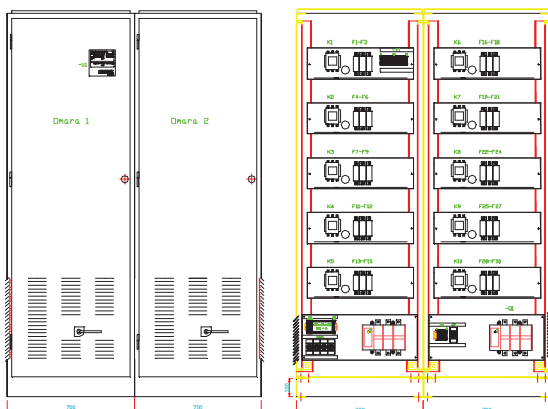
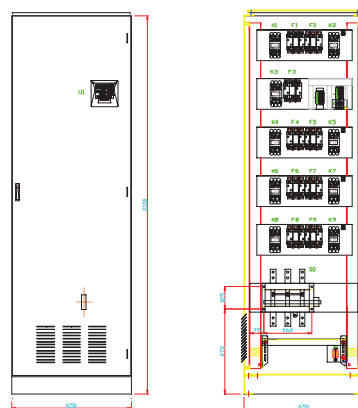


Niskonapetostne kompenzacijske naprave

Filtrska avtomatska kompenzacija



Avtomatska kompenzacija



- **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 pogostejše 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.

- **Možni načini kompenzacij;**

Glede načina priključitve kompenzacijskih kondenzatorjev k električnim porabnikom je mogoča:

- **posamična kompenzacija**, pri kateri je priključen nereguliran kompenzator direktno k porabniku (npr. elektromotorju) brez dodatne stikalne opreme,
- **neregulirana skupinska kompenzacija**, pri kateri je priključen kompenzator k skupini porabnikov, ki so zmeraj istočasno v pogonu,
- **regulirana skupinska kompenzacija**, pri kateri je priključen reguliran kompenzator k skupini porabnikov, ki niso istočasno v pogonu,
- **centralna kompenzacija**, pri kateri je priključen reguliran kompenzator na zbiralnici razdelilnega postroja običajno vseh porabnikov.

Posamične in neregulirane skupinske kompenzacije so uporabne pri velikih enotah, ki so večino delovnega časa v obratovanju. Pri vseh drugih primerih pa se uporabljata avtomatsko regulirana centralna ali skupinska kompenzacija.

Moč kompenzacijskih naprav se pri obratujočih pogonih določi na osnovi analize porabljene delovne in jalove energije oziroma pri projektiranju novih pogonov na osnovi tehnično-ekonomske študije planiranega obratovanja električnih postrojenj. Investicija v kompenzacijo jalove energije se praviloma izplača že v treh do največ petih letih.

- **Konstruktivske značilnosti naših NN kompenzacij**

Izdelujemo sledeče tipe NN kompenzacij:

1. Avtomatska kompenzacija - nizkonapetostna – tip AKN

Ta kompenzacija se gradi za moči od 50 do 765 kvar, maksimalno število stopenj je 14. Na regulatorju lahko odčitavamo trenutni $\cos\phi$ ali tok ali harmonsko popačenje toka v %, kakšna je obremenitev ali kapacitivna ali induktivna. Nastavimo lahko čas priključitve – zakasnilni čas med priključitvijo posameznih stopenj (4 do 999 s), ter varnostni čas – zakasnitev ponovnega vklopa istega kondenzatorja (20 do 999 s).

2. Avtomatska filterska kompenzacija – nizkonapetostna – tip AFKN

Ta kompenzacija se gradi frekvenco resonančnega kroga $f_r = 189$ Hz, $f_r = 138$ in $f_r = 210$ Hz, moči od 50 do 540 kvar (po potrebi tudi do 637,5 kvar), maksimalno število stopenj je 14.

Vsaka stopnja je varovana z varovalkami.

Na regulatorju lahko odčitavamo trenutni $\cos\phi$ ali tok ali harmonsko popačenje toka v %, kakšna je obremenitev ali kapacitivna ali induktivna. Nastavimo lahko čas priključitve – zakasnilni čas med priključitvijo posameznih stopenj (4 do 999 s), ter varnostni čas – zakasnitev ponovnega vklopa istega kondenzatorja (20 do 999 s).

3. Avtomatska Dinamična filterska kompenzacija – nizkonapetostna – tip ADFKN

Ta kompenzacija se uporablja pri hitro spreminjajočih se bremenih – čas reagiranja 80 ms, gradi se za moči od 50 do 640 kvar, maksimalno število stopenj je 8.

4. Direktna kompenzacija – nizkonapetostna - tip DKN

Ta kompenzacija se gradi za moči od 10 do 75 kvar (po potrebi tudi več).

Avtomatska kompenzacija - tip AKN

Namenjena je za skupinsko in centralno kompenzacijo jalove energije, uporablja se v razdelilnih postajah v industriji, obrti, poslovnih stavbah, skratka povsod kjer je potrebna avtomatska regulacija jalove moči.

Avtomatska kompenzacija tip AKN je grajena za naivno napetost $U_n = 400\text{ V}$.

Naprava je v omari iz jeklene pločevine, ki je dimenzijsko usklajena z nizko napetostnimi ogrodji. Na vratih in zadnji steni so prezračevalne odprtine za hlajenje kondenzatorjev in ostale električne opreme.

Kompenzacija je modularne izvedbe s kabelskim priključkom spodaj. Kompenzacijski modul je sestavljen iz enofaznih ali trifaznih kondenzatorjev cilindrične oblike, ki so vezani v trikot. V modulu je ena ali dve stopnji, velikosti maksimalno $2 \times 30\text{ kvar}$.

Modul je varovan z ustreznimi visoko učinkovitimi varovalkami. Vsaka skupina kondenzatorjev se ločeno vklaplja in izklaplja s posebnimi kontaktorji z vgrajenimi upori za omejevanje vklopnih tokov. Za razelektrenje kondenzatorjev se uporabljajo posebni upori.

V napravi so še krmilni modul, avtomatski regulator jalove moči – postavljen na vrata in ločilnik.

Osnovni tip omare je dimenzij;

- Širine 650 mm
- Višine 2100 mm
- Globine 500 mm
- Na željo kupca tudi drugačnih dimenzij

• Osnovne izvedbe kompenzacij – tip AKN

Tip	Instalirana moč naprave kvar	Št. stopenj	Moč posameznih stopenj kvar	Razmerje regulacije	Nazivni tok A	Presek kabla - 4 žilni mm ²	Štev. omar
AKN 55	55	6	1x5 + 5x10	1:2:2:2:2	79	3x25 / 16	1
AKN 75	75	8	1x5 + 7x10	1:2:2:2:2	108	3x35 / 16	1
AKN 82,5	82,5	6	1x7,5 + 5x15	1:2:2:2:2	119	3x50 / 25	1
AKN 95	95	6	1x5 + 1x10 + 4x20	1:2:4:4:4	130	3x50 / 25	1
AKN 112,5	112,5	8	1x7,5 + 7x15	1:2:2:2:2	162	3x70 / 35	1
AKN 135	135	8	1x5 + 1x10 + 6x20	1:2:4:4:4	207	3x95 / 50	1
AKN 155	155	6	1x5 + 1x10 + 1x20 + 3x40	1:2:4:8:8	250	3x120 / 70	1
AKN 175	175	10	1x5 + 1x10 + 8x20	1:2:4:4:4	265	3x150 / 70	1
AKN 190	190	6	1x10 + 1x20 + 4x40	1:2:4:4:4	274	3x150 / 70	1
AKN 202,5	202,5	8	1x7,5 + 1x15 + 6x30	1:2:4:4:4	311	3x185 / 95	1
AKN 237,5	237,5	10	1x12,5 + 9x25	1:2:2:2:2	358	2x(3x120/70)	1
AKN 262,5	262,5	10	1x7,5 + 1x15 + 8x30	1:2:4:4:4	379	2x(3x120/70)	1
AKN 285	285	10	1x15 + 9x30	1:2:2:2:2	430	2x(3x150/70)	1

Tip	Instalirana moč naprave kvar	Št. stopenj	Moč posameznih stopenj kvar	Razmerje regulacije	Nazivni tok A	Presek kabela - 4 žilni mm ²	Štev. omar
AKN 300	300	8	1x20 + 4x40 3x40	1:2:2:2:2	260 173	3x150 / 70 3x95	2
AKN 350	350	10	1x10 + 1x20 + 3x40 5x40	1:2:4:4:4	217 289	3x120 / 70 3x150	2
AKN 380	380	10	1x20 + 4x40 5x40	1:2:2:2:2	260 289	3x150 + 70 3x150	2
AKN 390	390	11	1x10 + 1x20 + 4x40 5x40	1:2:4:4:4	274 289	3x150 / 70 3x150	2
AKN 400	400	11	2x20 + 4x40 5x40	1:1:2:2:2	289 289	3x150 / 70 3x150	2
AKN 450	450	10	2x25 + 4x50 4x50	1:1:2:2:2	361 289	2x (3x120/70) 3x185	2
AKN 475	475	10	1x25 + 4x50 5x50	1:2:2:2:2	325 361	2x (3x120/70) 2x (3x120)	2
AKN 500	500	11	2x25 + 4x50 5x50	1:1:2:2:2	361 361	2x (3x120/70) 2x (3x120)	2
AKN 537,5	537,5	12	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50 2x50	1:2:4:4:4	271 361 144	3x150 / 70 2x (3x120) 3x70	3
AKN 550	550	12	2x25 + 3x50 5x50 2x50	1:1:2:2:2	289 361 144	3x150 / 70 2x (3x120) 3x70	3
AKN 587,5	587,5	13	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50 3x50	1:2:4:4:4	271 361 217	3x150 / 70 2x (3x120) 3x120	3
AKN 600	600	13	2x25 + 3x50 5x50 3x50	1:1:2:2:2	289 361 217	3x150 / 70 2x (3x120) 3x120	3
AKN 625	625	13	1x25 + 4x50 5x50 3x50	1:2:2:2:2	325 361 217	3x185 / 95 2x (3x120) 3x120	3
AKN 637,5	637,5	14	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50 4x50	1:2:4:4:4	271 361 289	3x150 / 70 2x (3x120) 3x150	3
AKN 660	660	12	2x30 + 3x60 5x60 2x60	1:1:2:2:2	346 433 173	2x (3x120/70) 2x (3x150) 3x70	3
AKN 690	690	12	1x30 + 4x60 5x60 2x60	1:2:2:2:2	390 433 173	2x (3x120/70) 2x (3x150) 3x70	3
AKN 705	705	13	1x15 + 1x30 + 3x60 5x60 3x60	1:2:4:4:4	325 433 260	3x185 / 95 2x (3x150) 3x150	3
AKN 765	765	14	1x15 + 1x30 + 3x60 5x60 4x60	1:2:4:4:4	325 433 346	3x185 / 95 2x (3x150) 2x (3x120)	3

Možne so druge vrednosti kompenzacije (do 810 kvar) in druge kombinacije kompenzacijskih stopenj!

Pozor!

Zaradi možnosti, da pri določeni vrednosti kompenzacije pride do paralelne resonance med transformatorjem in kompenzacijsko napravo (kar lahko povzroči poškodbe na kondenzatorjih) je priporočljivo, da nam ob naročilu sporočite vrednosti transformatorja in sicer;

- Navidezna moč transformatorja $S_T = \dots \text{ VA}$
- Napetost kratkega stika $u_k = \dots \%$

Na osnovi teh podatkov bomo lahko ugotovili možnost nastanka paralelne resonance in vam predlagali ustrezno rešitev.

- **Tehnični podatki kompenzacije tip AKN**

nazivna napetost	400V
nazivna frekvenca	50Hz
trajna tokovna preobremenitev	1,3
trajna napetostna preobremenitev	1,1
dielektrična izguba kondenzatorjev	$\leq 0,2\text{W/kvar}$
skupna izguba kondenzatorjev	$\leq 0,5\text{W/kvar}$
stopnja mehanske zaščite	najmanj IP 20
temperaturni razred	-25 do 40°C
napajanje iz tokovnega transformatorja	x/5A

Avtomatska filterska kompenzacija – tip AFKN

V industriji se vse pogosteje uporabljajo potrošniki, ki proizvajajo višje harmonske tokove (indukcijske in obločne peči, transformatorji, naprave v močnostni elektroniki, fluorescenčne svetilke ind.), ti tokovi nam lahko preobremenijo kondenzatorje uporabljene v kompenzacijskih napravah, kar nam posledično povzroči poškodbo kondenzatorjev.

Da z kompenzacijo istočasno reduciramo še vpliv višjih harmonskih komponent se uporabljajo filterski krogi, sestavljeni iz serijsko vezanih dušilk z železnim jedrom in kondenzatorjev, kar predstavlja serijski resonančni krog. Resonančno frekvenco tega kroga uporabljamo za reduciranje višjih harmonskih komponent toka in napetosti.

Nizkonapetostna kompenzacijska naprava v filterskem spoju - tip AFKN je namenjena za skupinsko in centralno kompenzacijo jalove energije.

Resonančna frekvenca filterskega kroga je uglašena na 189 Hz, 138 ali 210 Hz.

Uporablja se v elektro-razdelilnih postrojih v industriji, obrti, hotelskih objektih, poslovnih zgradbah, raznih večjih ustanovah in kmetijskih obratih, skratka povsod tam, kjer je potrebna avtomatska regulacija jalove moči.

Naprava je postavljena v samo-stoječo omaro iz jeklene pločevine.

Na vratih in stenah so prezračevalne odprtine, na pokrovu pa je montiran ventilator za hlajenje kondenzatorjev, dušilk in ostale vgrajene električne opreme.

Kompenzacijska naprava je modularne izvedbe s kablskim priključkom spodaj. Vsak kompenzacijski modul je sestavljen iz varovalk, kontaktoja, dušilke in trifaznih ali enofaznih cilindričnih kondenzatorjev povezanih v trikot. Moči modula so lahko 5; 10; 12,5; 20; 25; 40 in 50 kvar.

Modul je varovan z ustreznimi visoko učinkovitimi varovalkami. Vsaka skupina kondenzatorjev se ločeno vklaplja in izklaplja s posebnimi kontaktorji z vgrajenimi upori za omejevanje vklopnih tokov. Za razelektrenje kondenzatorjev se uporabljajo posebni upori. V serijo z kondenzatorjem je vezana dušilke.

Razen kompenzacijskih modulov so v napravi še;

- krmilni modul,
- termostat
- ventilator
- odklopnik ali ločilnik,
- avtomatski regulator faktorja moči kateri - pritrjen na vrata.

Osnovna omara je sledečih dimenzij;

- širine 700 mm,
- višine 2.100 mm,
- globine 600 mm (lahko tudi 700 mm).

V takšni omari je lahko nameščena kompenzacija moči do 200 kvar.

• Osnovne izvedbe filterske kompenzacije – tip AFKN

Tip AFKN	Instalirana moč naprav e kvar	Dejanska moč pri $U_n=400V$ kvar	Št. stopen j	Moč posameznih stopenj kvar	Razmerje regulacije	Skupni nazivni tok A	Presek kabla - 4 žilni mm ²	Štev. omar
7 / 56,25	56,25	56,25	5	1x6,25 + 4x12,5	1:2:2:2:2	74	3x50/25	1
7 / 93,75	93,75	93,75	5	1x6,25 + 1x12,5 + 3x25	1:2:4:4:4	123	3x95/50	1
7 / 100	100	100	5	2x12,5 + 3x25	1:1:2:2:2	131	3x95/50	1
7 / 143,75	143,75	143,75	5	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50	1:2:4:8:8	189	3x120/70	1
7 / 187,5	187,5	187,5	5	1x12,5 + 1x25 + 3x50	1:2:4:4:4	246	2x(3x185/95)	1
7 / 243,75	243,75	243,75	7	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50 2x50	1:2:4:8:8	320	2x(3x95/50) 2x(3x95)	2
7 / 287,5	287,5	287,5	7	1x12,5 + 1x25 + 3x50 2x50	1:2:4:4:4	377	2x(3x95/50) 2x(3x95)	2
7 / 293,75	293,75	293,75	8	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50 3x50	1:2:4:8:8	385	2x(3x95/50) 2x(3x95)	2
7 / 337,5	337,5	337,5	8	1x12,5 + 1x25 + 3x50 3x50	1:2:4:4:4	443	2x(3x95/50) 2x(3x95)	2
7 / 393,75	393,75	393,75	10	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50 5x50	1:2:4:8:8	517	2x(3x120/70) 2x(3x120)	2
7 / 437,5	437,5	437,5	10	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50	1:2:4:4:4	574	2x(3x120/70) 2x(3x120)	2
7 / 493,75	493,75	493,75	12	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50 5x50 2x50	1:2:4:8:8	648	2x(3x120/70) 2x(3x120) 2x(3x120)	3
7 / 537,5	537,5	537,5	12	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50 2x50	1:2:4:4:4	664	2x(3x120/70) 2x(3x120) 2x(3x120)	3
7 / 593,75	593,75	593,75	14	1x6,25 + 1x12,5 + 1x25 + 2x50 5x50 4x50	1:2:4:8:8	779	2x(3x120/70) 2x(3x120) 2x(3x120)	3
7 / 637,5	637,5	637,5	14	1x12,5 + 1x25 + 3x50 5x50 4x50	1:2:4:4:4	837	2x(3x120/70) 2x(3x120) 2x(3x120)	3

Poudariti je potrebno, da ima vsaka omara svojo stikalo za odklop omare od napetosti, in da je na vsako omaro izveden lasten dovod!

Na zahtevo izdelamo tudi kompenzacijske naprave drugačnih moči in drugačne konstrukcije.

Svetujemo, izvajamo projektiranje ter inženiring na osnovi podatkov o porabnikih in porabi električne energije, opravljenih meritev višje-harmonskih komponent, ter na osnovi meritev izberemo optimalno moč in tip kompenzacijske naprave, jo izdelamo in izvedemo priključitev.

Nasveti naših strokovnjakov so vam na voljo brezplačno.

- Tehnični podatki avtomatske filterske kompenzacije - tip AFKN**

nazivna napetost	400V
nazivna frekvenca	50Hz
resonančna frekvenca	189 Hz
trajna tokovna preobremenitev	1,3
trajna napetostna preobremenitev	1,1
dielektrična izguba kondenzatorjev	$\leq 0,2\text{W/kvar}$
skupna izguba kondenzatorjev	$\leq 0,5\text{W/kvar}$
stopnja izgube dušilke 50 kvar	$\leq 160\text{ W}$
stopnja izgube dušilke 25 kvar	$\leq 105\text{ W}$
stopnja izgube dušilke 12,5 kvar	$\leq 70\text{ W}$
stopnja izgube dušilke 6,25 kvar	$\leq 10,3\text{ W}$
stopnja mehanske zaščite	najmanj IP 20
temperaturni razred	-25 do 40°C
napajanje iz tokovnega transformatorja	x/5A

Avtomatska Dinamična filterska kompenzacija – tip ADFKN

V razmerah hitrega spreminjanja faktorja moči kot tudi obremenitev bi za seboj potegnilo veliko število vklopov in izklopov kondenzatorskih baterij. V večini primerov pa se srečamo z situacijo, ko klasični način vklapljanja preko kontaktorjev odpove oziroma ne uspe slediti hitrim spremembam faktorja moči. Takrat uporabimo tiristorske module, kateri imajo sledeče prednosti;

- Pri vklopu kondenzatorskih baterij nimamo več vklopnih prehodnih pojavov, kajti preklop se izvrši pri prehodu napetosti skozi nič.
- Izklop kondenzatorskih baterij se izvrši pri prehodu toka skozi ničlo.
- Takojšnji odziv sistema, vklop kondenzatorskih baterij se pri tiristorsko vodeni kompenzacijski napravi lahko izvrši v eni periodi (20 ms pri frekvenci 50 Hz)

Takšna – tiristorsko vodena kompenzacijska naprava se lahko uporablja na primer pri varilnih napravah, žerjavih, dvigalih itd.

Pri dinamični kompenzacijski napravi je potrebno uporabiti hitrejši regulator, kateri omogoča reakcijo kompenzacijske naprave v 80 ms. (Prej smo omenili, da je sam tiristorski modul sposoben reagirati še hitreje, vendar v praksi mora preteči vsaj trifazni cikel, kar pomeni 60 ms preden regulator posreduje ukaz o vklopu ali izklopu kondenzatorske grupe).

Te kompenzacije niso tipske, delajo se po naročilu, lahko so maksimalno 12 stopenjske (pogojeno z regulatorjem), velikosti so lahko enake kot pri filterskih kompenzacijah (ni možno izvesti velikosti 593,75 in 637,5 kvar).

Avtomatska kombinirana Dinamična filterska kompenzacija – tip AD+FKN

Tukaj se uporabi princip kombinacije hitrih tiristorsko krmiljenih in počasnih kontaktorsko krmiljenih stopenj.

Te kompenzacije niso tipske, delajo se po naročilu, lahko so maksimalno 12 stopenjske (pogojeno z regulatorjem), velikosti so lahko enake kot pri filterskih kompenzacijah, število hitrih tiristorskih stopenj je lahko od 1 do 12, odvisno od zahtev (ni možno izvesti velikosti 593,75 in 637,5 kvar).

Direktna kompenzacija – tip DKN

Nizkonapetostna ne-regulirana kompenzacijska naprava tip DKN se uporablja za kompenzacijo jalove energije posamičnih porabnikov in skupin porabnikov, ki so istočasno v obratovanju, npr. večji motorji in transformatorji. Njene prednosti pred centralno so v cenenosti in v kompenzaciji jalove energije direktno na mestu nastanka. Kompenzacija DKN je v kovinski stenski omarici v katero so vgrajeni enofazni ali trifazni cilindrični kondenzatorji. V tej kompenzaciji so za varovanje vgrajene visoko učinkovite varovalke (po potrebi je lahko izvedena signalizacija izpada varovalk). Moč teh kompenzacij je do 75 kvar, po potrebi izdelamo tudi močnejše direktne kompenzacije.

Lahko se izdelata tudi filterska direktna kompenzacija tip DFKN

- **Tehnični podatki kompenzacije tip DKN**

nazivna napetost	400V
nazivna frekvenca	50Hz
trajna tokovna preobremenitev	1,3
trajna napetostna preobremenitev	1,1
dielektrična izguba kondenzatorjev	$\leq 0,2\text{W/kvar}$
skupna izguba kondenzatorjev	$\leq 0,5\text{W/kvar}$
stopnja mehanske zaščite	najmanj IP 21
temperaturni razred	-25 do 40°C