
HO CIRED

SO4 Distribuirana proizvodnja

„Probni rad i utjecaj na mrežu”

Mate Lasić, dipl. ing. - Končar - Institut za elektrotehniku d.d.

Zagreb, 14. listopada 2010.

Sadržaj prezentacije

- Pregled tehničke regulative
- Primjeri mjerenja iz prakse
- Zaključak

Pregled tehničke regulative

- Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/2006)
- Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (NN 36/2006)

Opći uvjeti (NN 14/2006)

- Članak 24.
 - (2) ODS je dužan privremeno priključiti građevinu kupca ili proizvođača za potrebe ispitivanja elektroenergetskih objekata i instalacija, a temeljem pisanog zahtjeva investitora i pisane izjave izvođača o preuzimanju odgovornosti tijekom privremenog priključenja.
 - (3) Privremeno priključenje iz stavka 2. ovoga članka ne može trajati duže od 15 dana, a provodi se temeljem zaključenog ugovora o opskrbi kojim se uređuje opskrba električnom energijom za vrijeme privremenog priključenja.
- Članak 62.
 - (1) Kupac ili proizvođač je odgovoran za sigurnost, pogon i tehničku ispravnost svojih elektroenergetskih objekata i instalacija.

Opći uvjeti (NN 14/2006)

- Članak 65.
 - (1) Elektroenergetski objekti i instalacije kupca ili proizvođača trebaju biti izvedeni, održavani i vođeni u pogonu tako da njihov povratni utjecaj na mrežu, odnosno poremećaji i smetnje budu u granicama koje ne ugrožavaju propisanu razinu kvalitete opskrbe električnom energijom.
 - Članak 67.
- (1) Sukladnost karakteristika elektroenergetskih objekata i instalacija kupca ili proizvođača s gledišta ostvarenja zahtjeva za propisanim razinama povratnih utjecaja na mrežu i načina vođenja pogona, ODS može utvrditi ispitivanjima i mjerenjima prije priključenja kupca ili proizvođača na mrežu i tijekom korištenja mreže.
 - Članak 68.
- (1) Elektroenergetski objekti i instalacije kupca ili proizvođača ne smiju ometati prijenos informacija i signala za upravljanje.

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- 5.3.2.3. Valni oblik napona

- (1) Vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja (THD) napona **uzrokovanog** priključenjem proizvođača i/ili kupca na mjestu preuzimanja i/ili predaje može iznositi najviše:
 - na razini napona 0,4 kV: 2,5%,
 - na razini napona 10 i 20 kV: 2,0%,
 - na razini napona 30 i 35 kV: 1,5%.Navedene vrijednosti odnose se na 95% 10-minutnih prosjeka efektivnih vrijednosti napona za razdoblje od tjedan dana.
- (2) Vrijednosti indeksa jačine flikera **uzrokovanih** priključenjem proizvođača i/ili kupca na mjestu preuzimanja i/ili predaje mogu iznositi najviše:
 - za kratkotrajne flikere: 0,7,
 - za dugotrajne flikere: 0,5.

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- 5.3.4. *Povratno djelovanje na mrežu*
- (1) Instalacije i postrojenja korisnika mreže moraju se projektirati i graditi tako da pri pogonu njihovo povratno djelovanje na mrežu (flikeri, nesimetrija, viši harmonici i drugo) ne prelazi propisane razine.
- (2) Instalacije i postrojenja korisnika mreže moraju se projektirati i graditi tako da je osigurana njihova otpornost prema smetnjama i utjecajima iz mreže.
- (3) Prije prvog priključenja ili izmjene na instalacijama i postrojenjima korisnika, utvrđuje se moguće povratno djelovanje na mrežu.
- (6) Analiza povratnog djelovanja je obveza korisnika koji operatoru distribucijskog sustava mora u probnom pogonu mjerenjem dokazati da ne narušava dopuštene granice povratnog djelovanja.

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- 5.3.5.3. Priklučenje i pogon proizvodne jedinice
- (7) Proizvođač je dužan podnijeti pisani zahtjev ODS-u za prvo uključenje elektrane u paralelni pogon s mrežom, radi ispitivanja u stvarnim pogonskim uvjetima. Uz zahtjev, proizvođač mora ODS-u priložiti izvješća o provedenim funkcionalnim ispitivanjima s dokazima o ispravnosti svih funkcija vođenja pogona i zaštite, te prethodno usuglašeni program ispitivanja u probnom pogonu.
- (8) Tijekom probnog pogona elektrane provode se:
 - ispitivanja ulaska u paralelni pogon s distribucijskom mrežom,
 - ispitivanja izlaska iz paralelnog pogona i prijelaza u otočni pogon (ako je predviđen),
 - ispitivanja djelovanja zaštite pri odstupanju od uvjeta paralelnog pogona,
 - ispitivanja rada elektrane pri graničnim pogonskim uvjetima,
 - ispitivanja tokova djelatne i jalove snage (proizvodnja i razmjena elektrane s mrežom),

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- – provjera ugovorenih nazivnih vrijednost na pragu elektrane, osobito radne i jalove snage,
 - ispitivanja pogona elektrane s obzirom na udovoljavanje uvjetima ograničenoga povratnog djelovanja,
 - ispitivanje utjecaja kompenzacijskih postrojenja elektrane (ako postoje) i mreže na paralelni pogon i ograničeno povratno djelovanje,
 - ispitivanja sustava pogonskih i obračunskih mjerenja, nadzora stanja, signalizacije, lokalnog i daljinskog (ako postoji) upravljanja i regulacije,
 - ostala ispitivanja predviđena od isporučitelja opreme ili programom ispitivanja.
- (9) Ispitivanja pogona elektrane s obzirom na udovoljavanje uvjetima ograničenoga povratnog djelovanja na mrežu i kvalitete električne energije, obavljaju se na sučelju s mrežom, a obuhvaćaju sljedeće parametre:
 - frekvenciju,
 - promjene napona ovisno o promjeni opterećenja,

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- – faktor kratkotrajnog i dugotrajnog flikera,
– sklopne prenapone,
– nesimetriju napona,
– prigušenje signala mrežnoga tonfrekvencijskog upravljanja,
– više harmonijske članove struje i napona,
– faktor ukupnog harmonijskog izobličenja struje i napona,
– faktor snage.

(10) Nakon provedbe ispitivanja u probnom pogonu, mora se načiniti izvješće o ispitivanjima s navedenim uočenim nedostacima ili ograničenjima za vođenje pogona, te obvezi njihova otklanjanja. U konačnom izvješću o funkcionalnom ispitivanju paralelnog pogona elektrane mora se jednoznačno iskazati spremnost elektrane za trajni pogon.

Mrežna pravila (NN 36/2006)

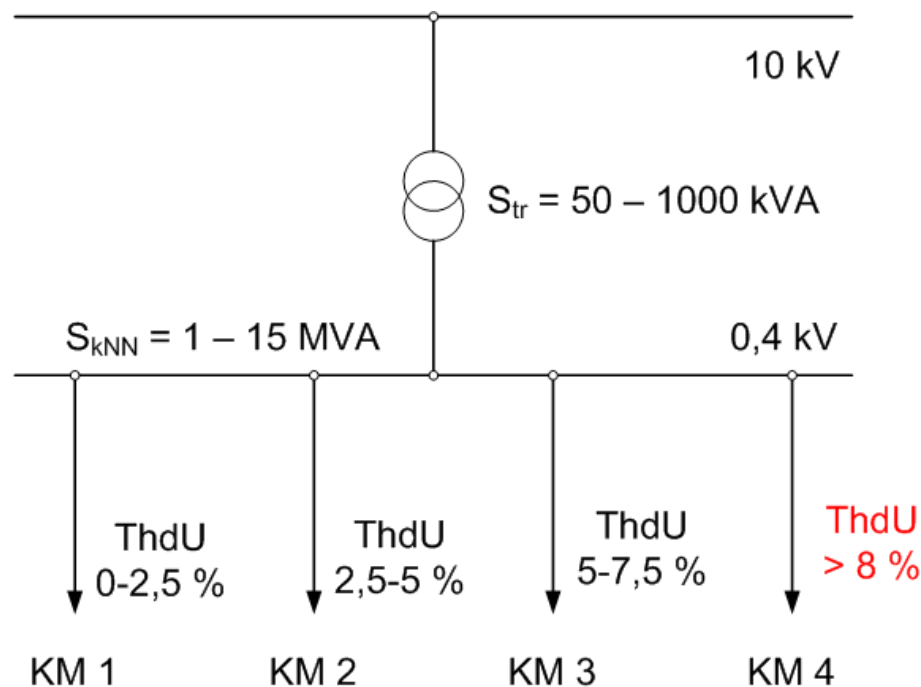
- 5.3.6.3. Dodatni tehnički uvjeti za priključenje vjetroelektrana snage do 5 MW
- (1) Emisije flikera P_{st} i P_{lt} koje su uzrokovane pogonom vjetroelektrane ne smiju narušiti dopuštena ograničenja kako u kratkotrajnom (st) tako i u dugotrajnom (lt) razdoblju, u skladu s izrazima:

$$P_{st} \leq 0,35$$

$$P_{lt} \leq 0,25$$

Mrežna pravila (NN 36/2006)

- sadašnji tehnički zahtjevi u Mrežnim pravilima koji se odnose na kvalitetu napona i negativno povratno djelovanje opreme korisnika mreže na kvalitetu napona nedovoljno dobro opisuju i definiraju prava i obveze HEP-ODS-a i korisnika mreže



Mrežna pravila (NN 36/2006)

- (3) Emisija neparnih harmonijskih struja ne smije biti veća od sljedećih vrijednosti:

Neparni harmonijski član, h	Ograničenje emisije harmonijskih struja obzirom na nazivnu struju
$h < 11$	4,0 %
$11 \leq h < 17$	2,0 %
$17 \leq h < 23$	1,5 %
$23 \leq h < 35$	0,6 %
$35 \leq h < 50$	0,3 %
Faktor ukupnoga harmonijskog izobličenja (THD)	5,0 %

Unutar istoga frekvencijskog raspona, emisija parnih harmonijskih struja ne smije biti veća od 25% navedenih vrijednosti.

Značajke pojedinih postrojenja

- Obzirom na utjecaj na kvalitetu napona elektrane se mogu podijeliti u nekoliko karakterističnih grupa prema "pogonskom agregatu" (najčešće sklop turbina-generator):
 - 1) hidroelektrane
 - 2) termoelektrane (sve vrste elektrane bez obzira na pogonski izvor energije koje proizvode paru, koja pokreću parnu turbinu – solarna toplinska, elektrane na biomasu, bioplin ili biodizel, geotermalna)
 - 3) plinska elektrana
 - 4) motor s unutarnjim izgaranjem
 - 5) fotonaponski članak
 - 6) gorivni članak
 - 7) vjetroelektrane

Hidroelektrana

- u pravilu nema izražene oscilacije momenta pogonskog stroja zbog svog primarnog izvora energije
- koristi se SG ili AG
- SG
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
 - Ponekad može utjecati na izobličenje valnog oblika napona
- AG
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
 - izobličenje valnog oblika napona
 - tranzijentne prenapone
 - iznos MTU signala

Termoelektrana i plinska elektrana

- slično kao i hidroelektrane, u pravilu nema izražene oscilacije momenta pogonskog stroja zbog svog primarnog izvora energije, koristi se SG
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
 - Ponekad može utjecati na izobličenje valnog oblika napona
- ima ograničene mogućnost rada u otočnom pogonu (utjecaj na frekvenciju napona)

- Plinska elektrana je po svojim značajkama pogona i utjecaja na kvalitetu napona gotovo identična termoelektrani (Razlika je samo u turbini kroz koju u ovom slučaju prolaze ispušni plinovi, a kod termoelektrane para)

Fotonaponski članak i gorivi članak

- vrše direktnu pretvorbu sunčeve energije u istosmjernu struju, pa u ovom slučaju ne postoji pogonski agregat
- potreban energetski pretvarač za spoj fotonaponskog članka na mrežu
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
 - izobličenje valnog oblika napona
 - iznos MTU signala
- Utjecaj gorivog članka na kvalitetu napona će u praksi biti gotovo identičan fotonaponskom članku (razlika je samo u načinu dobivanja istosmjerne struje koja se kod gorivog članka dobiva kemijskim procesom)

Motor sa unutarnjim izgaranjem

- po svojim značajka pogona i utjecaja na kvalitetu napona sličan termoelektrani, koristi se SG
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
- Zbog različite kvalitete goriva (npr. deponijski plin) može doći i do oscilacija pogonskog momenta, što može dovesti do povišenja razine flikera ili emisije viših harmonika struja

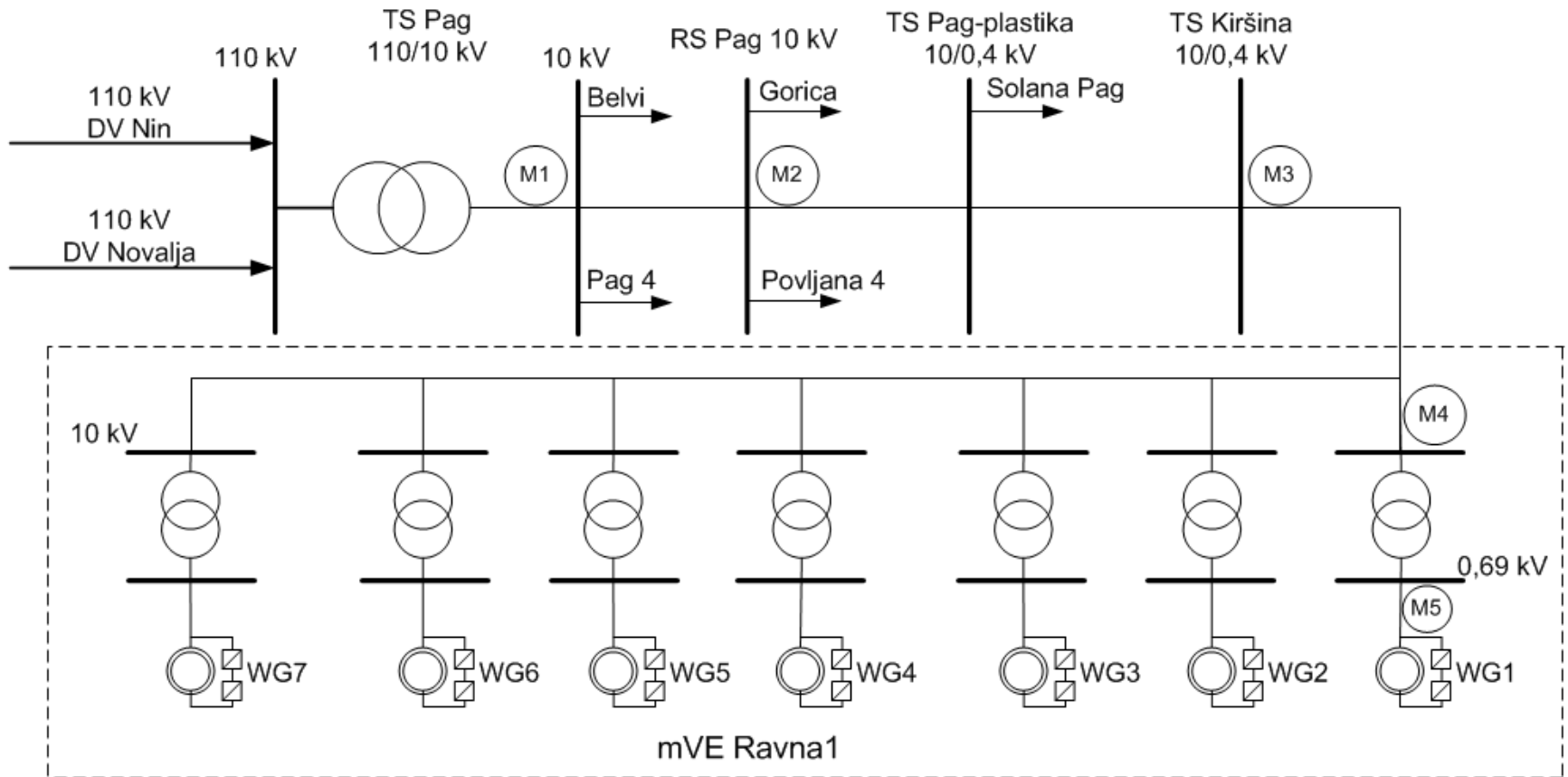
Vjetroelektrane

- Zbog stohastičkog karaktera vjetra kao izvora energije, vjetroelektrane svojim radom mogu bitno utjecati na naponske prilike na mjestu priključka na mrežu
 - može bitno utjecati samo na iznos napona u stacionarnom stanju
 - utjecaj dinamičkih promjena napona (flikler)
 - tranzijenti uzrokovani sklapanjem
 - iznos MTU signala
 - izobličenje valnog oblika napona

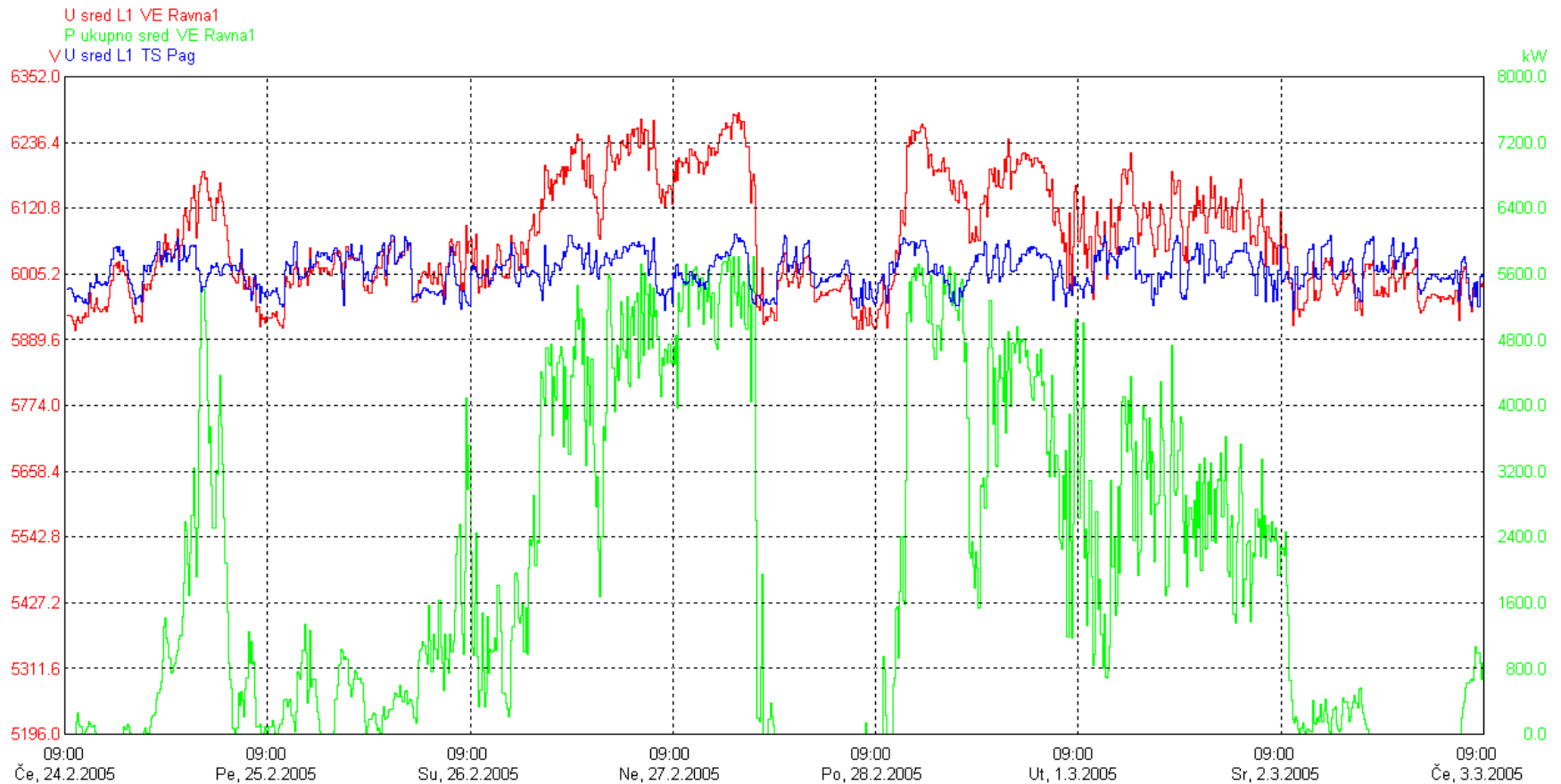
Mjerenja kvalitete napona i NPD

- više različitih korisnika mreže priključenih u jedno čvorište iste naponske razine imaju istu kvalitetu napona
- kvaliteta napona u tom čvorištu je odraz trenutnog stanja tokova snaga te zbirnog utjecaja negativnog povratnog djelovanja opreme svakog korisnika mreže u tom čvorištu
- za određivanje razine kvalitete napona dovoljno je provesti mjerenja samo na jednom mjestu (OMM)
- za određivanje utjecaja negativnog povratnog djelovanja opreme korisnika mreže potrebno je mjeriti i iznos struje (opterećenja)
- često je potrebno provesti mjerenja u više točaka istodobno da bi se mogla izvršiti cjelovita analiza stanja kvalitete napona

Mjerenja KN na otoku Pagu – mVE Ravna1

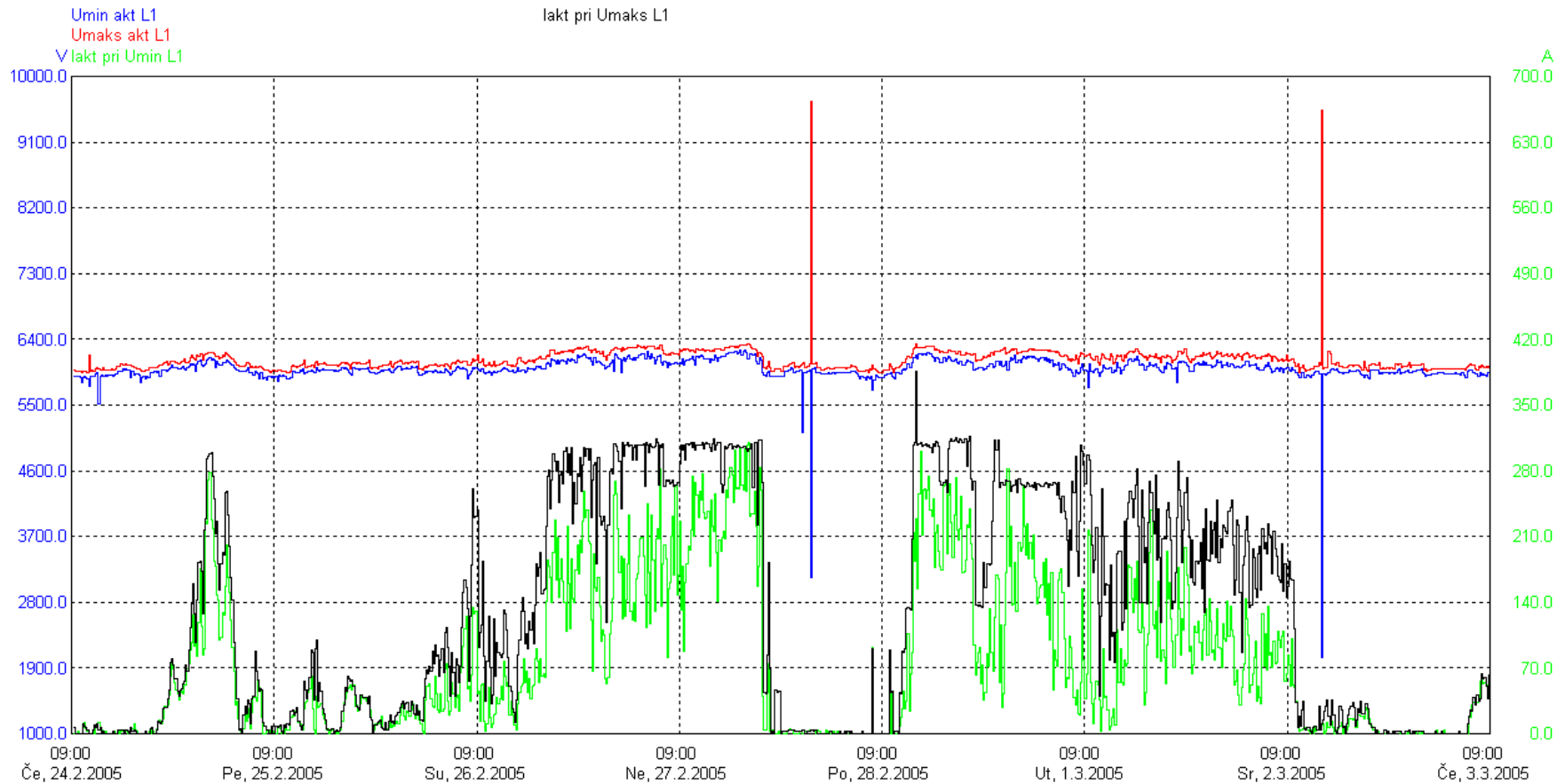


Usporedba iznosa napona u TS Pag - M1 i mVE Ravna1 - M3

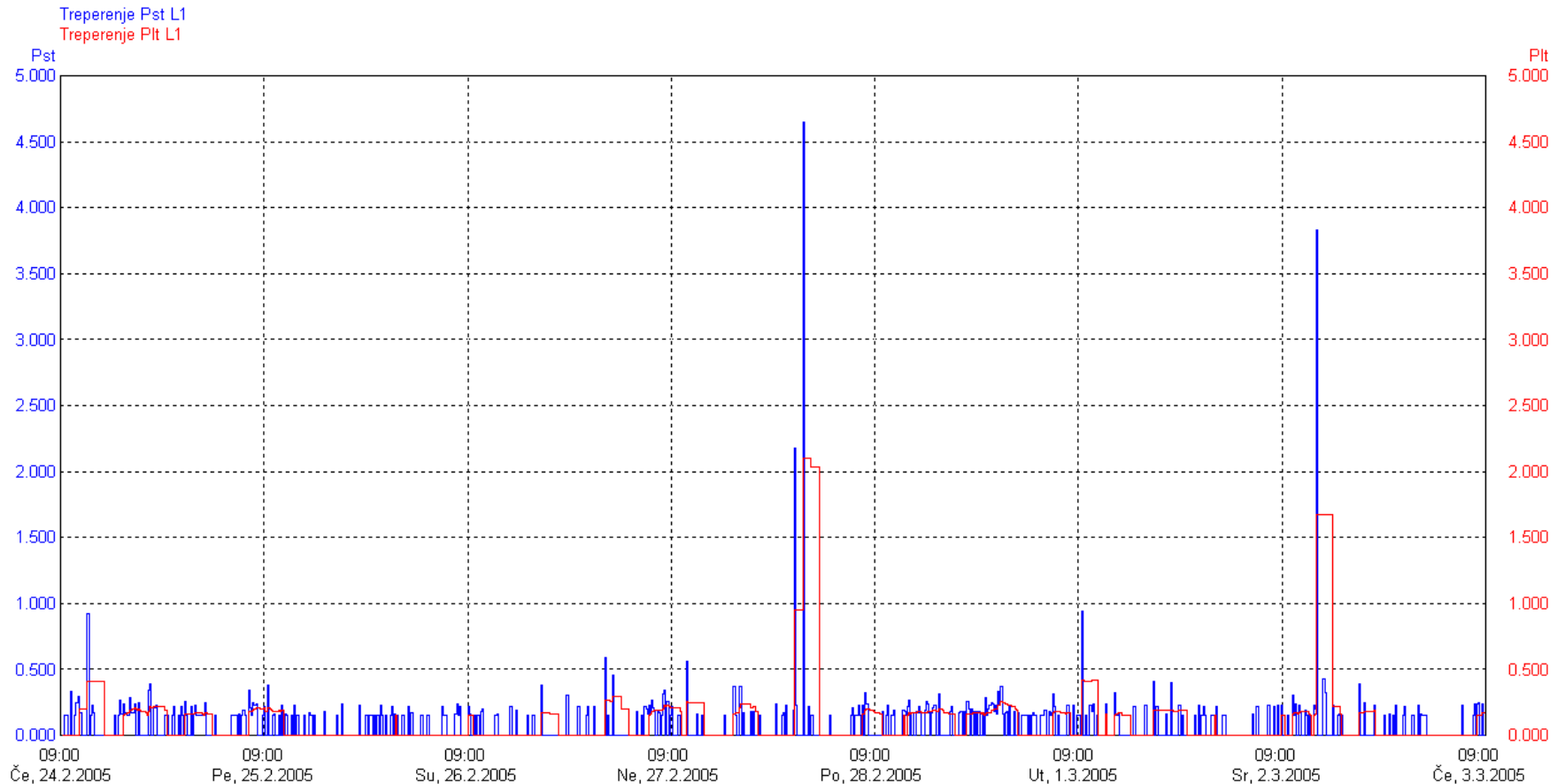


SEMINAR „UKLANJANJE PREPREKA ZA PRIHVAT DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE”

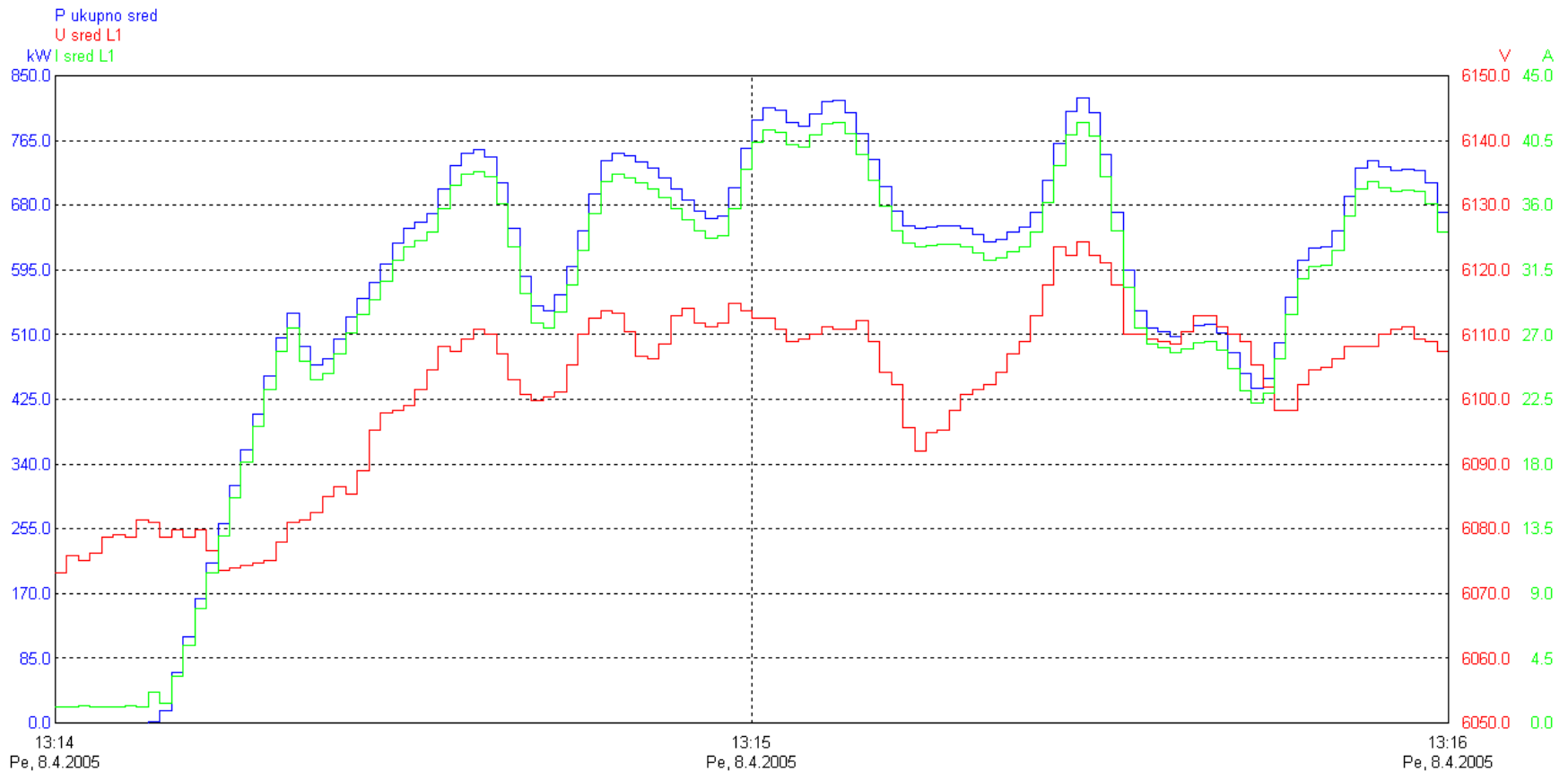
Analiza iznosa flikera u mVE Ravna1 – M3



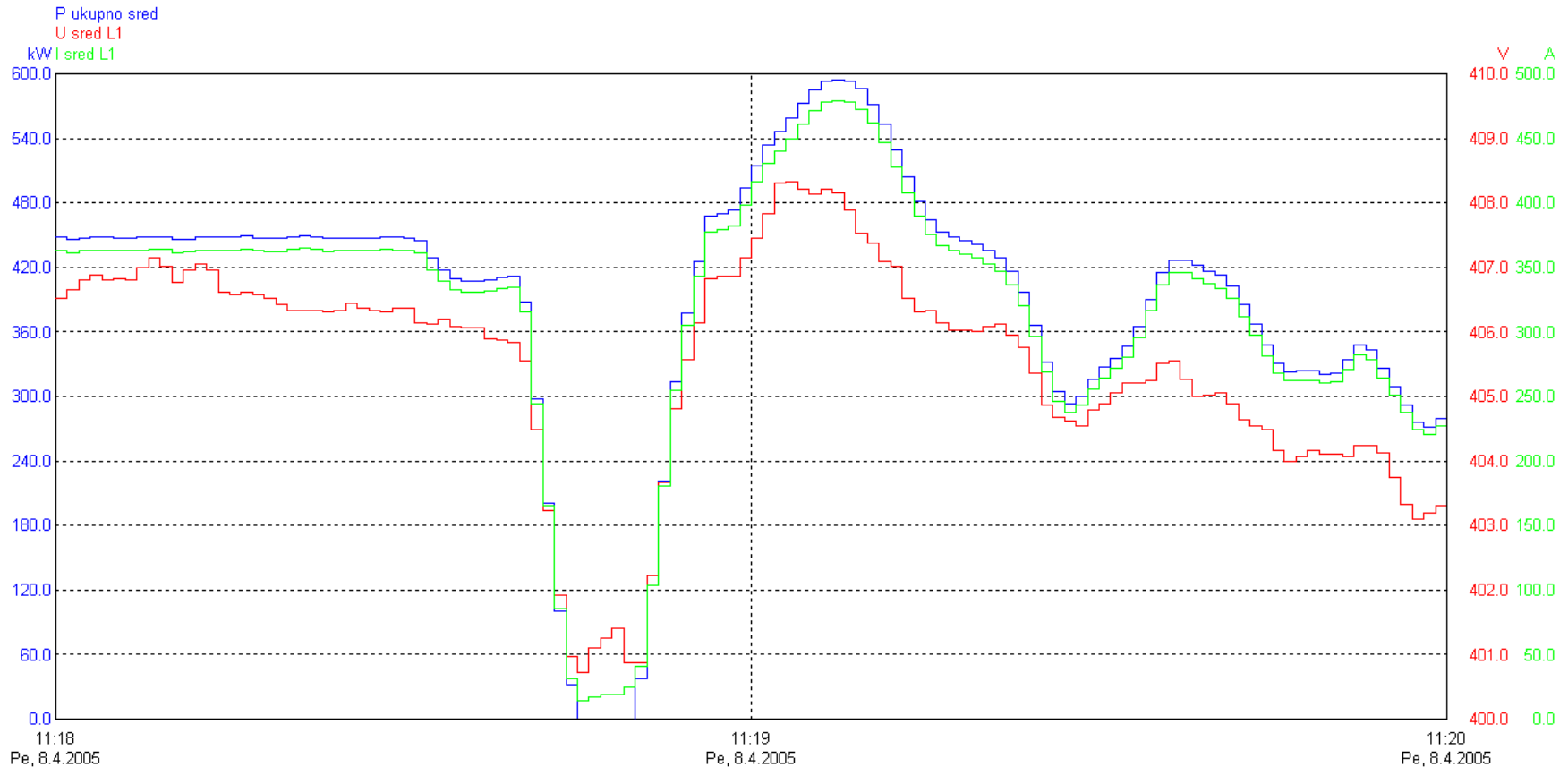
Analiza iznosa flikera u mVE Ravna1 – M3



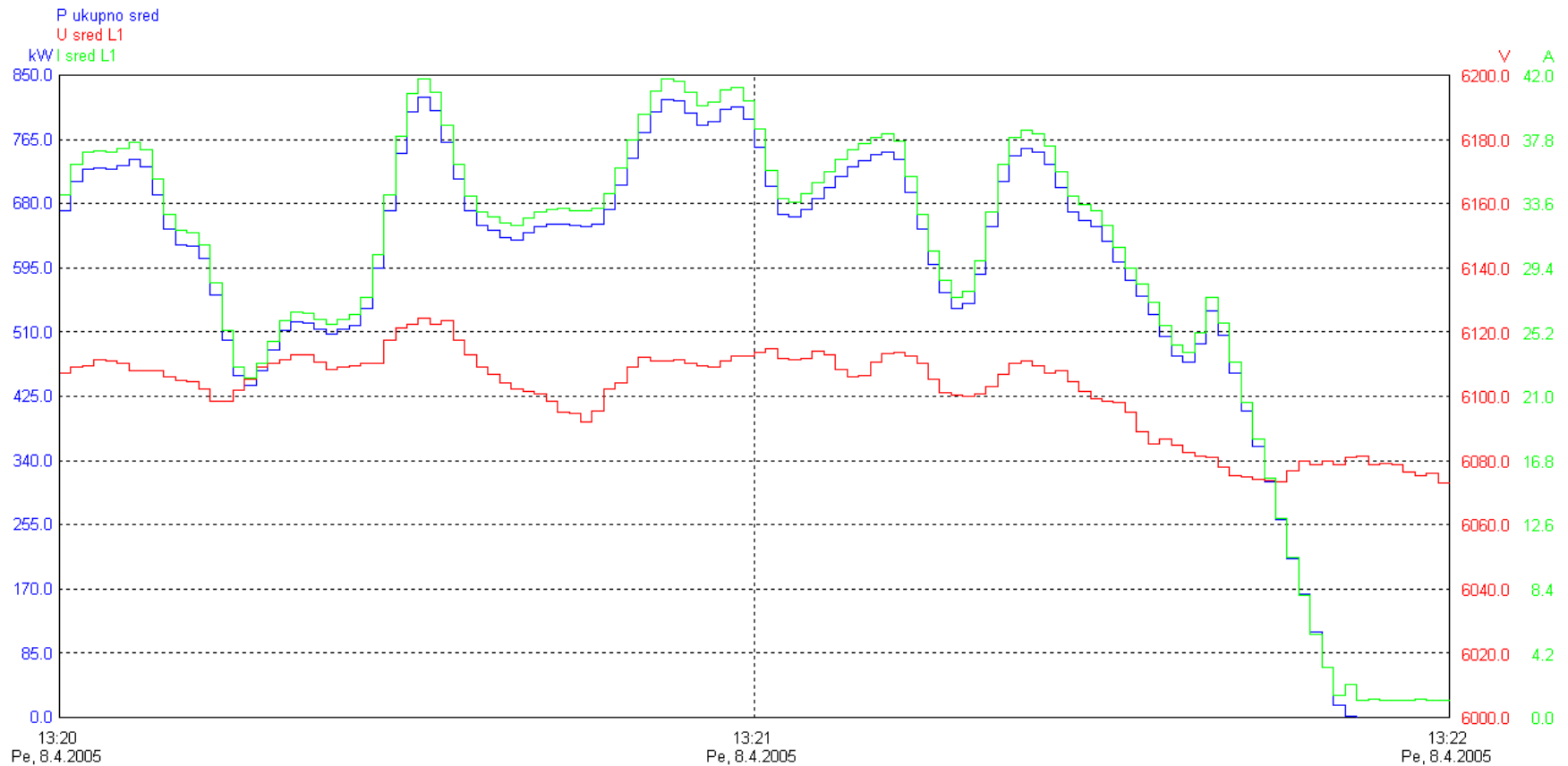
Uklop vjetroagregata pri nazivnoj brzini vjetra – M4



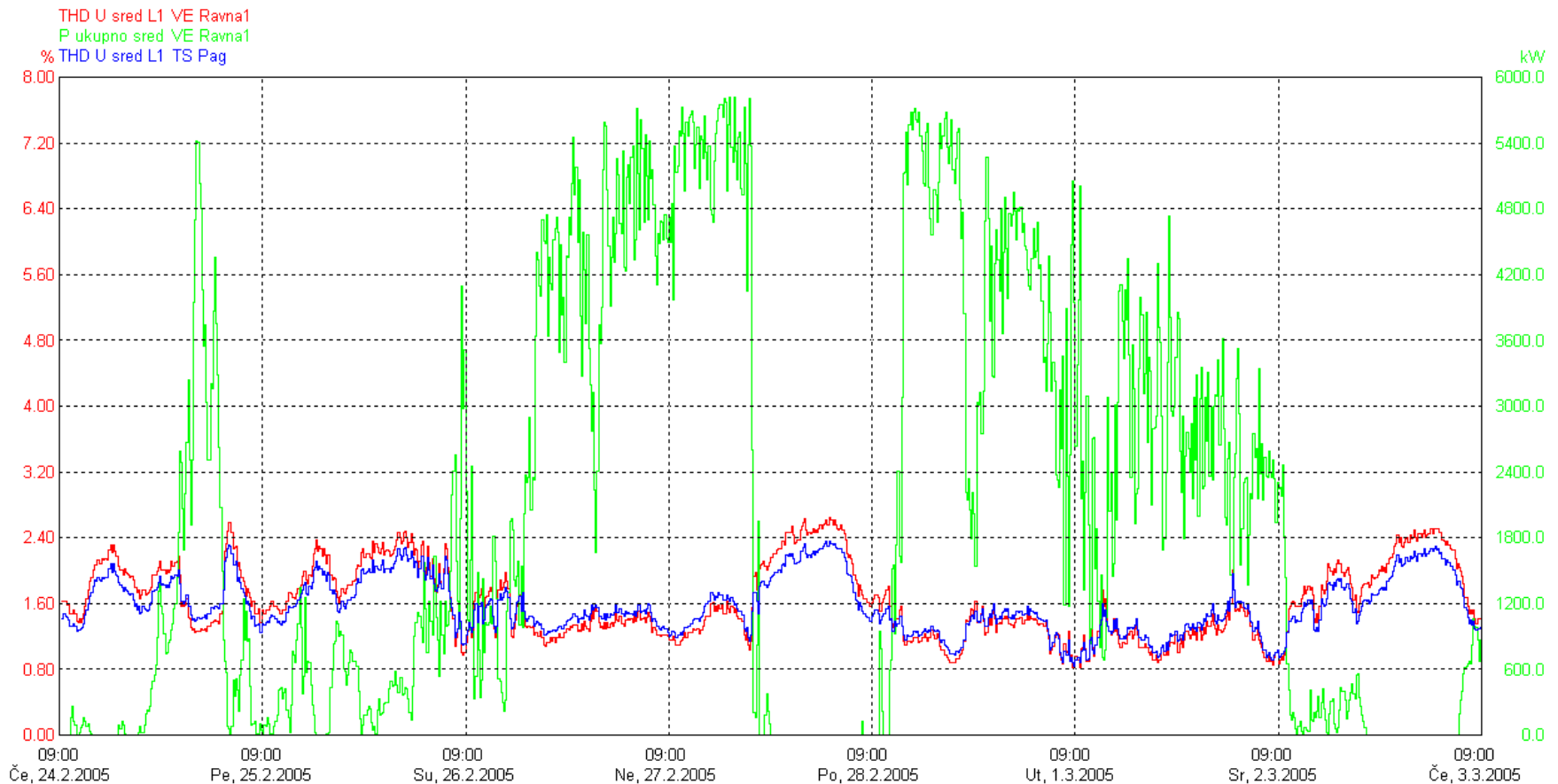
Preklapanje namota zvijezda-trokut vjetroagregata – M5



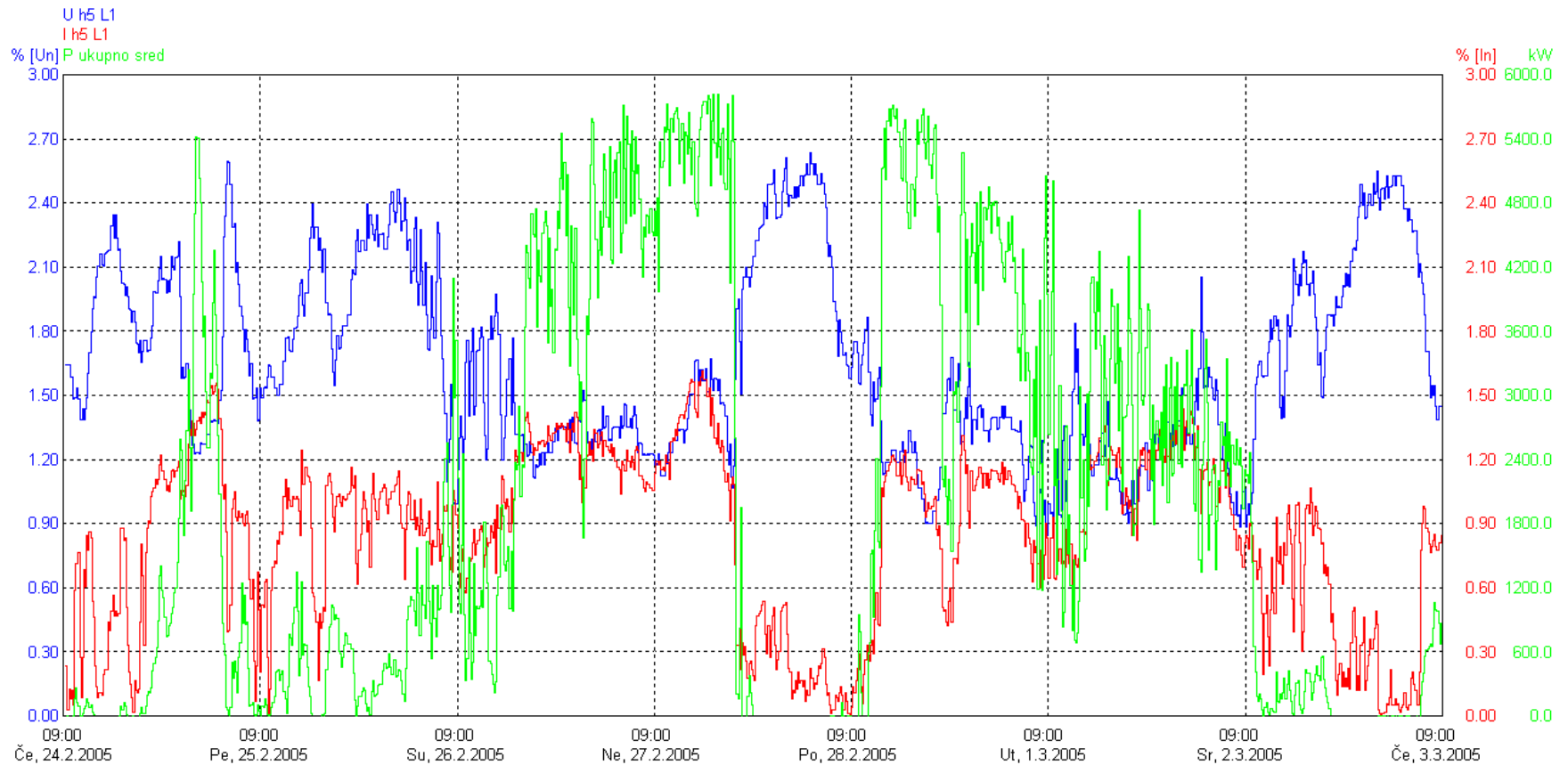
Isklop vjetroagregata pri nazivnoj brzini vjetra – M4



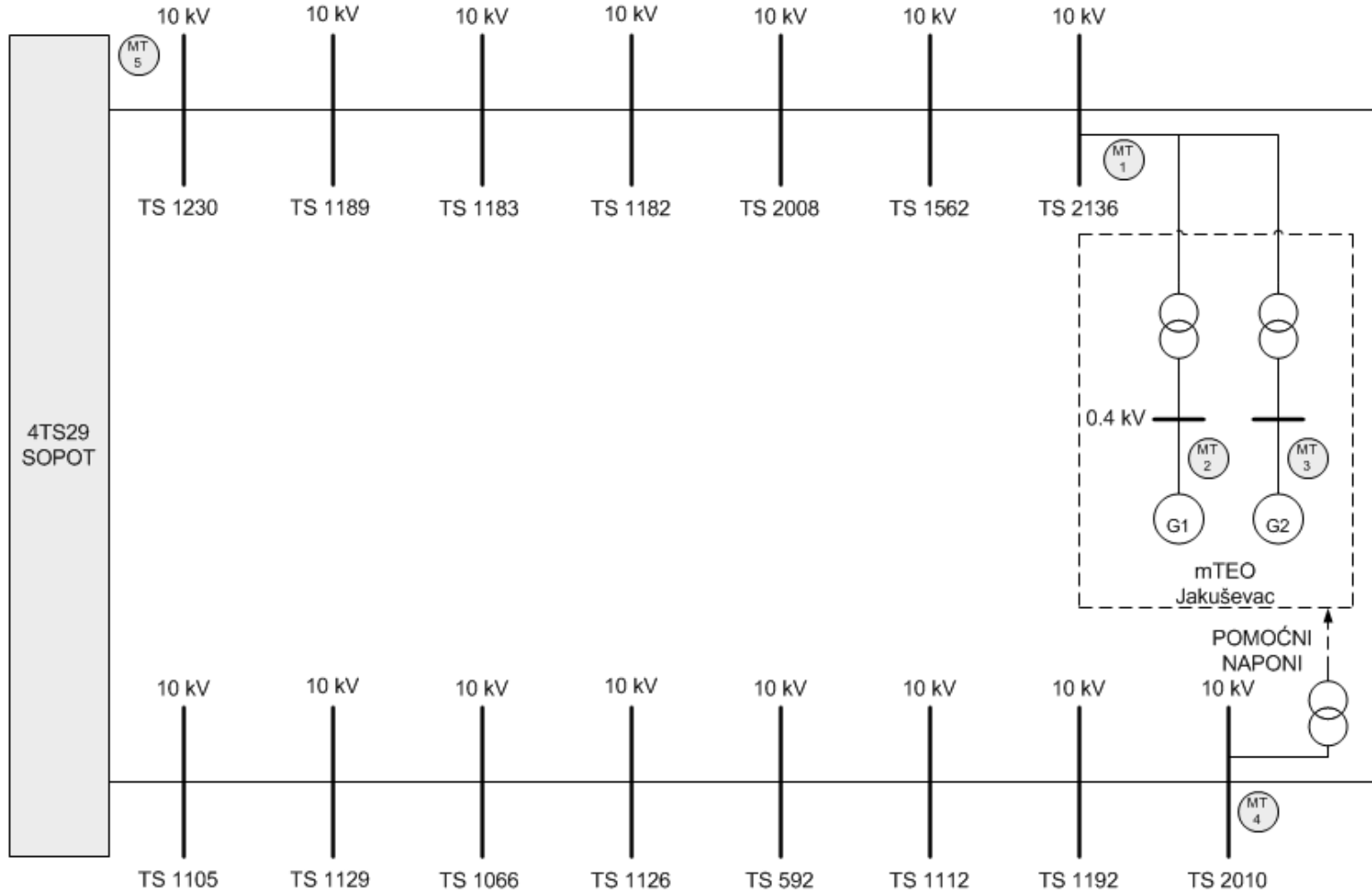
Usporedba iznosa THD napona u TS Pag - M1 i mVE Ravna1 - M3



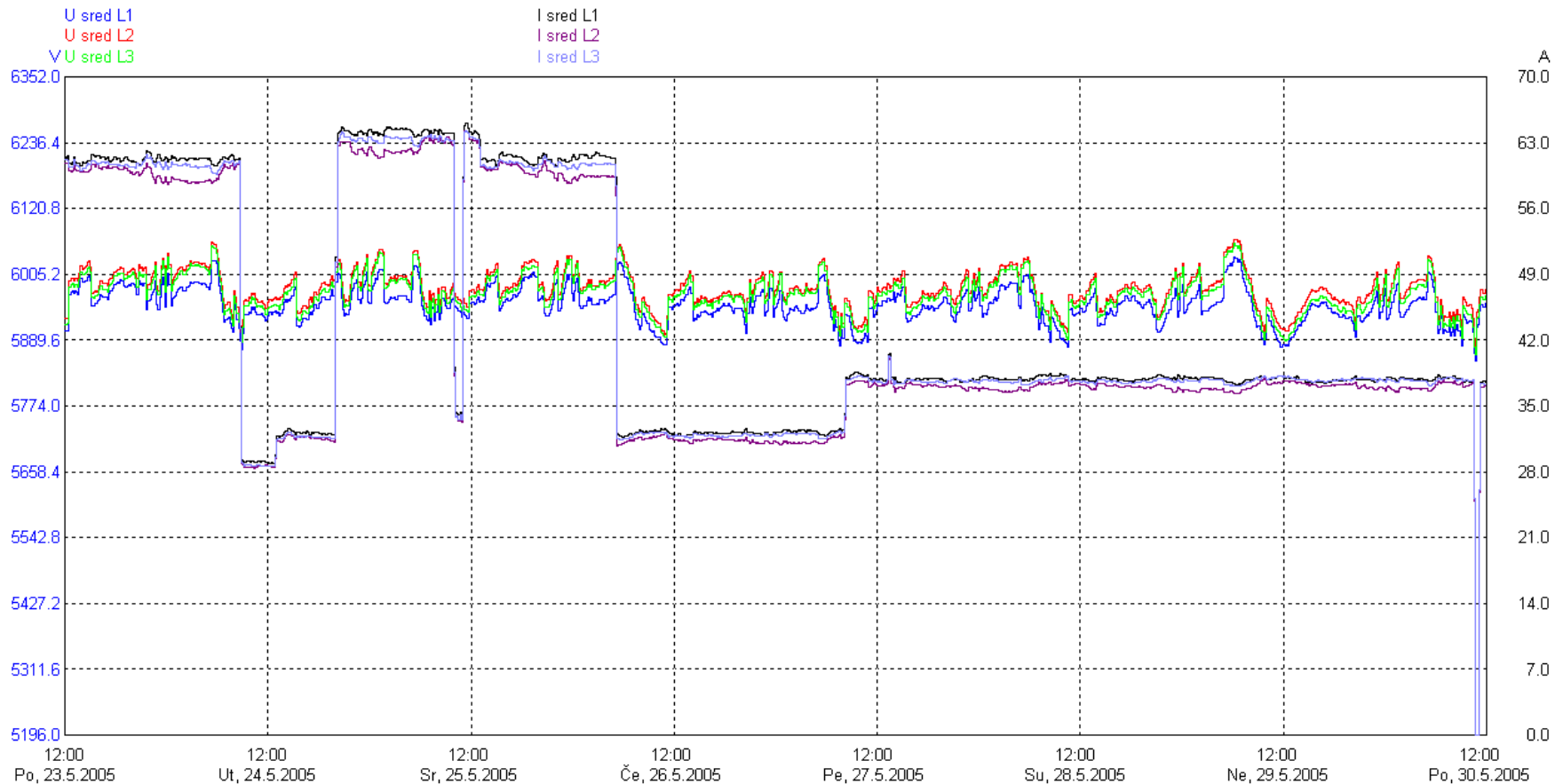
Analiza iznosa 5. harmonika napona u mVE Ravna1 – M3



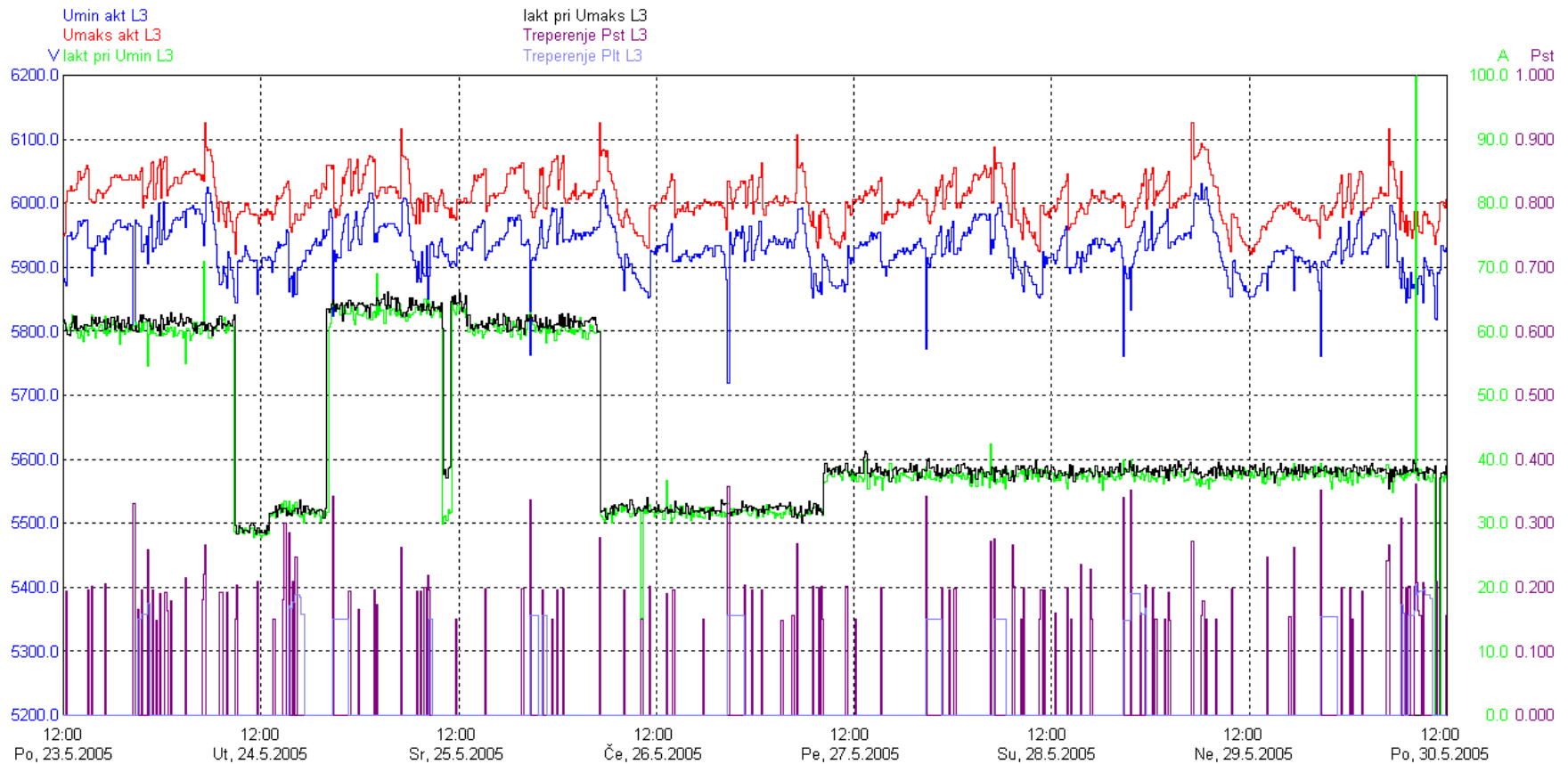
Mjerenja kvalitete napona na mTEO Jakuševac



Usporedba iznosa struja i napona na mTEO Jakuševac – MT1

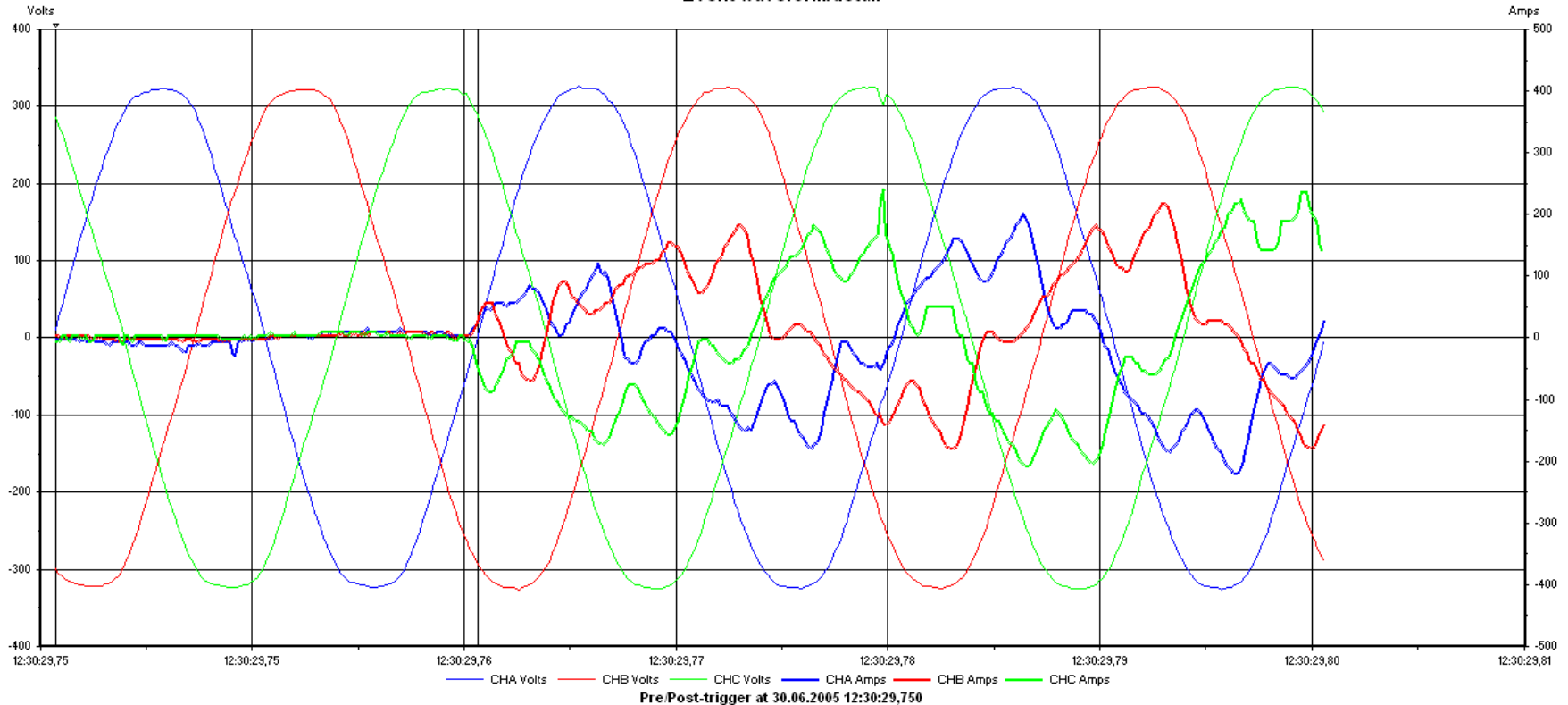


Analiza iznosa flikera na mTEO Jakuševac – MT1

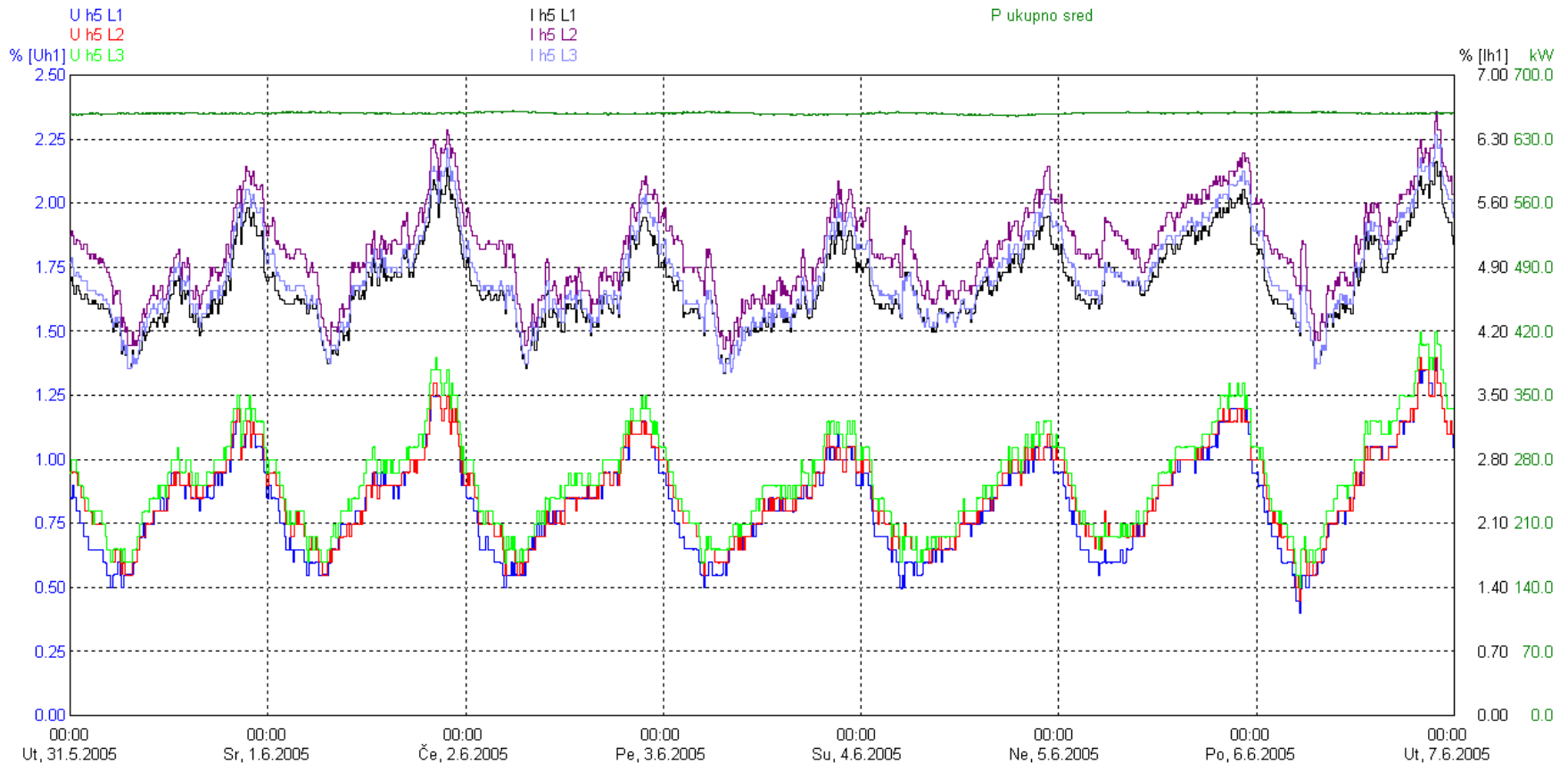


Valni oblici struja i napona prilikom uklopa generatora G1 - MT2

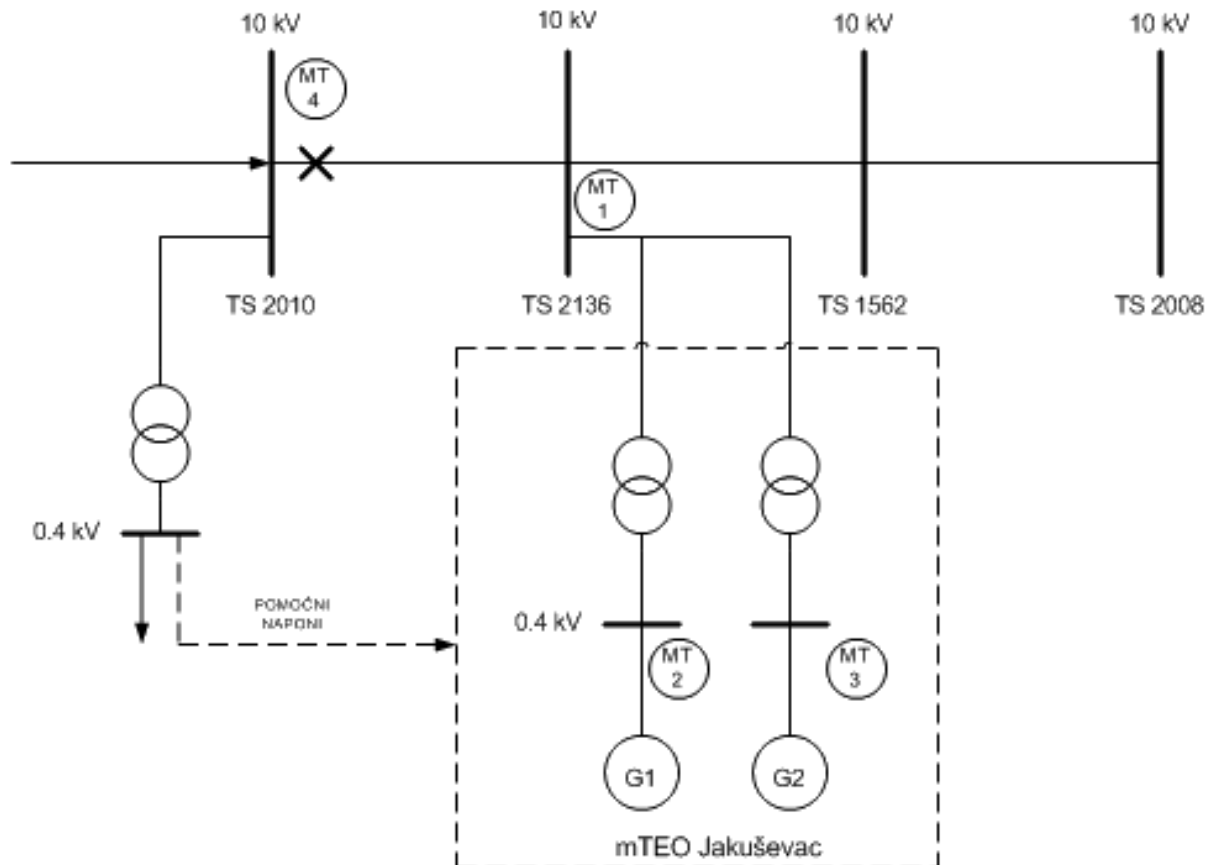
Event waveform/detail



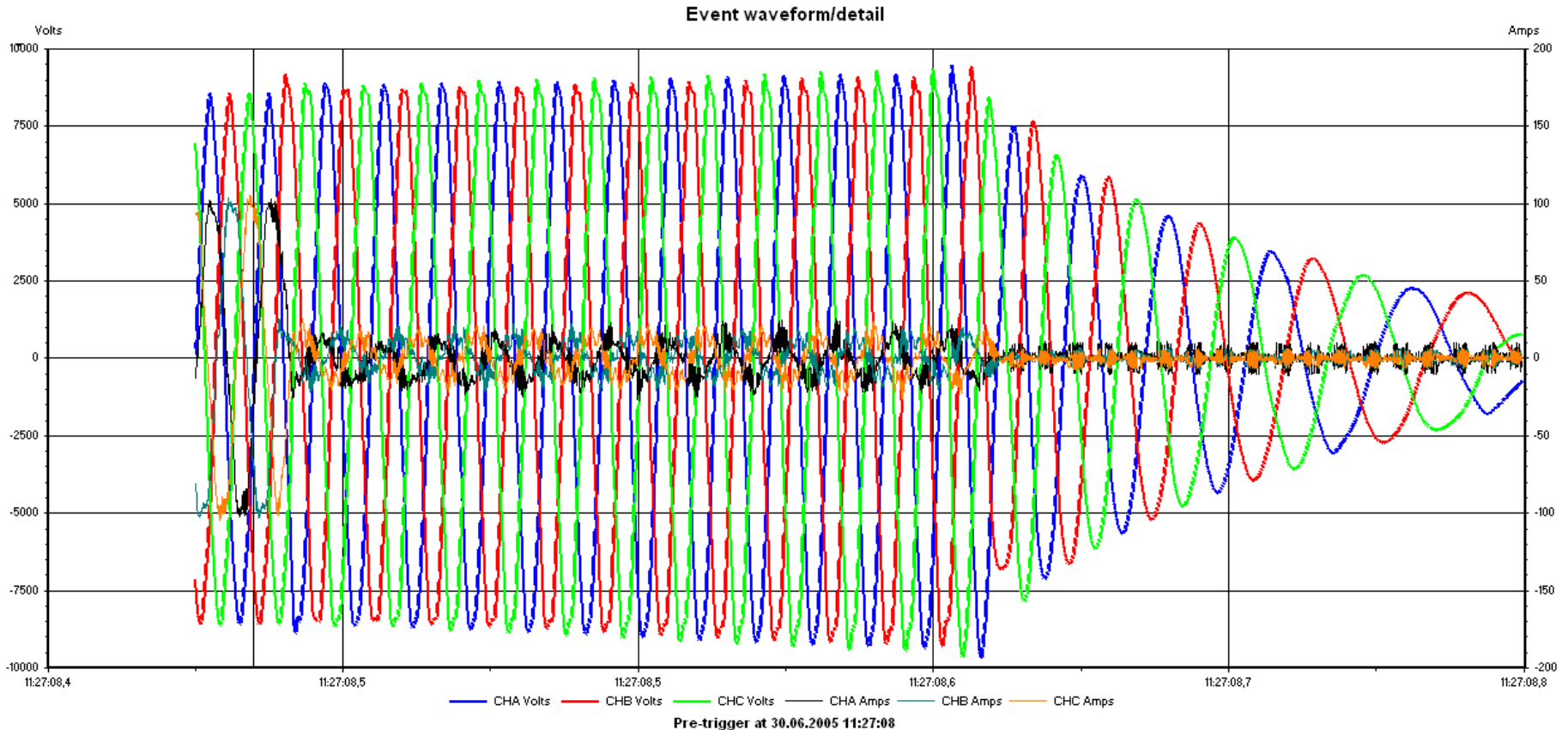
Analiza iznosa 5. harmonika napona na generatoru G1 – MT2



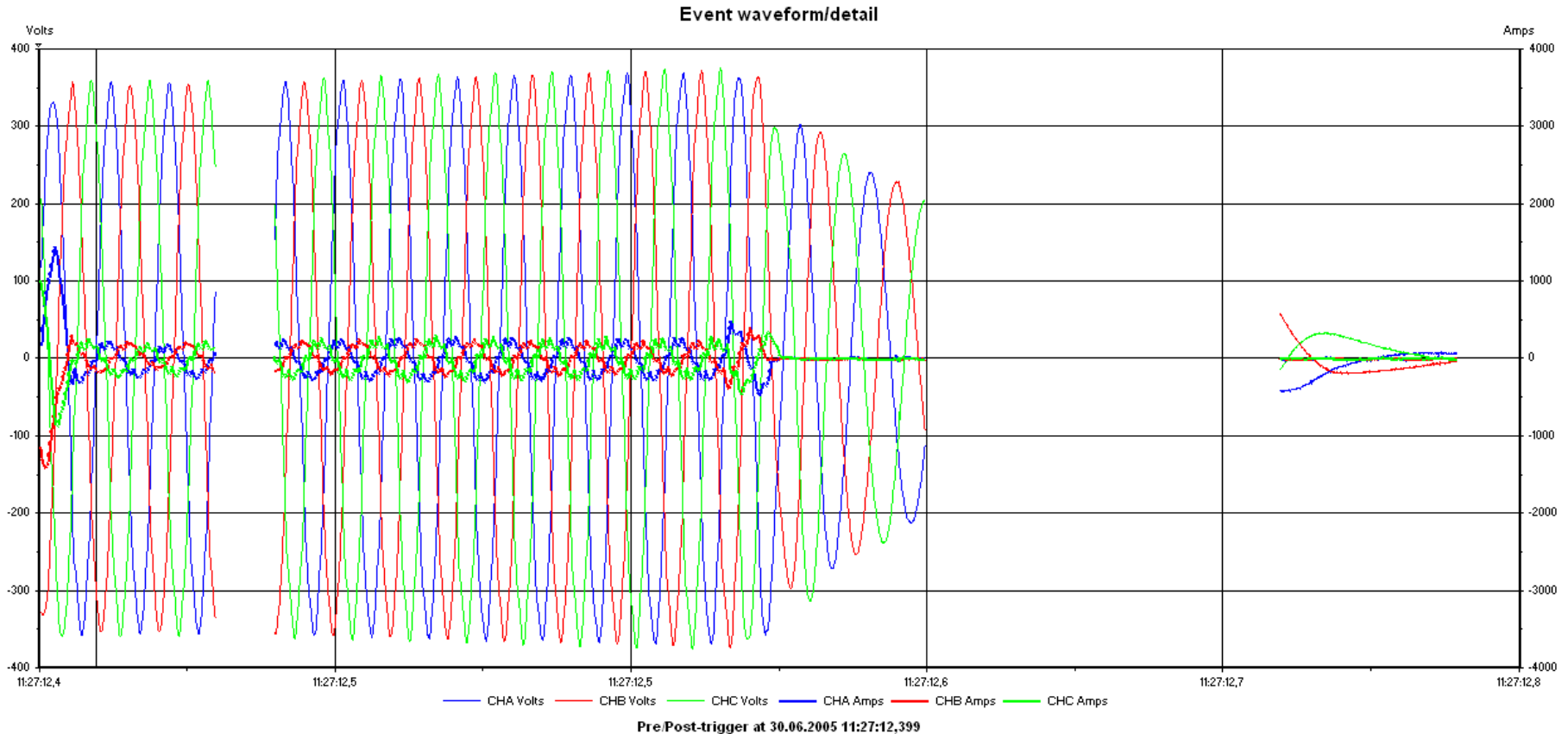
Simulacija otočnog rada s dijelom mreže ODS-a



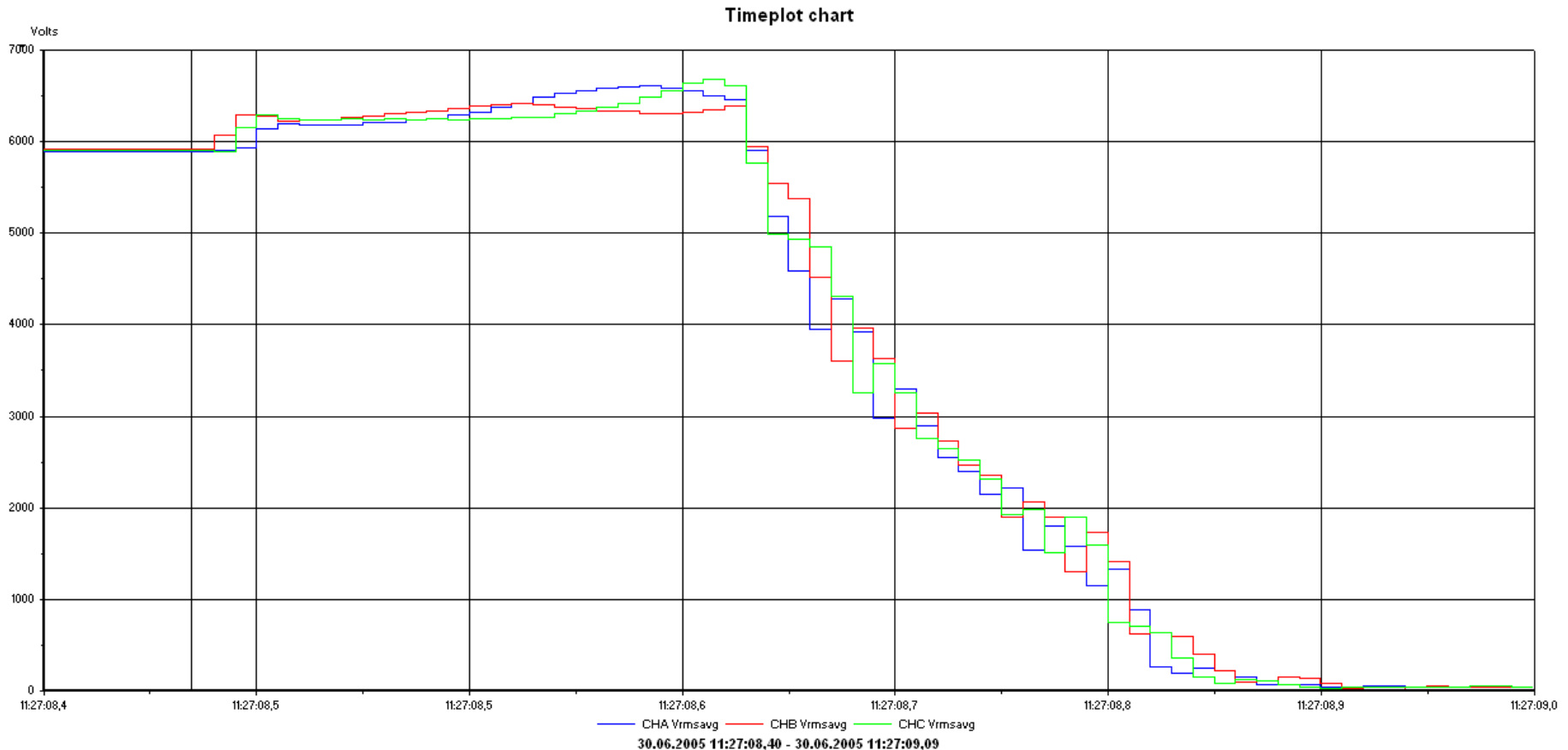
Simulacija otočnog rada s dijelom mreže ODS-a – MT1



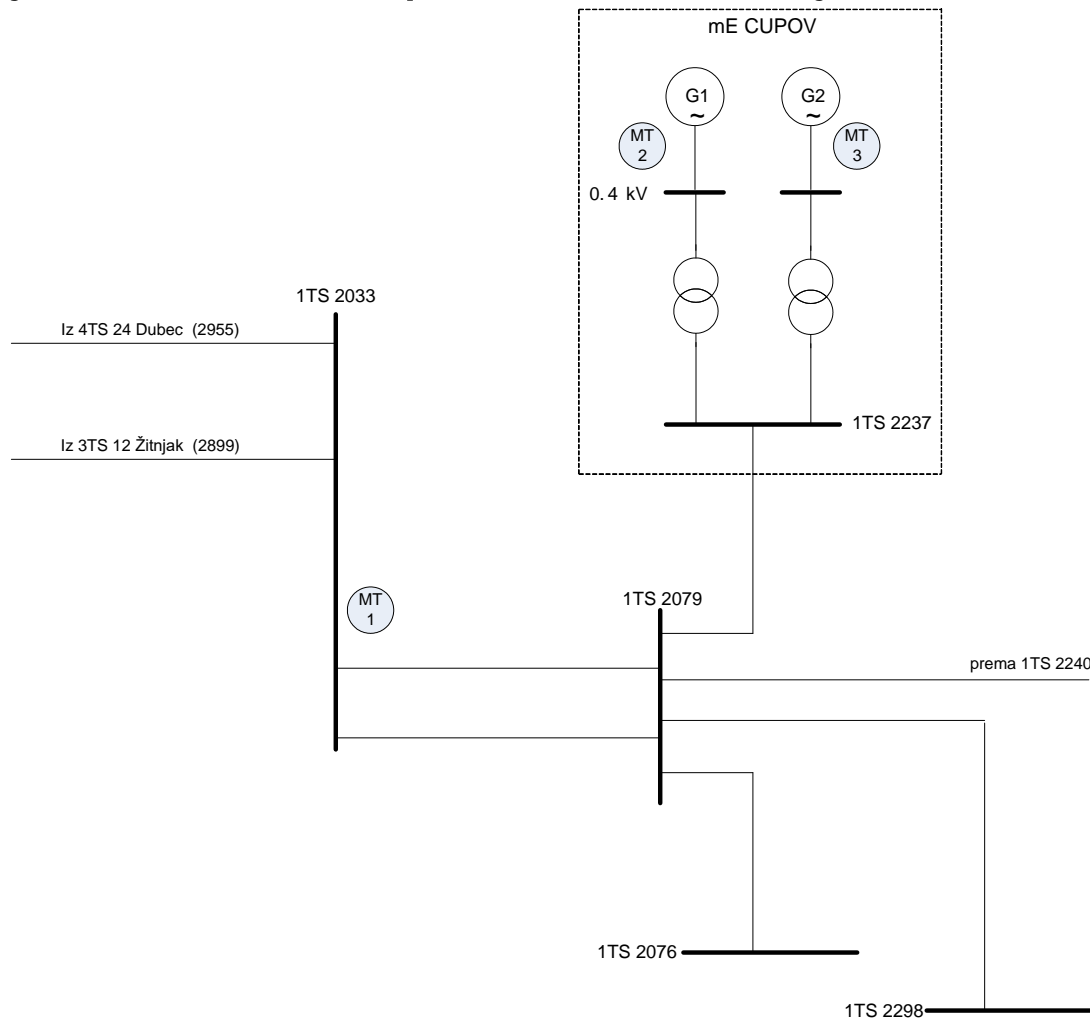
Simulacija otočnog rada s dijelom mreže ODS-a – MT1



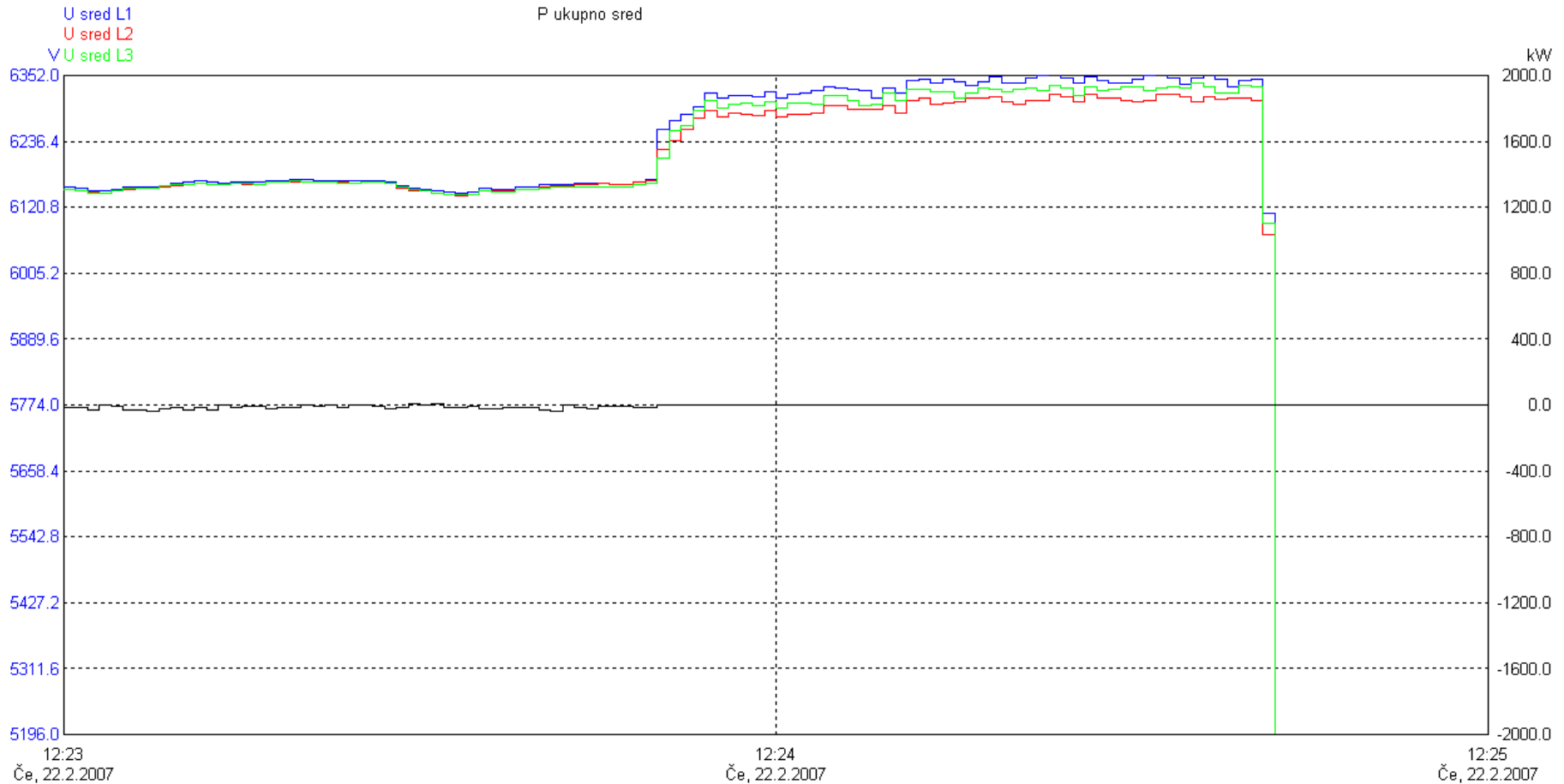
Simulacija otočnog rada s dijelom mreže ODS-a – MT1



Mjerenja kvalitete napona na lokaciji CUPOV - Zagreb



Simulacija otočnog rada s dijelom mreže industrijske mreže, isključak dovodnog kabela 1KV 2955 – MT1



Zaključak

- Provjera tehničkih značajki proizvodnih jedinica i udovoljavanje zahtjevima za siguran i pouzdan rad sa EES-om je zahtjevna zadaća
- Privremeno priključenje u trajanju od 15 dana je često nedovoljno dugo vrijeme potrebno da se detaljno ispituju sve značajke proizvodnog postrojenja u svim mogućim režimima rada (nedostatak vjetera itd.)
- Odredbe Mrežnih pravila u pogledu kvalitete napona i povratnog utjecaja na mrežu imaju određene nedostatke
- ODS treba donositi procjenu utjecaja postrojenja korisnika mreže na kvalitetu napona na osnovu snage iz elektroenergetske suglasnosti