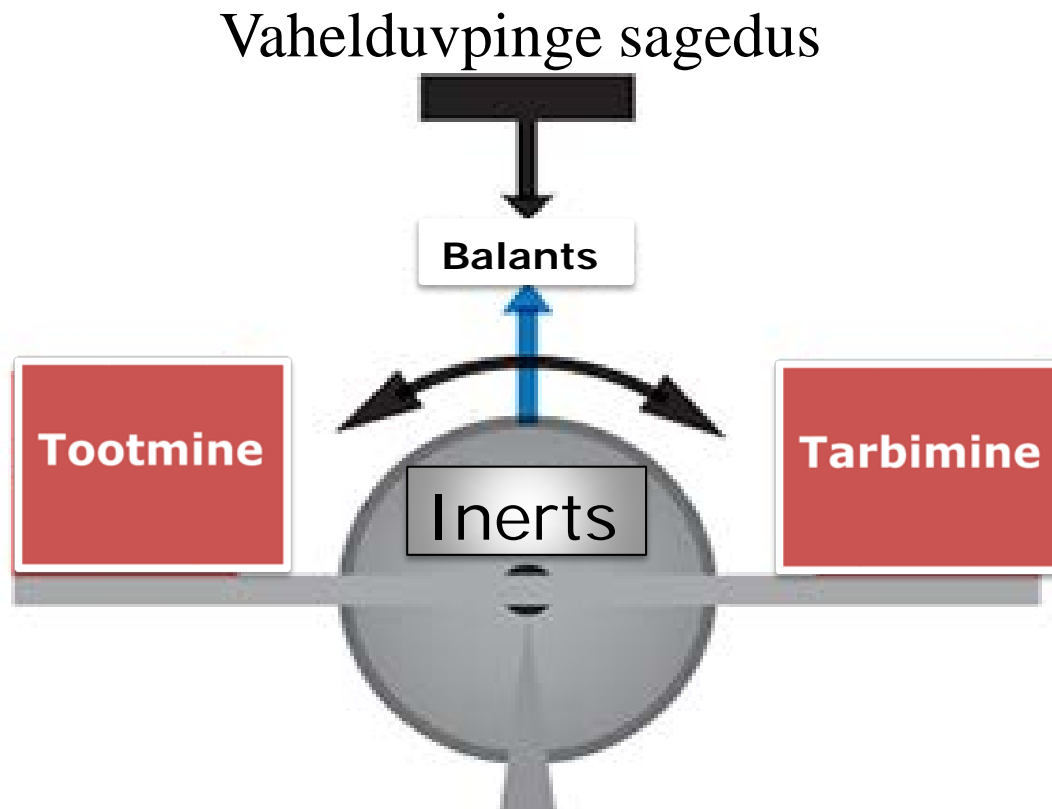


# "Elekter kui ressurss - mõõtmise ja kokkuvõtte"

Heigo Mõlder  
TTÜ Elektroenergeetika ja mehhatroonika  
instituut



# Tarbimise ja tootmise tasakaal



- Peab olema tasakaal genereeritava aktiivvõimsuse ja tarbitava aktiivvõimsuse vahel. Tasakaalu puudumine põhjustab sageduse muutuse süsteemis.



# Koormuse stabiliseerimise tehnoloogiapargid

- **Balti Elektri jaam, Narva :**
  - ✓ kuni 150MW otseliini potentsiaal
  - ✓ parima hinnaga elektrienergia otseliinil
  - ✓ tööstuslik aur
  - ✓ gaas, tuhk, vesi
  - ✓ 34 ha arenduspinda
- **Iru Tehnoloogiapark :**
  - ✓ kõrge töökindlus: 2 x 125MW liitumisvõimsused põhivõrguga
  - ✓ parim asukoht andmekeskustele
  - ✓ 10 ha arenduspinda
- **Auvere ressursid:**
  - ✓ 1000+ MW otseliini potentsiaal, biomassi võimekus
  - ✓ 13 ha arendusvalmis tehnoloogipargi alasid





# Elektrivõrgu lahutamamine Venemaast aastaks 2025





- Reaalses elus on süsteemi pidev nimitalitlus praktiliselt võimatu. Seetõttu on olemas tehniliselt ja majanduslikult lubatavad elektrienergia parameetrite muutumise piirid.
- Tehnilised on need piirid, millede ületamine rikub tarbijate normaalse talitluse (tootlikkuse järsk langus, toodangu kvaliteedi langus, tööriistade purunemine jne.).
- Majanduslikult lubatavad piirid on need, mille sees töötamisel on tarbijate töö ökonoomne (maksimaalne kasu- ja võimsustegur, minimaalsed energiakaod ja -kulu jne.).



# Elektrienergia kvaliteedi põhinäitajateks on:

- Elektrienergia parameetrite tehniliselt lubatud muutumispiirid peavad olema kindlaks määratud riikliku standardiga ja nende täitmine peab olema kohustuslik. Eestis kehtib elektrienergia kvaliteedi osas tänaseni standard:

**EVS-EN 50160:2010.**

- - pingehälve nimiväärtuse suhtes  $\delta U$ ,
- pinge muutuse ulatus  $\delta U_t$ ,
- pingekõikumiste (flikkeri) annus  $P_t$ ,
- pingekõvera mittesiinuselisuse tegur (siinuselisuse moonutustegur)  $K_u$ , THDu



- pinge n-harmonilise tegur  $K_{u(n)}$ ,
- kolmefaasilise pinge asümmeetria vastujärgnevustegur  $K_{2u}$ ,
- pinge asümmeetria nulljärgnevustegur  $K_{0u}$ ,
- sagedushälve nimisageduse suhtes  $\Delta f$ ,
- pingelohu kestvus  $\Delta t_a$ ,
- impulsspinge  $U_i$ ,
- transientliigpinge (lühiliigpinge) tegur  $K_{lu}$ .

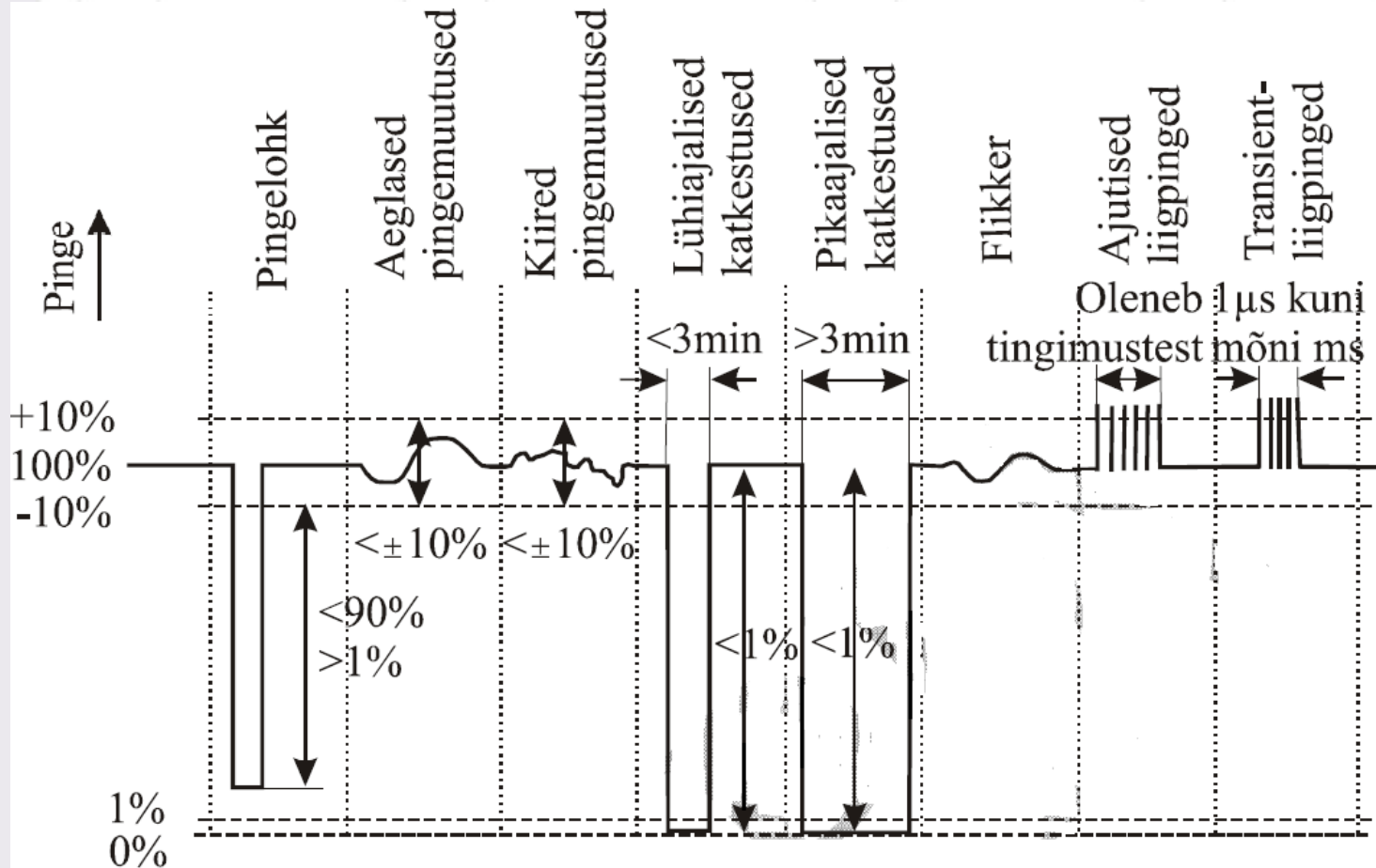
### **Elektrienergia kvaliteedi lisanäitajateks on:**

- amplituudmodulatsioonitegur  $K_{mod}$ ,
- liinipingete (faasidevaheliste pingete) mittetasakaalutegur  $K_{mt}$ ,
- faasipingete mittetasakaalu tegur.





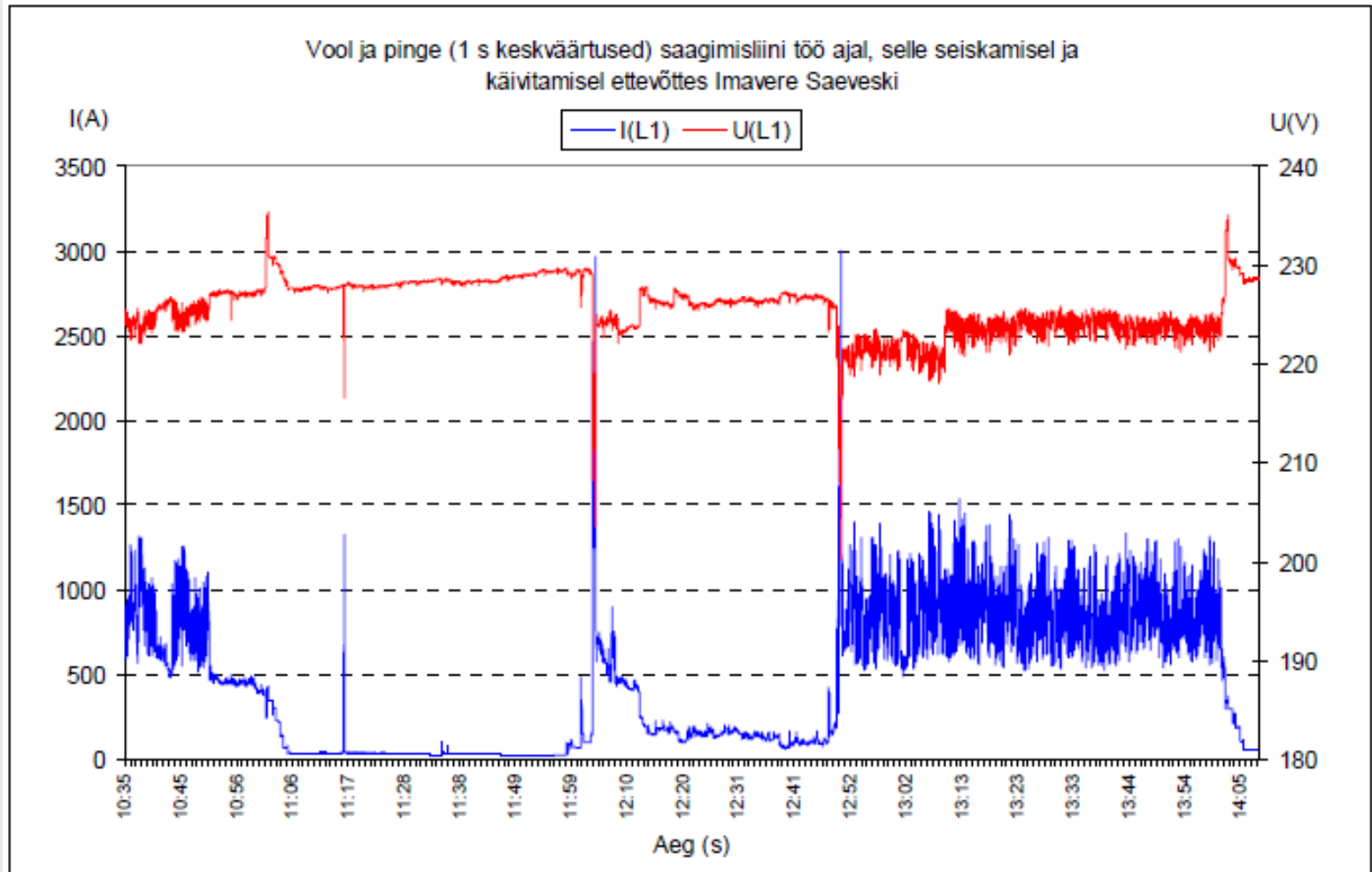
# Elektrikvaliteedi näitajate ülevaade:







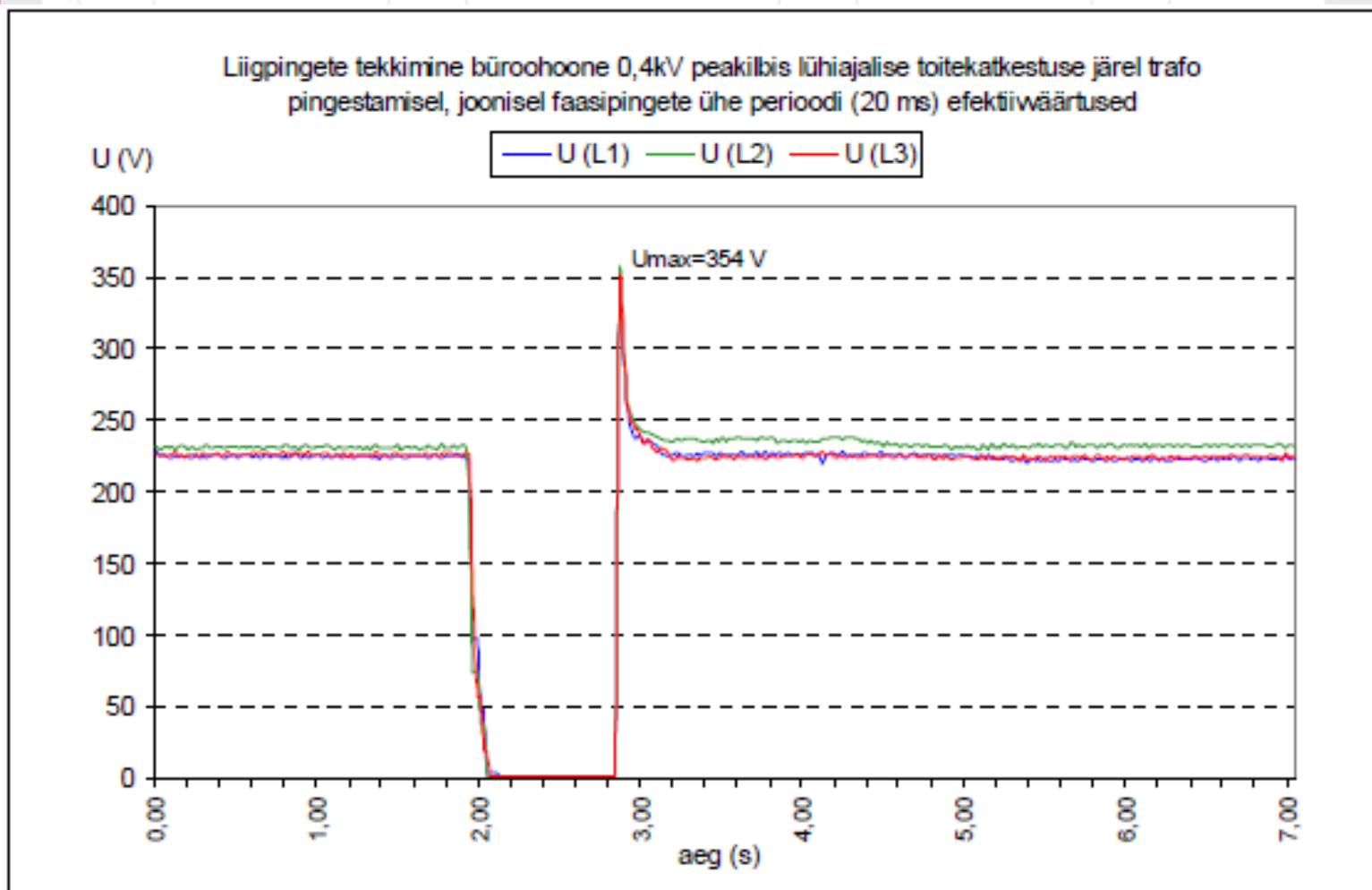
# Pingelohu näide 1:







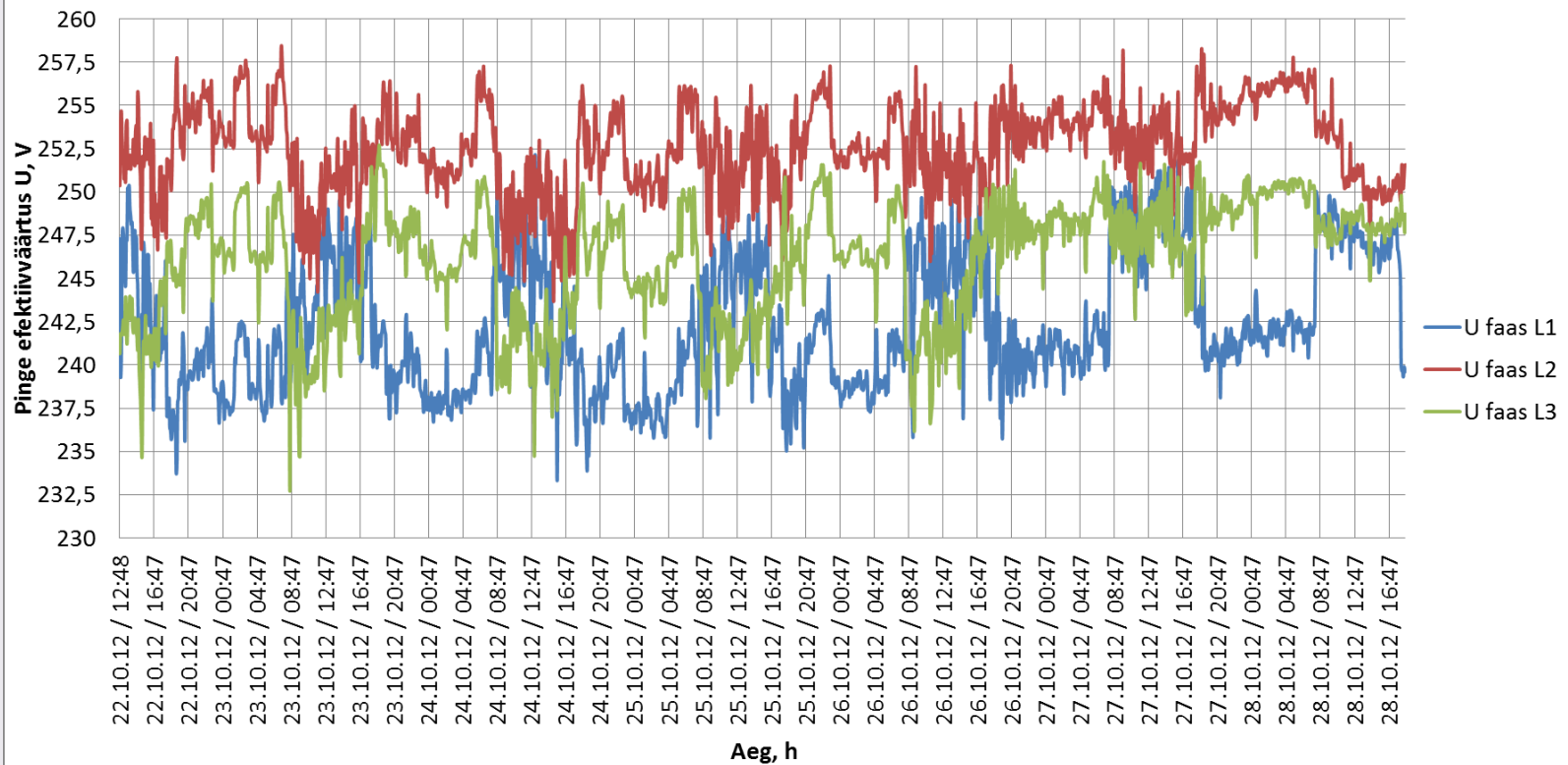
## Ülepinge näide 3:





# Liiga kõrge vahelduvpinge efektiivväärtus:

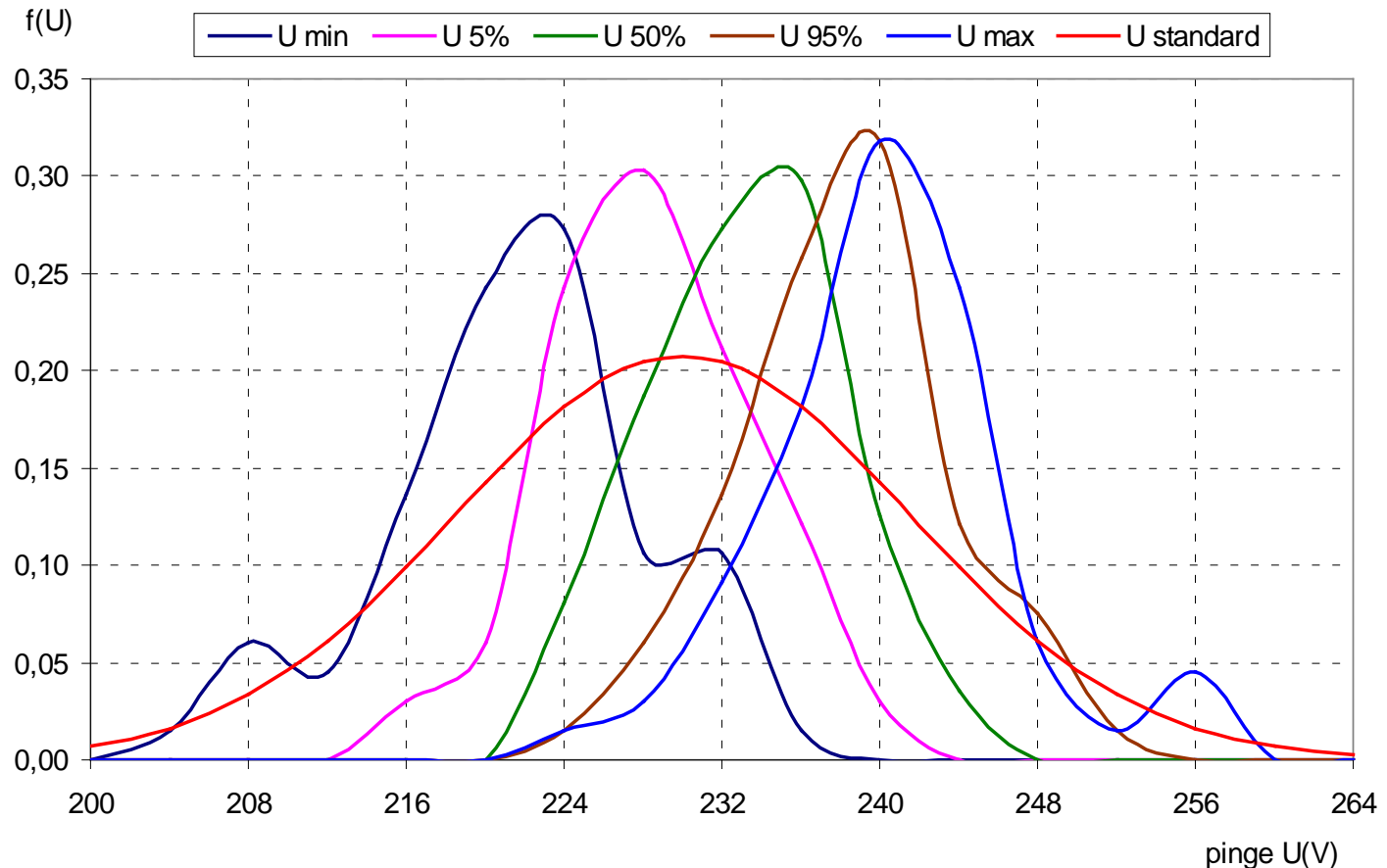
OÜ, mõõtepunkt nr. 3, pinge efektiivväärtus U, V,  
22.10.2012 - 28.10.2012





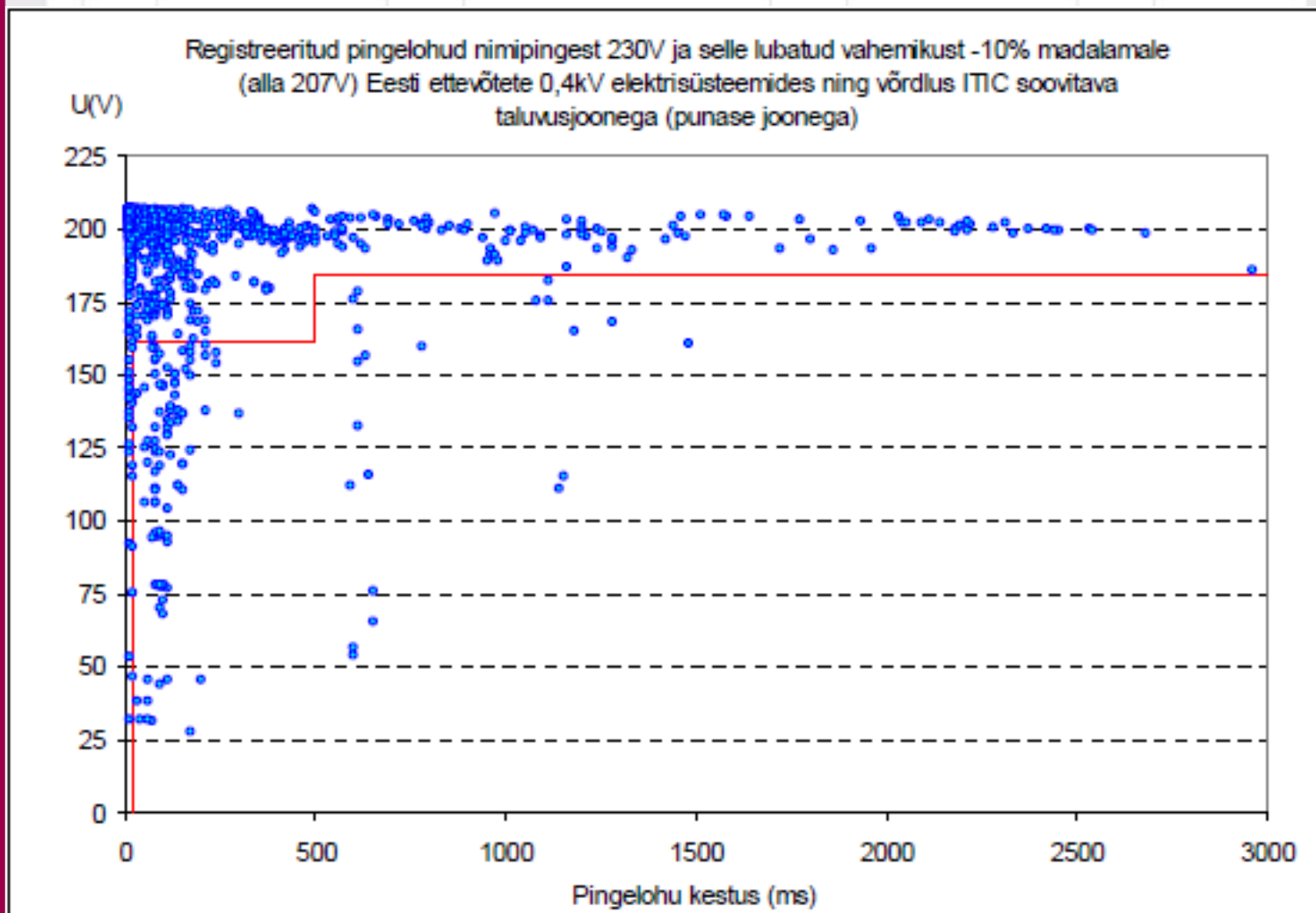
# Toitepinge tõenäosused Eesti ettevõtetes

Toitepinge (faasipingete keskmise) tihedusfunktsioonid ehk tõenäosustihedused  $f(U)$  Eesti ettevõtetes (minimumväärtused, 5%-väärtused, 50%-väärtused, 95% väärtused, maksimumväärtused ja standardile EN50160 vastav tihedusfunktsioon)





# Pingelohkude mõõtestatistika





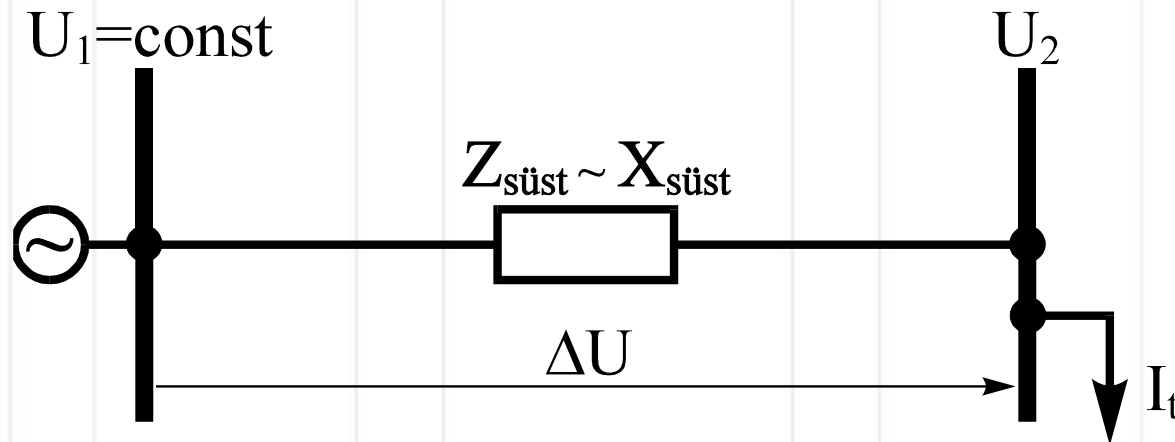
# Kehvast elektrienergia kvaliteedist tulenevad probleemid:

- Kaablite, trafode, seadmete – kuumenemine, eluea vähenemine.
- Lisakaod mootorites, trafodes, mähistes.
- Häiringud seadmete töös mõjud kõrval olevatele seadmetele.
- Seadmete riknemised, õnnetused häiringute tulemusena .
- Keerukamate seadmete vajadus, filtrid, reaktiivvõimsuse kompensatorid.
- Otseesed ja kaudsed majanduslikud kahjud. Katkestused





# ELEKTRIENERGIA KVALITEEDI TAGAMISE MEETODID



- Pinge stabiilsuse, siinuselisuse ja sümmeetria tagamisel üheaegselt kõigi kolme näitaja osas aitab, kui vähendada joonisel toodud takistusena  $X_{\text{süst}}$  kujutatud ekvivalentset elektrivarustussüsteemi elementide reaktiivtakistust.



## Pingelangu vähendamiseks kasutatakse:

- toiteliinide lühendamist (pinget alandavate trafode paigaldamist võimalikult tarbimiskeskusesse, kõige lähemate liinitrasside kasutamist jne.),
- pikkusühiku kohta võimalikult väikese aktiiv- ja induktiivtakistusega toiteliinide (lattjuhtmed, kaabelliinid) kasutamine,
- suletud toitevõrkude kasutamine,
- väikese pikitakistusega (väikese lühispinge  $U_k$ -ga) trafode kasutamine,
- elektrivarustussüsteemi elementide selline valik, mis tagab standardi pingehälbe ja pingekõikumisalaste nõuete täitmise.



- Selleks, et vähendada pingehälbe keskväärtust nimipingest, tuleb sempoonselt ümber lülitada trafo väljavõtteid kõige ratsionaalsematele astmetele.
- Suhteliselt suure induktiivtakistusega toitevõrkude korral on võimalik kasutada reguleeritavaid kondensaatorseadmeid.
- Pingekvaliteedi suhtes eriti nõudlikele tarbijatele võib kasutada ka pingestabilisaatoreid või pidevatoiteallikaid



- Pinge kõvera kuju parendamiseks lisaks süsteemi ekvivalentse takistuse vähendamisele on võimalik kasutada resonantsfiltreid, mis on häälestatud voolu kindlatele harmoonilikele.
- Need resonantsfiltrid on küllalt kogukad ja kallid ning neis on ka energiakaod. Esineb ka olukordi, kus filtrid koormavad end naaberettevõtete ja naabertarbijate poolt põhjustatud ülaharmoonilikega. Reeglina on sama tarbimise korral aktiivenergia arvestite näit filtrite olemasolul suurem kui ilma filtriteta. See kõik nõuab enne filtrite kasutuselevõttu põhjalikku analüüsi.



# Elektrikvaliteedi ja elektritarbimise tarbimise mõõtmine

## Ekspertiis, erimõõtmised:

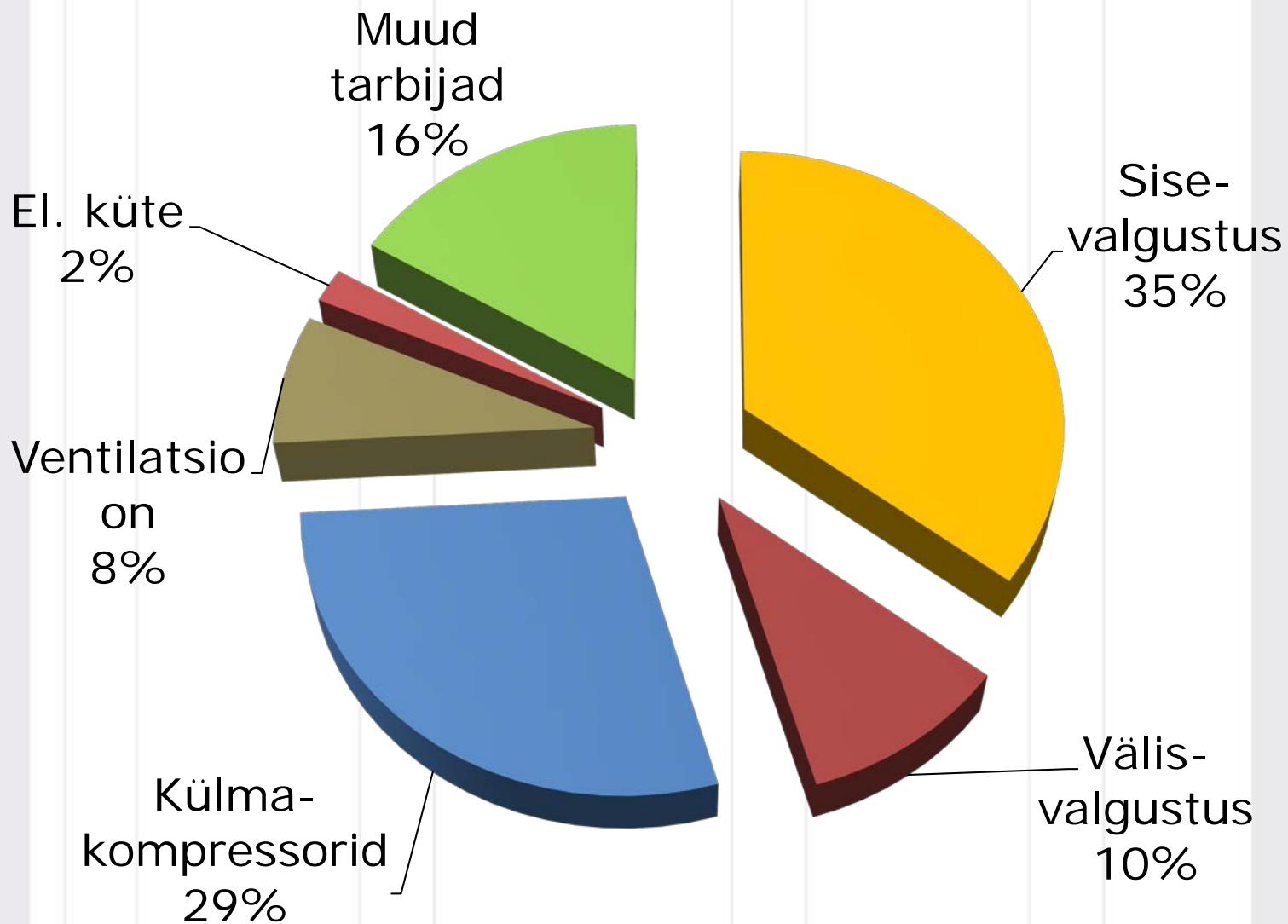
- Ettevõtte kolimisel ühest punktist teise.
- Seadmete vahetumisel, töörežiimide vahetumisel.
- Üldise hinnangu andmiseks, kadude määramisel.
- Probleemide uurimisel.

## Pidev monitooring:

- Tööstusettevõtted, teatud mõõtepunktid, seadmed

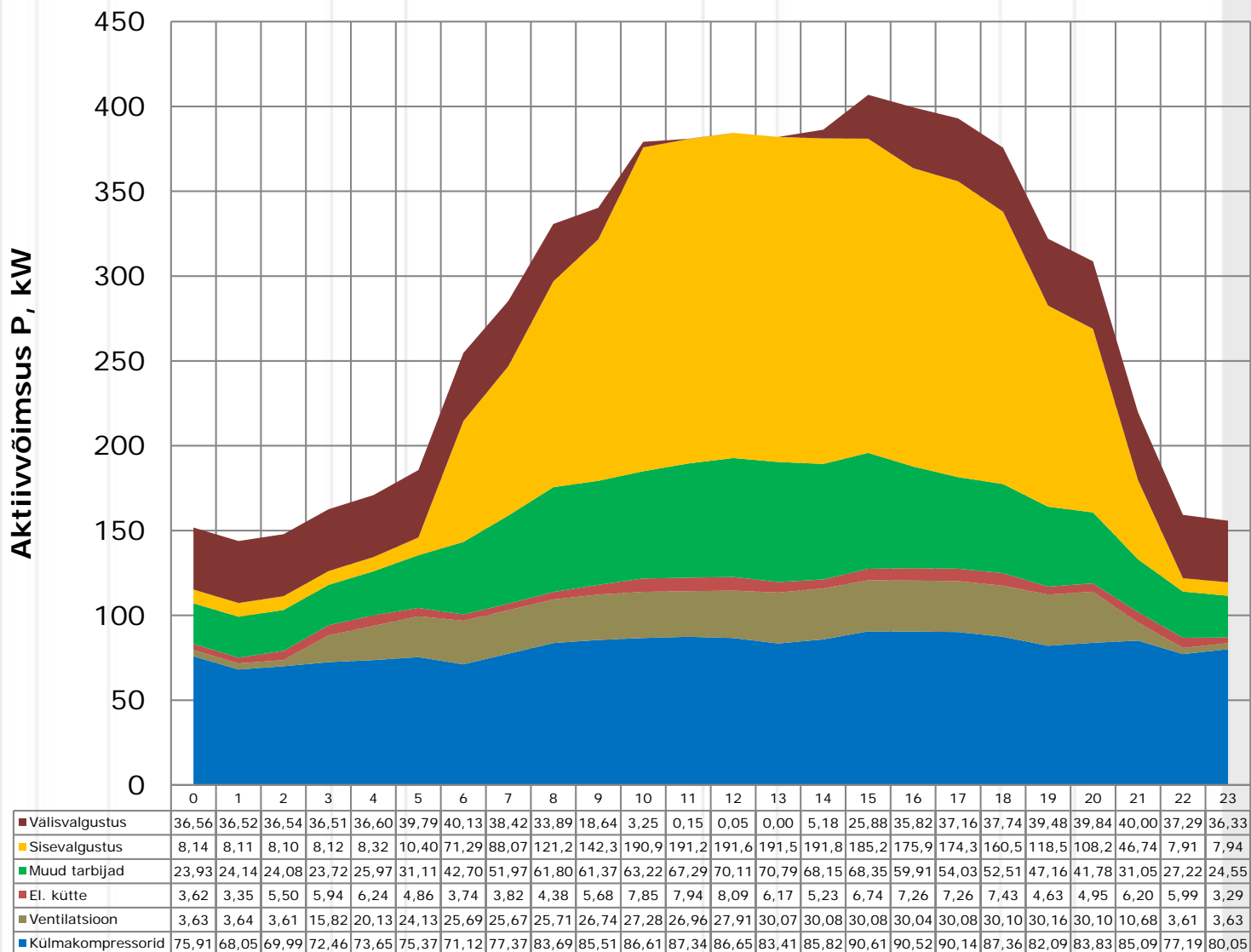


# Kaubanduskeskuse elektritarbimine:





# Kaubanduskeskuse elektritarbimine tunni kaupa:







# TTÜ Elektrotehnika ja mehhatroonika instituut

Heigo Mõlder, Phd

E-mail: [Heigo.Molder@ttu.ee](mailto:Heigo.Molder@ttu.ee)

Tel: +372 5264992