

KOMPENZACIJA JALOVE ENERGIJE

Inovativni sistemi
za kompenzacijo
Jalove energije

NN kompenzacije;

- klasične,
- filtrske,
- dinamične,
- kombinirane.

VN kompenzacije;

- klasične,
- filtrske.



Splošno

Da bi porabnikom zagotovili v vsakem trenutku nemoteno oskrbo z električno energijo, je potrebno zgraditi tolikšne proizvodne in distribucijske zmogljivosti, da je z njimi pokrit maksimalen odjem energije. Izgradnja takšnih kapacitet pa je povezana z velikimi stroški, zato je vse pogosteje aktualna optimizacija za racionalno obratovanje elektroenergetskega sistema. V bistvu zajema optimizacija vse elemente v elektroenergetskem sistemu od elektrarn do potrošnikov.

Večina porabnikov električne energije kot so asinhronski motorji, transformatorji, dušilke, indukcijske peči itd. potrebuje za svoje delovanje poleg delovne tudi induktivno jalovo energijo, ki ne opravlja koristnega mehanskega dela, ampak samo dodatno obremenjuje prenosna in distribucijska omrežja, elektrarne in druge elemente stikališč.

Prisotnost jalove energije se določa z faktorjem moči $\cos\varphi$. Proizvajalci potrošnikom zaračunavajo prekomerno prevzeto jalovo energijo če je $\cos\varphi < 0,95$.

Elektrogospodarstvo zahteva od svojih porabnikov, da v primeru ko naprave iz omrežja odvzemajo večji jalovi tok, kot ustreza faktorju moči $\cos\varphi = 0,95$, uredijo kompenzacijo jalovega toka na to vrednost.

Prednosti katere porabniku daje izvedba kompenzacije so;

- dobavitelj električne energije plačuje le delovno energijo,
- razbremeni se lastno prenosno omrežje, transformatorji in stikalne naprave ter omogoči se višja prenosna moč,
- zmanjšajo se induktivni padci napetosti in joulske izgube v prenosnem omrežju, s čimer se poveča kvaliteta električne energije,
- poceni gradnja oziroma omogoči večja obremenitev naprav brez dodatne investicije oziroma poveča življenjska doba naprav.

Delitev kompenzacij glede na napetostni nivo

Glede na napetostni nivo delimo kompenzacije na;

- **Nizkonapetostne kompenzacije** (Nazivna napetost < 1 kV) – NN kompenzacije,
- **Visokonapetostne kompenzacije** (Nazivna napetost > 1 kV) – VN kompenzacije.

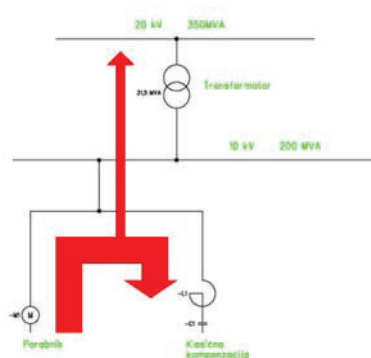
VN kompenzacije

Osnovne delitve VN kompenzacij;

❖ Glede na način priključitve

Glede na način priključitve delimo kompenzacije na;

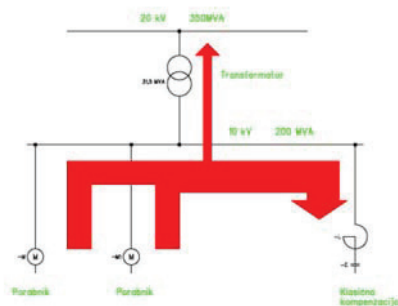
- **posamična VN kompenzacija**, pri kateri so priključeni kondenzatorji direktno k porabniku (npr. elektromotorju),



Slika 8; Posamična klasična VN kompenzacija

Kompenzacija je sestavljena iz;

- Vakuumskega odklopnika,
 - Udarnih ali filtrskih dušilk,
 - VN kondenzatorjev (vezanih v zvezdo),
 - Zaščite,
 - Ozemljilnega stikala.
- **ne-regulirana skupinska VN kompenzacija**, pri kateri je priključeni kondenzatorji k skupini porabnikov, ki so zmeraj istočasno v pogonu,



Slika 9; Ne - regulirana skupinska klasična VN kompenzacija

Kompensacija je sestavljena iz;

- Vakuumskega odklopnika,
 - Udarnih ali filtrskih dušilk,
 - VN kondenzatorjev (vezanih v zvezdo),
 - Zaščite,
 - Ozemljilnega stikala.
- **regulirana skupinska VN kompensacija**, pri kateri je priključen reguliran kompenzator k skupini porabnikov, ki niso istočasno v pogonu,
 - **regulirana centralna VN kompensacija**, pri kateri je priključen reguliran kompenzator na zbiralnice razdelilnega postrojenja običajno vseh porabnikov.

Prednost, ki jo nudi avtomatska krmilna naprava napram stalno priključenim kondenzatorjem je ta, da vklaplja in odklaplja potrebno kondenzatorsko energijo, iz česar sledi:

- idealna razbremenitev mreže,
- konstantna napetost,
- prepreči, da ostanejo v mreži velike kompenzatorske energije, ko dušena bremena niso priključena na mrežo.

❖ Glede na izvedbo

Glede na izvedbo delimo kompensacije na;

- **Klasična VN kompensacija**
- **Filtrska VN kompensacija**

Klasična VN kompensacija;

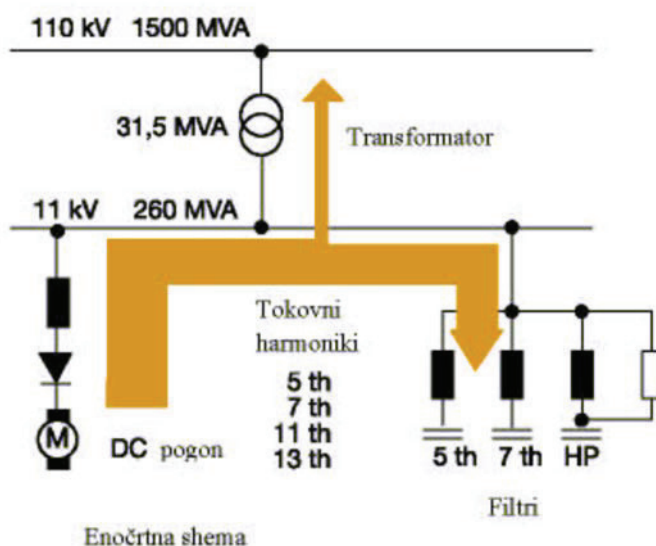
Pri tej zvrsti kompensacije se k potrošnikom oziroma porabnikom paralelno veže kombinacija udarnih dušilk in energetski kondenzatorji, vezana kondenzatorjev za VN kompensacije je zvezda.

Kompensacija je sestavljena iz;

- Vakuumskega odklopnika,
- Udarnih dušilk,
- VN kondenzatorjev (vezanih v zvezdo),
- Zaščite,
- Ozemljilnega stikala.

Filtrska VN kompenzacija

Pri tej vrsti kompenzacije se k potrošnikom oziroma porabnikom paralelno veže kombinacija filtrske dušilke in energetskega kondenzatorja, vezana kondenzatorjev za VN kompenzacije je zvezda.



Slika 10; Ne - regulirana skupinska filtrska VN kompenzacija

Kompenzacija je sestavljena iz;

- Vakuumskega odklopnika,
- Filtrskih dušilk,
- VN kondenzatorjev (vezanih v zvezdo),
- Zaščite,
- Ozemljilnega stikala.

❖ Glede na montažo

Glede na montažo delimo VN kompenzacije na;

- **Kompenzacije za zunanjo montažo**
- **Kompenzacije za notranjo montažo**



Slika 11; Kontejnerska VN kompenzacija za zunanjo montažo

Izbira ustrezne VN kompenzacije

Pri odločitvi o kompenzaciji jalove energije na VN omrežju je potrebno izbrati ustrezno kompenzacijo. Izbiro lahko delimo na;

❖ Izbira VN kompenzacije po velikosti

- Pri novih projektih, kjer nimamo poznanih porabnikov ali pa so podatki o porabnikih približni, se uporablja metoda maksimalno dovoljene kompenzacije glede na energetske transformator (da ne pride do resonance pri razbremenitvi transformatorja). Tukaj moramo biti pozorni, saj ne poznamo dejanskega stanja v mreži (prisotnost harmonikov, potrebe po Jalovi energiji, ...), priporočljiva je simulacija mreže z vklopljeno predvideno kompenzacijo.
- Določitev velikosti, kompenzacije na osnovi meritev in analize mreže.
To metodo priporočamo, saj nam daje dejansko sliko, kakšno kompenzacijo potrebujemo. Meritve se v primeru, da že obstoji kompenzacija opravijo pri izklopljeni kompenzaciji (če želimo preverjat stanje kompenzacije pa tudi pri vklopljeni kompenzaciji).
Pri novih projektih predlagamo, da se predvidi prostor za kompenzacijo, sama kompenzacija pa se vgradi naknadno, ko se po zagonu objekta opravijo ustrezne meritve in se na osnovi le teh določi ustrezna kompenzacija. Na tak način je izbira kompenzacije najustreznejša.

Pri izbiri kompenzacije po velikosti potrebujemo še naslednje podatke;

- kratkostično moč energetske mreže P_k (MVA),
- transformacijo transformatorja,
- navidezno moč transformatorja S (kVA),
- napetost kratkega stika u_k (%).

❖ **Izbira VN kompenzacije glede na montažo**

Tukaj se po izbiri velikosti, izvedbi in načinu priključitve odločamo glede na razpoložljivi prostor ali za kompenzacijo za notranjo ali zunanjo montažo.

❖ **Izbira VN kompenzacije po načinu priključitve**

Glede na način priključitve se v Sloveniji največ uporabljajo ne-regulirane centralne kompenzacijske naprave.

Izbira je prepuščena projektantom pri izdelavi projekta. Premalo se upošteva možnost reguliranih skupinskih kompenzacij, posebno tam, kjer je na eno transformatorsko postajo vezanih več ločenih objektov.

❖ **Izbira VN kompenzacije glede na izvedbo**

Tukaj imamo največ težav, saj brez meritev ni možno določiti ustrezne izvedbe kompenzacije. V Sloveniji se projektanti največ odločajo za »ne-regulirano Klasično centralno kompenzacijo«.

Po izkušnjah pa klasična kompenzacija najpogosteje ne ustreza razmeram v mreži kamor jo priključimo.

Posledično lahko pride do resonančnega stanja med kompenzacijo in energetskim transformatorjem kar lahko povzroči poškodbe oziroma uničenje transformatorja.

Za določitev ustrezne kompenzacije pri visoki napetosti, predlagamo meritev, na osnovi izmerjenih podatkov ter opravljene analize šele izdelavo projekta za izdelavo VN kompenzacije.

Priporočila za izvedbo VN kompenzacije

Priporočamo, da se pri izvedbi VN kompenzacije najprej opravijo meritev, analize merjenih rezultatov in simulacija obnašanja mreže. Na osnovi dobljenih rezultatov se nato izdelava projekt za izdelavo VN kompenzacije.

Naše VN kompenzacije

Gradimo kompenzacij za nazivno napetosti od 3 do 35 kV. Na zahtevo – potrebo, tudi višje nazivne napetosti.

Kompenzacije na visoki napetosti izdelujemo na osnovi; meritev, analize merjenih rezultatov, projektne dokumentacije in simulacije energetskega sistema ob vklopu kompenzacije (Pri analizi omrežja sodelujemo z Fakulteto za Elektrotehniko v Ljubljani).

Pri izdelavi VN kompenzacij uporabljamo sledeči material;

- Klasične ne-regulirane skupinske in posamične VN kompenzacije;
 - Udarne dušile; Trench ali Nokian ali IMP,
 - Kondenzatorje; ZEZ Silko ali Iskra ali Nokian,
 - Vakuumski odklopnik; TSN,
 - Zaščita; Trench,
 - Napetostni in tokovni transformatorji; Končar ali Artech
 - Ozemljilno stikalo; TSN

- Klasične regulirane skupinske in centralne VN kompenzacije;
 - Udarne dušile; Trench ali Nokian ali IMP,
 - Kondenzatorje; ZEZ Silko ali Iskra ali Nokian,
 - Vakuumski kontaktor; Siemens,
 - Zaščita Trench,
 - Regulator; CIRCUTOR ali ZEZ Silko,
 - Napetostni in tokovni transformatorji; Končar ali Artech
 - Ozemljilno stikalo; TSN

- Filtrske ne-regulirane skupinske in posamične VN kompenzacije;
 - Filtrske dušilke; Trench ali Nokian ali MP,
 - Kondenzatorje; ZEZ Silko ali Iskra ali Nokian,
 - Vakuumski odklopnik; TSN,
 - Zaščita; Trench,
 - Napetostni in tokovni transformatorji; Končar ali Artech
 - Ozemljilno stikalo; TSN

- Filtrske regulirane skupinske in centralne VN kompenzacije;
 - Filtrske dušilke; Trench ali Nokian ali MP,
 - Kondenzatorje; ZEZ Silko ali Iskra ali Nokian,
 - Vakuumski kontaktor; Siemens,
 - Zaščita Trench,
 - Regulator; CIRCUTOR ali ZEZ Silko,
 - Napetostni in tokovni transformatorji; Končar ali Artech
 - Ozemljilno stikalo; TSN

VN KOMPENZACIJE – IZVEDBE
REFERENČNA LISTA

<i>Zap. št.</i>	<i>Objekt</i>	<i>Izvedba</i>	<i>Leto izdelave</i>	<i>Velikost / Napetost</i>
1.	RTP Medvode	Fiksna - klasična	2002	2 x 2,4 MVar / 20 kV
2.	RTP Škofja Loka	Fiksna - klasična	2003	2 x 2,35 MVar / 20 kV
3.	RTP Grosuplje	Fiksna - klasična	2004	1 x 2,35 MVar / 20 kV
4.	TDR Ruše	Stopenjska - filterska	2004	3,6 + 3 + 6 + 6 MVar / 10 kV
5.	RTP Slovenske Konjice	Stopenjska - filterska	2005	3,6 + 3 + 6 + 6 MVar / 10 kV