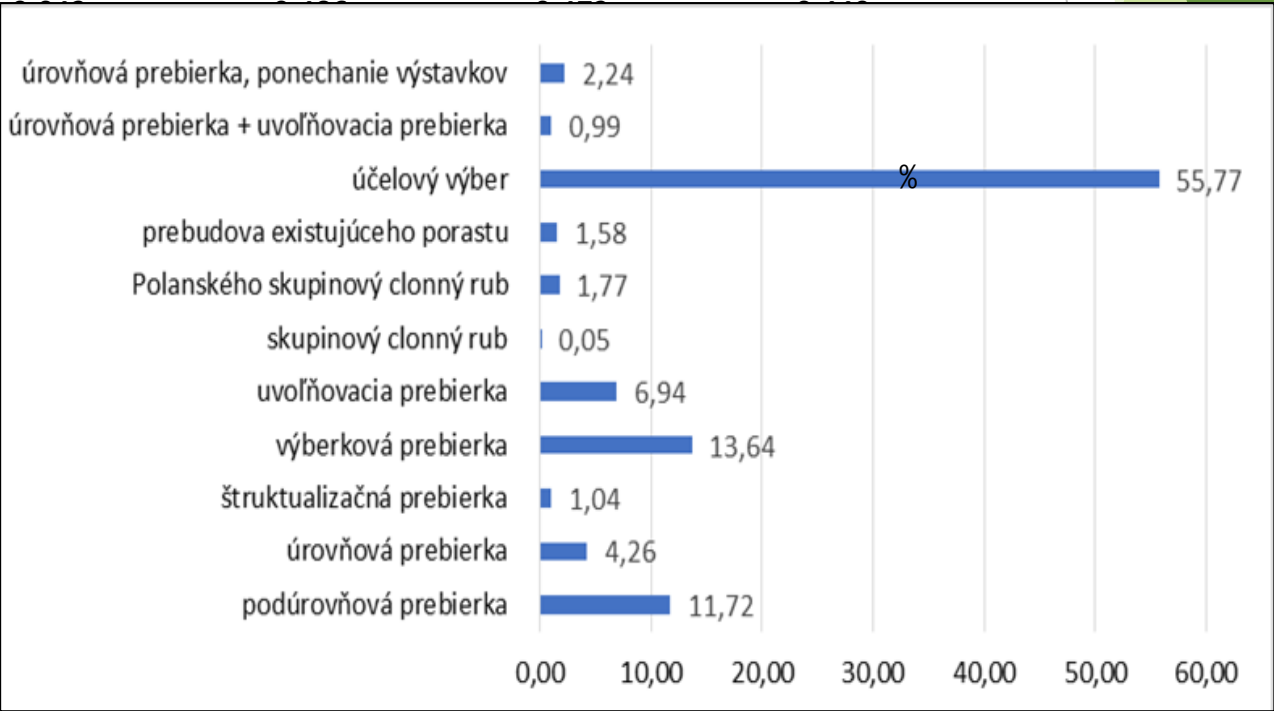
Maximalizovať produkciu dreva pri aspoň priemernej úrovni statickej stability lesa



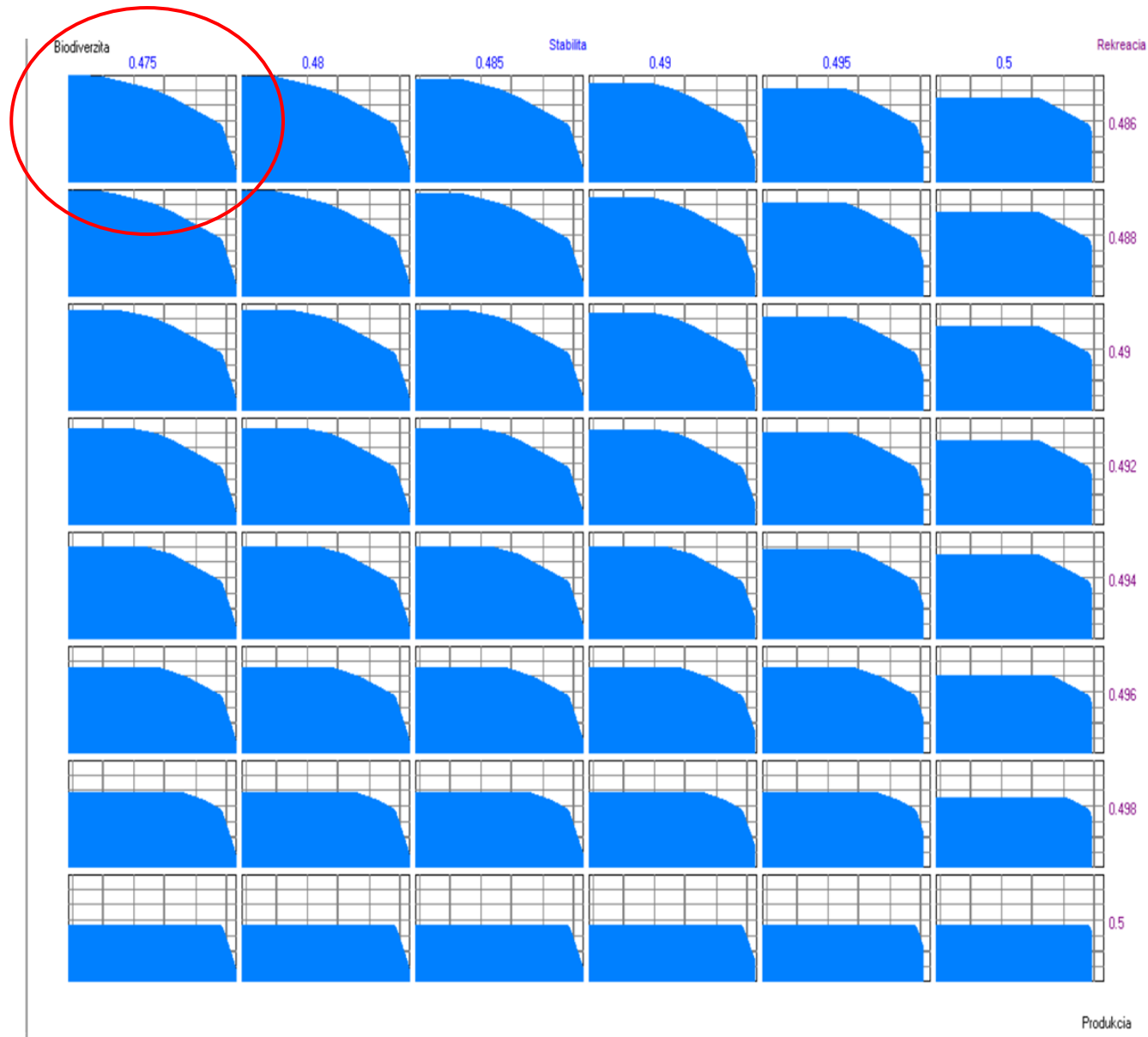
Rozhodovateľ	Relatívne plnenia získané optimálnym plánom			
	Produktia	Rekreácia	Stabilita	Biodiverzita
Rekreant	0.294	0.502	0.492	0.395
Ekonóm	0.316	0.501	0.489	0.393
Ochranár prírody				

Typ rozhodovateľa	Priemerný vek	Zásoba po 30 rokoch	Ťažba dreva	Intenzita ťažby
	roky	m ³ .ha ⁻¹	m ³ .ha ⁻¹	%
Rekreant	82.7	299.7	116	77.6
Ekonóm	82.7	293.7	124.7	79.6
Ochranár prírody	82.8	475.9	17.5	8.5

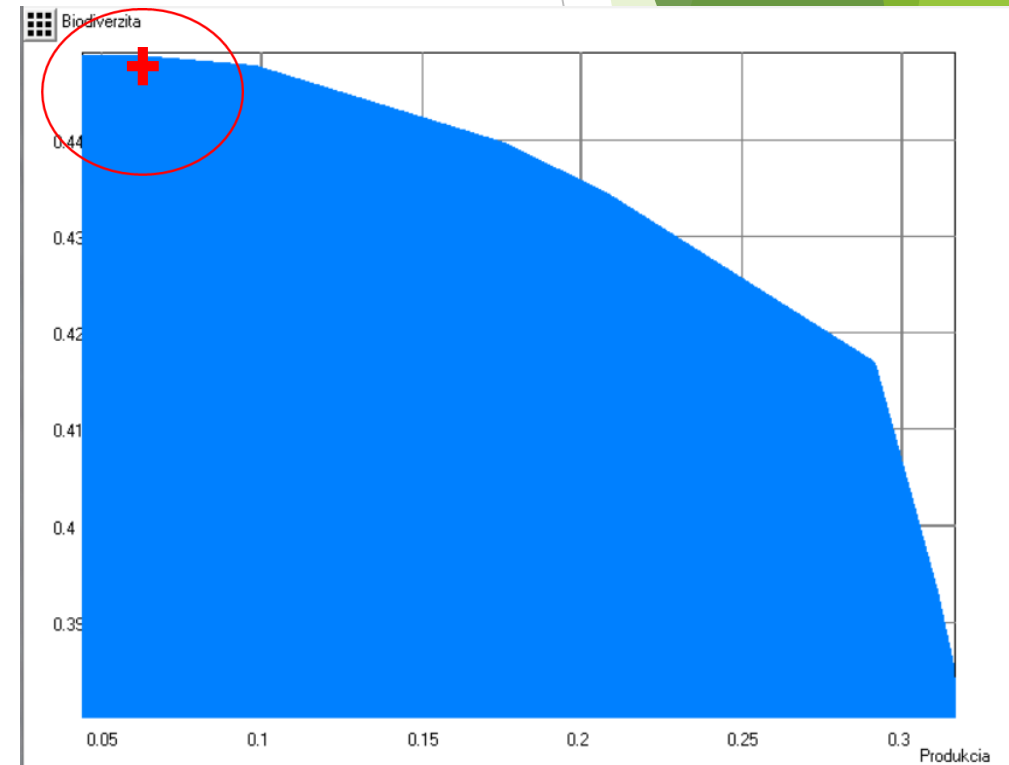
Typ rozhodovateľa	Variabilita hrúbok	Hustota lesa	% stromov s d>40 cm
	s _d %	SDI	%
Rekreant	28.1	531.6	31.4
Ekonóm	27.8	527	33.4
Ochranár prírody	31.6	955.6	24.2



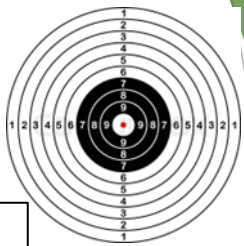
IDM - rozhodovateľ Ochránár prírody



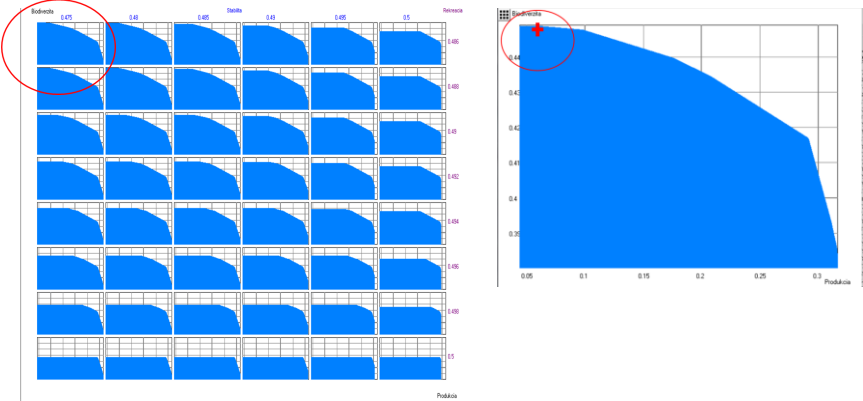
Maximalizovať biodiverzitu lesa



IDM - Ochránár - optimálny plán



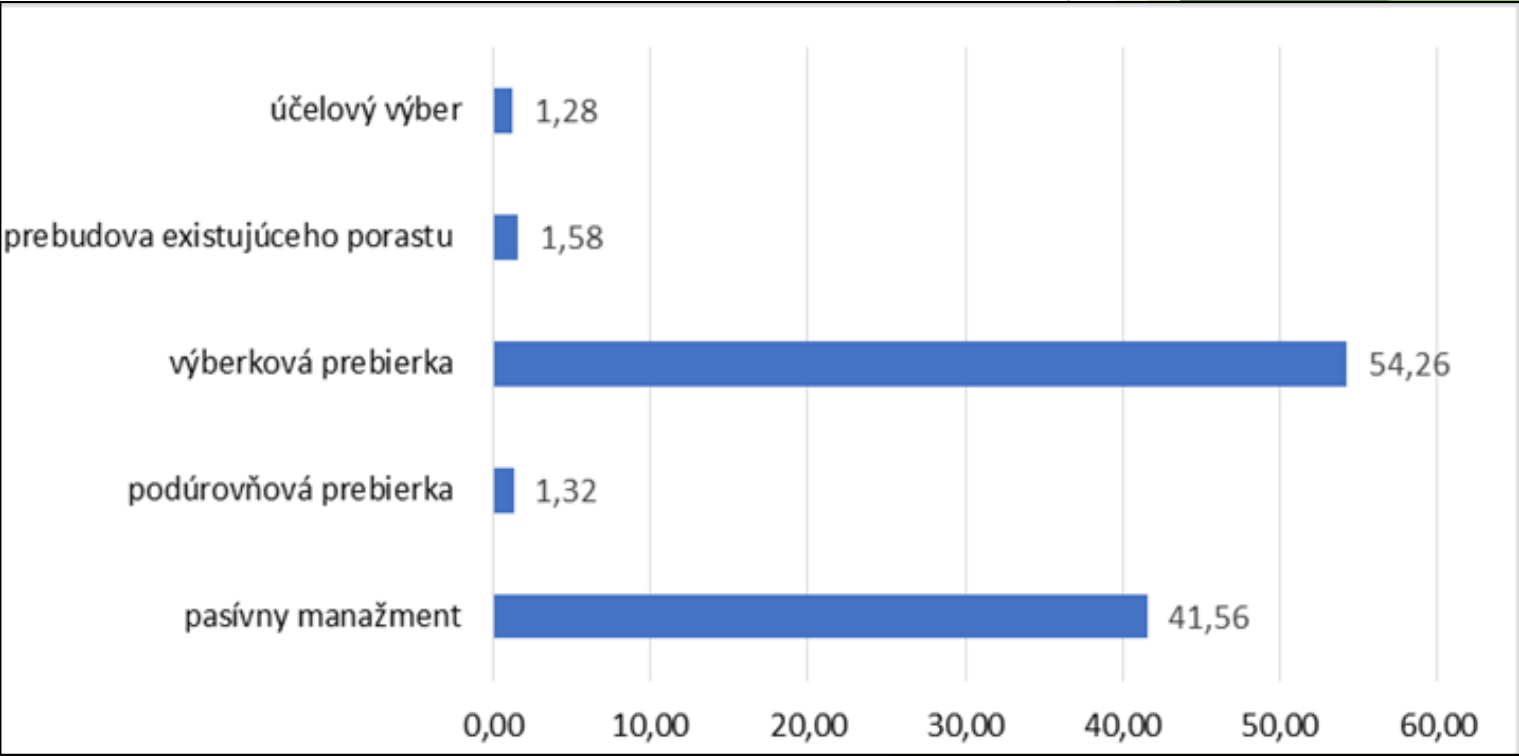
Maximalizovať biodiverzitu lesa



Rozhodovateľ	Relatívne plnenia získané optimálnym plánom			
	Produkcia	Rekreácia	Stabilita	Biodiverzita
Rekreant	0.294	0.502	0.492	0.395
Ekonom	0.316	0.501	0.489	0.393
Ochránár prírody	0.043	0.486	0.472	0.449

Typ rozhodovateľa	Priemerný vek	Zásoba po 30 rokoch	Ťažba dreva
	roky	m ³ .ha ⁻¹	m ³ .ha ⁻¹
Rekreant	82.7	299.7	116
Ekonom	82.7	293.7	124.7
Ochránár prírody	82.8	475.9	17.5

Typ rozhodovateľa	Variabilita hrúbok	Hustota lesa	% stroriev s d>40
	s _d %	SDI	%
Rekreant	28.1	531.6	31.4
Ekonom	27.8	527	33.4
Ochránár prírody	31.6	955.6	24.2





Obsah prezentácie

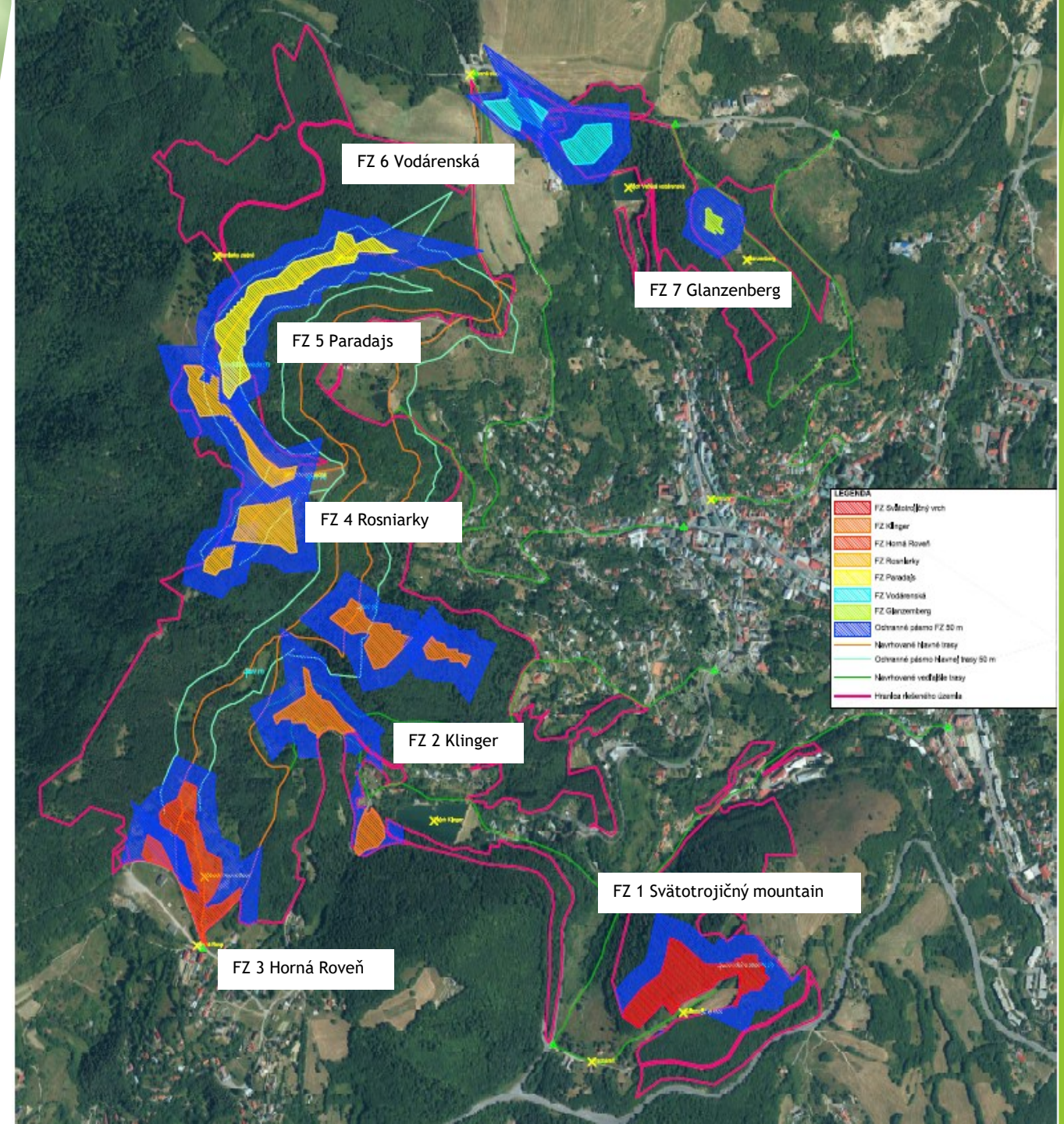
1. Zámer a ciele projektu
2. Indikácia plnenia cieľov
3. Aktuálny stav územia
4. Metodika optimalizácie hospodárenia v lese
5. Výsledky optimalizácie a návrh opatrení
6. Zhrnutie





Zhrnutie vo vzťahu k Banskej Štiavnici

- ▶ **Potenciál na zlepšenie sledovaných služieb je značný**
- ▶ Výsledky naznačujú, že na danom území sa dá dosiahnuť **win-win** riešenie tj. **existuje možnosť simultánne zlepšiť plnenie všetkých sledovaných služieb** (pre väčšinu zainteresovaných rozhodovateľov)
- ▶ Zlepšenie produkcie dreva poskytuje možnosť na **reinvestovanie finančných prostriedkov** do krajiny a dôsledné **dodržiavanie podporných opatrení** zameraných na zlepšenie rekreačnej hodnoty lesa a krajiny
- ▶ Zmena hospodárenia bude **skoordinovaná s optimalizáciou priestorového rozmietnenia krajinársko-rekreačných prvkov** zaručujúcich lepšie a rovnomernejšie využitie definovaného územia





Zhrnutie „pre nás“

- ▶ Ekosystémové služby sa dajú merať !
- ▶ Činnosť človeka v lese a krajine sa dá optimalizovať, aj keď medzi službami existujú konflikty !
- ▶ Optimalizácie sú možné, ak si **spoločne** dohodneme ciele manažmentu !
- ▶ Po spolupráci so špecialistami, optimalizovať môžeme aj rozličné typy technickej infraštruktúry - cestná, rekreačná, vodozadržná, ...
- ▶ Existuje možnosť zvýšiť vašu osobnú spokojnosť so stavom krajiny - **len sa musíme dohodnúť na cieľoch ...**
- ▶ Dokonca existuje možnosť simultánne zlepšiť plnenie všetkých sledovaných služieb **naraz = môžeme zlepšiť celkové využívanie krajiny**



Ďakujem za pozornosť!

