



CTU
CZECH TECHNICAL
UNIVERSITY
IN PRAGUE

VODNÍ NÁDRŽE 2022
OREA Congress Hotel Brno
26.-27. 10. 2022



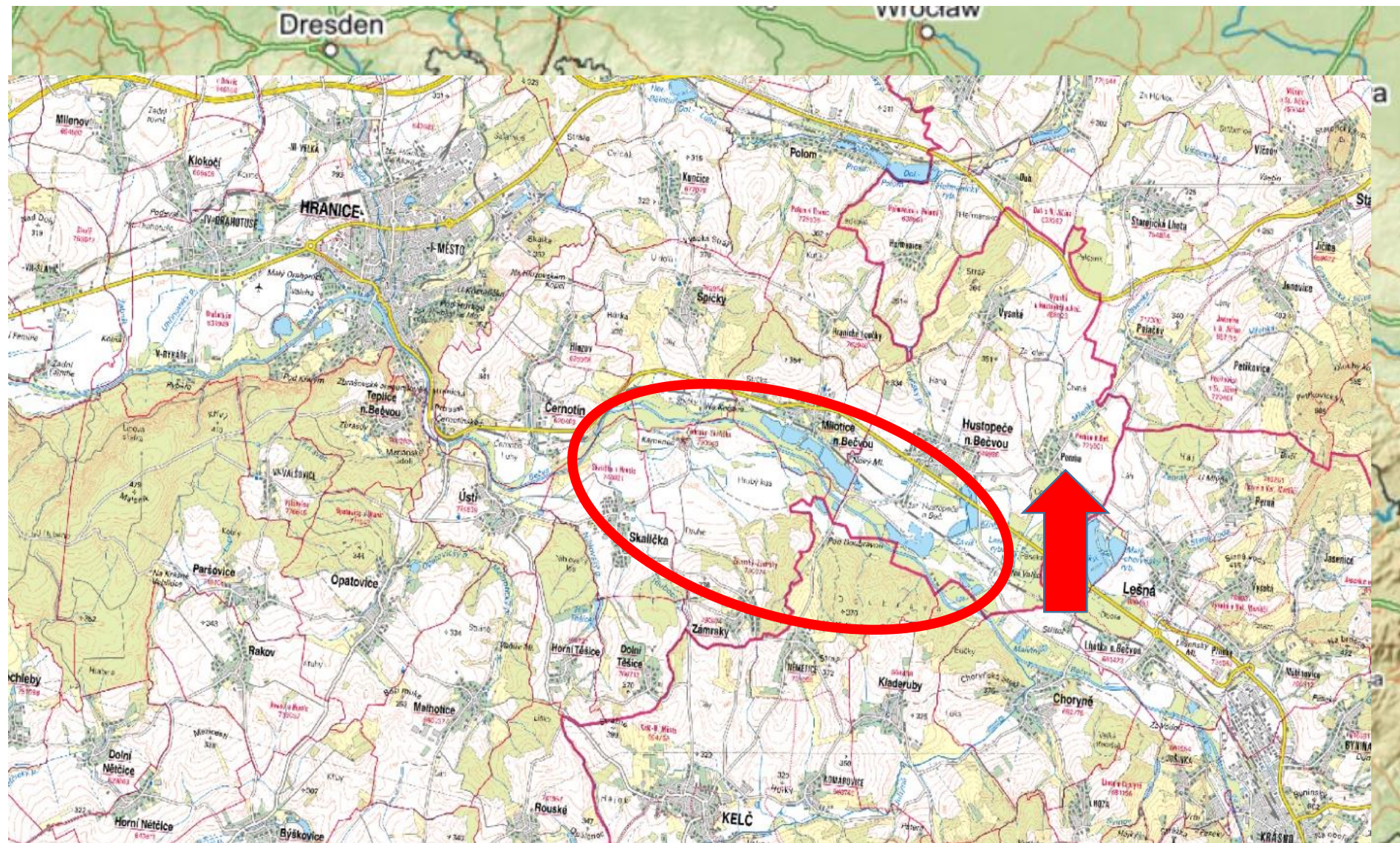
Použití vícekriteriálního hodnocení při výběru varianty vodního díla Skalička

ČVUT v Praze, FSv : Miroslav Brouček, Ladislav Satrapa

VUT v Brně, FAST: Jaromír Říha

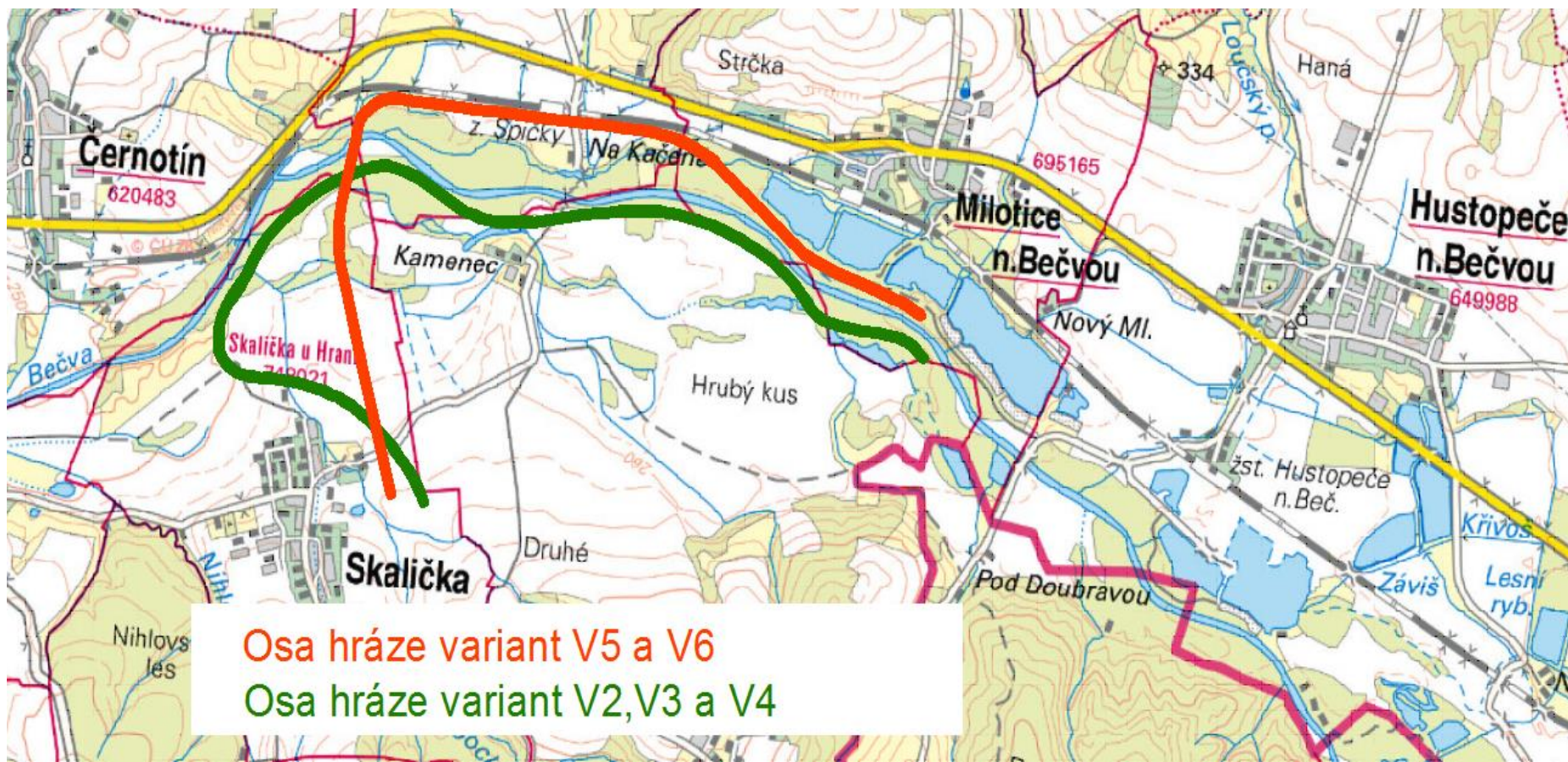
Biologické centrum AV ČR, HBÚ: Josef Hejzlar

VODNÍ DÍLO SKALIČKA



VARIANTY VODNÍHO DÍLA

V1 - nulová varianta, tj. bez vodního díla	V4 - Boční víceúčelová vodní nádrž
V2 - Boční suchá nádrž	V5 - Průtočná suchá nádrž
V3 - Boční SN s manipulovatelným objektem	V6 - Průtočná víceúčelová vodní nádrž



ZÁKLADNÍ PARAMETRY

	VARIANTA				
Parametry díla	V2	V3	V4	V5	V6
Výška zemní hráze nad terénem [m]	16,2	16,2	16,2	12,5	13,5
Délka hráze [km]	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0
Objem zemní hráze [tis. m ³]	2 250	2 250	2 250	1 500	1 600
Zatopená plocha při max. hladině [ha]	501	501	501	623	676
Max. retenční hladina [m n.m.]	264,3	264,3	264,3	264,0	265,00
Neškodný odtok při PV 1997 [m ³ /s]	660	660	700	660	660
Retenční objem při max. hladině [mil. m ³]	32,0	32,0	32,0	35,2	13,0
Zásobní objem nádrže [mil. m ³]	-	-	10,0	-	16,4
Hladina zásobního prostoru [m n.m.]	-	-	259,00	-	261,00
Nadlepšený průtok [m ³ /s]	-	-	2,14 – 2,75	-	2,26 - 3,36
Celkové náklady [mil. Kč]	3 945	3 690	3 837	2 687	3 245

METODIKY HODNOCENÍ

- 2 respektive 3 odlišné přístupy
- MKA Ia - vychází z modifikované MKA přehrady Ridracoli (TUKP, EQI)
- princip hodnocení
dopadů aktivit
variant na ŽP



- MKA Ib a MKA II (a,b,c)
 - formalizované hodnocení dílčích hledisek či kritérií

MKA IA - ZÁKLADNÍ MYŠLENKA

Environmental Quality Index – EQI; TUKP

Složky a faktory životního prostředí (celkem 36 faktorů)

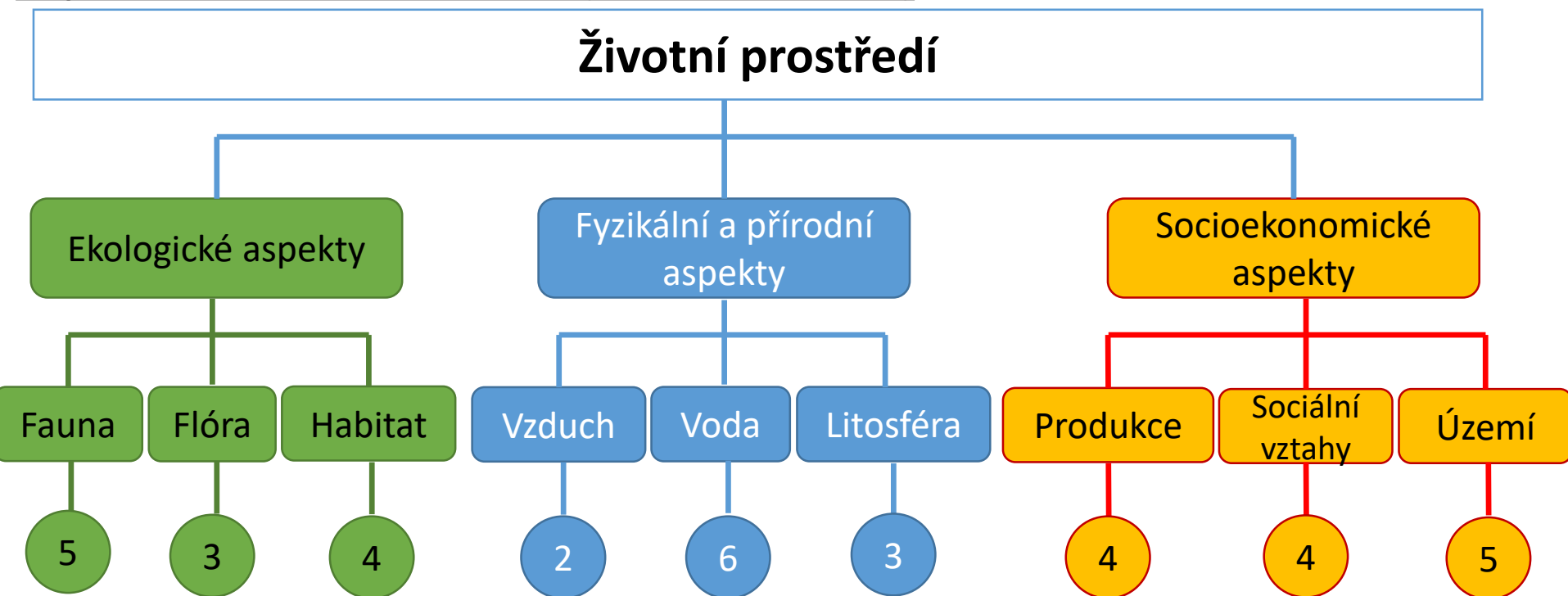
1 – Životní prostředí

2 – 3 hlediska/aspekty (ekologické, fyzikální a přírodní, socioekonomické)

3– 9 složek (fauna, flora, habitat, litosféra, vzduch, voda, produkce, soc. vztahy, území)

4 – 36 faktorů

Implementační a řídicí činnosti (celkem 21 aktivit)



MKA IA. - POSTUP HODNOCENÍ

1. Určení aktivit spojených s realizací posuzovaných variant
2. Stanovení ovlivňovaných faktorů životního prostředí
3. Stanovení vah složek ŽP a faktorů uvnitř složek
4. Kvantifikace ovlivnění faktorů aktivitami
 - prognostická dimenze – fenomenologická projekce předpovědi (kombinace empirické a teoretické)
5. Výpočet EQI – porovnání hodnot mezi variantami

Motivace k modifikaci počtu aktivit a faktorů

- rozsah posuzovaného VD
- časová náročnost vs. podrobnost podkladů (úroveň detailu)
- větší počet posuzovaných variant

STANOVENÍ VAH SLOŽEK ŽP

Saatyho metoda (kvantitativní párové porovnání - AHP) – **názory respondentů (21 institucí)**

Saatyho matice $S_{ij} = (s_{ij})$ – reciproká ($s_{ii} = 1$; $s_{ji} = 1/s_{ij}$)

Výsledné váhy složek

$$w_i = \frac{\left[\prod_{j=1}^k s_{ij} \right]^{1/k}}{\sum_{i=1}^k \left[\prod_{j=1}^k s_{ij} \right]^{1/k}} \quad (\text{minimalizace kvadratické formy – nejmenší}$$

logaritmické čtverce; v konsistentní matici je shodná s vlastním číslem)

Index konsistence

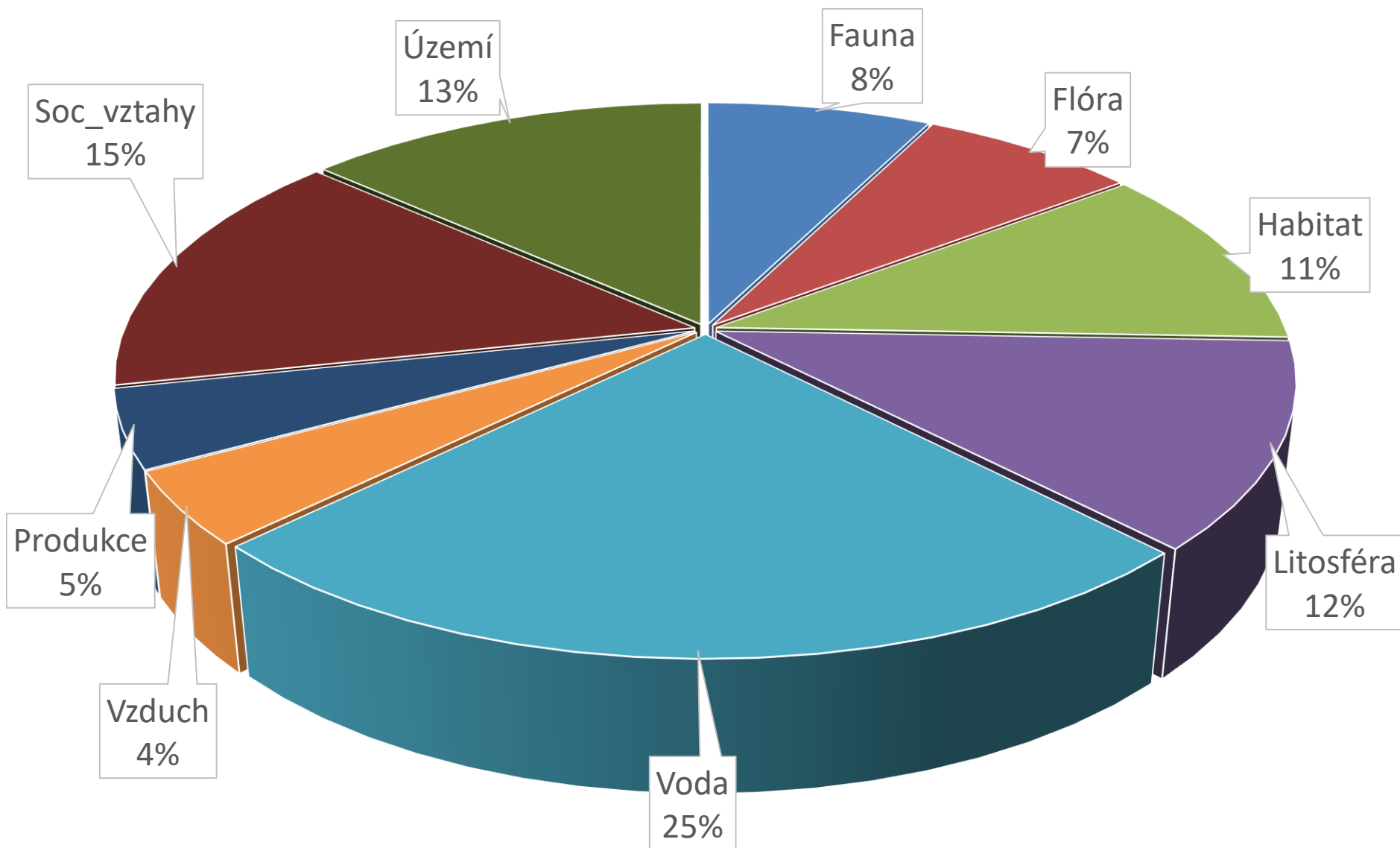
$$CI = \frac{\lambda_{max} - k}{k - 1}$$

Míra konsistence

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Významnost / převaha	Známka / hodnocení
shodné – složky mají shodnou důležitost	1
mírně převažující	3
převažující	5
významné	7
velmi výrazně převyšující	9

ROZDĚLENÍ VAH SLOŽEK ŽP





HODNOCENÍ DOPADŮ AKTIVIT NA FAKTORY

Původní hodnocení dopadů D_{af} :

- velmi negativní dopad -50% až -100% (-0,5 až -1)
- negativní dopad -0% až -50% (0 až -0,5)
- neutrální dopad 0
- pozitivní dopad +0% až +50% (0 až 0,5)
- velmi pozitivní dopad +50% až +100% (0,5 až 1)

S ohledem na úroveň detailu podkladů a možností stanovení ovlivnění použita nelineární škála

Dopad aktivity na příslušný faktor prostředí	Hodnotící škála	Převod na procenta
extrémně pozitivní dopad regionálního a trvalého charakteru	5	100
velmi pozitivní dopad trvalého charakteru	4	60
pozitivní dopad trvalého charakteru	3	40
velmi pozitivní dopad krátkodobý / dočasný	2	25
pozitivní dopad krátkodobý / dočasný	1	10
neutrální dopad / nemá vliv na daný faktor	0	0
negativní dopad krátkodobý / dočasný	-1	-10
velmi negativní dopad krátkodobý / dočasný	-2	-25
negativní dopad trvalého charakteru	-3	-40
velmi negativní dopad trvalého charakteru	-4	-60
extrémně negativní dopad regionálního a trvalého charakteru	-5	-100

Faktory životního prostředí dle složek

Fauna

- savci
- ryby
- další (ptáci, plazi, hmyz)
- zvláštní druhy (zooplankton, mikro druhy)
- vzácné a ohrožené druhy

Flóra

- lesní a luční porosty, háje
- zvláštní druhy (fytoplankton, mikroflóra)
- vzácné a ohrožené druhy

Habitat

- migrační prostupnost toku
- druhová diverzita
- potravní řetězec

• Litosféra

- transport sedimentů a erozní stabilita toku
- stabilita povrchových útvarů dotčeného území
- zatopení a zamokření území

• Vzduch

- zápach
- viditelnost (mlhy)

• Voda

- fyzikální vlastnosti vody v toku / nádrži
- chemické vlastnosti vody v toku / nádrži
- biologické vlastnosti vody v toku / nádrži
- hladiny podzemních vod pod vodním dílem
- hladiny podzemních vod v okolí nádrže
- průtoky v toku

• Produkce

- zemědělství
- služby
- turistika a cestovní ruch
- průmysl a energetika

• Sociální vztahy

- ochrana před povodněmi
- veřejné mínění (souhlas veřejnosti)
- zaměstnanost
- rekreace a volný čas

• Území

- zásoba vody v území
- rozvoj území pod vodním dílem
- územní ochrana v dotčené oblasti
- rizika v území
- infrastruktura

VÝPOČET EQI

$$EQI_{V?} = \sum_{i=1}^9 S_i$$

$$\sum_{i=1}^9 W_{S_i} = 1; \sum_{f=1}^n w_f = 1$$

$$S_i = 1000 \cdot W_{S_i} \left(1 + \sum_{f=1, a=1}^{n, 21} w_f D_{af} \right)$$

$$EQI_{V1} = 1000$$

Pořadí variant dle EQI

MKA IB, MKA II (A,B,C) ZÁKLADNÍ MYŠLENKA

Posuzují se pouze varianty s VD (V2 – V6)

Stanovení vah kritérií K1 – K7 (w_i) respondenty různými přístupy

- **K1 Vodohospodářská hlediska**
- **K2 Technické řešení**
- **K3 Životní prostředí**
- **K4 Provozní hledisko**
- **K5 Ekonomická efektivnost**
- **K6 Další aspekty**
- **K7 Rozsah kompenzací a úprav**

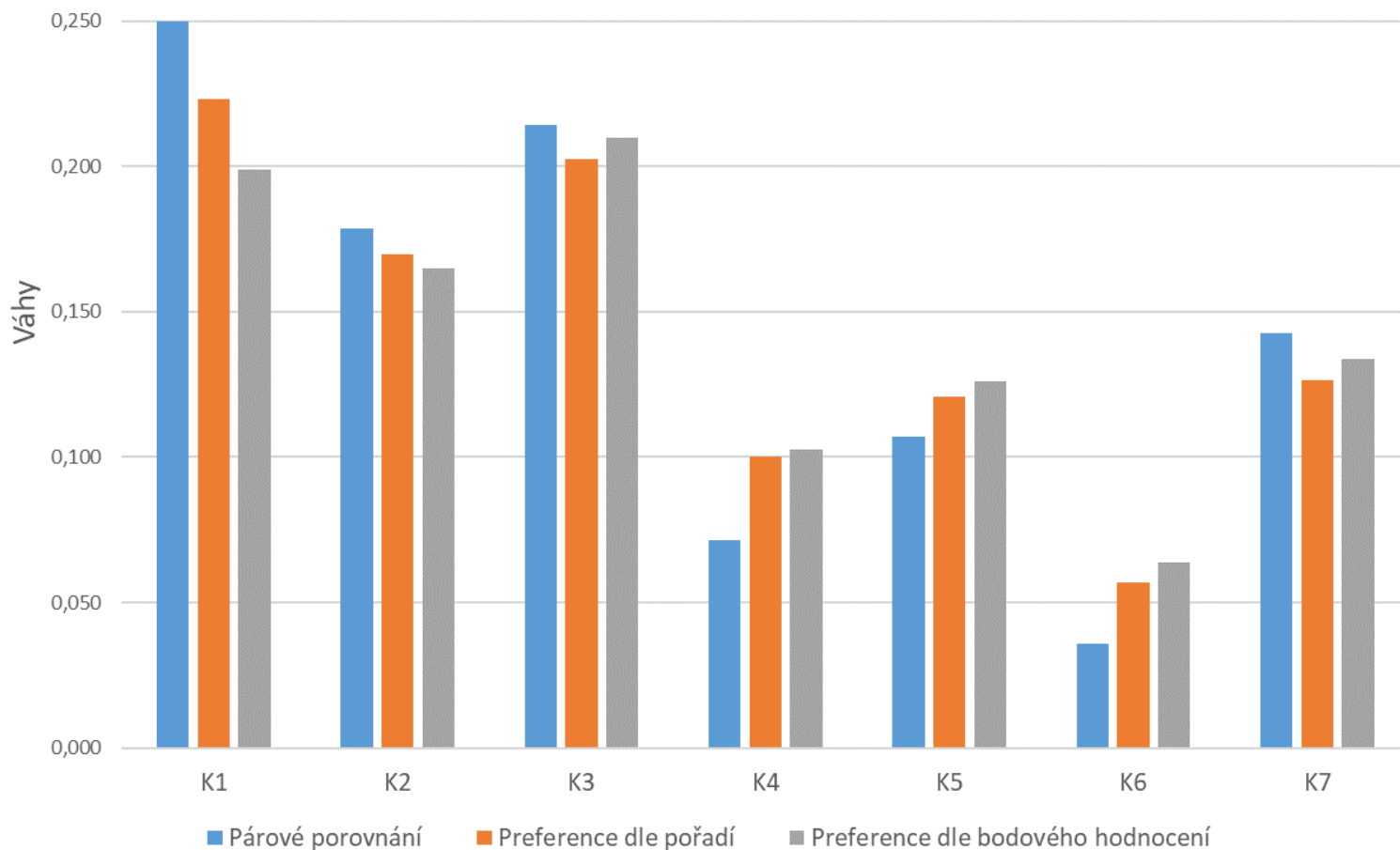
MKA Ib - pořadí variant (p) dle detailních kritérií (37)

- od nejvýhodnější / nejvhodnější varianty k nejméně výhodné
- při shodě průměrné pořadí

MKA II (a,b,c) - pořadí variant (p) dle detailních

- formalizované hodnocení v dílčích hlediskách jednotlivých kritérií (27)
 - 1 zcela záporné hodnocení
 - 3 neutrální hodnocení
 - 5 velmi kladné hodnocení

- ***K1 Vodohospodářská hlediska***
- ***K2 Technické řešení***
- ***K3 Životní prostředí***
- ***K4 Provozní hledisko***
- ***K5 Ekonomická efektivnost***
- ***K6 Další aspekty***
- ***K7 Rozsah kompenzací a úprav***



VÝSLEDKY MKA

- Pořadí variant dle zvolené metodiky

Metoda	Varianta					
	V1	V2	V3	V4	V5	V6
MKA Ia	2	5	3	1	4	6
MKA Ia (bez V1)	-----	4	2	1	3	5
MKA Ib	-----	5	1	2	3	4
MKA II	-----	5	2	1	3	4

V1 - nulová varianta, tj. bez vodního díla	V4 - Boční víceúčelová vodní nádrž
V2 - Boční suchá nádrž	V5 - Průtočná suchá nádrž
V3 - Boční SN s manipulovatelným objektem	V6 - Průtočná víceúčelová vodní nádrž

- nejlépe** hodnocena varianta V4 – **boční víceúčelová nádrž**
- nejhůře** hodnocené varanty V2 (**boční suchá nádrž bez ovladatelného vtokového objektu**) a V6 (**průtočná víceúčelová nádrž**)

ZÁVĚRY MKA

- doporučení vhodné varianty pro další přípravu
- doporučení pro projekční přípravu vybrané varianty
 - vychází z oblastí, kde varianta byla hodnocena negativně nebo je zde významná nejistota v podkladech

ZÁVĚRY

- unikátní multikriteriální analýza
 - množství podkladů
 - prozkoumanost území
 - úroveň detailu projektových podkladů
 - množství variant
 - parametry VD
- formalizovaná analýza nedostatků a přínosů variant
 - rozhodovací proces - objektivizace
 - optimalizace finální varianty
- stanovení vah kritérií
 - dostatečný počet a odborný přesah