HÜDROENERGIA RESSURSIST JA KASUTAMISEST EESTIS

Peeter Raesaar

TTÜ Elektroenergeetika instituut

1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Hüdroressurss

☺ Jõgede ja ojade arv - **üle 7000**

☹ Kuid - **enamik lühikesed ja veevaesed:**

- ca 400 jõge on pikemad kui 10 km
- ainult üheksa (Pärnu, Põltsamaa, Pedja, Kasari, Keila, Jägala, Navesti, Emajõgi, Pedetsi) pikkus ületab 100 km
- ainult ca 50 jõe vooluhulk ületab 2 m^3/sek ja 14 jõel üle 10 m^3/sek

☺ Veerikkamad - Narva (keskmine vooluhulk suudmes ligi 400 m3/sek), Emajõgi (72), Pärnu (64), Kasari (27,6), Navesti (27,2), Pedja (25,4)

☹ Tasane pinnamood - **jõgede keskmine kalle väike**

☹ Seega **- potentsiaal tagasihoidlik**

☺ **Siiski - küllalt palju veeenergia kasutamiseks sobivad jõuastmeid** (st suurema koondatud langusega jõeosi)

Hüdroressurss

- Eesti jõgede **teoreetiline energeetiline kogupotentsiaal - 300 MW**
- **Summaarne tehniliselt rakendatav potentsiaal -** erinevatel hinnangutel **30…60 MW**
- Võimaldaks
  - toota 150 … 400 GWh elektrienergiat
  - katta 2- 5% tarbimisest
  - säästa 0,2...0,5 milj. tonni põlevkivi aastas
  - vähendada saastekoormust keskmiselt järgmiselt:
    - lendtuhka – 1500 t
    - SO_2 – 1300 t
    - NO_X – 150 t
    - CO_2 – 75000 t võrra aastas

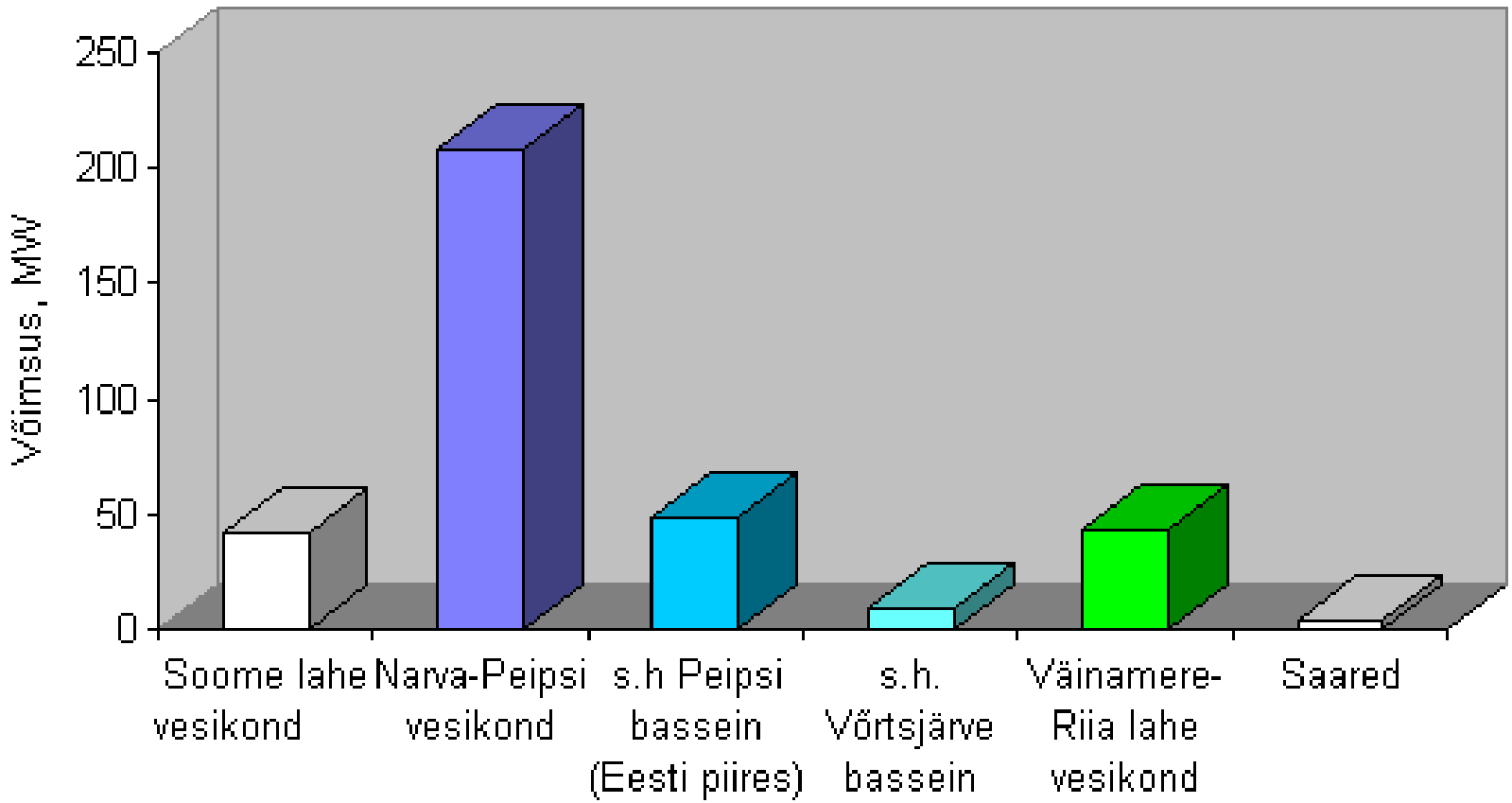
Narva jõe ressurss

TTÜ 1918

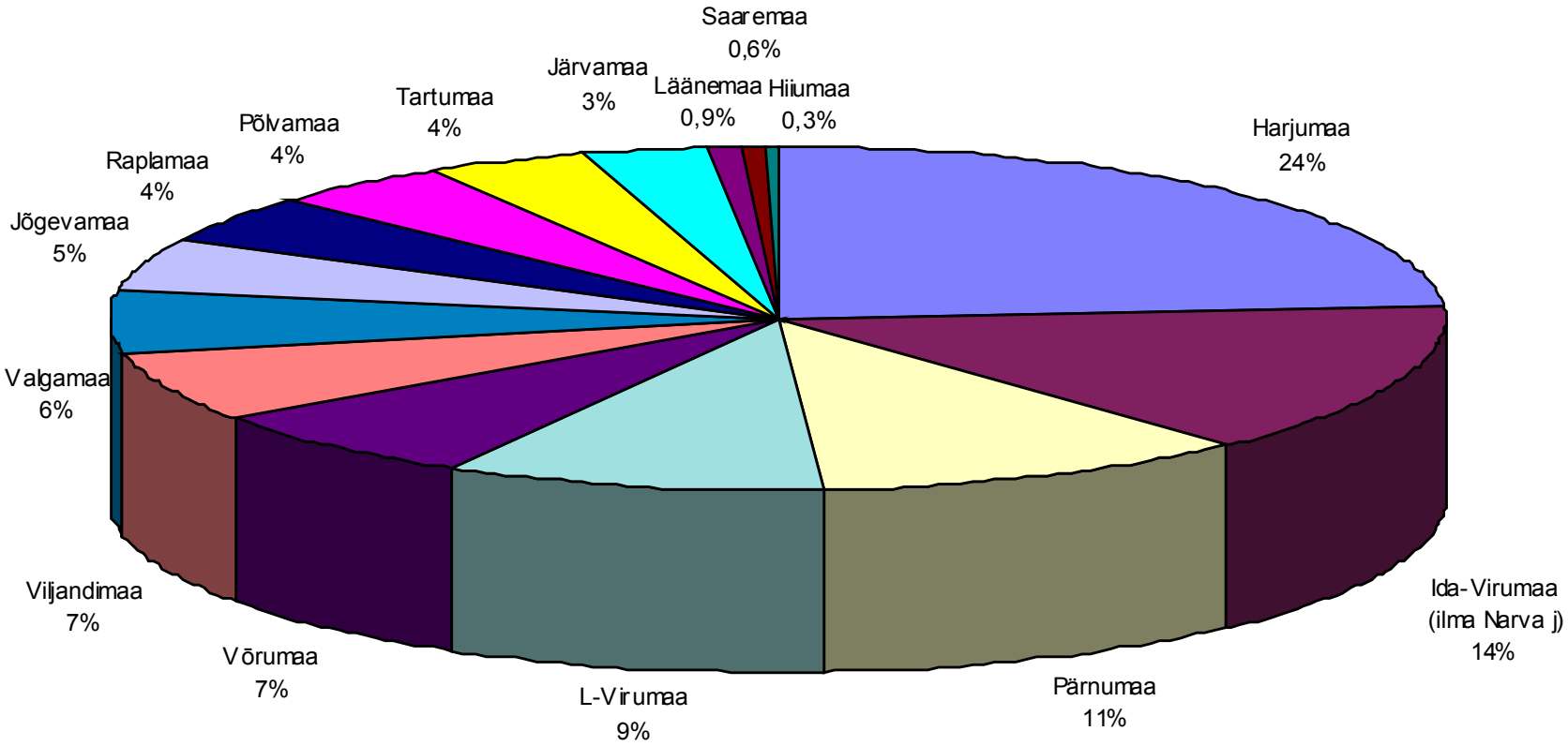
- 😐 Otstarbekas on eraldi vaadelda Narva jõe ressurssi:
  - Ressurss on võrreldav ülejäänud jõgede koguressursiga, selle kasutamine pakub huvi ka suurenergeetika seisukohalt
  - Ressurss on suures osas ära kasutatud Venemaa halduses oleva Narva HEJ (125 MW) näol

    Vastavalt rahvusvahelistele tavadele jagatakse piirijõgede HEJ-de toodang riikide vahel võrdeliselt nende territooriumil asuva valgala pindala osaga – seega peaks Eesti riigil olema õigus ca ühele kolmandikule Narva HEJ toodangust
  - Jõel leidub oluline kasutamata ressurss – Omuti jõuaste võimsusega erinevatel hinnangutel 15-30 MW
  - Narva kui praeguse piirijõe ressursi on kasutamine seotud pigem poliitiliste kui tehniliste ja majanduslike aspektidega

Teoreetilise ressursi jagunemine vesikondade järgi



Tehnilise ressursi jagunemine maakonniti



Pilk minevikku

- Kirjalikud andmed vesiveskite kohta Eestis - juba 13. sajandist
- Esimesed hüdroelektrijaamad – 19. saj lõpul
- Teise Maailmasõja eel - veeenergia osakaal energiabilansis suur:

  1936.a - **veejõumasinate võimsus** -18,2% koguvõimsusest,
  nende **toodang** - 28,2% summaarsest energiatarbimisest

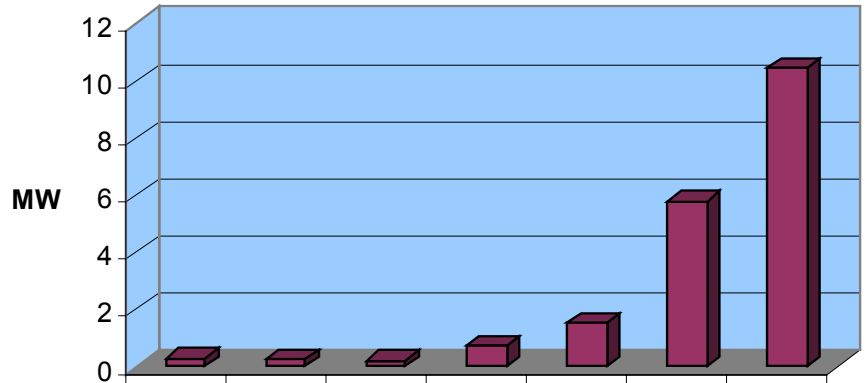
  1940.a - töös 921 turbiini ja vesiratast koguvõimsusega 27,5 MW

  Hüdroelektrijaamade koguvõimsus - 9343 kW, nende toodang - 28 770 MWh - 28,6% elektrijaamade kogutoodangust
- Sõja ajal enamik veejõuseadmeid purustati
- Aastail 1945-1950 paljud taastati, käiku lasti ka uusi (1949.a. oli hüdrojaamade koguvõimsus 1140 kW)
- Edaspidi, seoses põlevkivienergeetika arenguga, tunnistati veeenergia ebaperspektiivseks ja hüdrojaamad olid määratud väljasuremisele

Tänane seis

- Veejõu kasutamise uus tõus algas peale taasiseseisvumist:
  - 1991.a taastati Saesaare HEJ Ahja jõel
  - 1993.a Leevaku ja Kotka jaamad Võhandu ja Valgejõel
  - Endiste jaamade taastamine, vesiveskite rekonstrueerimine jaamadeks

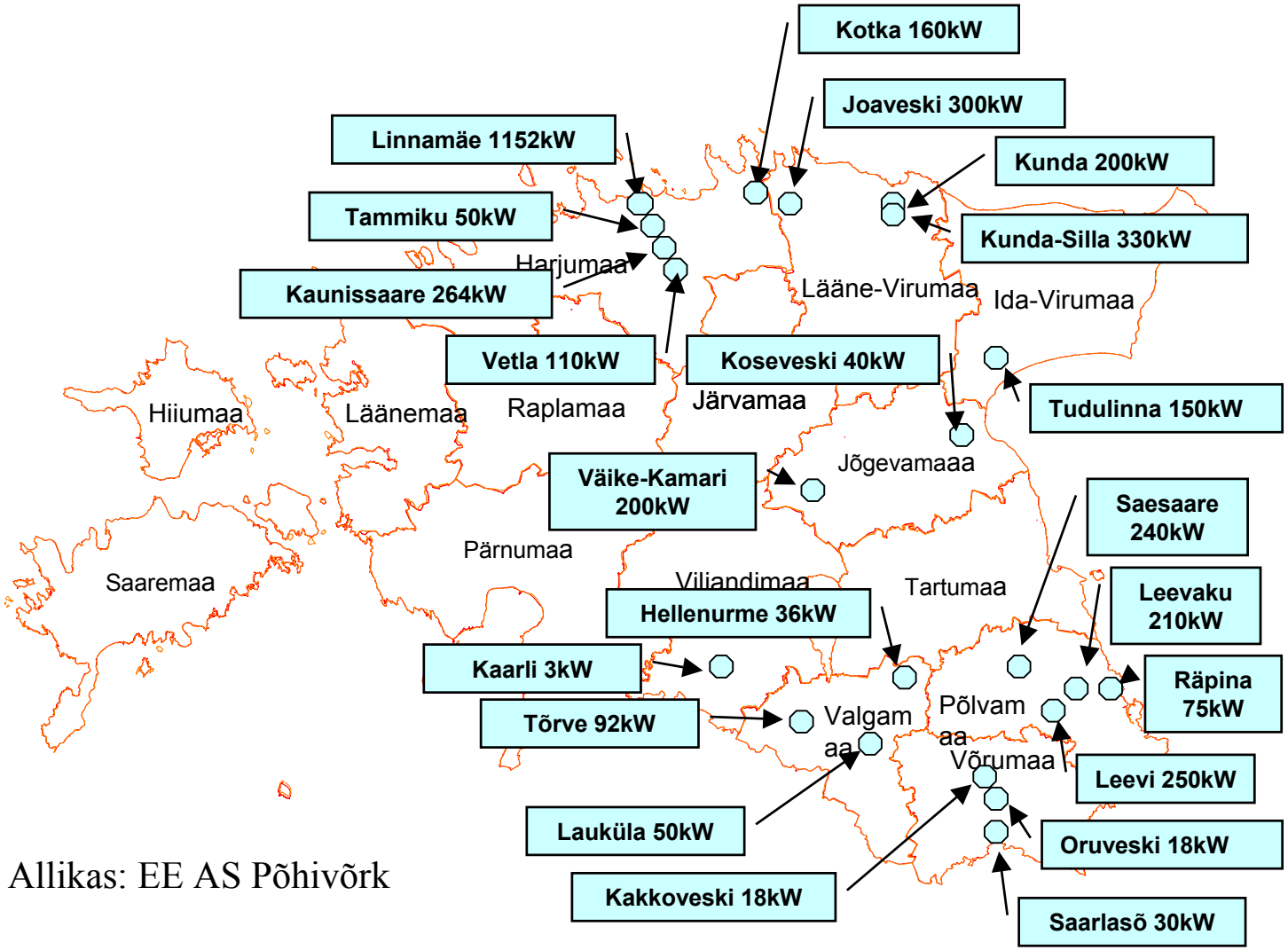
- Eesti hüdroelektrijaamade koguvõimuse dünaamika



Aasta	1980	1985	1990	1995	2000	2005*	2010*
Koguvõimsus	0,28	0,22	0,2	0,7	1,5	5,8	10,5

- Praegu on elektrivõrkudesse ühendatud üle 20 minihüdroelektrijaama ja rida mikrojaamu (võimsusega alla 10 kW)
  - koguvõimsusega 5,4 kW
  - ligikaudse keskmise aastase kogutoodanguga 30000 MWh

Tänane seis

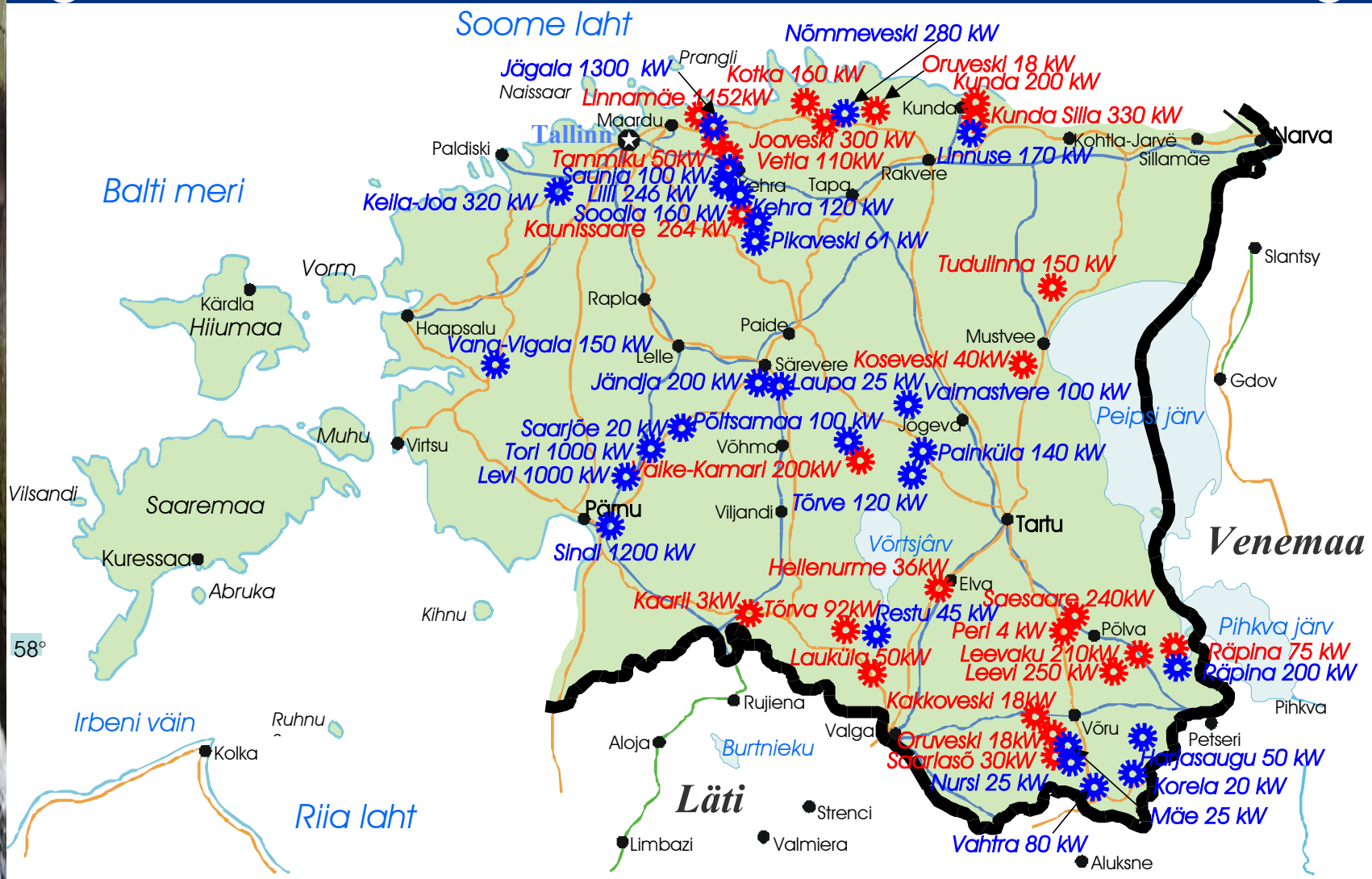


Allikas: EE AS Põhivõrk

Tänane seis, perspektiivid

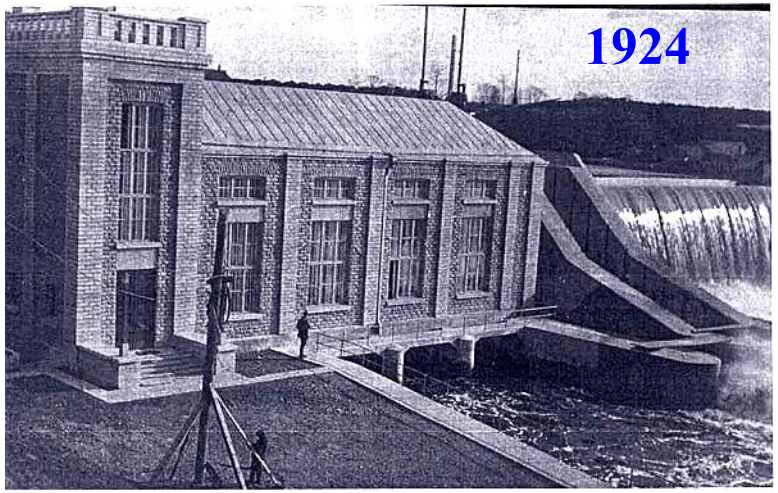
- Tegutseb mitu hüdroenergeetika ettevõtet (AS Generaator, AS Eesti Veejõud jt)
- Huvi veeenergia kasutamise vastu on üles näidanud Eesti Energia, mitmed kohalikud omavalitsused, eraisikud
- Internetis - abimaterjalid väikehüdroelektrijaama rajajatele http://www.alten.ibs.ee/uus/www/
- P. Raesaar “Vee-energia Eestis. Soovitusi väikehüdrojaamade projekteerimiseks ”. Tallinn 1995. 34 lk.
- Lähitulevikus kavas taastada 28 endist hüdrojaama ja vesiveskit koguvõimsusega 5,6 MW, aastase kogutoodanguga 34000 MWh
- Taastamisväärilised veel 5 endist suuremat jaama võimsusega ligi 0,5 MW ja aastase kogutoodanguga 3000 MWh
- Eestis on säilinud paarsada elektrienergia tootmiseks sobivat veskikohta
- Veejõu viimase aja kasutuselevõtu tempo - 0,4-0,5 MW aastas

Töötavad ja lähiajaks kavandatud hüdrojõujaamad Eestis



Linnamäe HEJ

- Suurimaks ja moodsaimaks on aastal 2002 taas käiku lastud Linnamäe HEJ Jägala jõel
- Kolm Soome firma Waterpumps turbiini koguvõimsusega 1,1 MW, Keskmine toodang 6-7 GWh/a
- Maksumus – ca 30000 kr/kW



Minihüdroenergeetika eelised

- ☺ Hästi väljaarendatud tehnoloogia: lihtsad, väga töökindlad ja pika tööeaga (tavaliselt üle 50 a)
- ☺ Energia omahind ei allu oluliselt inflatsioonile
- ☺ Väikesed käidukulud, peaaegu täielik automatiseeritus
- ☺ Väikesed investeerimiskulud ja ehitustööde suhteline lihtsus - võimaldab rajada MHEJ
  - kiiresti
  - väheste vahenditega,
  - lihtsate tehnoloogiliste seadmetega
  - väikeste ehitusettevõtete poolt
- ☺ Paiknedes hajutatult, võimaldavad vähendada võrgukadusid ja parandada pinge kvaliteeti
- ☺ On väga hea manööverdamisvõimega
- ☺ Võrguga liitumine ei tekita olulisi probleeme
- ☺ Pikaajaline traditsioon, palju säilinud rajatisi, huviliste olemasolu

Minihüdroenergeetika eelised

☺ Ei raiska ressursse - jaama läbinud vesi jääb kasutuskõlblikuks

☺ Regionaalarengulised eelised: endiste hüdrorajatiste taastamisega

- tehakse korda sillad ja paisjärved
- avarduvad puhke-, turismi- ja kalastamisvõimalused
- suureneb tööhõive maapiirkondades

☺ Väike kahjulik toime keskkonnale

Vastupidi - MHEJ-d:

- ühtlustavad jõe vooluhulka
- parandavad vee sanitaarset seisundit (veevahetus, aeratsioon)
- väikesed paisjärvekesed mitme-kesistavad maastiku pilti
- paisjärvekesed suurendavad jõgede vastupanuvõimet põua- ja külmaperioodidel - ei jää suvel kuivaks ega külmu läbi talvel, tagades kaladele ja põhjaloomastikule elupaigad ka ekstreemtingimustel ning vältides ümbruskonna kaevude tühjaks jäämist põuaperioodidel

Minihüdroenergeetika puudused

☹ Ressursside killustatus ja piiratus

☹ Teatud sesoonsus ja sõltuvus ilmastikust - siiski tunduvalt väiksem, kui nt tuule- või päikeseenergia kasutamisel

☹ Suured eriinvesteeringud (investeerimiskulud 1000-5000 US$/kW)

☹ Suhteliselt kõrged tootmiskulud. Siiski

- uute korrosioonikindlate materjalide kasutamine
- hüdroagregaatide lihtsustamine ja standardimine (eriti asünkroon-generaatoritega sukelagregaadid)
- elektroonsete juhtimissüsteemide rakendamine
- uued konstruktsioonielemendid (täispuhutavad paisud, plastiksurvetorud)
- orgaaniliste kütuste jätkuv kallinemine

muudavad MHEJ-d igati konkurentsivõimelisteks

Eriti head näitajad saadakse endiste jaamade taastamiel

☹ Nõrga võrguga liitumisel võib teatud probleemiks olla reaktiiv-võimsuse vajadus - selle leevendamiseks kondensaatorpatareid

Minihüdroenergeetika puudused

- ☹ Veehoidlate mõju pole alati ühetähenduslik:
  - nende keskmiselt soojem ja hapnikuvaesem vesi võib vähendada hinnaliste külmaveelembeste kalaliikide (harjus, forell) arvukust
    Mõju leevendatakse kohustusega ehitada kalateid või -treppe – selleks vaja head projekti ja ehituskuludeks üsna palju raha
  - veetaseme tõstmine võib põhjustada raskusi maaparanduses
  - omaette probleeme võib üles kerkida, kui jõel paikneb muuotstarbelisi veehaardeid või jaamade kaskaad
- ☹ Looduslikult kaunite jugade võimalik kadumine – nende säilitamiseks võib rakendada nt Soome kogemusi – turismihooajaks jaamad suletakse
- ☹ Võimalik sobimatus loodusega – vältimiseks vajalik hüdrorajatiste hoolikas disain harmoniseerumiseks ümbruskonnaga: betoonpaisudele eelistada muld- või kivipaise, kasutada varjatud juurdevoolukanaleid ja survetorusid, ülevoolupaisudele anda looduslike kärestike väljanägemine jne. Head kogemused on olemas nii Lääne-Euroopas kui sõjaeelses Eestiski. Üleujutustega seotud maakadu saab vähendada kaitsetammide rajamisega
- ☹ Müra – siiski helibarjääride ja kaasaegsete seadmete kasutamine võimaldab müranivood maksimaalselt alandada

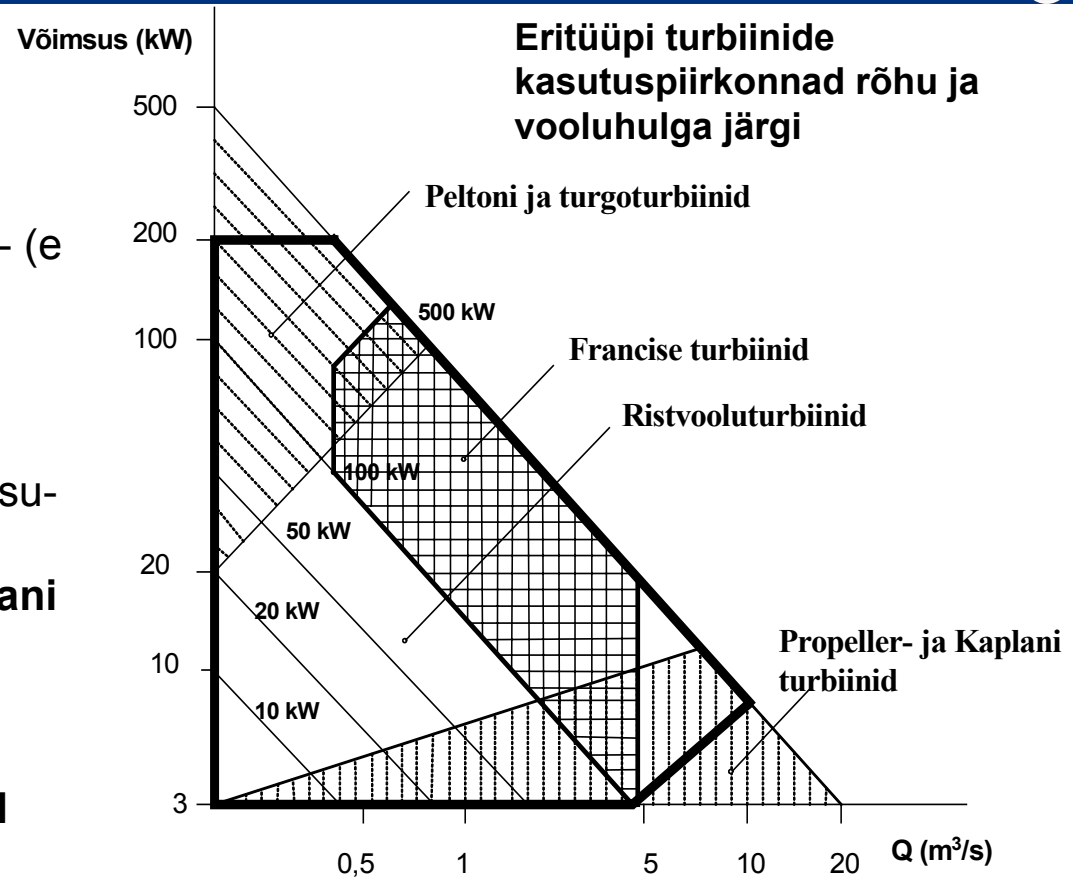
Probleeme

- Suhteliselt kõrged eriinvesteeringud - elektri omahind tuleb suhteliselt kõrge
  (taastatavates jaamades 60 - 130 s/kwh, uutes 85-170 s/kwh)
- Rahastamisraskused – suhtelise väiksuse tõttu raske saada pikaajalisi sooduslaene
- Kogemuste ja oskuste piiratus, konsultatsiooni saamise raskused
- Lüngad seadusandluses – eelkõige veeressursside kasutamist reguleerivates sätetes (s.h vee kasutus samale jõele rajatud jaamade kaskaadi korral), liitumistingimused elektrivõrguga tuleb muuta läbipaistvaks ja üheselt tõlgendatavaks
- Raskused omandiküsimuste lahendamisel
- Piirijõega seotud poliitilised takistused Narva jõe ressursi realiseerimisel

Tehnoloogiast

Madalrõhujaamades:

- lihtsaimad ja odavaimad **propellerturbiinid**
- efektiivsemad on **pöördlaba**- (e **Kaplani**) turbiinid
- võimsustel üle 50-100 kw ja rõhkudel 5-10 m - ka keerukamad **Francise turbiinid**
- väga lihtsad, kuid madala kasuteguriga **ristvooluturbiinid**
- moodsates jaamades - **Kaplani** tüüpi **toruturbiinid**, samuti **kompaktsukelagregaadid**
- mikrojaamades ka **reversiivsed pumpturbiinid**



Eritüüpi turbiinide kasutuspiirkonnad rõhu ja vooluhulga järgi

Sobivaimateks **asünkroongeneraatorid** - lihtsad, töökindlad ja odavad; ei vaja pinge ja sageduse reguleerimisseadmeid. Võimsustel alla 50 kW lühisrootoriga mootorid

Veehoidlate puudumise tõttu on Eesti minihüdrojaamad ilma reguleerimisvõimaluseta **otsevoolujaamad** (v.a Linnamäe ja Omuti)

Kulude orienteeriv jagunemine väikehüdrojaamas

Kulu liik	Paisjaam	Derivatsioonijaam
Pais, veehaare, setete eemaldus	35 %	12 %
Juurdevoolukanal, survetorud	-	32 %
Jaamahoone	15 %	9 %
Hüdroagregaat, juhtimissüsteem	35 %	24 %
Jaotusseade	5 %	9 %
Elektriliin (umbes 200 m)	5 %	5 %
Muud kulud	5 %	9 %