

10 MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ

10.1 Obsah

10	MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ.....	1
10.1	Obsah	1
10.2	Všeobecně.....	2
10.3	Definice kritérií.....	2
10.4	Hodnocení podle kritérií	3
10.5	Závěry z hodnocení	4

10.2 Všeobecně

Volba technologie napájecích stanic 3 x 100 kV / 1 x 25 kV má řadu konsekvencí a to jak ve vztahu k samotným pevným trakčním zařízením (strukturální subsystém ENE), tak i k vlakové dopravě (subsystém OPE), k vozidlům (strukturální subsystém RST) a k řízení a zabezpečení (strukturální subsystém CCS). Vně železnice se významně dotýká elektrické distribuční soustavy 3 x 110 kV 50 Hz. Ve snaze pojmut všechny tato vazby bylo přistoupeno k multikriteriálnímu hodnocení všech prošetřovaných technologií:

- jednofázové transformátory v zapojení T i V,
- jednofázové transformátory v zapojení T i V doplněné filtračně kompenzačním zařízením,
- aktivní balancér,
- kaskáda měničů

10.3 Definice kritérií

Trakční napájecí stanice je nutno řešit tak, aby odpovídaly požadavkům na ně kladeným. Požadavky na trakční napájecí stanice lze rozdělit podle účelu do tří skupin:

- požadavky provozovatele distribuční sítě
- požadavky provozovatele dráhy,
- požadavky provozovatele drážní dopravy.

Je zřejmé, že z části se tato požadavky prolínají – některé jsou specifické, jiné jsou společné.

Některé požadavky jsou absolutní, jejich splnění je nutnou podmínkou použitelnosti příslušné technologie. Tykají se zejména funkčnosti, bezpečnosti, spolehlivosti, norem, předpisů a požadavků schvalovacích orgánů. Tato kritéria jsou vyhodnocována logickým součinem, neboť nesplnění byť jediného z nich znemožňuje aplikaci příslušné technologie

Jiné požadavky jsou relativní. Zpravidla jsou víceúrovňově hodnotitelné a vyjadřují kvalitu a užitnou hodnotu zařízení. Tato kritéria jsou vyhodnocována váženým aritmetickým součtem, neboť vyjadřují benefit.

10.4 Hodnocení podle kritérií

Tabulka multikriteriálního hodnocení :

V tabulce je hodnoceno napájení celého trojúhelníku Brno - Přerov - Břeclav

technologie	trafo V bez FKZ	trafo V s FKZ	balancer	kaskáda měničů	váha	TSI	MD	SŽDC	dopravci	distribuce
absolutní kritéria										
spojitost napájení	0	0	0	1			1			
symetrie	0	0	1	1						1
plná rekuperace	0	0	0	1		1		1		
provoz starých vozidel (diody)	0	1	1	1			1		1	
provoz nových vozidel (4Q)	1	0	1	1			1		1	
kvalita napájení (0,9 Ujm)	0	0	1	1		1	1	1		
limit příkonu	0	0	1	1			1			
logický součin	0	0	0	1						
relativní kritéria										
nízký poměr Pmax/Pstř				1	3			1	1	1
redundance	1	1	1	1	1		1	1	1	
rozmrazování				1	1			1	1	
kompensace distribuční sítě			1	1	2			1		1
nouzový provoz	1	1	1	1	1			1	1	
jednotná fáze-sít'ování				1	2		1	1		
vážený součet	2	2	4	10						

10.5 Závěry z hodnocení

Z multikriteriálního hodnocení vyplývají dva poznatky:

- a) všechna absolutní kritéria, tedy všechny nutné podmínky použitelnosti, splňuje jen technologie kaskády dvou měničů,
- b) relativní kritéria, tedy hodnocení bonusů, vyznívají ve prospěch technologie kaskády dvou měničů, která je plní všechna.

I při úplné abstrakci (bez vztahu k jakékoliv konkrétní technologii, která vede k docílení požadovaných vlastností) je zřejmé, že nutnou podmínkou dosažení veškerých přínosů je zavést i u systému 25 kV 50 Hz princip spojitěho dvoustranného napájení. Tedy způsob, který již je zhruba 10 let úspěšně používán na tratích SŽDC elektrizovaných systémem 3 kV, tedy princip jednotné fáze.

Spojitě napájení umožňuje splnit dvě zásadní podmínky, které jsou z hlediska TSI ENE povinnosti:

- nepřerušované rekuperační brzdění, neboť v místech nespojitosti napájení trakčního vedení dochází k nevratnému výpadku funkce elektrodynamické brzdy a ta je nahrazena pneumatickou třecí brzdou,
- nejvyšší kvalitu napájení, tedy zajistit úroveň napětí na sběrači vozidla nad 90 % jmenovité hodnoty, neboť dvojstranné napájení snižuje úbytek napětí na trakčním vedení v limitním místě uprostřed napájeného úseku na polovinu.

Obě tyto podmínky stanovené v TSI ENE nelze vnímat jen jako zákonnou povinnost (byť jí pochopitelně jsou), ale i jako podmínku k dosažení značné úspory energie a k dodržování jízdních dob a tím i ke stabilnímu plnění jízdního řádu (zabránění automatického poklesu výkonu vozidel v důsledku poklesu napětí).

Kromě toho má spojitě napájení řadu dalších předností z hlediska plynulé a nerušené jízdy vlaku a v neposlední řadě i ve snížení plateb za elektrickou energii, neboť snižuje maxima odebíraného výkonu a umožňuje více využít rekuperovanou energii ostatními vozidly, což je výhodnější, než její návrat do distribuční sítě.

Nemělo by být zapomenuto, že o dvoustranné napájení na systému 25 kV bylo na ČSD usilováno již od roku 1965 (viz vybavení trakčních napájecích stanic Wattovými relé), ale tehdejšími technickými prostředky se jej nepodařilo dovést do zdárného konce.

Z dostupných technologií umožňují spojitě dvoustranné napájení systémem jednotné stabilizované fáze, které je cestou ke splnění výše uvedených požadavků, jen kaskáda dvojice měničů. Tradiční jednofázové trakční napájecí stanice transformátory v zapojení do T či do V vyžadují z důvodu alespoň hrubého rozložení jednofázového odběru do všech tří fází cyklické střídání fází v trakčním vedení (s neutrálními poli).

S ohledem na proměnnost fázového úhlu napětí v distribuční soustavě ČR 3 x 110 kV 50 Hz v závislosti na místě a čase (zejména v důsledku činnosti fotovoltaických elektráren a mezistátních transferů elektrické energie přenosovou soustavou) nezaručuje distribuční síť stejný fázový úhel téže fáze napětí 110 kV v místě připojení sousedních napájecích stanic. Proto nelze ani při použití symetrizace jednofázového odběru aktivními balancéry připustit paralelní spolupráci trakčních napájecích stanic, která je základní podmínkou dvoustranného napájení. Vektorový rozdíl napětí na hladině 110 kV by vedl ke vzniku nežádoucích vyrovnávacích proudů mezi jednotlivými přípojnými body distribuční sítě přes trakční vedení.

K témuž výsledku, jaký vyplývá z povinnosti plnit ustanovení TSI ENE, tedy k použití technologie kaskády měničů v trakčních napájecích stanicích vede i druhá cesta, a to posuzování připojitelnosti trakční napájecí stanice k distribuční soustavě v souladu s podmínkami příslušných norem a předpisů, zejména PNE 33 3430-0. Současným požadavkům distributorů elektrické energie nevyhovují tradiční

trakční transformovny jednofázovými transformátory (nesplní kritérium dovolené nesymetrie a využívají disponibilní příkon sítě jen z 58 %). Z hlediska spojování do dvoustranného napájení trakčního vedení nevyhoví jak tradiční trakční transformovny s jednofázovými transformátory, tak ani trakční transformovny s třífázovými transformátory a s aktivními balancéry, které nelze paralelně spojit dvoustanným napájením trakčního vedení z důvodu nestálosti fázového úhlu napětí 110 kV v distribuční soustavě a následným přetokům elektrické energie.