



Power  
System  
Consulting, s.r.o



EGÚ  
Brno, a.s.



TPA  
AUDIT, s.r.o.

**SPOLOČNÁ ANALÝZA NÁKLADOV A PRÍNOSOV PRE ÚČELY STANOVENIA  
HRANIČNÝCH HODNÔT PRETOKOV JALOVÉHO ELEKTRICKÉHO VÝKONU  
Z DISTRIBUČNÝCH SÚSTAV DO PRENOSOVEJ SÚSTAVY VZŤAHUJÚCICH SA NA ČASŤ  
VYMEDZENÉHO ÚZEMIA**

Manažérske zhrnutie

Číslo zmluvy Objednávateľa: 2023-0158-1172510

Číslo zmluvy Zhotoviteľa: 2023/05/01

Bratislava, október 2023



Power  
System  
Consulting, s.r.o



EGÚ  
Brno, a.s.



TPA  
AUDIT, s.r.o.

**SPOLOČNÁ ANALÝZA NÁKLADOV A PRÍNOSOV PRE ÚČELY STANOVENIA  
HRANIČNÝCH HODNÔT PRETOKOV JALOVÉHO ELEKTRICKÉHO VÝKONU  
Z DISTRIBUČNÝCH SÚSTAV DO PRENOSOVEJ SÚSTAVY VZŤAHUJÚCICH SA NA ČASŤ  
VYMEDZENÉHO ÚZEMIA**

Manažérske zhrnutie

Číslo zmluvy Objednávateľa: 2023-0158-1172510

Číslo zmluvy Zhotoviteľa: 2023/05/01

Objednávateľ:

Obchodné meno: **Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a. s.**

so sídlom: Mlynské nivy 59/A, 824 84 Bratislava 26

IČO: 35829141

DIČ: 2020261342

IČ DPH: SK2020261342

Spoločnosť je zapísaná v Obchodnom registri Mestského súdu Bratislava III, oddiel: Sa, vložka č. 2906/B

Zhotoviteľ:

Obchodné meno: **Power System Consulting, s. r. o.**

so sídlom: Pri zvonici 13, 821 04 Bratislava

IČO: 47090961

DIČ: 2023734405

IČ DPH: SK2023734405

Spoločnosť je zapísaná v Obchodnom registri Mestského súdu Bratislava III, oddiel: Sro, vložka č. 88341/B.

Analýza bola spracovaná v spolupráci so spoločnosťami: **EGÚ Brno, a.s.** a **TPA AUDIT, s.r.o.**

Bratislava, október 2023

## Obsah

Zoznam symbolov a skratiek.....	4
1 Zameranie projektu .....	5
1.1 Súčasný stav kompenzácie jalového výkonu v ES, pretokov Q a napäťových problémov v PS 5	
2 Metodika výpočtu hraničných hodnôt pretokov Q z DS do PS.....	6
3 Varianty kompenzácie jalových výkonov pre CBA.....	7
3.1 Existujúce tlmivky k 2022, pripravované nové k 2027 a ďalší potrebný kompenzačný výkon k 2027 .....	8
3.2 Varianty kompenzácie Q podľa zadania a konkrétne zostavy KP.....	9
3.2.1 Varianty KP k 2027 pre CBA.....	9
4 Kvantifikácia ekonomických vplyvov .....	10
4.1 Prístup ku kvantifikácii ekonomických vplyvov .....	10
4.2 Analýza nákladov .....	10
4.2.1 Investičné náklady (CAPEX) pre jednotlivé varianty kompenzácie .....	11
4.2.2 Prevádzkové náklady (OPEX) pre jednotlivé varianty kompenzácie .....	11
4.3 Analýza prínosov .....	13
5 Analýza nákladov a prínosov – princípy, výsledky a odporúčania.....	14
5.1 Výsledky CBA a zhodnotenie analyzovaných variantov .....	14
5.1.1 Porovnanie a zhodnotenie všetkých variantov 1A až 5B .....	14
5.1.2 Porovnanie a zhodnotenie ekonomicky výhodných variantov .....	16
6 Záverečné zhrnutie riešiteľov .....	17

## Zoznam symbolov a skratiek

$\cos\varphi$	–	účinník
CAPEX	–	investičné náklady
CBA	–	Cost-Benefit Analysis – analýza nákladov a prínosov
DCC	–	Nariadenie Komisie (EÚ) 2016/1388, ktorým sa stanovuje sieťový predpis pre pripojenie odberateľov do elektrizačnej sústavy
DS	–	distribučná sústava
ES	–	elektrizačná sústava
ES SR	–	elektrizačná sústava Slovenskej republiky
ESt	–	elektrická stanica
I	–	prúd
KP	–	kompenzačný prostriedok
KPR	–	kapacita pripojenia
NN	–	nízke napätie
NPpS	–	nefrekvenčné podporné služby
N	–	úplný prevádzkový stav – plné zapojenie prenosovej sústavy
N-1	–	stav s výpadkom (poruchou) jedného prvku prenosovej sústavy
N-1-1	–	stav s údržbou jedného prvku spolu s výpadkom (poruchou) jedného prvku prenosovej sústavy
OPEX	–	prevádzkové náklady
P	–	činný výkon
PpS	–	podporná služba
PDS	–	prevádzkovateľ distribučnej sústavy
PPS	–	prevádzkovateľ prenosovej sústavy
PRDS	–	prevádzkovateľ regionálnej distribučnej sústavy
PS	–	prenosová sústava
Rz	–	rozvodňa
Q	–	jalový výkon
RDS	–	regionálna distribučná sústava
S	–	zdanlivý výkon
SEPS	–	Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s.
SSD	–	Stredoslovenská distribučná, a.s.
SR	–	Slovenská republika
TL	–	tlmivka
TP	–	technické podmienky
TPPPS	–	technické podmienky prevádzkovateľa prenosovej sústavy
TR	–	transformátor
U	–	napätie
$U_{max}$	–	maximálne dovolené prevádzkové napätie
U/Q	–	problematika napätia a jalového výkonu (všeobecne)
UO	–	uzlová oblasť 110 kV
ÚRSO	–	Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
VN	–	vysoké napätie
VSD	–	Východoslovenská distribučná, a.s.
VVN	–	veľmi vysoké napätie
WACC	–	Weighted Average Cost of Capital - vážený priemer nákladov na kapitál
ZSD	–	Západoslovenská distribučná, a.s.
$\Delta P$	–	straty činného výkonu
$\Delta Q$	–	straty jalového výkonu

znamienková konvencia: + tok výkonu z PS do DS; - tok výkonu z DS do PS

# 1 Zameranie projektu

Za hlavné ciele riešenia projektu „Spoločnej analýzy nákladov a prínosov pre účely stanovenia hraničných hodnôt pretokov jalového elektrického výkonu z distribučných sústav do prenosovej sústavy vzťahujúcich sa na časť vymedzeného územia“ sa považuje:

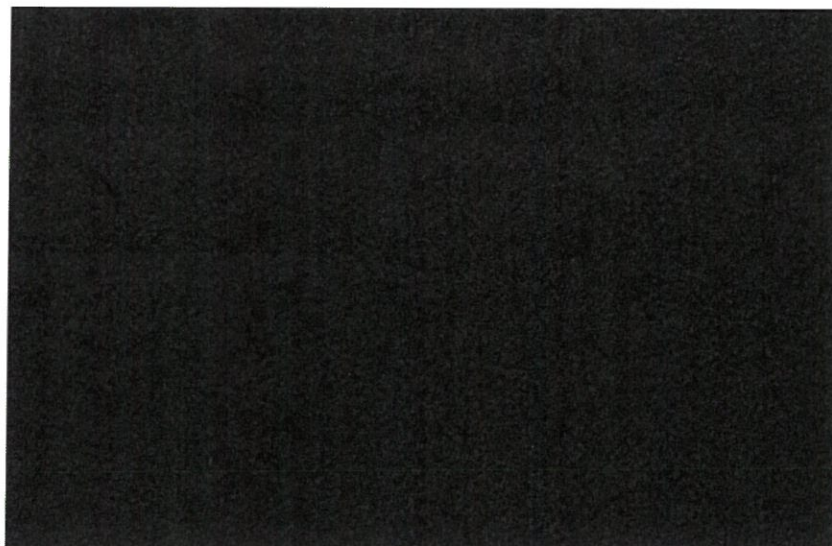
1. Navrhnuť metodiku pre stanovenie celkových hraničných hodnôt pretokov Q z DS do PS pre jednotlivé RDS.
2. Vykonať výpočty ustálených stavov sietí pre roky 2022 a 2027 a dokladovať pomery v PS a DS 110 kV v rámci ES SR.
3. Analyzovať rok 2022 z hľadiska splnenia podmienok prevádzky ES SR a hraničných pretokov Q z DS do PS.
4. Analyzovať rok 2027 s predpokladaným rozvojom sústavy a kompenzačných prostriedkov s cieľom stanoviť konkrétne hraničné pretoky Q z DS do PS.
5. Jednoznačne kvantifikovať hraničné hodnoty pretokov pre bezporuchové stavy (stav N), stavy s jednou poruchou (stav N-1), a vybrané údržbové stavy s jednou poruchou (stav N-1-1).
6. Odporučiť variantný rozvoj ďalšej kompenzácie Q (nad predpokladaný rozvoj KP v PS a DS).
7. Kvantifikovať ekonomické náklady a prínosy jednotlivých variantov rozvoja KP podľa dohodnutej metodiky.
8. Spracovať ekonomickú analýzu prínosov a nákladov ďalšieho rozvoja kompenzácie pre viacero variantov rozvoja KP (CBA).
9. Navrhnuť ekonomicky najvýhodnejší variant kompenzácie Q pre rok 2027.

Pri vlastnom riešení sa postupovalo:

- prioritne podľa podrobne špecifikovaného zadania projektu, spoločne pripraveného zadávateľmi projektu,
- podľa upresnenia, rozpracovania a odporúčaní z kontrolných dní a rokovaní pracovnej skupiny projektu (SEPS, ZSD, SSD, VSD, riešitelia, URSO)

## 1.1 Súčasný stav kompenzácie jalového výkonu v ES, pretokov Q a napätových problémov v PS

V súčasnosti je inštalovaný výkon kompenzačných tlmiviek, ktoré prevádzkuje PPS rovný  $Q_{TL} = 1275$  MVAR, čo predstavuje cca 86 % nabíjacieho výkonu vedení 400 a 220 kV v PS. Tento kompenzačný výkon je plne postačujúci, aby spolu s výrobnými zariadeniami pripojenými do PS kompenzoval jalový výkon nezaťažených vedení v PS. Aj napriek tomu dochádza k stavom, keď PPS nie je schopný skompenzovať jalový výkon v PS z dôvodu pretrvávajúceho zvyšovania pretokov jalového výkonu z DS do PS a dochádza k prekročovaniu maximálnej dovolenej hodnoty napätia v PS nad 420 kV resp. 242 kV, čím je výrazne ohrozená bezpečná a spoľahlivá prevádzka nielen PS SR, ale celej ES SR. Bilancie tokov činného a jalového výkonu za rok 2022 na odovzdávacích miestach PS/DS sú na Obr. 1.1. Z uvedeného priebehu je vidieť, že počas celého roku 2022 bol v bilancii za všetky RDS jalový výkon dodávaný do PS. Rovnako v oblasti pretokov jalových výkonov dochádza k neplneniu podmienok medzinárodnej spolupráce pri prevádzke prepojených európskych prenosových sústav.



Obr. 1.1 Priebeh bilancií tokov činných a jalových výkonov na odovzdávacích miestach PS/DS za rok 2022

Tab. 1.1 Maximálne napätia v rozvodniach 400 a 220 kV a početnosti napätí nad  $U_{max}$  za rok 2022 (15.min)

Rozvodňa 400 kV	Maximum U [kV]	Počet U nad 420 kV	Početnosť U v rozsahu (420; 422>	Početnosť U v rozsahu (422; 424>	Početnosť U v rozsahu (424; 426>	Početnosť U v rozsahu (426; 428>	Početnosť U v rozsahu (428; 430>
Varín							
L. Mara							
S. N. Ves							
Moldava							
Levice							
H. Ždaňa							
Bošáca							
Križovany							
P. Biskupice							
Gabčíkovo VE							
Bystričany							
EBO R3							
Č. Váh							
Medzibrod							
Malženice							
Rozvodňa 220 kV	Maximum U [kV]	Počet U nad 242 kV	Početnosť U v rozsahu (242; 244>	Početnosť U v rozsahu (244; 246>	Početnosť U v rozsahu (246; 248>	Početnosť U v rozsahu (248; 250>	Početnosť U v rozsahu (250; 252>
Lemešany							
P. Bystrica							
EVO1							

Poznámka: uvádzané sú Rz, v ktorých bol výskyt U nad  $U_{max}$  viac ako 10x za rok 2022

## 2 Metodika výpočtu hraničných hodnôt pretokov Q z DS do PS

Navrhnutá metodika výpočtu hraničných hodnôt slúži na výpočet resp. stanovenie hraničnej hodnoty pretokov Q z DS do PS za jednotlivé RDS, pri ktorých sa prevádzka PS nachádza v akceptovateľných medziach t.j. nie sú prekračované maximálne dovolené napätia pre sústavu 400 kV (hodnota  $U_{max} = 420$  kV), pre sústavu 220 kV (hodnota  $U_{max} = 242$  kV) a pretoky Q do zahraničných ES sú na vedeniach 400 kV pod hodnotou  $Q = 100$  MVar a na vedeniach 220 kV pod hodnotou  $Q = 50$  MVar (toky Q sú merané v elektrickej stanici zahraničného partnera).

Metodika je zameraná hlavne na pesimistické (ale veľmi pravdepodobné) prevádzkové stavy z hľadiska U/Q v ES a dokumentovateľné technické predpoklady. Metodika nerieši čas trvania ani frekvenciu výskytu týchto stavov, ide o hraničné stavy, ktoré sústava musí byť (mala by byť) schopná prekonať.

V metodike je použitý lokálny prístup – charakteristika:

- Opatrenia pre zníženie pretokov Q z DS do PS sa hľadajú len/hlavne v technicky blízkom okolí miest v PS, kde sú prekračované dovolené hodnoty napätí.
- Tieto opatrenia sú cielené, efektívne a súčet potrebných KP pre zníženie pretokov za celú ES SR je zrejme nižší (ako pri celosieťovom prístupe).
- Opatrenia sa neuplatňujú v oblastiach, kde nie sú problémy s napätím v PS.

Simulácia znížovania pretokov sa robí prijímaním opatrení (inštaláciou KP) na úrovni 110 kV priamo v elektrických staniách PS/DS, kde je problém s napätím v PS a v okolitých elektrických staniách vzdialených „cez jedno vedenie PS“ alebo cez jeden transformátor 400/220 kV. V prípade uzlových oblastí napájaných z viacerých transformátorov PS/DS, pričom v PS sú tieto transformátory umiestnené v rôznych elektrických staniách, simulácia zníženia pretoku sa realizuje len v tej elektrickej stanici (na sekundárnej strane transformátora), ktorá je vybratá z podmienky zvýšeného napätia v PS a v Est vzdialených o jedno vedenie resp. jeden transformátor 400/220 kV.

Odsúhlasená metodika výpočtu hraničných hodnôt pretokov Q z DS do PS reflektuje:

- konkrétne preverované opatrenia U/Q sú len v topologicky blízkom okolí „problematických“ miest v PS,
- nie sú realizované opatrenia vedúce k vytváraniu rezerv pre U/Q v celej PS (resp. u všetkých RDS),
- regionálny prístup k opatreniam bude smerovať k minimalizácii rozsahu KP,
- zadávatelia (SEPS, ZSD, SSD, VSD) akceptujú metodický prístup, v dôsledku čoho dôjde k väčším výsledným rozdielom medzi spočítanými hraničnými pretokmi Q medzi jednotlivými RDS,
- zadávatelia akceptujú ako prijateľný stav situáciu, kedy v oblastiach s veľkými zdrojmi vyvedenými do PS (napr. JE) je možné s ohľadom na hranicu maximálneho napätia v PS (pod 420 kV) trvalo vysoký a ďalej rastúci pretok Q z DS.

### 3 Varianty kompenzácie jalových výkonov pre CBA

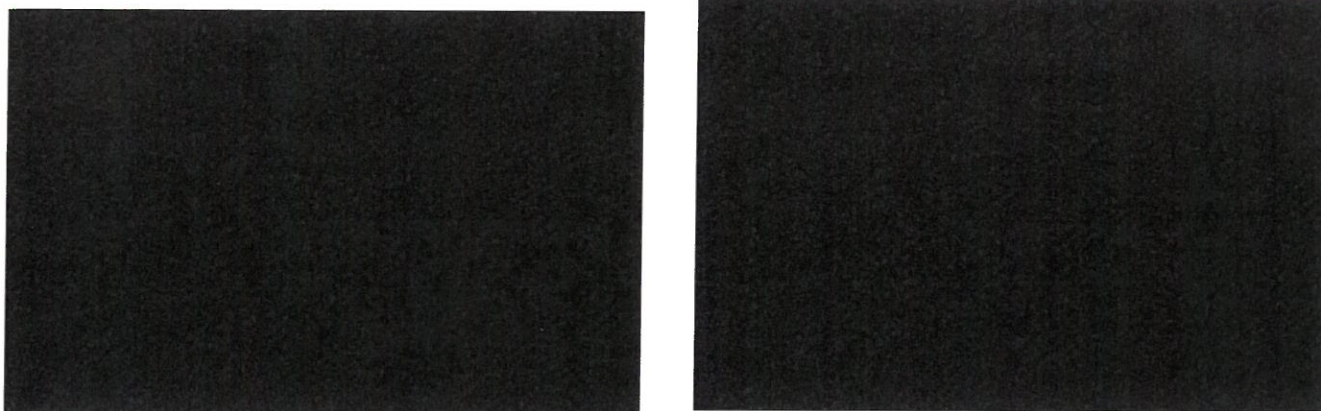
Technická časť riešenia je stanoviť zostavu variantov ďalších kompenzačných prostriedkov jalového výkonu nad rámec pripravovaných k roku 2027. Sumárny objem týchto prostriedkov nadväzuje na spočítaný prídavný kompenzačný výkon podľa analýz, smerovanie nových KP je orientované podľa zadania ako do prenosovej, tak do distribučnej sústavy.

Typové tlmivky do prenosovej sústavy (do terciárov transformátorov 400/110 kV a priamo do napäťovej hladiny 400 kV) boli zadané od SEPS. Typové väčšie tlmivky do DS (110 kV, 22 kV) boli zadané od PRDS. Menšie tlmivky do DS u užívateľov (do 22 kV a do 0,4 kV s výkonom do 1 MVar) boli odporúčané od riešiteľov.

Pre výsledné analýzy bola použitá odsúhlasená jedna zostava parametrov podľa Tab. 3.1.

Tab. 3.1 Použité typové tlmivky pre zostavy variantov a CBA

Umiestnenie	Typ	Vyhotovenie	U <sub>n</sub> [kV]	Q <sub>n</sub> [MVar]	CAPEX [EUR]	Údržba % z CAPEX	Údržba [EUR/rok]	ΔP TL % z Q <sub>n</sub>
PS	TL	suchá, terciár TR.	33	<b>2x45</b>				
PS	TL	olejová	400	<b>100</b>				
PS	TL	olejová regulovateľná	400	<b>120</b>				
DS	TL							
DS	TL							
DS	TL							
DS	TL							
DS	TL							
DS	TL							



Obr. 3.1 Investičné a prevádzkové náklady typových KP použitých pre CBA

### 3.1 Existujúce tlmivky k 2022, pripravované nové k 2027 a ďalší potrebný kompenzačný výkon k 2027

Predložené riešenie ďalšieho potrebného kompenzačného výkonu pre rok 2027 nadväzuje na súčasný stav inštalovaných KP a ich pripravovaný rozvoj k roku 2027.

Za súčasný stav je považovaný stav z konca roku 2022:

- všetky kompenzačné prostriedky Q v ES SR sú len v PS – inštalovaný výkon tlmiviek je 1 275 MVar,
- v súčasnosti (stav k 27.12.2022) nie sú inštalované žiadne KP v distribučných spoločnostiach (PRDS).

Do roku 2027 je podľa poskytnutých informácií od zadávateľov pripravované:

- v prenosovej sústave: inštalácia nových tlmiviek s výkonom 465 MVar v terciároch TR PS/DS a odstavenie starej 165 MVar tlmivky v Est V. Kapušany, v PS pribudne do roku 2027 celkom 300 MVar v KP,
- v distribučných sústavách: je pripravovaných celkom [redacted] v KP, prevažne priamo na napäťovej hladine 110 kV.

Tab. 3.2 Sumárny inštalovaný výkon KP Q v ES SR v 2022 a predpoklad k 2027

Prevádzkovateľ	2022	2027	zmena	Poznámka
SEPS	1 275	1 575	300	ubudne 165 MVar Veľké Kapušany, pribudne $\Sigma$ 465 MVar
ZSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
SSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
VSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
<b>Spolu</b>	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Navrhované nové tlmivky majú za cieľ naplniť požiadavky prídavného kompenzačného výkonu podľa Tab. 3.3. Ak podľa zámerov SEPS a PRDS má od roku 2022 do 2027 pribudnúť ďalších [redacted] MVar v nových tlmivkách, potom je v nadväznosti na metodiku a výpočty potrebné inštalovať ešte prídavných [redacted] MVar.

Tab. 3.3 Potrebný prídavný kompenzačný výkon pre jednotlivé RDS podľa výpočtov k roku 2027

Oblasť siete	rok 2022			rok 2027		
	Stav N	Stav N-1	Stav N-1-1	Stav N	Stav N-1	Stav N-1-1 (na tento prídavný výkon KP sa nastavujú varianty ďalších KP 1-16)
ZSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
SSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
VSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
<b>Spolu</b>	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]



## 3.2 Varianty kompenzácie Q podľa zadania a konkrétne zostavy KP

Podľa zadania je potrebné riešiť 5 scenárov rozvoja kompenzačných prostriedkov pre prídavný kompenzačný výkon:

- len na úrovni PS,
- len na úrovni RDS,
- na úrovni PS a RDS,
- len na úrovni užívateľov RDS,
- kombinácia vyššie uvedených.

### 3.2.1 Varianty KP k 2027 pre CBA

Navrhnuté, odsúhlasené a preverované varianty KP pre CBA v členení na opatrenia v PS (CBA1), v DS (CBA2), kombinácii v PS a DS (CBA3), u užívateľov (CBA4) a kombinácia opatrení (CBA5) v členení na celkových 16 preverovaných variantov je uvedená v Tab. 3.4.

Tab. 3.4 Dohodnuté preverované varianty pre CBA – prehľad a ekonomické podklady

	Opatrenia k UQ na úrovni PS		Typ, vyhotovenie KP	výber $Q_n$ [MVar]	CAPEX	OPEX
	CBA 1	1A	KP do terciárov TR 400/110 kV	TL suché, neregulovateľné	45 MVar	
1B		KP do terciárov TR (50%) + KP priamo do 400 kV (50%)	TL suché + olejové, neregulovateľné	45 a 100 MVar		podľa SEPS
1C		KP len priamo do 400 kV	TL olejové, neregulovateľné	100 MVar		podľa SEPS
1D		regulovateľné KP len priamo do 400 kV	TL olejové, regulovateľné	60 – 120 MVar		podľa SEPS
CBA 2	Opatrenia k UQ na úrovni DS		Typ, vyhotovenie KP	výber $Q_n$ [MVar]	CAPEX	OPEX
	2A	KP do 110 kV	TL olejové, neregulovateľné			
	2B	KP do 22 kV	TL olejové, neregulovateľné			
	2C	KP do 22 kV	TL olejové, regulovateľné			
2D	Nefrekvenčné podp. Služby (NPPS) v DS a KP do 110 kV	NPPS a TL olejové, regulovateľné				
CBA 3	Kombinácia opatrení na úrovni PS + DS (CBA1 a 2)		Typ, vyhotovenie KP	výber $Q_n$ [MVar]	CAPEX	OPEX
	3A	50 % KP v PS, 50% KP v DS	výber podľa výsledkov CBA1, 2			
	3B	30 % KP v PS, 70% KP v DS	výber podľa výsledkov CBA1, 2			
	3C	70 % KP v PS, 30% KP v DS	výber podľa výsledkov CBA1, 2			
CBA 4	Opatrenia na úrovni užívateľov DS		Typ, vyhotovenie KP	výber $Q_n$ [MVar]	CAPEX	OPEX
	4A	KP na úrovni VN + NN (MOP)	NN 4kVar, VN 30 kVar			
	4B	KP na úrovni VVN + VN + NN (MOP)	NN, VN, VVN – 4, 30, 1000 kVar			
	4C	KP na úrovni NN	NN 4kVar			
CBA 5	Kombinácia opatrení CBA1, CBA2, CBA 4		Typ, vyhotovenie KP	výber $Q_n$ [MVar]	CAPEX	OPEX
	5A	33 % KP v PS, 33 % v DS, 33 % u užívateľov	výber podľa výsledkov CBA1, 2, 4			
	5B	50 % v DS, 50 % u užívateľov	výber podľa výsledkov CBA1, 2, 4			

Konkrétne zostavy tlmiviek pre varianty 1 až 16 sú uvedené v Tab. 3.5, pričom boli rešpektované predpoklady uvedené v Tab. 3.4 a veľkosť požadovaného prídavného kompenzačného výkonu v Tab. 3.3.

Tab. 3.5 Naplnenie potrebného prídavného kompenzačného výkonu vo variantoch rozvoja KP pre CBA

Vyhotovenie KP	č. var.	Umiestnenie KP	Skupina	Variant	ZSD realizácia	SSD realizácia	VSD realizácia	PRDS realizácia	Počty ZSD	Počty SSD	Počty VSD	Počty PRDS
suchá	1	V PS	CBA1	1A	1 x 45	3 x 45	2 x 45	6 x 45				
suchá, olej	2		CBA1	1B	1 x 45	1x45, 1x100	1x45, 1x100	3x45, 2x100				
olej	3		CBA1	1C	1 x 100	1 x 100	1 x 100	3 x 100				
olej regul.	4		CBA1	1D	1 x 120	1 x 120	1 x 120	3 x 120				
olej	5	V DS	CBA2	2A								
olej	6		CBA2	2B								
olej regul.	7		CBA2	2C								
	8		CBA2	2D								
	9	V PS a DS	CBA3	3A								
	10		CBA3	3B								
	11		CBA3	3C								
suchá	12	Užívateľia	CBA4	4A								
suchá	13		CBA4	4B								
suchá	14		CBA4	4C								
	15	Kombinácia	CBA5	5A								
	16		CBA5	5B								

Nefrekvenčné podporné služby (pre Var. 2D) boli uvažované vo výške █████ EUR/MVAr/rok. █████  
 █████  
 █████ . Použitá hodnota bola preto odvodená z ročných nákladov na reguláciu napätia v PS za rok 2022 a bola odsúhlasená pracovnou skupinou.

## 4 Kvantifikácia ekonomických vplyvov

### 4.1 Prístup ku kvantifikácii ekonomických vplyvov

Analýza nákladov a prínosov (CBA) nadväzuje na predchádzajúce technické rozbory a výsledky k roku 2027.

Oblasť nákladov spätých s rozvojom KP je pre kvantifikáciu ekonomických vplyvov viac uchopiteľná vyššou výpovednou hodnotou. Oblasť analýzy nákladov priamo nadväzovala na odovzdané ekonomické podklady od zadávateľov (od SEPS pre zariadenia v PS, od PRDS pre zariadenia v DS) a od riešiteľov.

**Oblasť ekonomických prínosov** spätých s rozvojom KP je pre potreby zadanej CBA nevyhnutná, avšak veľmi ťažko uchopiteľná. Po zvažovaní viacerých prístupov ako „ekonomicky“ ohodnotiť prínosy na zariadení (KP), ktoré vlastne zamedzujú prevádzke ES mimo dovolených hraníc, bol zvolený prístup, kedy sú ekonomické prínosy posudzované z hľadiska veľkosti potenciálnych škôd, ktorým sa pri použití posudzovaných KP pravdepodobne podarí zabrániť. „Prínosy“ sú vyčísľované z viacerých pohľadov (zabránenie blackoutu, predídanie zníženia životnosti zariadení, predídanie neplnenia zmluvných podmienok). Pre potreby CBA ide o ekonomickú kvantifikáciu javov, ktoré sa zatiaľ v prevádzke ES vôbec nevyskytli, nesledujú sa systematicky alebo vôbec, alebo sa môžu vyskytnúť veľmi náhodne a v značne rozdielnom rozsahu.

### 4.2 Analýza nákladov

Analýza nákladov nadväzuje priamo na odovzdané podklady od zadávateľov projektu. Nákladová časť tvorí významnejšiu časť výsledkov z CBA, hlavne z hľadiska celkovej veľkosti ďalších potrebných nákladov pre

potreby regulácie U/Q a z hľadiska vzájomného ekonomického porovnania rôznych variantov rozvoja KP (tlmiviek).

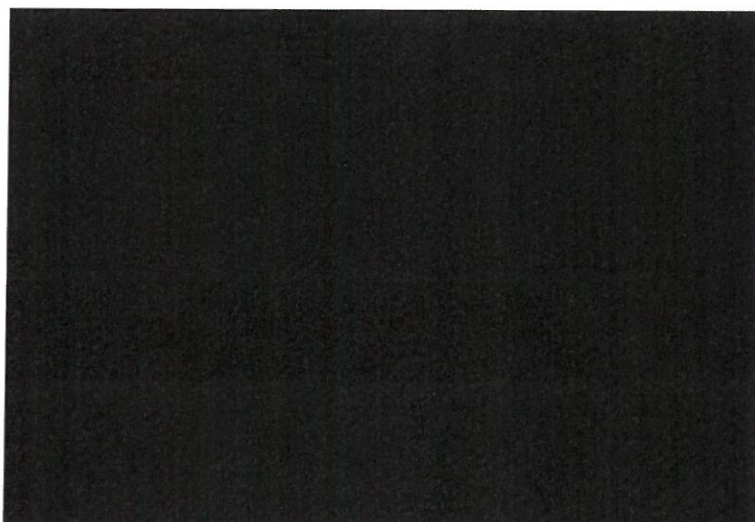
#### 4.2.1 Investičné náklady (CAPEX) pre jednotlivé varianty kompenzácie

Investičné náklady jednotlivých variantov KP pre riešenie prídavného kompenzačného výkonu k roku 2027 sú uvedené v Tab. 4.1.

Tab. 4.1 Investičné náklady (CAPEX) variantov rozvoja KP použité pre CBA

P. č.	Umiestnenie KP	Skupina	Variant	Jednot. výkon	Ako je zostava (kombinácia) KP zrealizovaná	Σ CAPEX [EUR]			
						ZSD	SSD	VSD	Σ PRDS
1	V PS	CBA1	1A	45					
2		CBA1	1B	-	50 % Q z 1A(z 45 MVar), 50 % Q z 1C (z 100MVar)				
3		CBA1	1C	100					
4		CBA1	1D	120					
5	V DS	CBA2	2A						
6		CBA2	2B						
7		CBA2	2C						
8		CBA2	2D						
9	V PS a DS	CBA3	3A						
10		CBA3	3B						
11		CBA3	3C						
12	Užívatelia	CBA4	4A						
13		CBA4	4B						
14		CBA4	4C						
15	Kombinácia	CBA5	5A						
16		CBA5	5B						

Grafické porovnanie investičných nákladov, v ktorom dominuje výrazný objem nákladov pre varianty KP u užívateľov sústavy, je uvedené na Obr. 4.1.



Obr. 4.1 Porovnanie východiskových CAPEX variantov (1-16) ďalších prídavných KP pre CBA

#### 4.2.2 Prevádzkové náklady (OPEX) pre jednotlivé varianty kompenzácie

Prevádzkové náklady jednotlivých variantov KP pre riešenie prídavného kompenzačného výkonu k roku 2027 sú uvedené v Tab. 4.2. Pozostávajú z nákladov na údržbu a nákladov na straty (podľa vyššie uvedených predpokladov).

Tab. 4.2 Prevádzkové náklady (OPEX) variantov rozvoja KP použité pre CBA

P. č.	Umiestnenie KP	Skupina	Variant	Jednot. výkon	Ako je zostava (kombinácia) KP zrealizovaná	ÚDRŽBA [EUR/rok]			
						ZSD	SSD	VSD	Σ PRDS
1	V PS	CBA1	1A	45					
2		CBA1	1B	-	50 % Q z 1A(z 45 MVar), 50 % Q z 1C (z 100MVar)				
3		CBA1	1C	100					
4		CBA1	1D	120					
5	V DS	CBA2	2A						
6		CBA2	2B						
7		CBA2	2C						
8		CBA2	2D						
9	V PS a DS	CBA3	3A						
10		CBA3	3B						
11		CBA3	3C						
12	Užívateľia	CBA4	4A						
13		CBA4	4B						
14		CBA4	4C						
15	Kombinácia	CBA5	5A						
16		CBA5	5B						

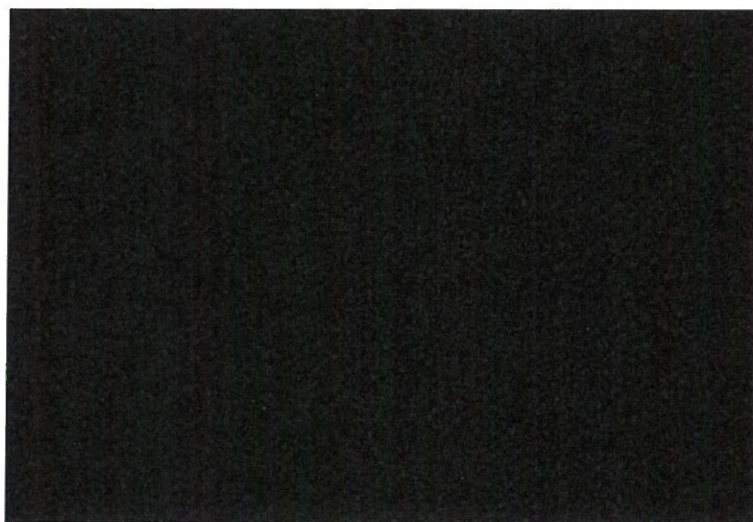
  

						Náklady na straty P za rok [EUR/rok]			
P. č.	Umiestnenie KP	Skupina	Variant	Jednot. výkon	Ako je zostava (kombinácia) KP zrealizovaná	ZSD	SSD	VSD	Σ PRDS
1	V PS	CBA1	1A	45					
2		CBA1	1B	-	50 % Q z 1A(z 45 MVar), 50 % Q z 1C (z 100MVar)				
3		CBA1	1C	100					
4		CBA1	1D	120					
5	V DS	CBA2	2A						
6		CBA2	2B						
7		CBA2	2C						
8		CBA2	2D						
9	V PS a DS	CBA3	3A						
10		CBA3	3B						
11		CBA3	3C						
12	Užívateľia	CBA4	4A						
13		CBA4	4B						
14		CBA4	4C						
15	Kombinácia	CBA5	5A						
16		CBA5	5B						

						Prevádzkové náklady Σ OPEX [EUR/rok]			
P. č.	Umiestnenie KP	Skupina	Variant	Jednot. výkon	Ako je zostava (kombinácia) KP zrealizovaná	ZSD	SSD	VSD	Σ PRDS
1	V PS	CBA1	1A	45					
2		CBA1	1B	-	50 % Q z 1A(z 45 MVar), 50 % Q z 1C (z 100MVar)				
3		CBA1	1C	100					
4		CBA1	1D	120					
5	V DS	CBA2	2A						
6		CBA2	2B						
7		CBA2	2C						
8		CBA2	2D						
9	V PS a DS	CBA3	3A						
10		CBA3	3B						
11		CBA3	3C						

12	Užívateľia	CBA4	4A
13		CBA4	4B
14		CBA4	4C
15	Kombinácia	CBA5	5A
16		CBA5	5B



Obr. 4.2 Porovnanie východiskových OPEX varianty (1-16) ďalších prídavných KP pre CBA

### 4.3 Analýza prínosov

„Prínosová“ časť je v priamej väzbe na negatívne dopady prekračovania  $U$  a  $Q$ , ktoré sa vyskytujú na zariadeniach PS. V zariadeniach DS sa zatiaľ nevyskytujú – nie sú prekračované hranice  $U_{max}$ .

Prístup k „prínosovej“ časti pre CBA bol odvodený podľa východiskového rozboru, návrhu riešiteľov a podľa diskusie v pracovnej skupine a následnej diskusie so SEPS.

**Prínosová časť** – podľa dohodnutých predpokladov na rokovaní dňa 18. 8. 2023, boli použité len „expertné odhady“ z 3 možných oblastí dopadov vysokých napätí v PS, ktoré sú navrhovanými variantnými riešeniami eliminované.

- 1) Blackouty vplyvom vysokých napätí – rozhodujúca časť „prínosov“ (riešené podľa Blackout simulátora univerzity Linz),
- 2) Zníženie životnosti transformátorov PS vplyvom napätia nad  $U_{max}$  - menšia časť „prínosov“ (podľa upresnení PPS),
- 3) Pokuty za neplnenie zmluvných podmienok  $U/Q$  voči zahraničiu - menšia časť „prínosov“ (podľa upresnenia PPS).

Oblasti v PS s potenciálnym dopadom na možnosti blackoutu a zníženie životnosti transformátorov boli stanovené podľa analýz z meraní napätí v PS pre roky 2019 a 2022.

Dopady potenciálnych blackourov v ES SR boli expertne odhadnuté v riešenom období [redacted] v intervale [redacted] až [redacted] EUR (bez uplatnenia inflácie), pričom k blackourom potenciálne modelovo dochádzalo po roku [redacted] a to na distribučnom území všetkých RDS.

Zníženie životnosti transformátorov PS/DS bolo uvažované v pásme od 2 do 5 % a len pri transformátoroch PS/DS v oblastiach, kde dochádza k prekračovaniu dovolených maximálnych hodnôt napätia v PS, východiskové náklady nadväzovali na podklady SEPS. Ekonomický dopad zníženia životnosti transformátorov PS/DS vplyvom vysokých napätí v PS bol stanovený na [redacted] – [redacted] EUR (bez vplyvu inflácie) na základe investičných nákladov na nové transformátory a aplikovania 2 % resp. 5 % zníženia životnosti. Časovo bol tento prínos zasadený do roku, kedy končí životnosť súčasných transformátorov.

Celkový rozsah (nominálnych) prínosov bol teda uvažovaný v rozsahu ■■■ až ■■■■ EUR (bez vplyvu inflácie).

## 5 Analýza nákladov a prínosov – princípy, výsledky a odporúčania

Podľa nariadenia, analýza nákladov a prínosov musí spĺňať určité vymedzené kritéria a zásady. Jedným z pravidiel je, že príslušný PPS, vlastník alebo potenciálny vlastník odberného zariadenia alebo PDS či potenciálny prevádzkovateľ musia založiť analýzu nákladov a prínosov na prístupe, odporúčanom v DCC.

Pre ekonomické vyhodnotenie variantov v rámci CBA sa zadávatelia a riešitelia zhodli na metóde výpočtu **čistej súčasnej hodnoty (NPV)**, ktorá vyjadruje celkovú súčasnú (diskontovanú) hodnotu peňažných tokov spojených s projektom. Ďalej boli použité dva doplnujúce ukazovatele:

- **miera návratnosti** (ang. Internal rate of return „IRR“), ktorá je diskontnou sadzbou, pri ktorej sa čistá súčasná hodnota všetkých peňažných tokov rovná nule a
- **diskontovaná doba návratnosti investície** (ang. Discounted payback period), ktorá referuje k dobe, za ktorú sa prínosy z investície vyrovnajú počiatočnej investícii a nákladom. V tomto modeli je tento výstup braný ako bod, v ktorom diskontované kumulatívne peňažné toky dosiahnu pozitívnu hodnotu a zachovávajú si ju až do konca investičného obdobia.

Na obmedzenie vplyvov veľkého rozptylu ekonomických parametrov boli použité dva scenáre:

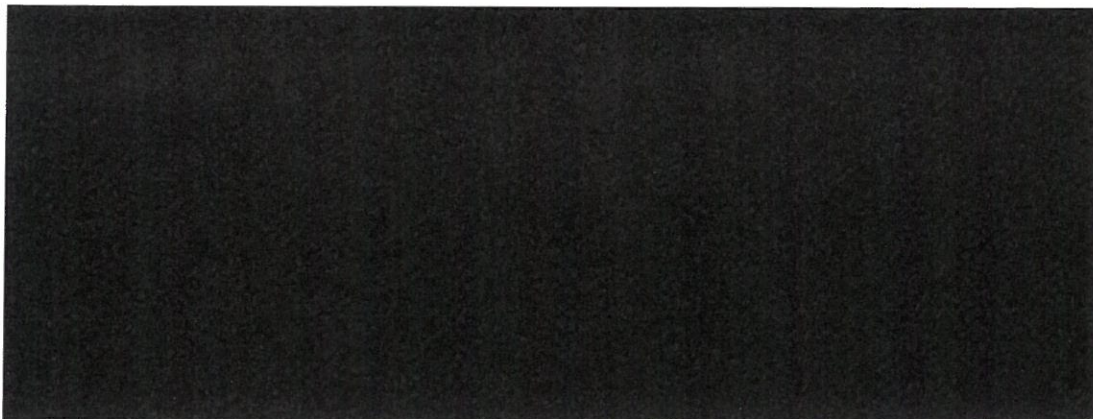
- Maximálny scenár, ktorý predstavuje „optimistickejší“ očakávaný vývoj v ekonomike SR, kedy sa ráta s vyššou mierou predikcie inflácie (projektovaná inflácia + 20 %), nižšou úrovňou WACC 4,63 % (minimálny WACC projektovaný s použitím výnosovej krivky štátnych dlhopisov SR) počas doby trvania projektu a ekonomickým prínosom vo forme eliminácie zníženia životnosti transformátorov PS/DS na území SR, vo výške 5% z obstarávacej hodnoty nového zariadenia.
- Minimálny scenár, ktorý predstavuje "opatrnejší" očakávaný vývoj v ekonomike SR kedy sa ráta s nižšou mierou predikcie inflácie (projektovaná inflácia -20%), vyššou úrovňou WACC 5,18 % (súčasný WACC určený URSO) počas doby trvania projektu a ekonomickým prínosom vo forme eliminácie zníženia životnosti transformátorov PS/DS na území SR, vo výške 2% z obstarávacej hodnoty nového zariadenia.

V rámci vyhodnocovania všetkých variantov boli použité predpoklady pre maximálny aj minimálny scenár.

### 5.1 Výsledky CBA a zhodnotenie analyzovaných variantov

#### 5.1.1 Porovnanie a zhodnotenie všetkých variantov 1A až 5B

Grafické porovnanie celkovej výšky počiatočnej investície v roku 2026 (rok 0) v miliónoch eur pre všetkých 16 porovnávaných variantov je zobrazené na Obr. 5.1.



Obr. 5.1 Celková výška počiatkovej investície (EUR) pre jednotlivé varianty

Sledované ekonomické ukazovatele CBA analyzovaných variantov sú uvedené v Tab. 5.1 až Tab. 5.4. Hodnoty NPV sú počítané pre rok investície, t.j. pre rok 2026. Doba, pre ktorú boli projektované prínosy aj náklady je [redacted] a je daná životnosťou zariadení, ktoré sú predmetom posudzovanej investície.

Tab. 5.1 Porovnanie sledovaných ekonomických ukazovateľov pre varianty 1A až 1D v oboch scenároch

Variant:	CBA 1A	CBA 1B	CBA 1C	CBA 1D
Opis variantu:	Opatrenia k U/Q na úrovni PS KP do terciárov transformátorov 400/110 kV	Opatrenia k U/Q na úrovni PS KP do terciárov TR. (50%) + KP priamo do 400 kV (50%)	Opatrenia k U/Q na úrovni PS KP len priamo do 400 kV	Opatrenia k U/Q na úrovni PS regulovateľné KP len priamo do 400 kV
<b>Výška počiatkovej investície (EUR)</b>	[redacted]			
<b>MINIMUM</b>				
NPV (EUR)	[redacted]			
Miera návratnosti investície (IRR)	[redacted]			
Doba návratnosti investície v rokoch	[redacted]			
Investícia sa vráti v roku	[redacted]			
<b>MAXIMUM</b>				
NPV (EUR)	[redacted]			
Miera návratnosti investície (IRR)	[redacted]			
Doba návratnosti investície v rokoch	[redacted]			
Investícia sa vráti v roku	[redacted]			

Tab. 5.2 Porovnanie sledovaných ekonomických ukazovateľov pre varianty 2A až 2D v oboch scenároch

Variant:	CBA 2A	CBA 2B	CBA 2C	CBA 2D
Opis variantu:	Opatrenia k U/Q na úrovni DS KP do 110 kV	Opatrenia k U/Q na úrovni DS KP do 22 kV	Opatrenia k U/Q na úrovni DS KP do 22 kV	Opatrenia k U/Q na úrovni DS Nefrekvenčné podp. služby (NPPS) v DS a KP do 110 kV
<b>Výška počiatkovej investície (EUR)</b>	[redacted]			
<b>MINIMUM</b>				
NPV (EUR)	[redacted]			
Miera návratnosti investície (IRR)	[redacted]			
Doba návratnosti investície v rokoch	[redacted]			
Investícia sa vráti v roku	[redacted]			
<b>MAXIMUM</b>				
NPV (EUR)	[redacted]			
Miera návratnosti investície (IRR)	[redacted]			
Doba návratnosti investície v rokoch	[redacted]			
Investícia sa vráti v roku	[redacted]			

Tab. 5.3 Porovnanie sledovaných ekonomických ukazovateľov pre varianty 3A až 4A v oboch scenároch

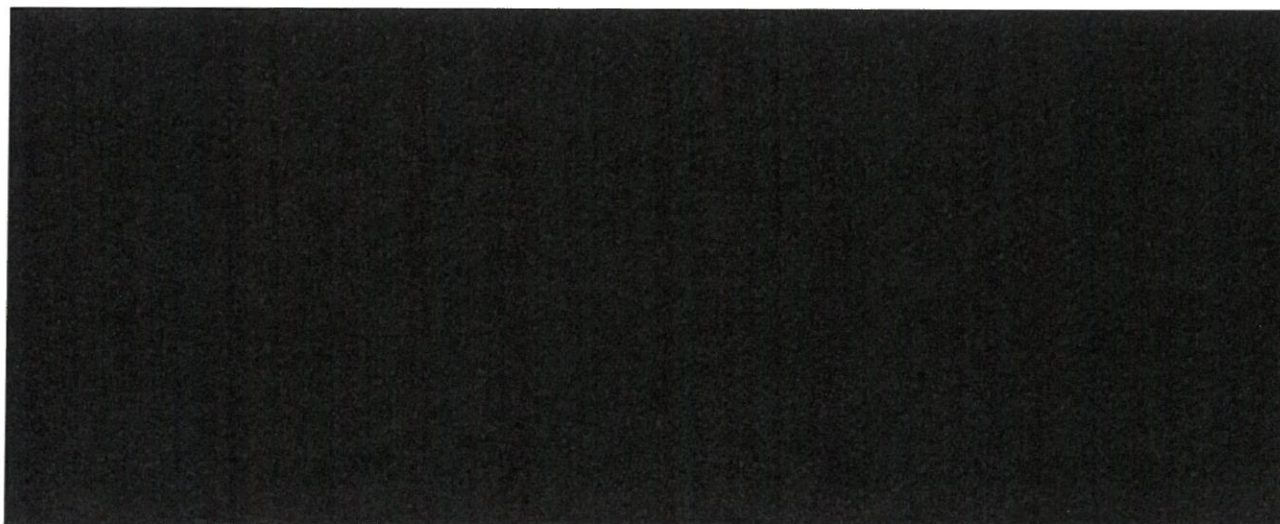
Variant:	CBA 3A	CBA 3B	CBA 3C	CBA 4A
Opis variantu:	Kombinácia opatrení na úrovni PS + DS (CBA1 a 2) 50 % KP v PS, 50% KP v DS	Kombinácia opatrenia na úrovni PS + DS (CBA1 a 2) 30 % KP v PS, 70% KP v DS	Kombinácia opatrení na úrovni PS + DS (CBA1 a 2) 70 % KP v PS, 30% KP v DS	Opatrenia na úrovni užívateľov DS KP na úrovni VN + NN (MOP)
Výška počiatočnej investície (EUR)				
<b>MINIMUM</b>				
NPV (EUR)				
Miera návratnosti investície (IRR)				
Doba návratnosti investície v rokoch				
Investícia sa vráti v roku				
<b>MAXIMUM</b>				
NPV (EUR)				
Miera návratnosti investície (IRR)				
Doba návratnosti investície v rokoch				
Investícia sa vráti v roku				

Tab. 5.4 Porovnanie sledovaných ekonomických ukazovateľov pre varianty 4B až 5B v oboch scenároch

Variant:	CBA 4B	CBA 4C	CBA 5A	CBA 5B
Opis variantu:	Opatrenia na úrovni užívateľov DS KP na úrovni VVN + VN + NN (MOP)	Opatrenia na úrovni užívateľov DS KP na úrovni NN	Kombinácia opatrení CBA1, CBA2, CBA 4 33 % KP v PS, 33 % v DS, 33 % u užívateľov	Kombinácia opatrení CBA1, CBA2, CBA5 50 % v DS, 50 % u užívateľov
Výška počiatočnej investície (EUR)				
<b>MINIMUM</b>				
NPV (EUR)				
Miera návratnosti investície (IRR)				
Doba návratnosti investície v rokoch				
Investícia sa vráti v roku				
<b>MAXIMUM</b>				
NPV (EUR)				
Miera návratnosti investície (IRR)				
Doba návratnosti investície v rokoch				
Investícia sa vráti v roku				

### 5.1.2 Porovnanie a zhodnotenie ekonomicky výhodných variantov

Na Obr. 5.2 sú zobrazené len návratné varianty podľa CBA, v porovnaní čistej súčasnej hodnoty peňažných tokov do roku [ ] s výškou počiatočnej investície v roku 2026.

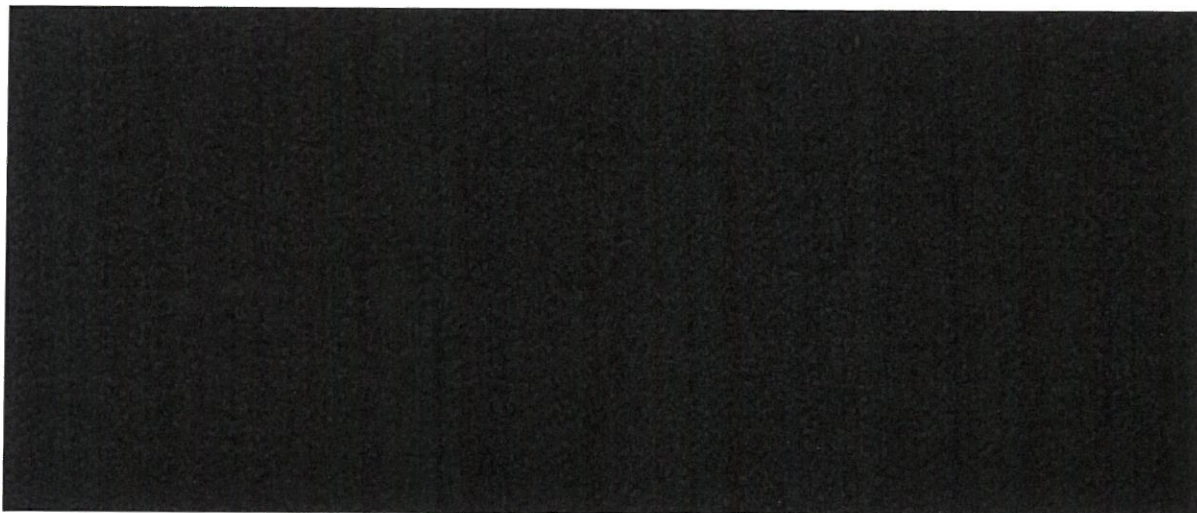


Obr. 5.2 Porovnanie návratných variantov: NPV vs. počiatočná investícia

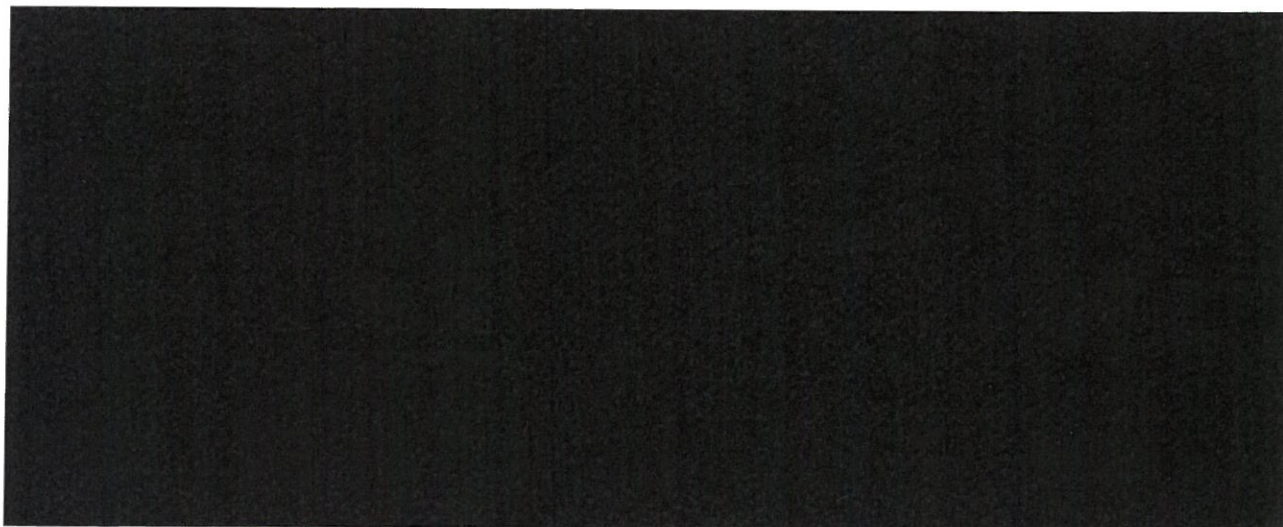


Vnútoraná miera návratnosti (IRR) predstavuje sadzbu, pri ktorej sa čistá súčasná hodnota investície rovná nule. Cieľom v štandardných podmienkach je, aby IRR prevyšovala (prípadne sa aspoň rovnala) sadzbe WACC (v tomto prípade 4,63 % resp. 5,18 %). Rok návratnosti referuje k momentu, v ktorom sa celkové prínosy vyrovnajú počiatkovej investícii a nákladom, podľa variantov, a teda roku, v ktorom diskontované kumulatívne peňažné toky dosiahnu pozitívnu hodnotu a zachovávajú si ju až do konca obdobia (■).

Grafické porovnanie je zobrazené na Obr. 5.3. a Obr. 5.4.



Obr. 5.3 Porovnanie návratných variantov: Miera návratnosti (IRR) vs. WACC



Obr. 5.4 Porovnanie roku návratnosti investície

## 6 Záverečné zhrnutie riešiteľov

### 1) Ako boli plnené podmienky prevádzky ES SR v roku 2022 z hľadiska napätových pomerov a pretokov Q z DS do PS?

Pre rok 2022 je podrobne analyzovaný a hodnotený stav v PS a DS 110 kV s maximálnymi pretokmi Q z DS do PS z 27. 12. 2022 o 2:30 hod., taktiež sú hodnotené napätia pre 3 roky podľa meraní SEPS.

Podľa analýzy vykonanej v štúdiu, v distribučných sústavách 110 kV aj pri vysokých napätiach v PS (nad  $U_{max}$ ) nebola prekročovaná maximálna dovolená hodnota napätia v sieti 110 kV ( $U_{max} = 121$  kV). Z hľadiska U/Q nedochádzalo k problémom v sieťach 110 kV. Hodnoty napätí na odovzdávacích miestach PS/DS boli PPS udržiavané pod 121 kV aj v prípadoch, kedy dochádzalo k prekročovaniu maximálneho dovoleného napätia na strane PS.

Podľa konštatovania PRDS vo všeobecnosti nedochádzalo k porušovaniu pravidiel prevádzky ES SR v oblasti U/Q a distribučné sústavy boli prevádzkované podľa zvyklostí a technických pravidiel. Z hľadiska platných pravidiel pre odovzdávacie miesta PS/DS z pohľadu účinníka neboli prakticky vôbec dodržiavané stanovené hranice induktívneho účinníka (0,95-1) pri odbere činného výkonu z PS. V niektorých častiach DS boli už v roku 2022 overované a praktizované opatrenia na zmiernenie problémov s U/Q voči PS (napr. vypínanie niektorých 110 kV vedení), tieto opatrenia pomáhajú, nie sú však zásadné.

Prenosová sústava: Boli opakovane a významne prekračované maximálne dovolené napätia v 400 kV aj v 220 kV sústave. Dochádzalo často a vo vysokých hodnotách k pretokom jalového výkonu smerom z DS do PS.

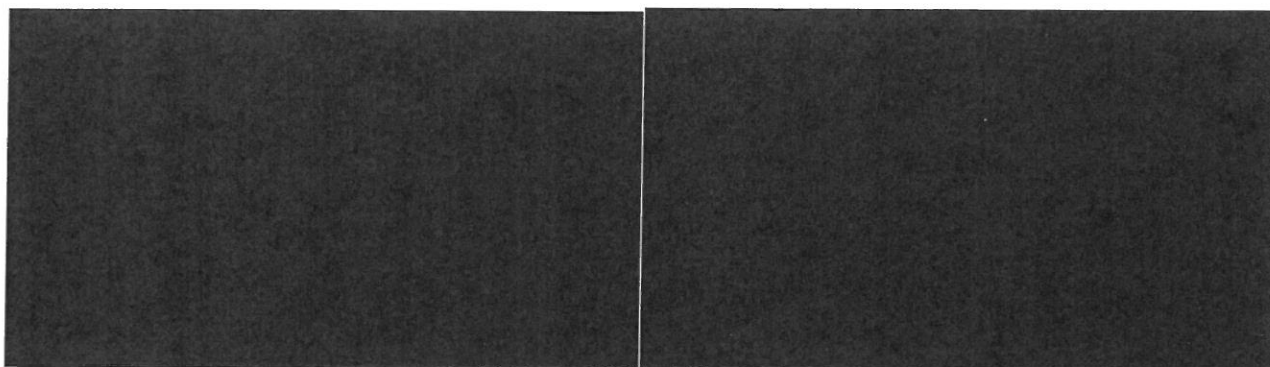
Podľa názoru SEPS dochádzalo k prekračovaniu dohodnutých hodnôt pretokov Q z DS do PS a z veľkej časti vplyvom týchto pretokov sa prenosová sústava dostávala do rizikových situácií z hľadiska napätí a bezpečnosti prevádzky PS. Pre riešenie U/Q pomerov v PS boli používané prakticky všetky dostupné prostriedky. Plné nasadenie KP (tlmiviek) v PS, plné využitie prevádzky zdrojov pripojených do PS z hľadiska regulácie U/Q, kompenzačná prevádzka VE Č. Váh, ďalšie núdzové opatrenia – vypínanie vedení 400 kV.

## **2) Ako budú plnené podmienky prevádzky ES SR v roku 2027 z hľadiska U/Q a pretokov Q z DS do PS?**

Výpočtovo je vyhodnotený a analyzovaný jeden pesimistický prevádzkový stav v PS a DS pre rok 2027. Stav v ES SR pre rok 2027 je odvodený z roku 2022, podľa konkrétnych dohodnutých a odsúhlasených zmien v PS a DS. V roku 2027 sa uplatní rad zmien voči roku 2022. Pokračuje ďalší rozvoj KP (terciárnych tlmiviek) v PS, rovnako je pripravovaný už významný rozvoj KP v DS v sieti 110 kV a čiastočne 22 kV oproti súčasnosti. Okrem nových zdrojov pripojených do PS (jadrové elektrárne) sa rovnako uplatní odstavovanie existujúcich veľkých zdrojov (s podporou U/Q). Stav pre rok 2027 bol modelovaný s dohodnutými nízkymi tranzitmi cez PS SR, v minulosti však tranzity cez PS SR dosahovali ešte nižšie hodnoty s dopadom na U/Q pomery.

Podľa zadania a odsúhlasenej metodiky boli výpadky zariadení pre stav N-1 a údržbové stavy spolu s výpadkami zariadení pre stav N-1-1, uplatňované na zariadenia v PS. Podľa dohody neboli uplatňované na zariadenia v RDS.

V základných prevádzkových stavoch (plné zapojenie - stav N, prevádzka zdrojov) sa situácia v oblasti U/Q v roku 2027 voči 2022 výrazne zlepšila. V roku 2027 sa už uvažuje s prevádzkou všetkých pripravovaných nových KP v PS aj v RDS, sumárne s výkonom [REDAKOVANÉ] MVAR. Pri rešpektovaní požiadaviek (zadania) na poruchové stavy v ES (výpadky zdrojov, prostriedkov U/Q) je však situácia voči dodržaniu prevádzkových hraníc (napr.  $U_{max}$  v PS) naďalej nedostatočná a vyžaduje si ďalšie opatrenia (prídavný kompenzačný výkon nad rámec pripravovaných opatrení v PS a DS).



## **3) Ako sa líši prevádzka ES SR k roku 2027 s novo pripravovanými KP (tlmivkami) a bez nich?**

Konkrétny pripravovaný program výstavby ďalších nových tlmiviek v PS aj DS do roku 2027 je rozsiahly. Celkovo sa predpokladá do roku 2027 nainštalovať KP s výkonom Q = [REDAKOVANÉ] MVAR, z toho [REDAKOVANÉ] MVAR v PS, [REDAKOVANÉ] MVAR v RDS. K roku 2027 sa však už neuvažuje s prevádzkou 400 kV tlmivky v Est V. Kapušany s výkonom 165 MVAR (v súčasnosti má tlmivka 50 rokov a jedna jednotka zo štyroch je nepoužiteľná), takže celkový výkon KP v PS sa k roku 2027 zvýši o 300 MVAR. Podľa názoru riešiteľov je tento zámer na uvedené

KP (v PS aj DS) až veľmi ambiciózný a je nenulové riziko, že nebude rozsahom k roku 2027 úplne naplnený. Aj takto poňatý ďalší rozvoj KP je však na splnenie všetkých podmienok prevádzky ES (PS) k roku 2027 ešte nedostatočný. Potreba ďalších prídavných KP (nad už plánované) je značná a pravdepodobnosť ich realizácie do roku 2027 je podľa názoru riešiteľov len veľmi malá.

Ak by sa nepodarilo tieto opatrenia realizovať, situácia v PS (hlavne v sústave 400 kV) bude výrazne horšia a až neudržateľná (ďalšie zvýšenie počtu ako aj veľkosti prekračovania  $U_{max}$ ). Aj pri absencii týchto pripravovaných nových KP možno očakávať, že napäťové pomery v DS 110 kV budú naďalej v prevádzkových hraniciach.

Podľa vyjadrenia PPS majú procesy ohľadom novo pripravovaných KP tlmiviek v PS už meškanie. Dodacie lehoty na tlmivky väčších výkonov do PS, ale aj do DS, sú aj niekoľko rokov (pre tlmivky 400 kV 5 až 6 rokov), preto nie je možné očakávať realizáciu ďalších prídavných KP či už v PS alebo v DS do roku 2027 v zmysle odporúčani štúdie. To isté je možné konštatovať aj pre zámery 110 kV tlmiviek na strane PRDS (s podobným technickým charakterom, tzv. olejová tlmivka).

#### 4) Kvantifikácia hraničných sumárnych hodnôt pretokov Q z jednotlivých RDS do PS pre rok 2027

Sumárne hodnoty pretokov Q zo siete ZSD, SSD, VSD do PS boli spočítané odsúhlasenou metodikou a na základe stanovených predpokladov (napr. plne realizovaný oznámený rozvoj ďalších tlmiviek v PS aj DS k roku 2027).

Pre rok 2027 (pre stav N) boli spočítané východzie hodnoty pretokov Q z PRDS:

ZSD		toku Q do PS (vrátane pripravovaných tlmiviek s celkovým výkonom [redacted])
SSD		toku Q do PS (vrátane pripravovanej tlmivky s výkonom [redacted])
VSD		toku Q do PS (vrátane pripravovaných tlmiviek s celkovým výkonom [redacted])
ES SR		toku Q z RDS do PS

Odsúhlasenou metodikou (pre splnenie dohodnutých U/Q podmienok prevádzky ES) boli spočítané pre 2027 prídavné potrebné ďalšie kompenzačné výkony.

Tieto prídavné KP sú potrebné nad už oznámený rozvoj ďalších KP (tlmiviek) v PS a RDS.

**Prídavné výkony Q v kompenzácii (v tlmivkách, alebo NPpS):**

Oblasť siete	Plný stav N	Poruchový stav (N-1)	Údržbový stav s poruchou (N-1-1)	
ZSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v prídavných KP (nad oznámené)
SSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v prídavných KP (nad oznámené)
VSD	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v prídavných KP (nad oznámené)
RDS spolu	[redacted]	[redacted]	[redacted]	v prídavných KP (nad oznámené)

Opatrenia pre prídavné KP, v rámci vymedzeného distribučného územia môžu byť realizované v DS, v PS, u užívateľov sietí alebo ich kombináciou. Nemusia byť realizované len v zariadeniach PRDS.

Je zrejmé, že požiadavky na prídavné KP pre kompenzáciu pretokov Q z DS do PS voči východiskovému stavu 2027 pri uplatnení požiadavky na udržanie U/Q pomerov v poruchových a údržbových stavoch ďalej rastú (ES: [redacted] > [redacted] > [redacted] MVar).

Ak sa k roku 2027 podarí okrem oznámených nových KP (tlmiviek) v rozsahu [redacted] MVar (SEPS [redacted] MVar, ZSD [redacted] MVar, SSD [redacted] MVar, VSD [redacted] MVar) inštalovať celý ďalší potrebný prídavný kompenzačný výkon (tlmivky), potom budú hraničné hodnoty z jednotlivých PRDS k roku 2027 nasledujúce:

## Hraničné toky Q z jednotlivých RDS prepočítané podľa nabíjacích výkonov vedení 110 kV:

Oblasť siete	Plný stav N	Poruchový stav (N-1)	Údržbový stav s poruchou (N-1-1)	
ZSD				toku Q z oblasti ZSD do PS
SSD				toku Q z oblasti SSD do PS
VSD				toku Q z oblasti VSD do PS
RDS spolu				toku Q z RDS do PS

Poznámky: Hraničné toky prepočítané podľa nabíjacích výkonov vedení 110 kV pre stav N, nie sú rozdielom východziech hodnôt pretokov Q z PRDS a prídavného výkonu pre stav N. Hraničné pretoky sú stanované pri uvažovaní nových tlmiviek v rozsahu ■■■ MVar (SEPS ■■■ MVar, ZSD ■■■ MVar, SSD ■■■ MVar, VSD ■■■ MVar) ako aj prídavného výkonu KP pre jednotlivé stavy N, N-1, N-1-1.

Pri týchto hraničných tokoch Q z oblasti RDS do PS budú splnené U/Q pomery (v PS) pre stavy plného zapojenia N, s jednou poruchou v PS N-1 ako aj v prípade údržbových stavov a s jednou poruchou v PS N-1-1.

Hraničné toky **pre stav N** znamenajú, že musia byť realizované už pripravované KP v PS aj DS, a k tomu navyše prídavné KP v sieťach ZSD = ■■■ MVar, SSD = ■■■ MVar, VSD = ■■■ MVar. Pri realizácii týchto opatrení nebudú pri plnom stave N v PS prekračované hodnoty  $U_{max}$  a toky Q do zahraničných PS budú pod maximálnou dovolenou hodnotou. Pri realizácii týchto prídavných KP, však nebudú v PS dodržané maximálne hodnoty napätí a tokov Q do zahraničia pre stavy N-1 a N-1-1.

Hraničné toky **pre údržbový stav s jednou poruchou N-1-1** znamenajú, že musia byť realizované už pripravované KP v PS aj DS, a k tomu navyše prídavné KP v oblastiach siete ZSD = ■■■ MVar, SSD = ■■■ MVar, VSD = ■■■ MVar. Pri týchto opatreniach nebudú ani v stave N v PS, ani pri poruchových stavoch N-1 v PS, ani pri údržbových stavoch s jednou poruchou stav N-1-1 v PS prekračované hodnoty  $U_{max}$  a toky Q do zahraničia pod dovolenými maximálnymi hodnotami.

Nutnými podmienkami dosiahnutia týchto hraničných tokov Q z oblastí RDS k roku 2027 sú pre splnenie podmienok z hľadiska napätia a tokov Q do zahraničia pre stav N-1-1 súčasne:

- 1) Realizácia už celého plánovaného rozvoja KP (tlmiviek) v PS aj RDS do roku 2027 (sumárne oznámených ■■■ MVar/ES (SEPS+PRDS) a ďalších opatrení v ES (napr. prevádzka ďalších blokov EMO).
- 2) Navyše, realizácia ďalších prídavných KP v oblasti pôsobnosti PRDS (mimo pripravované) do roku 2027 (ďalších prídavných KP s výkonom Q = ■■■ MVar)

Celkovo je potrebné teda realizovať (pre splnenie podmienok prevádzky PS) ■■■ MVar v nových KP (tlmivkách, či opatreniach) do roku 2027. Podľa názoru riešiteľov je toto rozsahom až veľmi ambicióznym zámerom.

### 5) Navrhnuté varianty ďalšieho rozvoja kompenzačných prostriedkov (opatrenia pre elimináciu tokov Q z DS do PS)

Tento ďalší rozvoj prídavných KP pre obmedzenie pretokov z DS do PS vo výške ■■■ MVar je potrebný nad oznámený rozvoj ďalších KP do roku 2027 v rozsahu ■■■ MVar (■■■ MVar nových KP, ■■■ MVar odstavených KP). Jeho naplnenie môže byť realizované rôznymi prístupmi – opatreniami v PS (ďalšie tlmivky v terciároch, tlmivky do PS), opatreniami v DS (tlmivky na 110 kV, do VN sietí), či opatreniami u užívateľov DS. Podľa zadania projektu bolo preverovaných 5 scenárov rozvoja KP v 16 konkrétnych dohodnutých variantoch.

**Opatrenia v PS** nadväzujú na dlhoročnú skúsenosť prevádzky tlmiviek v terciároch transformátorov PS/DS a na ďalší rozvoj tlmiviek priamo do sústavy 400 kV. Vo veľkej časti súčasných TR PS/DS sú už v terciároch inštalované KP a ďalší rozvoj je tu obmedzený. Rozvoj tlmiviek priamo v 400 kV je technicky účinný, ale viac nákladný.

**Pripravované opatrenia v DS** sú nadviazané hlavne na novo zvažované (projekčne pripravované, zatiaľ však bez skúseností z prevádzky) tlmivky do 110 kV s vyšším účinkom na odovzdávacie miesto PS/DS. [REDACTED]

Zvažované **opatrenia u užívateľov**, nie sú zatiaľ nijak konkrétne pripravované. Analýza ukazuje na extrémny nárast počtu inštalácií KP, legislatívne obmedzenia (tzv. „zraniteľní odberatelia“), na potenciálne problémy s riadením týchto zariadení podľa potrieb PRDS, otázku „technickú gramotnosť“ prevádzkovateľov týchto zariadení a predovšetkým aj na vysokú finančnú náročnosť.

**Kombinácia opatrení v PS a DS** bude záležať záväznom právnom predpise vydanom rozhodnutím ÚRSO, ako aj na konkrétnych lokálnych podmienkach v sieťach. Pre blízke obdobie sa tento smer rozvoja KP (tlmiviek) ukazuje ako realizovateľný a výhodný.

**Nefrekvenčné podporné služby** (pre Q) sú v PS plne využívané, [REDACTED]

[REDACTED]. Po dohode v pracovnej skupine boli nefrekvenčné podporné služby [REDACTED] uvažované v jednom variante spolu s tlmivkami 110 kV [REDACTED].

#### **9) Výsledky ekonomického posúdenia variantu rozvoja KP – analýza nákladov a prínosov (CBA)**

V ekonomickej časti CBA bolo úlohou riešiteľov kvantifikovať ekonomické vplyvy navrhovaných riešení, s porovnaním nákladov a prínosov v jednotlivých variantných riešeniach. Pre ekonomické vyhodnotenie variant v rámci CBA bol v súlade so Zákonom 251/2012 o energetike a v súlade s Čl. 48 a 49 nariadenia Komisie (EÚ) použitý postup pomocou metódy výpočtu čistej súčasnej hodnoty (NPV) posilnený o doplňujúce ukazovatele miery návratnosti (IRR) a diskontovanú dobu návratnosti investície.

V rámci CBA bola zhodnotená ekonomická návratnosť všetkých variantov, pričom ako ekonomicky návratné a výhodné javia len niektoré z nich.

Východiská a podklady pre stanovenie nákladov jednotlivých variantov ďalšieho rozvoja KP tlmiviek vychádzajú z konkrétnych skúseností z prevádzky, konkrétnych výberových konaní a cenových ponúk. Východiska pre stanovenie prínosov sú stanovené vo veľkej miere expertným odhadom parametrov zo strany riešiteľov, ktoré boli spripomenované zo strany zadávateľov. CBA je spracovaná štandardizovanými postupmi pre hodnotenie energetických projektov.

Použitím metód a vstupných predpokladov boli ekonomicky vyhodnotené varianty, v maximálnom (s očakávaním vyšších inflácií a nižších nákladov na kapitál v budúcnosti) aj minimálnom (s očakávaním nižších inflácií a vyšších nákladov na kapitál v budúcnosti) scenári.

Z pohľadu **počiatočnej investície** v roku [REDACTED] je najvyššia v prípade variantov **4A, 4B a 4C**, ktoré predstavujú opatrenia na úrovni užívateľov DS. Najlacnejším riešením z pohľadu počiatočnej investície je variant označený ako **2D**, a to opatrenie k U/Q na úrovni DS – Nefrekvenčné podporné služby (NPPS) v DS ([REDACTED] MVar) a KP do 110 kV ([REDACTED] MVar), následne variant **1A**, (opatrenie k U/Q na úrovni DS, KP do terciárov transformátorov 400/110 kV) a variant **3C** (kombinácia opatrení na úrovni PS + DS, 70 % KP v PS, 30 % KP v DS).

Z celkového **ekonomického posúdenia** je jednoznačne **najlepší variant opatrení na úrovni DS**, označený [REDACTED], kedy sa [REDACTED]. Tento variant vykazuje najnižšiu mieru počiatočnej investície, má najvyššiu súčasnú hodnotu NPV, najvyššiu mieru návratnosti IRR, ako aj najskorší rok návratnosti ([REDACTED]). Problematická je však pre variant [REDACTED] technická realizovateľnosť, [REDACTED].

██████████. Preto je variant ██████ považovaný (v zmysle zadania, dostupných vstupných podkladov a vyjadrení zadávateľov) za neralizovateľný.

**Ekonomicky vysoko nenávratné a nevýhodné** sú varianty opatrení na úrovni užívateľov DS (4A, 4B, 4C), kedy vstupná investícia je niekoľkonásobne vyššia v porovnaní s opatreniami (v PS, či DS) a čistá súčasná hodnota je hlboko záporná. Z hľadiska ukazovateľa návratnosti sú to nenávratné varianty. Časť užívateľov DS, ktorí sa podieľajú na dodávke Q sú tzv. „zraniteľní zákazníci“ a preto nie je možné predpokladať realizáciu opatrení kompenzácie u tohto segmentu zákazníkov. Preto adresnosť realizácie opatrení na úrovni užívateľov DS nie je možné predpokladať. Varianty pre kompenzáciu Q u užívateľov DS sa ukazujú ekonomicky neefektívne.

Aj **kombinácie variantov**, využívajúcich opatrenia u užívateľov (5A, 5B), sú ekonomicky nenávratné a tieto varianty nie sú teda ďalej sledované.

Z variantov rozvoja KP v PS je **ekonomicky najlepší variant 1A** (tlmivky do terciárov). Varianty s KP do 400 kV (1B, 1C) majú vyššiu počiatočnú investíciu a nižšiu súčasnú hodnotu NPV a sú ekonomicky problematické resp. otázne. Regulovateľné tlmivky do 400 kV (variant 1D) je ekonomicky nenávratný variant pre potreby využitia kompenzácie pretokov Q z DS do PS. Tieto kompenzačné prostriedky v sústave 400 kV sú určené pre využitie pre potreby PS.

Z variantov rozvoja KP v DS sú **ekonomicky nenávratné** tlmivky inštalované do sietí 22 kV (varianty 2B, 2C). **Najlepší z variantov umiestnenia KP v DS je variant ██████████**, ktorý vykazuje voči variantu 1A (tlmivky do terciárov TR PS/DS) o niečo vyššiu počiatočnú investíciu, avšak výrazne vyššiu súčasnú hodnotu NPV. Variant ██████ je podľa vyjadrenia zadávateľov považovaný za realizovateľný.

Celkové poradie variantov podľa ekonomického hodnotenia CBA je uvedené v nasledujúcej tabuľke, pričom varianty sú zoradené podľa hodnoty NPV peňažných tokov.

Poradie	Variant	Výška počiatočnej investície (EUR)	Minimálny scenár			Maximálny scenár		
			NPV (EUR)	IRR	Návratnosť (rok)	NPV (EUR)	IRR	Návratnosť (rok)
1								
2								
3								
4 - 5								
4 - 5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

Z realizovateľných a návratných variantov sú ekonomicky (podľa CBA) najlepšie tieto (v tabuľke poradie 2-5):

- **Kombinácie opatrení v PS a DS** – varianty 3A, 3B a 3C – súčasne tlmivky 45 MVar v terciároch TR 400/110 kV a tlmivky do 110 kV.
- **Opatrenia v DS** – ██████████.

Rozdiely medzi týmito štyrmi variantmi nie sú príliš veľké, kombinácia opatrení v PS a DS má o niečo nižšiu počiatočnú investíciu než tlmivky do 110 kV. Z hľadiska čistej súčasnej hodnoty (NPV) je variant 3B (30 % KP v terciároch, 70 % v 110 kV) o niečo výhodnejší, než variant ██████ (KP do 110 kV). Variant so samostatnými KP do terciárov TR (1A) je v poradí ekonomickej výhodnosti (počiatočná investícia a NPV) až za variantmi KP kombinácia do PS + DS (3B, 3A, 3C) aj za variantom KP do 110 kV (██████).

Toto poradie variantov podľa výsledkov CBA (a ich predpokladov) môže byť reálne ovplyvnené obmedzenými možnosťami budovať ďalšie terciárne tlmivky v PS s ohľadom na už veľkú súčasnú obsadenosť terciárov transformátorov PS/DS.

#### **6) Kvantifikácia hraničných sumárnych hodnôt pretokov Q z PS do DS**

Vzhľadom na požiadavku stanoviť hodnotu toku Q z PS do jednotlivých RDS „kumulovane“, návrh na stanovenie hraničných pretokov Q z PS do DS vychádza z analýzy sumárnych tokov výkonov na odovzdávacích miestach PS/DS za rok 2022 pre jednotlivé RDS. V rámci analýzy boli vyhodnocované bilancie činných a jalových výkonov jednotlivých RDS na odovzdávacích miestach PS/DS.

Za rok 2022 v celkovej bilancii bol počas celého roku dodávaný jalový výkon len v smere do PS. Z hľadiska jednotlivých RDS, len v prípade ■ dochádzalo počas roku 2022 k občasnému odberu jalového výkonu z PS, aj to len počas ■. Bilancie jalového výkonu ■ a ■ počas celého roka 2022 boli záporné, t.j. jalový výkon z týchto DS bol dodávaný do PS. Z uvedeného vyplýva, že tok jalového výkonu z PS do jednotlivých RDS počas roka trvá len veľmi krátky čas, alebo tok Q z PS do RDS sa počas roka nevyskytuje vôbec. Je to spôsobené zmenou charakteru odberu užívateľov pripojených do DS, ako aj kabelizáciou sietí v DS. Tento trend neustáleho znižovania tokov Q z PS do DS v dôsledku zmien v DS, môžeme pozorovať už niekoľko rokov a nie je predpoklad, že by sa tento trend zmenil.

Na základe vykonanej analýzy, navrhujeme stanoviť hraničné sumárne hodnoty tokov jalových výkonov z PS do DS (v nadväznosti na DCC) pre jednotlivé RDS nasledovne:

Pre maximálny odber jalového výkonu z PS vo výške 33 % z celkovej kapacity pripojenia RDS k PS pre odber (súčet kapacít pripojení pre danú RDS).

Početnosti napätí nad dovoľenú maximálnu hodnotu  $U_{\max}$  za rok 2022 (15.min meranie) v elektrických staniách PS SR sú uvedené na nasledovnom obrázku.

