



ICES  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Inženir Elektroenergetike  
Modul: elektroenergetska učinkovitost in električne  
inštalacije

## **UPS NAPRAVA 500 kVA**

Mentor: Matjaž Bobnar, univ. dipl. inž. el.  
Mentor v podjetju: Anže Jeraj, dipl. inž. el. spec.  
Lektorica: Maja Antosiewicz Škraba, univ. dipl. slov.

Kandidat: Damjan Stanko

Kranj, maj 2022

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju Matjažu Bobnarju, univ. dipl. inž. el., za strokovno pomoč, usmerjanje in spodbudo pri nastajanju diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi mentorju v podjetju Anžetu Jeraju, dipl. inž. el. spec., za vso pomoč, ki mi jo je namenil pri nastajanju diplomskega dela.

Hvala podjetju Filc d. o. o. za sofinanciranje študija in uporabo internega gradiva.

Zahvaljujem se tudi lektorici Maji Antosiewicz Škraba, univ. dipl. slov., ki je mojo diplomsko delo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebna zahvala gre moji družini in prijateljem, ki so mi vedno stali ob strani in me prenašali ter podpirali med študijem.

## IZJAVA

Študent Damjan Stanko izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Matjaža Bobnarja, univerzitetnega diplomiranega inženirja elektrotehnike.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

V diplomskem delu smo obravnavali zagotavljanje brezprekinitvenega napajanja na primeru vgradnje naprav UPS moči 500 kVA. V nadaljevanju diplomskega dela smo predstavili napravo UPS in na kratko opisali njeno zgodovino ter uporabo. Osrednji raziskovalni del diplomskega dela je bila postavitve naprave UPS v podjetju, njena predstavitev in predstavitev problemov. Predstavili smo načrt in vzroke za postavitve naprave UPS. Opisali smo vse faze postavitve in predstavili tehnične specifikacije. V nadaljevanju smo opisali težave, ki smo jih imeli pred njeno postavitvijo, in težave z nihanjem napetosti v podjetju. Na koncu smo naredili časovne okvirje postavitve in zaključek.

## **KLJUČNE BESEDE**

- brezprekinitveno napajanje z električno energijo
- naprava UPS
- projektna dokumentacija
- tehnične specifikacije

## **ABSTRACT**

In the diploma work we discussed the provision of uninterruptible power supply in the case of installation UPS device with a power of 500 kVA. In the continuation of the diploma work, we presented the UPS device and briefly described its history and use. The central research part of the diploma work was the installation of a UPS device in the company, its presentation and presentation of problems. We presented the plan and reasons for the installation of UPS device. We have described all stages of installation and presented technical specifications. In the following, we have described the problems we had before, its installation and the problems with voltage fluctuations in the company. At the end, we made the time frames of the layout and completion.

## **KEYWORDS**

- Uninterruptible power supply
- UPS device
- Project documentation
- Technical specifications

## KAZALO

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitve problema.....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Predstavitve okolja .....	1
1.4	Predpostavke in omejitve .....	2
2	ZAGOTAVLJANJE BREZPREKINITVENEGA NAPAJANJA .....	3
2.2	Učinek vgradnje UPS naprave .....	8
3	UPS NAPRAVA.....	9
3.1	Namen UPS naprave .....	9
3.2	Vrste UPS naprav .....	9
3.2.1	UPS v stanju pripravljenosti .....	9
3.2.2	Linijski interaktivni UPS .....	10
3.2.3	Online UPS z dvojno pretvorbo .....	11
3.3	Spremembe kakovosti izvirne napetosti .....	11
3.4	Osnove za določitev moči UPS naprave .....	15
3.5	Sistem nadzora nad nihanjem napetosti v podjetju.....	16
4	POSTAVITEV UPS NAPRAVE V PODJETJU .....	19
4.1	Opis obstoječega stanja .....	19
4.2	Montažno ohišje za namestitev UPS naprave .....	19
4.3	Tehnična rešitev .....	21
4.3.1	MGE Galaxy 6000.....	23
4.4	Gantogram .....	26
4.5	SWOT analiza .....	27
5	ZAKLJUČEK .....	28
6	VIRI IN LITERATURA .....	29

## KAZALO SLIK

Slika 1: Zabitje mikalniških valjev z vlakni.....	4
Slika 2: Poškodba mikalniških oblog.....	4
Slika 3: Pretrganje transportnega traku .....	5
Slika 4: Uničenje igel za obdelavo materiala .....	6
Slika 5: Nihanje napetosti po vgradnji UPS naprave.....	8
Slika 6: UPS v Fairbanksu.....	9
Slika 7: UPS v stanju pripravljenosti .....	10
Slika 8: Linijski interaktivni UPS.....	10
Slika 9: Online UPS z dvojno pretvorbo.....	11
Slika 10: Padec napetosti vira za daljše časovno obdobje.....	11
Slika 11: Padec napetosti vira za polovico ali določeno obdobje .....	12
Slika 12: Zmanjšanje napetosti vira pod dovoljeno .....	12
Slika 13: Povišanje vrednosti vira nad dovoljeno .....	12
Slika 14: Sprememba frekvence vira .....	13
Slika 15: Prehodne prenapetosti.....	13
Slika 16: Prehodno zmanjšanje vrednosti napetosti.....	13
Slika 17: Neperiodične motnje, ki so posledica valovne oblike napetosti vira .....	14
Slika 18: Povečanje nesinusnega koeficienta valovne oblike nad dovoljeno.....	14
Slika 19: Nihanje moči med različnimi časovnimi intervali.....	15
Slika 20: Nihanje moči med različnimi časovnimi intervali.....	15
Slika 21: Analizator napetosti .....	17
Slika 22: Podatki iz analizatorja napetosti.....	18
Slika 23: Montažno ohišje.....	20
Slika 24: UPS naprava MGE Galaxy 6000 , 500 kVA .....	22
Slika 25: Ena izmed baterij vgrajenih v UPS napravi .....	23
Slika 26: Enovrstični diagram sistem Galaxy 6000 .....	24
Slika 27: Gantogram.....	26
Slika 28: Swot analiza .....	27

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Meritev napetosti v času močnega deževja (podnevi).....	6
Tabela 2: Meritev napetosti v času močnega deževja (ponoči).....	7
Tabela 3: Meritev napetosti v času nevihte (podnevi).....	7
Tabela 4: Meritev napetost v času nevihte (ponoči).....	7
Tabela 5: Nihanje napetosti po vgradnji UPS naprave.....	8

## KRATICE IN AKRONIMI

A:	amper
AC:	izmenični tok
AGM:	vpojna tehnologija ločevalca steklenega flisa
Ah:	amper-ura
db:	decibel
cm:	centimeter
DC:	enosmerni tok
DGR:	predpisi o nevarnem blagu
d. o. o.:	družba z omejeno odgovornostjo
način ECO:	varčni način
FeZn:	železo-cink
h:	ura
IATA:	Mednarodno združenje za zračni transport
kV:	kilovolt
kVA:	kilovoltamper
kW:	kilovat
L:	faza
mm:	milimeter
mm <sup>2</sup> :	kvadratni milimeter
ms:	milisekunda
m <sup>3</sup> /h:	pretok zraka v kubičnih metrih na uro
NN:	nizka napetost
RMS:	efektivna vrednost
S:	navidezna moč
t:	čas
TP:	transformatorska postaja
U:	napetost
UL:	podjetje za certificiranje varnosti
UPS:	brezprekinitveno napajanje
V:	volt
W:	vat
°C:	stopinje Celzija
%:	odstotek

# 1 UVOD

## 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Dandanes je v industriji ključnega pomena neprekinjeno in učinkovito zagotavljanje električne energije in posledično delovanje naprav, ki se napajajo z električno energijo. Oboje dosežemo le z ustrezno opremo in rednim vzdrževanjem naprav.

V industriji se dokaj redko uporablja naprave UPS za celoten postroj. V podjetju, ki deluje v panogi tekstilne industrije, smo ugotovili, da bi z napravo UPS precej prihranili. Zaznali smo, da je zaradi izpadov dobave električne energije pogosto prihajalo do zaustavitev proizvodnega procesa zaradi nekontroliranih zaustavitev strojev.

V diplomskem delu smo obravnavali zagotavljanje brezprekinitvenega napajanja na primeru vgradnje naprave UPS v podjetju. Opisali smo poškodbe zaradi nekontroliranih zaustavitev ter določili moč in čas delovanja naprave UPS.

## 1.2 CILJI NALOGE

Cilja diplomskega dela sta raziskati zagotavljanje brezprekinitvenega napajanja na primeru vgradnje naprave UPS in prikazati vpeljavo le-te v proizvodnjo. S tem bi zmanjšali proizvodne stroške, ker bi odpravili nepotrebne zastoje. Hkrati bi zmanjšali porabo rezervnih delov in režijskih stroškov. Z napravo UPS bi odpravili vsa nihanja napetosti in vse kratke izpade električne energije (izpadi do 5 minut) s ciljem preprečitve nekontroliranih zaustavitev proizvodne linije.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Sedež podjetja Filc d. o. o. je v industrijski coni v Škofji Loki. Podjetje ima še dve podružnici: v Mengšu, kjer je bilo podjetje leta 1937 tudi ustanovljeno, in drugo manjšo v Lendavi. Podjetje spada med srednje velika podjetja in se ukvarja s proizvodnjo netkanih tekstilij in laminatov. Izdelki se uporabljajo v različnih panogah: v gradbeništvu, avtomobilski industriji, filtraciji, čevljarski in pohištveni industriji, medicini itd. Podjetje se neprestano širi in uvajajo se nove tehnologije. Zaradi občutljivosti različnih komponent proizvodnih strojev je potrebna neprekinjena in zanesljiva dobava električne energije. V podjetju se tehnično osebje glede upravljanja in vzdrževanja različnih postrojev veliko izobražuje, da lahko proizvodnja nemoteno obratuje.



## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Problem, ki smo ga obravnavali v diplomskem delu, je zmanjšanje zaustavitev (zastojev) proizvodnje linije, preprečitev nekontroliranih zaustavitev in škode zaradi prekinitev dobave električne energije.

Omejitev diplomskega dela je, da bomo raziskovalno vprašanje, kako zagotavljati brezprekinitveno napajanje z električno energijo in posledično zmanjšati negativne posledice za proizvodni proces, obravnavali le na primeru vgradnje naprave UPS, ne bomo pa analizirali drugih možnih tehničnih rešitev, kot je dvostransko napajanje.

## 2 ZAGOTAVLJANJE BREZPREKINITVENEGA NAPAJANJA

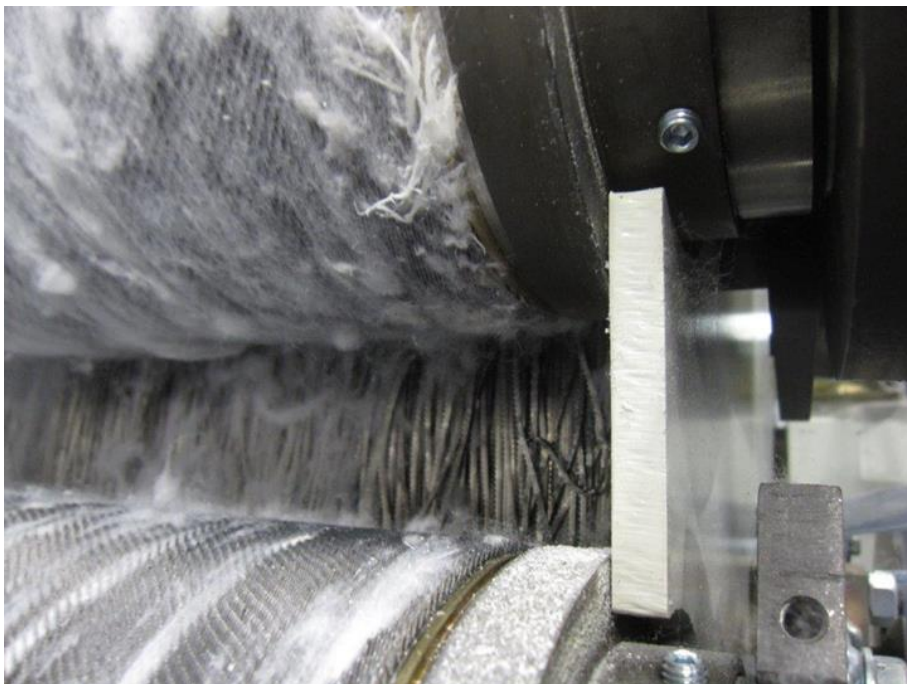
Najpogostejši vzroki za postavitev naprave UPS so nepredvidljivi in neugodni vremenski pogoji. Kakšne težave so z vremenom in koliko je le-teh, je odvisno od tega, kje živimo. Na nekaterih delih države smo vplivom bolj izpostavljeni, nekje pa manj. Do izpadov prihaja zaradi prevelikih prenapetosti, ki so vzrok udarov strel med nevihtami. Eden od vzrokov je tudi človeški faktor, kjer lahko zaradi napake pride do nepredvidljivih nesreč, ki so eden najpogostejših vzrokov za nenadno prekinitve napajanja. Pri industrijskih pogojih, konkretno v našem primeru, prihaja do nepredvidenih zaustavitev, kjer so težave v napetostnih konicah in krajših prekinitvah napajanja. V nekaterih primerih prihaja tudi do strojelomov. Med vzroke za izpade električne energije lahko pripišemo tudi vklope in izklope velikih porabnikov in stikalne manevre v energetskega sistema, ki so med drugim tudi posledica vzdrževanja ali kratkih stikov.

Naprava UPS ali naprava za brezprekinitveno napajanje ščiti pred motnjami iz električnega omrežja. Te naprave imajo vgrajene akumulatorje, ki v primeru izpada mrežnega napajanja premostijo izpad tako, da brezprekinitveno napajajo bremena, pri tem pa le-ta izpada ne zaznajo. Čas delovanja naprave UPS je odvisen od avtonomije vgrajenih akumulatorjev in trenutne obremenitve (AMP-SOLAR, 2022).

Ta čas je običajno zelo kratek: v industriji običajno le nekaj minut, vendar dovolj za zagon vira v stanju pripravljenosti ali za pravilno zaustavitev. Poznamo dinamične in statične naprave UPS, statične pa delimo še na samostojne in modularne (e-DISTI, 2022).



*Slika 1: Zabitje mikalniških valjev z vlakni  
(Lastni vir)*



*Slika 2: Poškodba mikalniških oblog  
(Lastni vir)*

Slika 2 prikazuje strojelom ob nenadnem izpadu električne energije in hitri zaustavitvi linije. Prišlo je do strganja mikalniških oblog, ki skrbijo za enakomerno razčesavanje vlaken. Škoda je bila tako obsežna, da celotna linija 10 dni ni bila v obratovanju, saj je bilo treba počakati na tuje izvajalce za odpravo posledic izpada električne energije na proizvodnih strojih.



*Slika 3: Pretrganje transportnega traku  
(Lastni vir)*



*Slika 4: Uničenje igel za obdelavo materiala  
(Lastni vir)*

Sliki 1 in 3 prikazujeta manjše poškodbe, ki smo jih odpravili sami v nekaj urah, kar zahteva določene spretnosti, ki jih nimajo vsi operaterji. Večina jih je usposobljenih za odpravo manjših okvar brez posredovanja vzdrževalne službe.

## 2.1 PODATKI PREDHODNIH MERITEV V TRANSFORMATORSKI POSTAJI

V transformatorski postaji smo izvajali meritve na sekundarni strani energetskih transformatorjev. Za meritve smo uporabili analizator električne energije TOPAS 1000 (FLUKE 1760). Osnovni podatki instrumenta so dostopni na spletni strani <http://www.fluke.com/fluke/inen/Power-Quality-Tools/Three-Phase/Fluke-1760.htm?PID=56031>.

OPIS	L1	L2	L3
Min. napetost (V)	207,41	201,43	181,66
Max. čas izpada (ms)	10,009	40,017	143,12

*Tabela 1: Meritev napetosti v času močnega deževja (podnevi)  
(Vir: Interna dokumentacija)*

OPIS	L1	L2	L3
Min. napetost (V)	210,12	197,89	192,71
Max. čas izpada (ms)	9,812	52,048	132,59

*Tabela 2: Meritev napetosti v času močnega deževja (ponoči)*  
(Vir: Interna dokumentacija)

OPIS	L1	L2	L3
Min. napetost (V)	206,59	135,57	175,45
Max. čas izpada (ms)	10,003	160,05	150,05

*Tabela 3: Meritev napetosti v času nevihte (podnevi)*  
(Vir: Interna dokumentacija)

OPIS	L1	L2	L3
Min. napetost (V)	202,45	141,87	183,12
Max. čas izpada (ms)	12,036	154,36	112,31

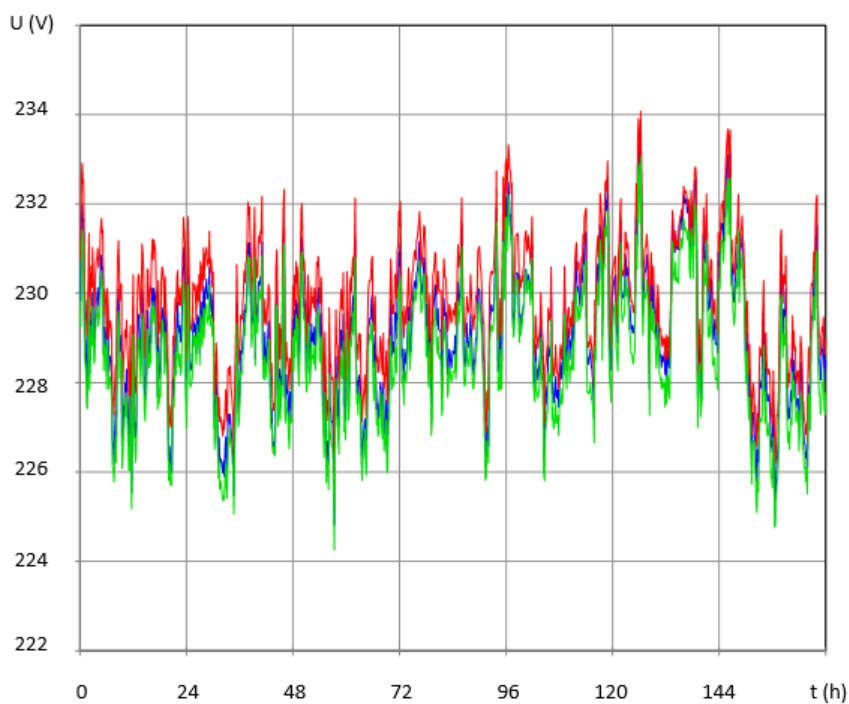
*Tabela 4: Meritev napetost v času nevihte (ponoči)*  
(Vir: Interna dokumentacija)

Tabele prikazujejo meritve napetosti v podjetju, na podlagi katerih smo se odločili za namestitve naprave UPS. Meritve smo opravili v različnih vremenskih pogojih. Vse skupaj so pokazale dejansko sliko konstantnosti električne napetosti. Največja odstopanja smo opazili med slabim vremenom, kot so nevihte s strelami in močnim deževjem. Spremljali smo vremensko napoved, da smo opravili meritve v slabem vremenu. Meritve smo izvajali v časovnem obdobju 14 dni, da smo dobili točne rezultate.

## 2.2 UČINEK VGRADNJE NAPRAVE UPS

Faza	Max. napetost		Min. napetost	
	U (V)	Datum in ura	U (V)	Datum in ura
V RMS L1	234,69	12. 6. 2017, 15:10	222,82	10. 6. 2017, 8:40
V RMS L2	233,28	12. 6. 2017, 23:00	219	10. 6. 2017, 8:40
V RMS L3	234,76	12. 6. 2017, 14:50	222,89	10. 6. 2017, 8:40

Tabela 5: Nihanje napetosti po vgradnji naprave UPS  
(Vir: Interna dokumentacija)



Slika 5: Nihanje napetosti po vgradnji naprave UPS  
(Vir: Interna dokumentacija)

Tabela 5 in slika 5 prikazujeta stanje nihanja napetosti po vgradnji naprave UPS. Razvidno je, da je bil izračun moči naprave UPS pravilen. Stanje se je bistveno izboljšalo, saj nismo imeli več težav med proizvodnjo.



## 3 NAPRAVA UPS

### 3.1 NAMEN NAPRAVE UPS

Naprava UPS služi kot nekakšen akumulator. Njen glavni namen je zaščititi naprave ali celotne postroje pred motnjami iz električnega omrežja. Uporablja se za zaščito strojne opreme, kot npr. računalnikov, podatkovnih centrov, telekomunikacijske opreme, ali druge opreme, kjer lahko nepričakovana motnja iz električnega omrežja povzroči poškodbe, motnje v poslovanju, izgubo podatkov, v najhujših primerih pa tudi smrtne žrtve. Poznamo različne velikosti naprav UPS: od zaščite enega računalnika do velikosti, ki zmore napajati celotne podatkovne centre ali celo zgradbe. Največjo napravo UPS imajo v Fairbanksu na Aljaski, ki napaja celotno mesto in še nekaj podeželskih skupnosti. Njihov akumulatorski električni sistem za shranjevanje energije je 46-megavaten (ABB, 2021).



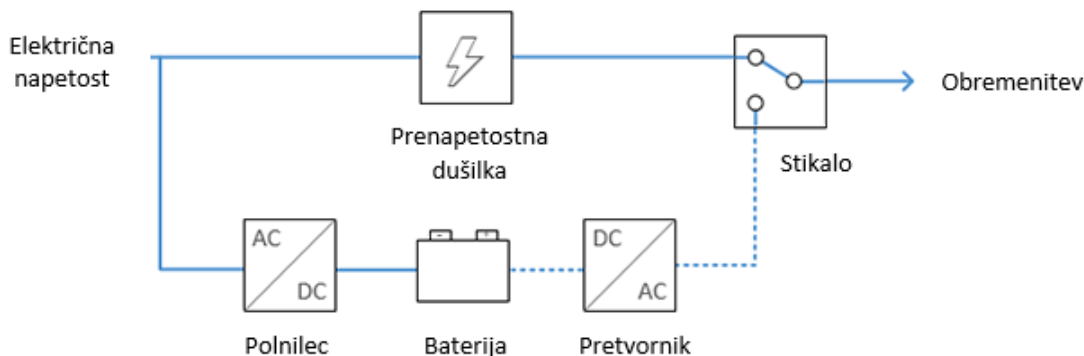
*Slika 6: UPS v Fairbanksu*  
(Vir: <https://library.e.abb.com>)

### 3.2 VRSTE NAPRAV UPS

#### 3.2.1 Naprava UPS v stanju pripravljenosti

Naprava UPS v stanju pripravljenosti ščiti pred prenapetostmi in zagotavlja napajanje prek baterije v primeru izpada električne napetosti. Izmenični tok teče skozi enoto v normalnih pogojih in preklopi na baterijski način, ko zazna izpad električne energije (e-DISTI, 2022).

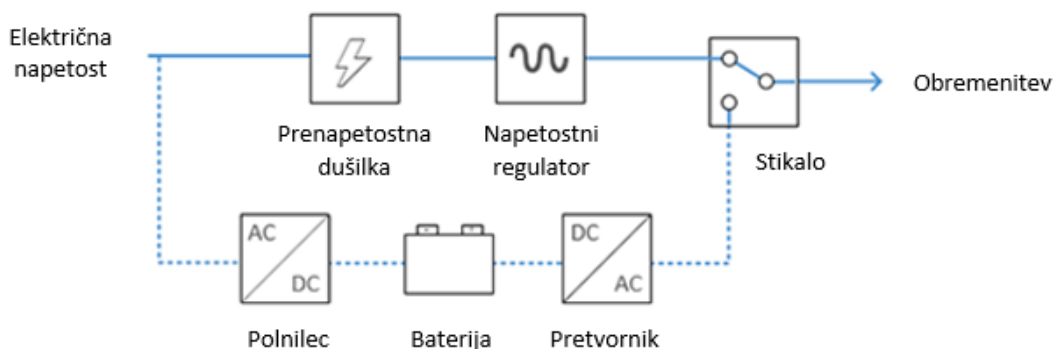




Slika 7: Naprava UPS v stanju pripravljenosti  
(Vir: <https://www.tripplite.com>)

### 3.2.2 Linijski interaktivni UPS

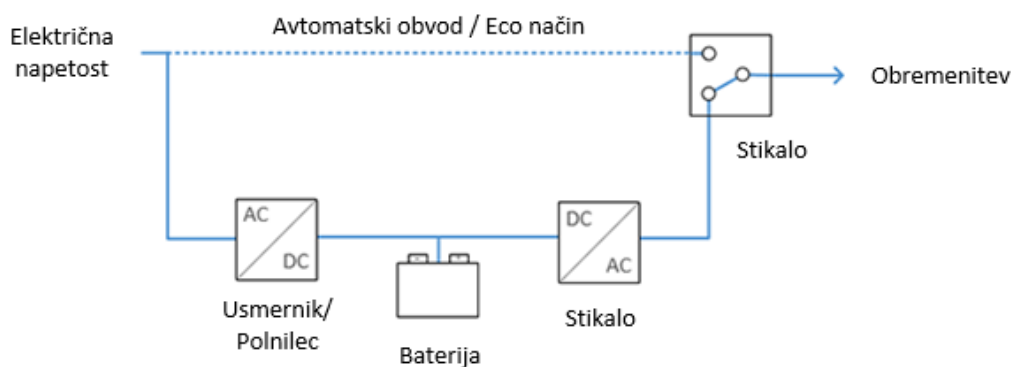
Poleg rezervnega akumulatorja zagotavljajo linijski interaktivni UPS kondicionirano napajanje, ki odpravlja napetostna nihanja. Napajanje izmeničnega toka poteka skozi napetostni regulator, ki po potrebi popravlja nizke in visoke napetosti in preklopi v rezervni način akumulatorja, ko zazna izpad električne energije (vir: e-DISTI, 2022).



Slika 8: Linijski interaktivni UPS  
(Vir: <https://www.tripplite.com>)

### 3.2.3 Online UPS z dvojno pretvorbo

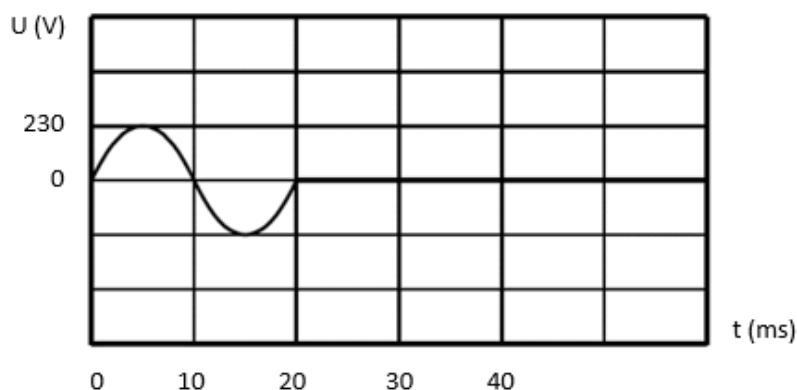
Vhodna izmenična moč se pretvori v enosmerni tok (DC) in nato nazaj v visokokakovostno napajanje izmeničnega toka, in sicer brez napetostnih nihanj in drugih popačenj, ki so pogosta pri omrežnem napajanju. Spletni sistemi UPS vključujejo tudi visoko učinkovit način ECO, ki samodejno prekine ali nadaljuje dvojno pretvorbo, odvisno od kakovosti vhodne moči (e-DISTI, 2022).



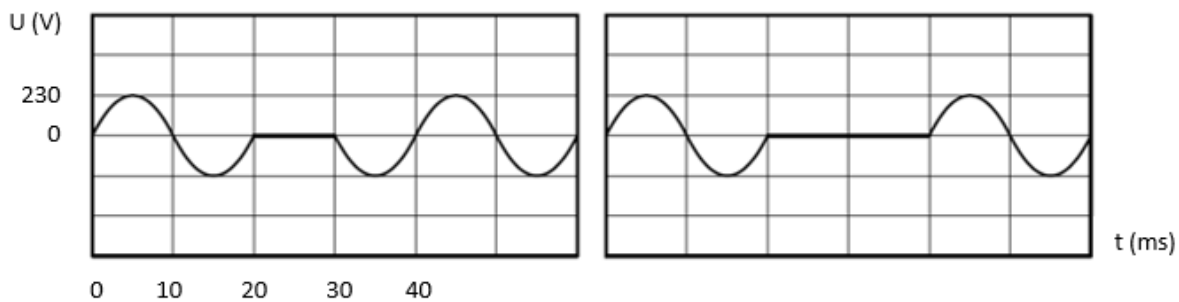
Slika 9: Online UPS z dvojno pretvorbo  
(Vir: <https://www.tripplite.com>)

### 3.3 SPREMEMBE KAKOVOSTI IZVORNE NAPETOSTI

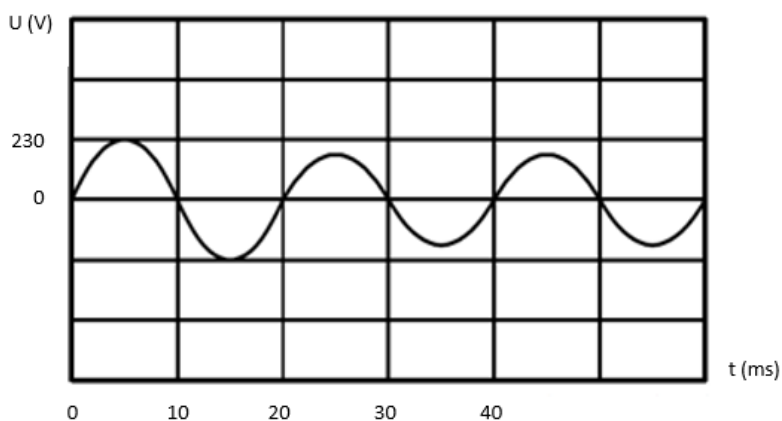
V praksi je mogoče najti več različnih sprememb (motenj) kakovosti izvorne napetosti. Povzročajo nam neprijetnosti v delovnih procesih oz. v domačem okolju, zlasti če gre za dolgotrajno prekinitev dobave električne energije.



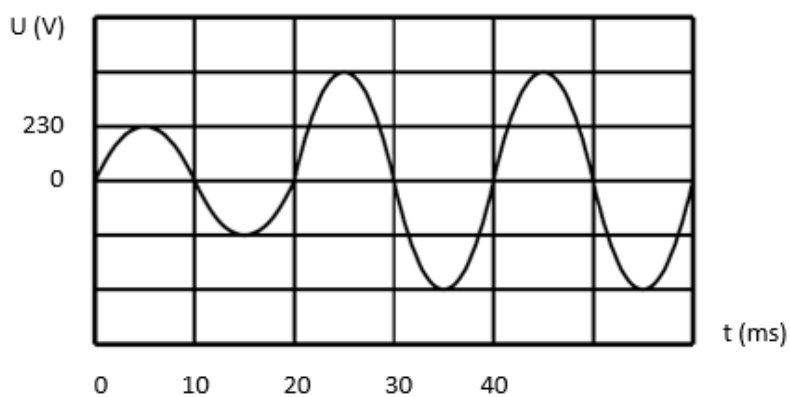
Slika 10: Padec napetosti vira za daljše časovno obdobje  
(Vir: UPS book, 2010)



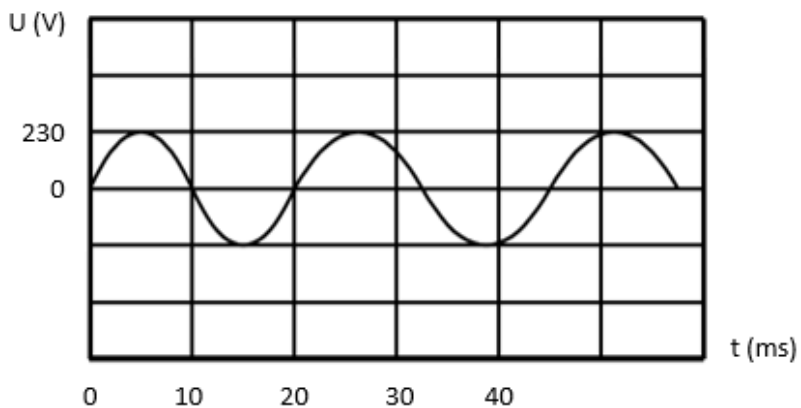
Slika 11: Padec napetosti vira za polovico ali za določeno obdobje  
(Vir: UPS book, 2010)



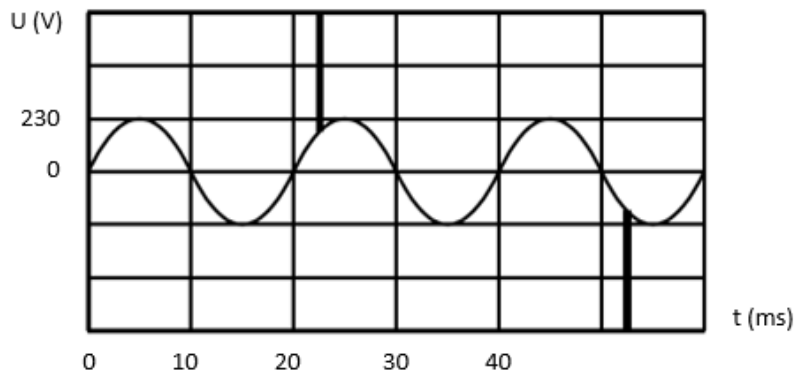
Slika 12: Zmanjšanje napetosti vira pod dovoljeno mejo  
(Vir: UPS book, 2010)



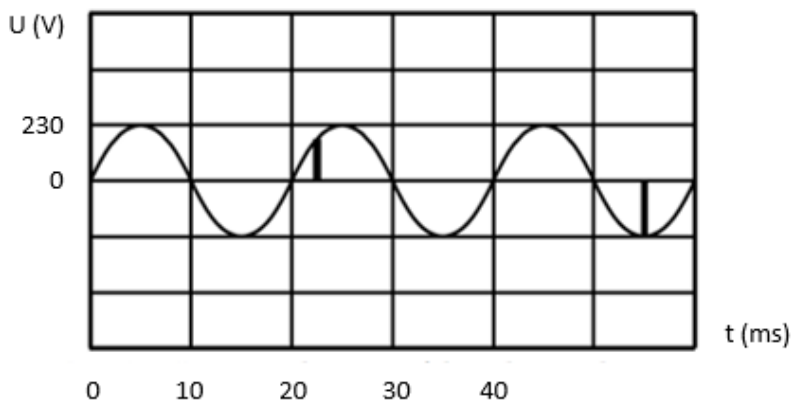
Slika 13: Povišanje vrednosti vira nad dovoljeno mejo  
(Vir: UPS book, 2010)



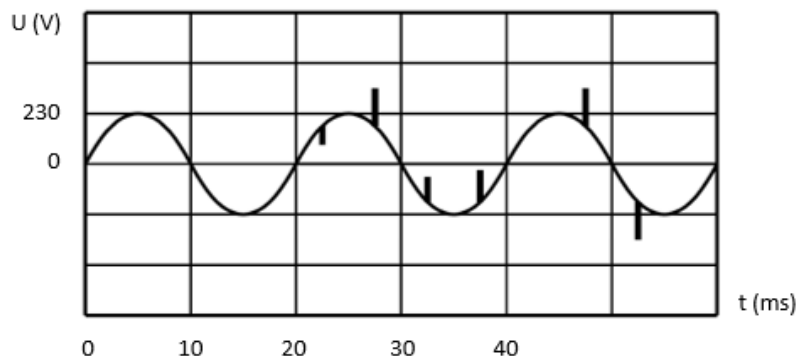
Slika 14: Sprememba frekvence vira  
(Vir: UPS book, 2010)



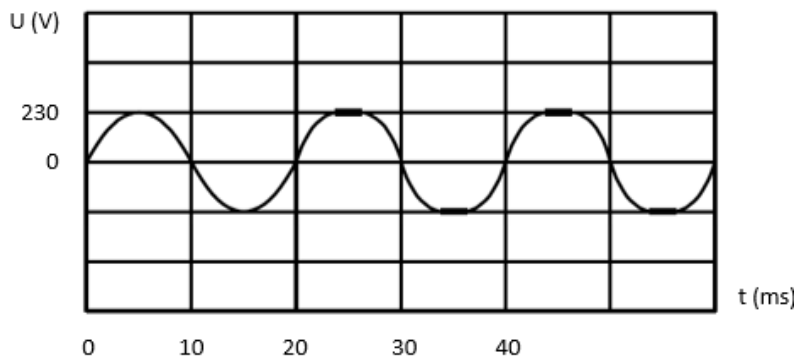
Slika 15: Prehodne prenapetosti  
(Vir: UPS book, 2010)



Slika 16: Prehodno zmanjšanje vrednosti napetosti  
(Vir: UPS book, 2010)



Slika 17: Neperiodične motnje, ki so posledica valovne oblike napetosti vira  
(Vir: UPS book, 2010)

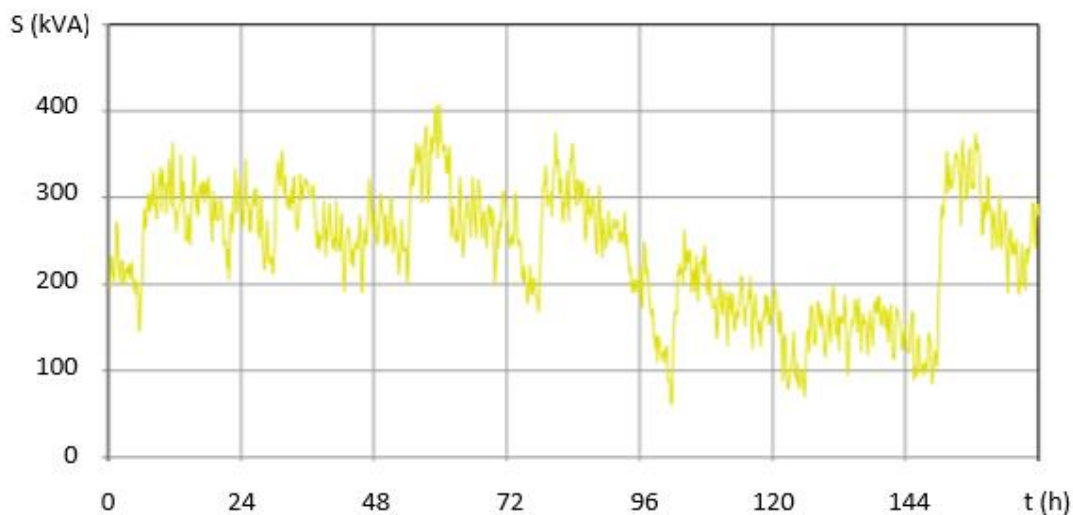


Slika 18: Povečanje nesinusnega koeficienta valovne oblike nad dovoljeno mejo  
(Vir: UPS book, 2010)

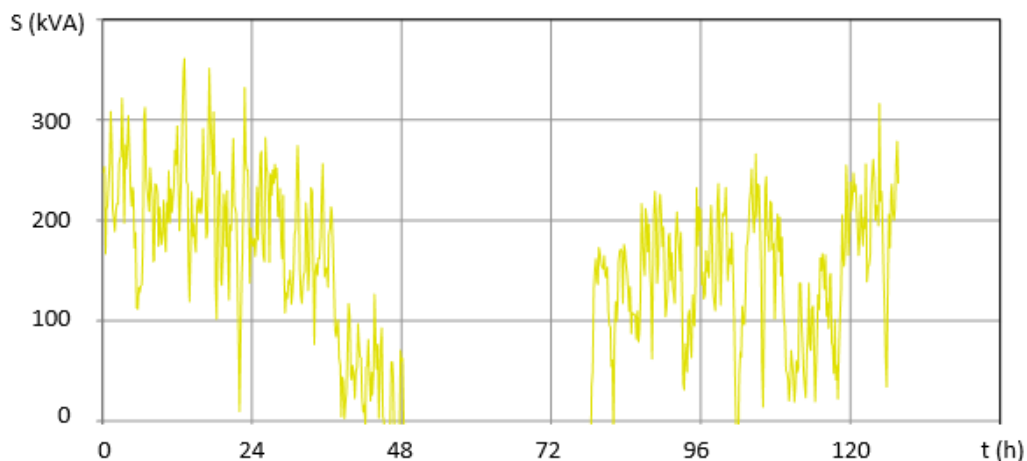
Vse zgoraj omenjene motnje kakovosti izvorne napetosti ne vplivajo enako na različne potrošnike. Učinki so odvisni od tipa potrošnika, ali uporablja neposredno izmenično napetost ali jo pretvarja v enosmerno (npr. za osebni računalnik). Treba je vedeti, da obstajajo tudi drugi načini zaščite. Za odpravo težav s povišano ali zmanjšano vrednostjo napetosti (slika 12 in 13) se lahko uporabi stabilizatorje izmenične napetosti (UPS book, 2010).

### 3.4 OSNOVE ZA DOLOČITEV MOČI NAPRAVE UPS

Za določitev moči naprave UPS smo potrebovali več časa, saj je bilo treba natančno preučiti, kakšno moč potrebujemo. Temu so prispevali različni časovni intervali, za katere so značilni različni pogoji za obratovanje. Najprej smo opravili meritve v časovnem obdobju enega tedna z neprekinjenim obratovanjem. Tukaj je bilo precej sodelovanja z različnimi oddelki. Med obratovanjem smo v meritve vključevali različne porabnike, da smo dobili točno sliko porabe.



Slika 19: Nihanje moči med različnimi časovnimi intervali  
(Vir: Interna dokumentacija)



Slika 20: Nihanje moči med različnimi časovnimi intervali  
(Vir: Interna dokumentacija)

Slika 20 prikazuje nihanje moči ob 24-urni zaustavitvi. Iz grafa je razvidno, kako smo porabnike iz obratovanja izklapljali in kasneje vklapljali. Na podlagi teh dveh meritev smo določili moč naprave UPS. Razvidno je, da nismo potrebovali več kot 400 kVA moči. Vendar smo se pred nakupom odločili za napravo UPS moči 500 Kva zaradi zagotavljanja dodatnih 25-odstotnih rezerv v primeru povečanja moči proizvodnje. V naprej se ne da predvideti, ali bomo vgradili še dodaten porabnik, zato je bila to najbolj smotrna odločitev.

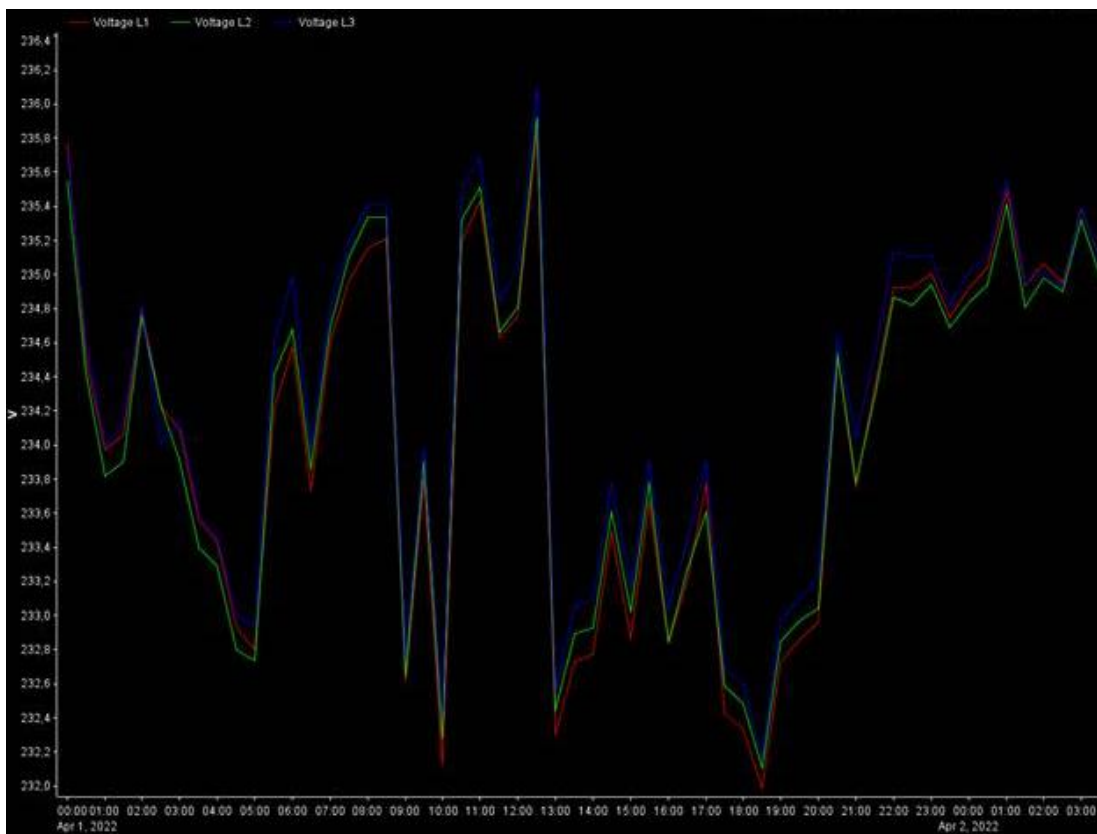
### **3.5 SISTEM NADZORA NAD NIHANJEM NAPETOSTI V PODJETJU**

V podjetju imamo kar nekaj proizvodnih linij, ampak niso vse opremljene z napravami UPS, zato smo se odločili za stalen nadzor nad nihanjem napetosti. Investirali smo v programsko opremo Power studio scada. To je sistem, prek katerega lahko na računalniku nadzorujemo vse porabnike. Na vse glavne razdelilne omarice smo vgradili trifazne analizatorje moči CVM-B100. Z njih je razvidno, kakšna je trenutna napetost na posamezni fazi. S tem smo olajšali delo operaterjem na liniji in vzdrževalcem. V primeru izpada električne energije se operaterji po telefonu posvetujejo z elektro vzdrževalci. Takoj jim lahko povedo, ali gre ob morebitni zaustavitvi proizvodne linije za izpad katere od faz ali pa za kakšno drugo okvaro. V primeru izpada na omrežju elektro vzdrževanju na liniji ni treba posredovati.



Slika 21: Analizator napetosti  
(Lastni vir)





Slika 22: Podatki iz analizatorja napetosti  
(Vir: Posnetek zaslona v podjetju)

Podatke smo pridobili z osemminutnim osveževanjem meritev. Meritve se izvajajo avtomatsko in shranjujejo na strežnikih. Shranjevanje ni trajno, ampak le za določeno časovno obdobje.

## **4 POSTAVITEV NAPAVE UPS V PODJETJU**

### **4.1 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA**

Proizvodnja linija se oskrbuje z električno energijo iz transformatorske postaje TP2 1 x 1000 kVA; 20/0,42 kV. V stikalnem prostoru postaje je NN stikalna omara, v kateri sta dva odvodna odklopnika, ki napajata zbiralni koriti, nameščeni po obodu proizvodnje hale. Moč odvodnih odklopnikov je 1250 in 800 A. Transformatorska postaja ne omogoča priklopa dodatnih naprav, ker je njena moč že izkoriščena.

Prostor za namestitev omenjene naprave je v prostoru proizvodne hale, in sicer na mestu, ki meji na transformatorsko postajo. Ta prostor se uporabi za namestitev nove naprave, ki bo v ta namen izdelani »hiški«.

### **4.2 MONTAŽNO OHIŠJE ZA NAMESTITEV NAPRAVE UPS**

Napravo UPS smo namestili v posebno montažno ohišje v prostoru proizvodnje linije. Montažno ohišje smo dimenzionirali glede na velikost naprave UPS in njen namen ter jo razdelili na dva prostora. Najprej smo v obeh prostorih izdelali betonski temelj višine 25 cm za postavitev naprav in za izvedbo polaganja ter priklop energetskih kablov. Izdelali smo dvižni pod višine 25 cm iz pohodne pločevine, tla pa prekrili z izolacijsko preprogo.

Montažno ohišje, zunanjih dimenzij: 4300 x 3000 x 3000 mm (dolžina x širina x višina), je izdelano iz nosilnih kotnih profilov in iz zapolnjenih sten, ki so iz negorljivega materiala. Prvi prostor smo namenili napravi UPS, ki ima urejeno tudi prezračevanje za odvod toplote. V ta prostor smo na steno namestili stikalno omaro za posluževanje z napravo UPS. Drugi prostor smo namenili namestitvi baterij. Prostor je hlajen s klimatsko napravo.



*Slika 23: Montažno ohišje  
(Lastni vir)*

Na montažno ohišje z napravo UPS na levi strani smo montirali javljalce požara in jih povezali v sistem obstoječega sistema javljanja požara.

Na desni strani, ki je najbolj vidna operaterjem na liniji, smo predvideli priključke za zvočno in svetlobno javljanje za primer izpada omrežne napetosti.

Sistem smo priključili tako, da deluje v naslednjih časovnih točkah:

- v kolikor je izpad elektro napajanja iz omrežja do 60 sekund, operaterju na liniji ni treba nič storiti,
- v kolikor izpad traja dlje kot 60 sekund, se v tem času vklopi opozorilni alarm, ki pomeni, da je treba pričeti z normalno zaustavitvijo linije, ki postopoma, zaradi postopnih zaustavitvev porabnikov, koristi vedno manj energije,
- ob popolni zaustavitvi linije (glavnih porabnikov) se linija pusti v stanju pripravljenosti do 15 minut. Po 15 minutah pa se naprava UPS v celoti izklopi.

Izdelali smo kabelsko pot med napravo UPS in stikalnim prostorom transformatorske postaje TP2 skladno s projektno dokumentacijo za izvedbo. Položiti je bilo treba 22 enožilnih kabelskih vodnikov preseka  $185 \text{ mm}^2$  (d kabla = 25 mm), da smo zagotovili potrebno moč prenosa električne energije. Preseki kablov so dani skladno s priporočilom proizvajalca naprave UPS. Po kabelski trasi smo položili tudi ozemljitven trak FeZn 25 x 4 mm. Ožičili smo ga na obstoječi ozemljitveni sistem transformatorske postaje TP2 in na napravo UPS. Položili smo kabelski vodnik za krmiljenje izklopa odklopnikov v NN stikalni omari za primer izklopa naprave UPS v sili prek tipke, ki je nameščena pri vratih za vstop v prostor naprave UPS.

Poskrbeli smo za odvod toplote:

- naprava UPS: pri polni obremenitvi ima naprava UPS za 23,3 kW izgub. Da smo obdržali napravo UPS v okvirih delovne temperature  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ , je bilo treba zagotoviti izmenjavo zraka do  $14000 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- baterija: praktično nima toplotnih izgub. Za optimalno delovanje smo morali zagotoviti temperaturo prostora v mejah od  $+15$  do  $+25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Vgradili smo klimatsko napravo moči 2,5 kW.

### 4.3 TEHNIČNA REŠITEV

Proizvodnja linija potrebuje pri največjem izkoristku linije približno 450 kW električne moči. Moč smo zagotovili z napravo za neprekinjeno napajanje (UPS) moči 500 kW in z avtonomijo 5 minut. Za naše potrebe smo se na podlagi izvedenih meritev odločili za napravo UPS MGE Galaxy 6000, 500 kVA. Moč smo določili glede na porabnike v omrežju. Na podlagi sinhronnega in postopnega ustavljanja linije se manjša tudi število porabnikov.



Slika 24: Naprava UPS MGE Galaxy 6000, 500 kVA  
(Lastni vir)

V napravo UPS smo vgradili 102 baterije XP12V3000 s skupno močjo 414120 W, da smo zagotovili nemoteno obratovanje linije ob izpadu električne energije. Odločili smo se za baterijo proizvajalca Exide Sprinter, ker je bila najprimernejša za naše potrebe (Š x V x G: 309 x 239 x 172 mm), cenovno je bila tudi zelo dostopna in dobavljiva.

Posebnosti te baterije so, da ne potrebujejo vzdrževanja, imajo odlične lastnosti visokega toka in so optimizirane za kratke čase praznjenja.

Značilnosti baterij so (<https://www.conrad.si>):

- brez vzdrževanja (brez dolivanja vode) v celotni življenjski dobi,
- odlične lastnosti visokega toka,
- visoko stisljiva, vpojna tehnologija ločevalca steklenega flisa (AGM),
- optimizirane so za hitro praznjenje,
- zelo nizka stopnja samopraznjenja,
- kratek čas polnjenja,
- življenjska doba oblikovanja: do 12 let,

- visoka zmogljivost po klasifikaciji EUROBAT,
- rešitvene plošče v odlični zlitini svinca in kalcija za najboljšo odpornost proti koroziji,
- izjemno nizka količina plinov zaradi notranje rekombinacije plina (99 %),
- izjemna gostota moči,
- razvite ob upoštevanju IEC 60896-21/-22,
- popolna možnost recikliranja,
- UL potrjeno (Underwriter Laboratories),
- ni transportnih omejitev za obratovalne bloke, ne po železnici, cesti, vodi ali zraku (v skladu z IATA, DGR, stavek A67).



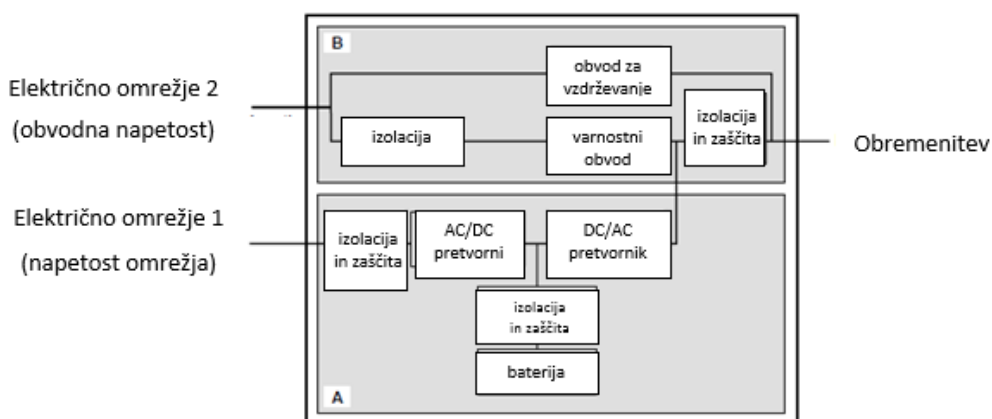
*Slika 25: Ena izmed baterij, vgrajenih v napravi UPS  
(Lastni vir)*

#### 4.3.1 MGE Galaxy 6000

Naprava UPS MGE Galaxy nam zagotavlja 3-fazno napajanje z naslednjimi značilnostmi:

- stabilna napetost,
- stabilna frekvenca,
- brez mikro zlomov in izpadov napajanja za čas trajanja baterije,
- hrup Galaxy 6000 pod 70 db.

Naprava UPS filtrira razne motnje v električnem omrežju in jih odpravlja s filtriranjem omrežne napetosti. To se dogaja ob konicah napetosti, kratkotrajnih in popolnih izpadih električne energije. Energijo za varno zaustavitev linije pa nam zagotovi iz vgrajenih baterij.



Slika 26: Enovrstični diagram sistem Galaxy 6000  
(Vir: Interna dokumentacija Galaxy 6000)

Opis delovanja sistema:

Modul AC/DC pretvarja 3-fazno napetost izmeničnega toka v enosmerno za običajni invertni vhod ali pa polni baterije. Baterijska enota zagotavlja rezervno napajanje za pretvornik v primeru padca napetosti oz. okvare omrežja 1. Modul DC/AC izmenično pretvarja enosmerno napetost v 3-fazno, ki jo potem linija uporablja. Na omrežju 2 je modul za obkrožje v sili, ki omogoča takojšen prenos obremenitev, ki ga aktivira operater, ali pa se sproži pri nenadni preobremenitvi. V sistemu imamo tudi vzdrževalni vod, ki loči napravo UPS od sistema v času vzdrževanja in nam zagotavlja nemoteno oskrbo z električno napetostjo. Sestavljen je iz treh stikal, ki jih moramo vklopiti ročno.

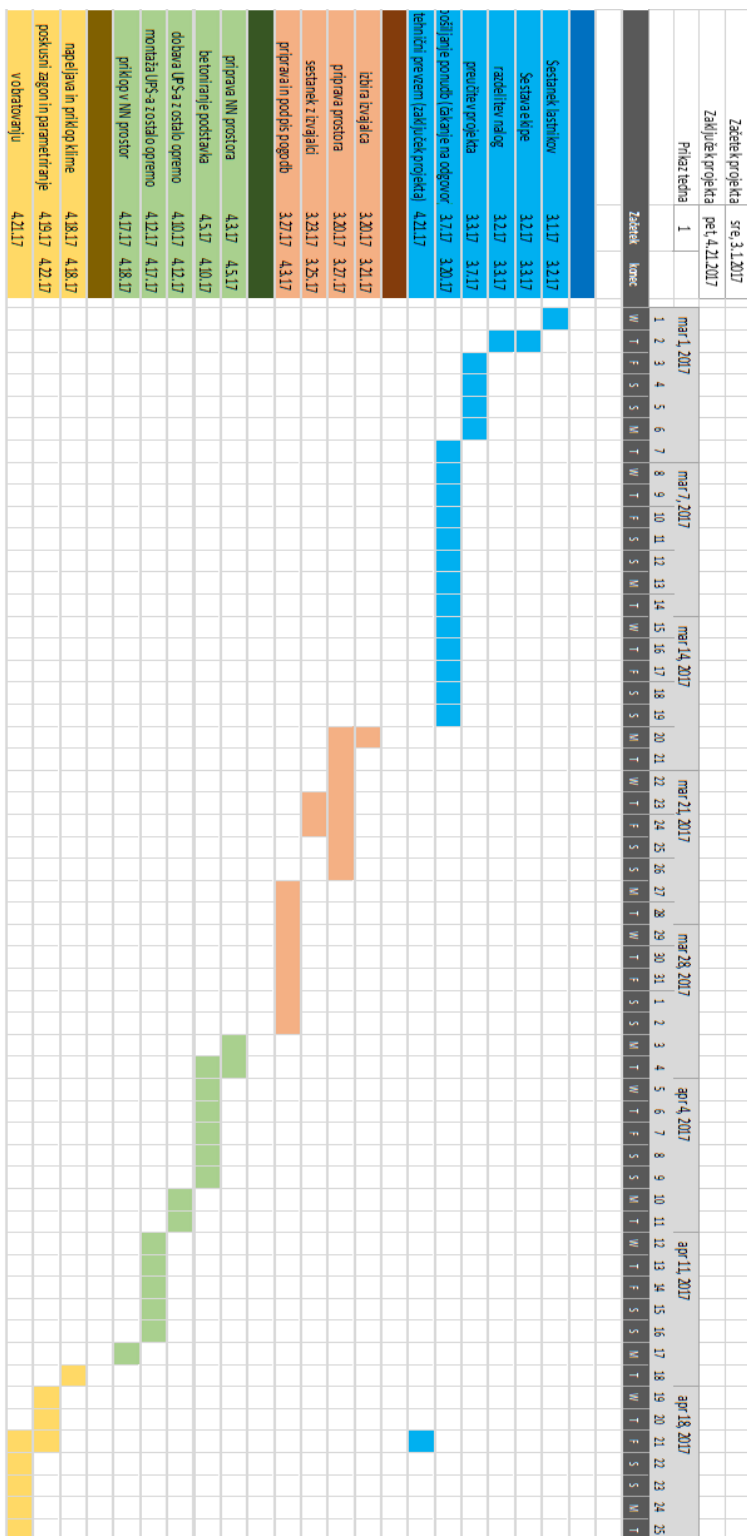
Tehnične specifikacije naprave UPS Galaxy 6000 500 kVA 5 min (v sestavi pretvorni UPS, stikalna omarica in baterija) so sledeče:

- ločilni transformator na izhodu,
- tehnologija tranzistorjev IGBT,
- krmiljenje tranzistorjev PWM,
- SNMP/WEB Ethernet, Jbus/Modbus RS485 komunikacijski hardware,
- izgubna moč pri 100-% obremeniti: 23,3 kW,
- izgubni faktor moči na vhodu :  $\cos \phi_i > 0,95$ ,

- območje  $\cos \phi$  na izhodnih sponkah: od 0,8 do +0,6,
- THDi vhodnega toka pri 100-% bremenu: <4 %,
- preobremenitev do 60 sekund: 165 %,
- preobremenitev do 10 minut: 125 %,
- kratkostični tok v omrežnem napajanju:  $2,33 \times I_{\text{nominalni}}$ ,
- kratkostični tok pri baterijskem napajanju:  $2,33 \times I_{\text{nominalni}}$ ,
- življenjska doba naprave: 475000 ur,
- nivo hrupa: <72 d BA,
- dimenzije: UPS (2000 x 840 x 1900 mm); baterije (2 x 1200 x 840 x 1900 mm),
- teža: UPS: 2200 kg; baterija: 3886 kg,
- skupna kapaciteta baterij: 258 Ah oz. 414120 W,
- št. serijsko vezanih baterij v paketu: 3 vzporedne veje, 34 blokov,
- življenjska doba baterij: 10 let,
- avtomatski obvod (*by pass*),
- ročni obvod (*by pass*),
- programska oprema UPS za nadzor in upravljanje: Software Enterprise Power Manager V2,
- izkoristek naprave: 95 %,
- stikalna omarica za priključitev baterije na napravo UPS dim.: 1000 x 800 x 300 mm (višina x širina x globina); tip: C1251NDC.



### 4.4 GANTOGRAM



Slika 27: Gantogram  
(Lastni vir)

Slika 27 prikazuje potek organizacije dela za vgradnjo naprave UPS. Potek dela, ki smo ga določili, ni odstopal od zadanih časovnih okvirjev, saj smo ga uskladili z vsemi udeleženci.

#### 4.5 ANALIZA SWOT

<b>SWOT ANALIZA</b>	<b>Prednosti</b>	<b>Slabosti</b>
	<b>Priložnosti</b>	<b>Nevarnosti</b>

<b>Prednosti</b>	<b>Slabosti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- brezprekinitveno napajanje</li> <li>- varna zaustavitev</li> <li>- brez poškodb opreme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pomanjkanje prostora za namestitvev</li> <li>- segrevanje v prostoru z baterijami</li> </ul>
<b>Priložnosti</b>	<b>Nevarnosti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- povečana proizvodnja</li> <li>- nadzor znotraj objekta s strani operaterja</li> <li>- stalna prisotnost zaposlenih</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- možnost okvare elektronike</li> <li>- težave z baterijami</li> </ul>

*Slika 28: Analiza SWOT*  
(Lastni vir)

Naredili smo analizo SWOT, ki jo prikazuje slika 28. Z njo smo poiskali prednosti in slabosti namestitve brezprekinitvenega napajanja, da smo dobili boljši pregled nad investicijo. Hkrati pa smo prediskutirali priložnosti in nevarnosti ter videli možnost povečanja proizvodnje.

Analiza SWOT je strateško orodje za oblikovanje celovite strategije podjetja za nadaljnje poslovanje. Sestavljena je iz notranje (SW) in zunanje (OT) analize (Jovanova, 2011).

Pri notranji analizi SWOT poiščemo svoje prednosti in slabosti, pri zunanji pa priložnosti in nevarnosti. Vse skupaj nam koristi tako v sedanjosti kot v prihodnosti in vpliva na uspešnost podjetja (Jovanova, 2011).

## 5 ZAKLJUČEK

V diplomskem delu smo obravnavali zagotavljanje brezprekinitvenega napajanja na primeru vgradnje naprave UPS moči 500 kVA v podjetju. Zaradi težav z nekontroliranimi zaustavitvami in višjimi stroški proizvodnje smo se po nekaj sestankih odločili za nakup naprave UPS. Na začetku smo si postavili cilje za namestitvev. Namestitvev kot tudi vključitev v električno omrežje sta potekali brez posebnosti in v zadanih časovnih okvirjih. Kmalu po vklopu se je izkazalo, da smo se pravilno odločili, saj je bila investicija rentabilna. Ni bilo več nepredvidenih zaustavitev linije. Ob izpadu električne napetosti so delovali vsi opozorilni signali, tako da so operaterji lahko brez težav zaustavili proizvodno linijo. Prav tako ni bilo več nobenih težav z zabijanjem materiala. Vgradili smo analizatorje trifazne napetosti in jih povezali s programsko opremo, tako da lahko na računalniku nemoteno spremljamo nihanje napetosti.

Po šestih mesecih smo naredili analizo proizvodnih produktov. Analiza je pokazala povečano proizvodnjo in hkrati tudi prihodek, ker je bilo na voljo več končnih izdelkov.

Dandanes živimo hiter tempo življenja, tako da vsaka inovacija prispeva k povečani produktivnosti in s tem tudi k dobičku podjetja.

Ker v podjetju vedno stremimo k izboljšavam in se ne zadovoljimo s trenutnim, smo se odločili, da bi v prihodnje poiskali še kakšno dodatno rešitev zagotavljanja brezprekinitvenega napajanja, npr. dvojno napajanje iz dveh različnih vodov. V kolikor bi bil padec ali izpad električne napetosti na enem vodu, bi se avtomatsko preklopilo na drugi vod. Dvojno napajanje bi bilo zelo uporabno, saj je podjetje v fazi širitve.

## 6 VIRI IN LITERATURA

*ABB*. Pridobljeno 18.12.2021 z naslova [www.abb.com](http://www.abb.com).

*AMP-SOLAR*. Pridobljeno 10.4.2022 z naslova [www.amp-solar.com](http://www.amp-solar.com).

*e-DISTI*. Pridobljeno 10.4.2022 z naslova [www.e-dist.com](http://www.e-dist.com).

*Enovrstični diagram sistem Galaxy 6000*. Interna dokumentacija Galaxy 6000.

Interna dokumentacija vgradnje UPS naprave moči 500 kVA.

Jovanova, A. (2011). *Do strategije podjetja s SWOT analizo*. Pridobljeno 13.4.2022 z naslova [www.mladipodjetnik.si](http://www.mladipodjetnik.si).

*Linijski interaktivni UPS*. Pridobljeno 15.01.2022 z naslova <https://www.tripplite.com/products/ups-types>.

*Online UPS z dvojno pretvorbo*. Pridobljeno 15.01.2022 z naslova <https://www.tripplite.com/products/ups-types>.

*Podatki iz analizatorja*. Posnetek zaslona pridobljeno v podjetju 9.4.2022.

*Podatki o bateriji*. Pridobljeno 11.01.2022 z naslova <https://www.conrad.si/p/gnb-sprinter-xp12v3000-naxp123000hp0fa-svinceni-akumulator-12-v-928-ah-svincevo-koprenast-s-x-v-x-g-309-x-239-x-172-m-617808>.

*UPS book* (Mihail Hristov Antchev,2010).

*UPS v Fairbanksu*. Pridobljeno 18.12.2021 z naslova [https://library.e.abb.com/public/3c4e15816e4a7bf1c12578d100500565/Case\\_Note\\_BEES\\_GVEA\\_Fairbanks-web.pdf](https://library.e.abb.com/public/3c4e15816e4a7bf1c12578d100500565/Case_Note_BEES_GVEA_Fairbanks-web.pdf).

*UPS v stanju pripravljenosti*. Pridobljeno 15.01.2022 z naslova <https://www.tripplite.com/products/ups-types>.