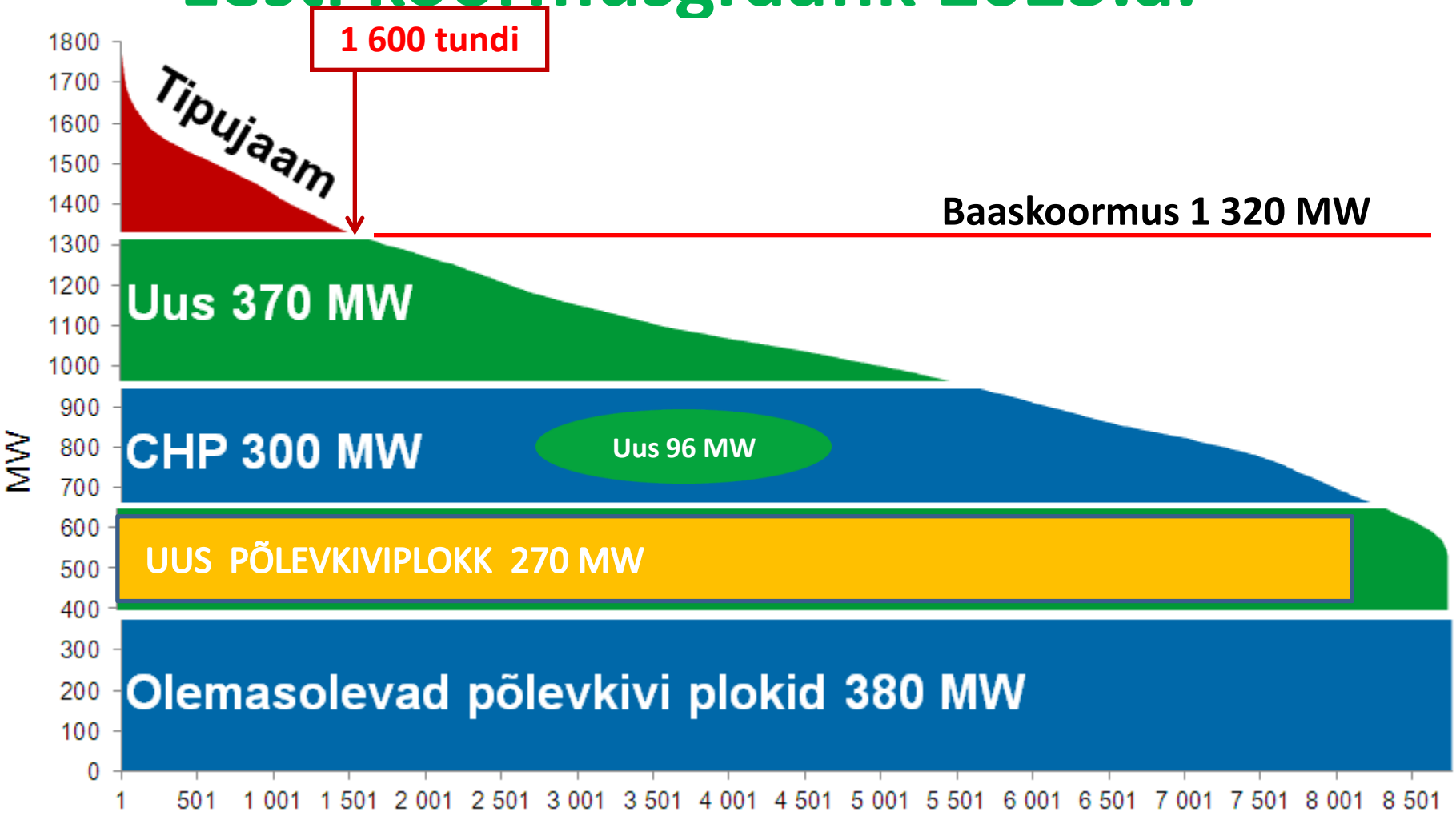
Tuuleenergia salvestusvajadus

Lembit Vali
OÜ Energiasalv juhatuse liige
www.energiasalv.ee

Eesti koormusgraafik 2023.a.



- Prognoositud suurim tarbimine on 1 800 MW tunnis[1)], seega tipujaama maksimaalne võimsus on 480 MW

1) Elektri tarbimine on prognoositud kasvama 1,1% aastas kuni 2023.a

Eesti elektrisüsteemi tootmisvõimuste nappus

Energiasalv

Column1	*Elektrijaamade andmed (netovõimsused, MW)*	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Installeeritud kodumaine genereerimisvõimsus:											
1	hüdroelektrijaamad	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	tuumaelektrijaamad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	soojuselektrijaamad	2321	2362	2377	2453	2453	2873	1925	1923	1923	1923	1923
4	taastuvad energiaallikad (v.a. hüdro)	147	159	159	715	715	715	715	715	715	715	715
5	määratlemata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	**Kodumaine installeeritud netovõimsus (6=1+2+3+4+5)**	**2472**	**2525**	**2541**	**3172**	**3172**	**3592**	**2644**	**2641**	**2641**	**2641**	**2641**
7	mittekasutatav võimsus	189	206	517	1063	1063	1063	761	761	761	761	761
	konserveeritud	6	6	308	308	308	308	6	6	6	6	6
	muud piirangud	36	41	50	41	41	41	41	41	41	41	41
8	plaanilised hooldused ja remondid (fossiilkütustega jaamades)	162	333	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
9	avariid (fossiilkütustega) elektrijaamades	120	120	100	100	100	100	50	50	50	50	50
10	süsteemiteenused	0	0	0	130	250	250	250	250	250	250	250
	lepingujärgne eksport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	**Kasutatav võimsus (11=6-(7+8+9+10))**	**2000**	**1866**	**1924**	**1879**	**1758**	**2178**	**1582**	**1580**	**1580**	**1580**	**1580**
12	*Koormus (optimistlik stsenaarium)*	1451	1584	1678	1763	1860	1962	2050	2145	2180	2202	2230
13	**Koormus (eeldatav stsenaarium)**	1441	1501	1556	1597	1628	1663	1694	1727	1742	1754	1767
14	*Koormus (pessimistlik stsenaarium)*	1437	1466	1503	1526	1528	1534	1541	1548	1555	1562	1568
15	Tootmisvaru, koormuse optimistlik stsenaarium (15=11-12)	549	282	245	116	-102	216	-468	-565	-601	-623	-651
16	**Tootmisvaru, koormuse vaas stsenaarium (16=11-13)**	559	365	368	282	130	515	-112	-147	-163	-174	-187
17	Tootmisvaru, koormuse pessimistlik stsenaarium (17=11-14)	564	400	420	353	230	644	41	32	25	18	11
22	**Tootmisvaru 10% varuteguriga, MW**	415	215	212	122	-32	349	-281	-320	-337	-350	-364
23	**Tootmisvaru (%)**	39%	24%	24%	18%	8%	31%	-7%	-9%	-9%	-10%	-11%

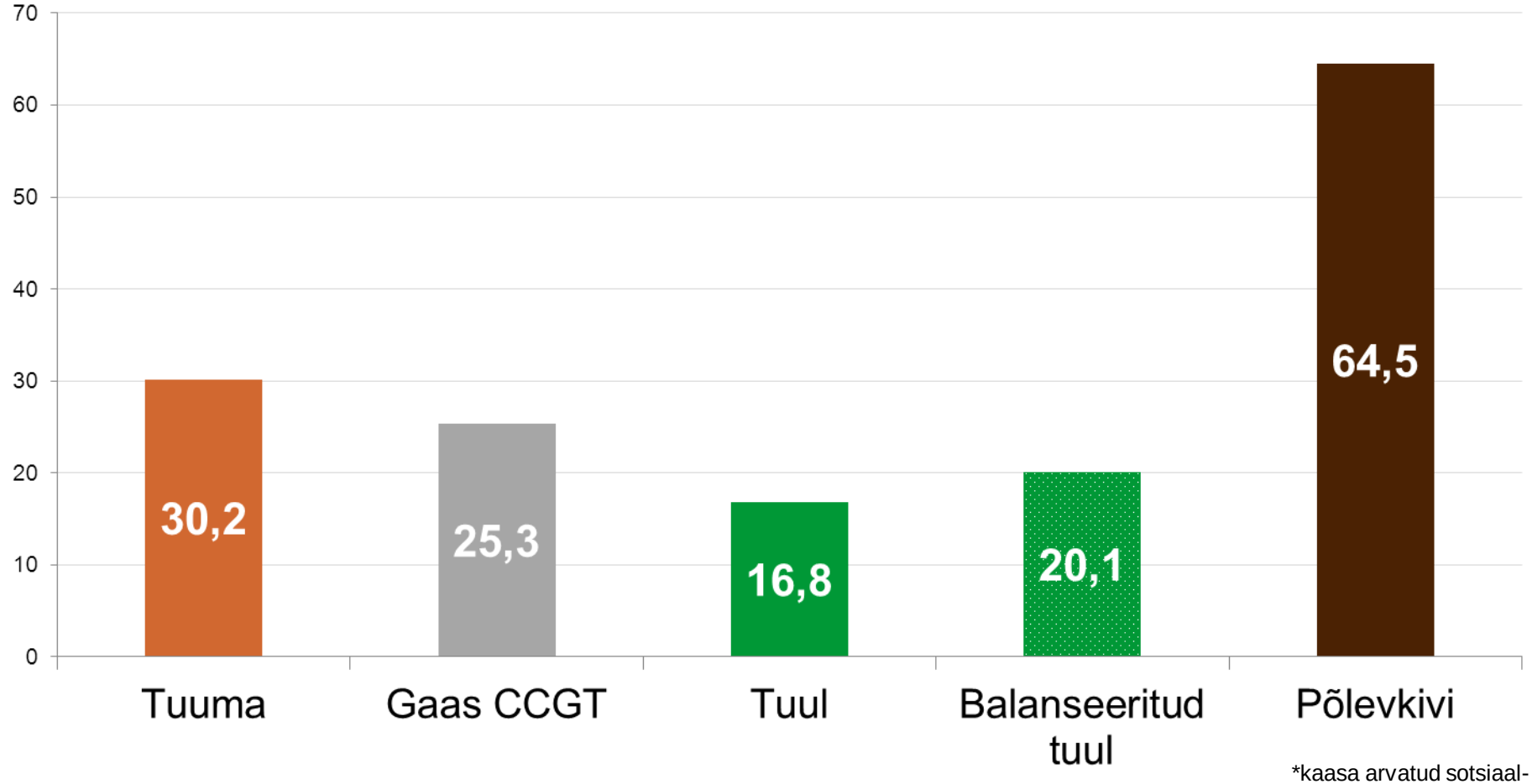
Eleringi prognoosi järgi on aastaks 2020. Eestis 364 MW tootmisvõimsuste nappus

Allikas: Elering, Eesti elektrisuesteemi tootmisseadmete piisavuse aruanne 2010 a.

Kulu ühiskonnale, alternatiivide võrdlus

Tuul ja balanseeritud tuul on odavaim viis toota elektrit ühiskonnale

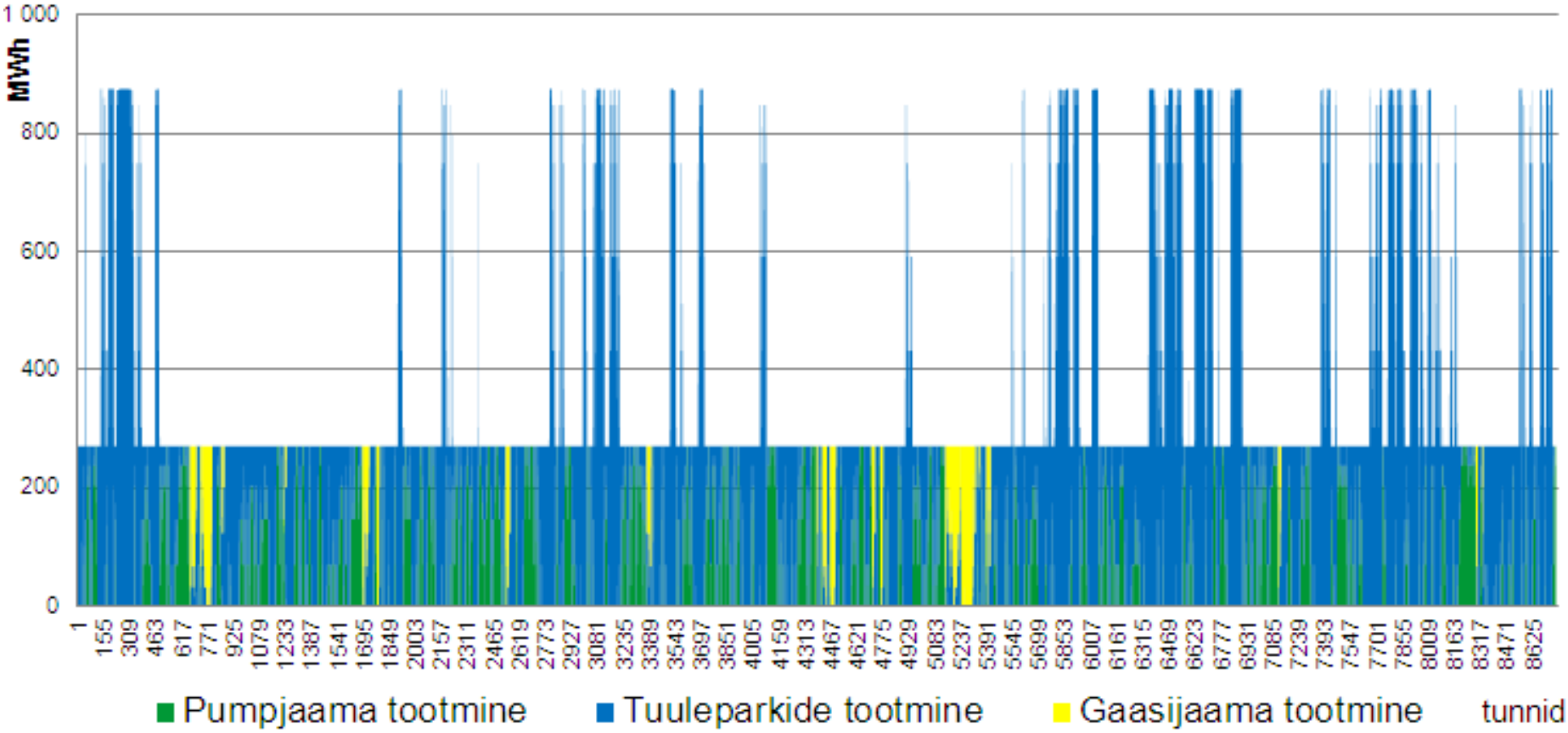
Ühiskonna kulude võrdlus tehnoloogiate vahel: kulude nüüdisväärtus/ toodetud MWh



*kaasa arvatud sotsiaal-majanduslikud mõjud

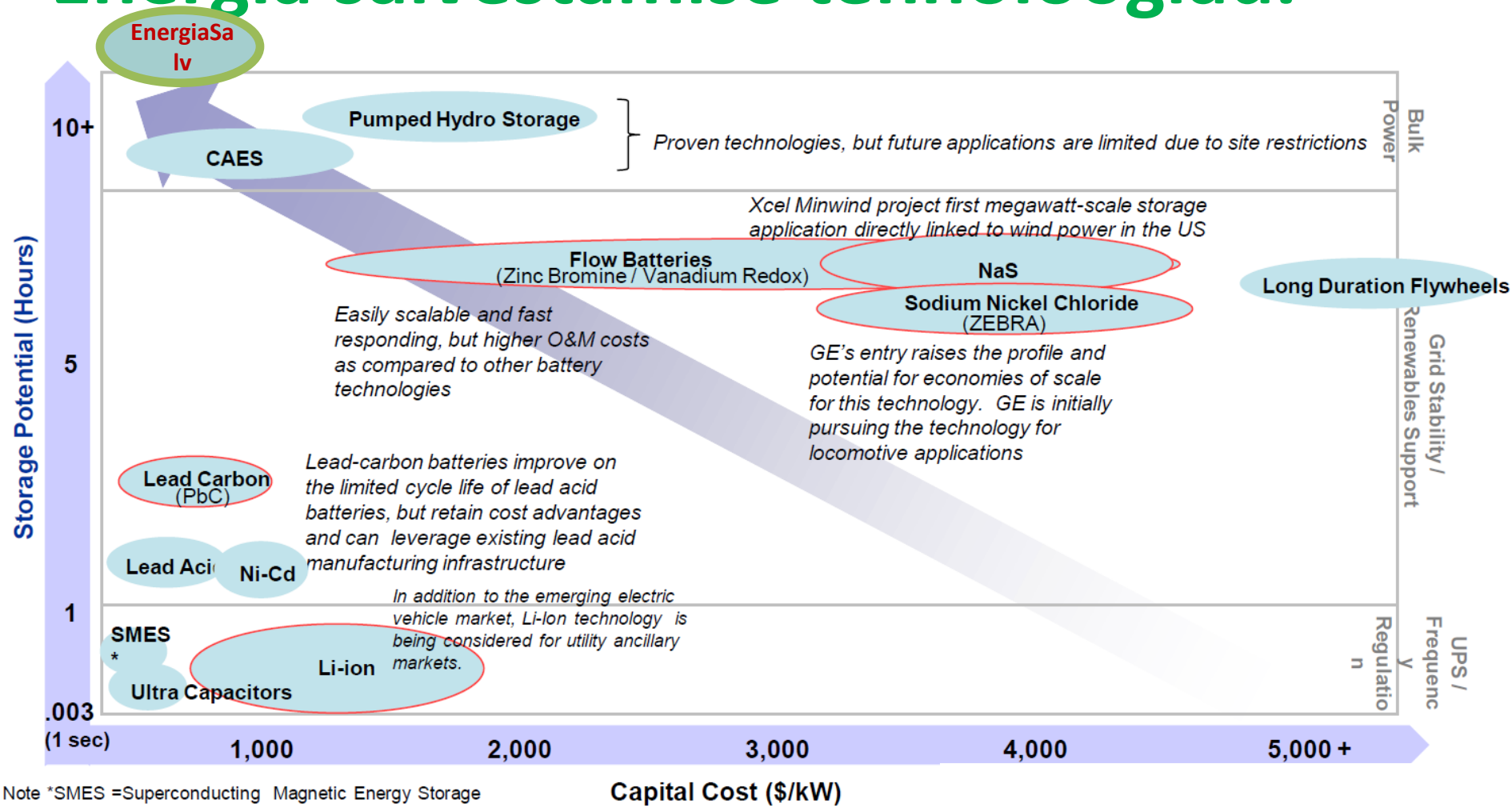
Tuulegeneraatorid võimsusbilanssi.

PHAJ, tuuleparkide & gaasijama simuleeritud toodang



- 270 MW võimsusega PHAJ koostöös 500 MW maismaa, 500 MW avamere tuuleparkide ning 270 MW gaasijaamaga võivad palju efektiivsemalt ning odavamalt asendada ühte planeeritavat põlevkiviplokki ning tagada 270 MW neto baaskoormust, tootes samas veel 48% ehk 1,035 GWh rohkem elektrit
- Tootes 114 GWh elektrit töötaks gaasijaam ainult 422 tundi ehk ajal, kui tuult ei ole pikaajaliselt
  - Tuuleparkide toodangu prognoosimiseks on kasutatud reaalseid Hiiumaa tuuleandmeid (mõõdetud 2009. aastal) ning Siemensi 3,6 MW võimsuskõverat

Energia salvestamise tehnoloogiad.

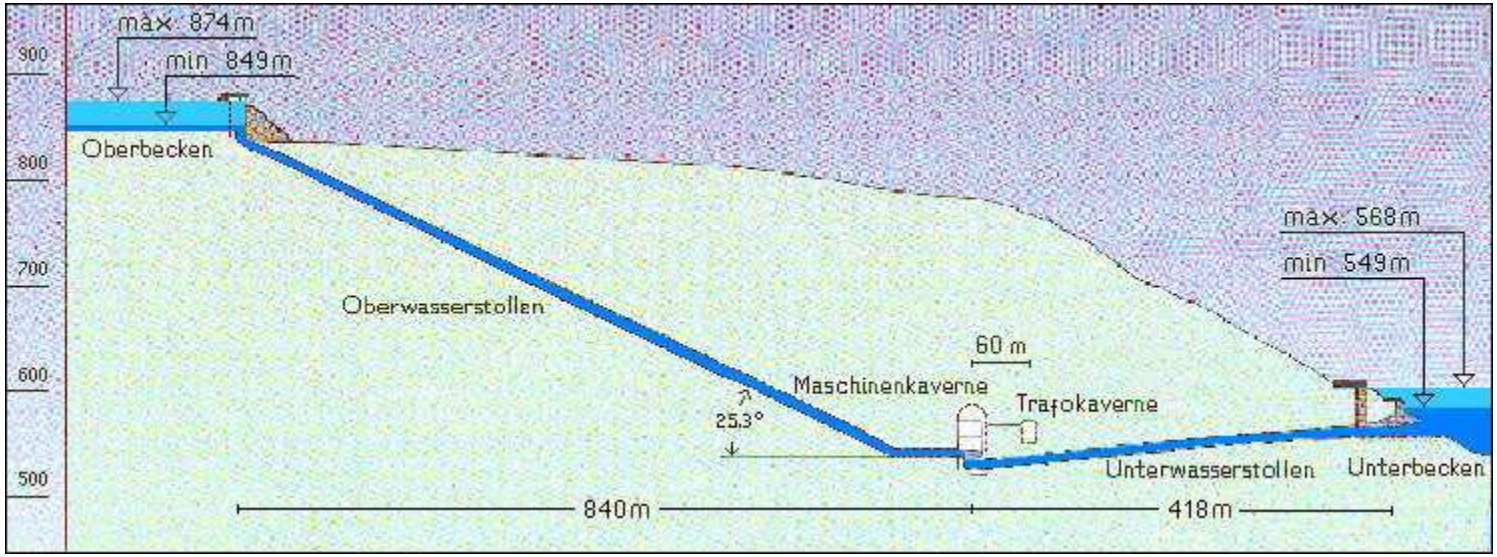


Note *SMES =Superconducting Magnetic Energy Storage

- Akumulatsioonjaamade erinevad võimalused: Pumphüdroakumulatsioon (Pumped Hydro Storage), akupatareid, suruõhu akumulatsioonjaamad (CAES), termoakumulatsioon
- PHAJ on efektiivseim ja odavaim energia salvestamise tehnoloogia; suures mahus elektrienergia akumuleerimiseks on ainus kommertskasutuses tehnoloogia hüdroakumulatsioon
- EnergiaSalve PHAJ on alternatiividest tunduval odavam (608 EUR/ MW kohta ehk 850 USD/ MW kohta) ning võimaldab salvestada/ kasutada energiat pikemaks ajaks

Millest räägime.

- Goldistal PEJ



Projekti arendaja: Energiasalv

Organisatsiooni struktuur

Energiasalv

Projekti arendaja

OÜ 4E Tehnoinvest

Investorid

Vardar Eurus

Norra munitsipaalettevõte Vardar A/S

Freenergy

Eesti erainvestorid

Projektide juhtimine

4 ENERGIA

Kompetents taastuvenergetika projektide arendamises ja juhtimises

OÜ Vooluenergia

vool

Maardu Graniidikaevandus

OÜ Vool on investeerimisettevõte, mille tegevusvaldkondadeks on energeetika ja graniidi kaevandamine

Kompetents graniidi kaevandamises

- Vardar on kontsern kuhu kuuluvad hüdroelektrijaamad aastatoodanguga 3TWh , elektrivõrgud, kaugküte, energia kaubandus, tuuleenergia.
- NEFCO on põhjamaade riiklik investeerimisfond, mis investeerib keskkonnasõbralikesse projektidesse. Fondi varade maht on 115 miljonit EUR

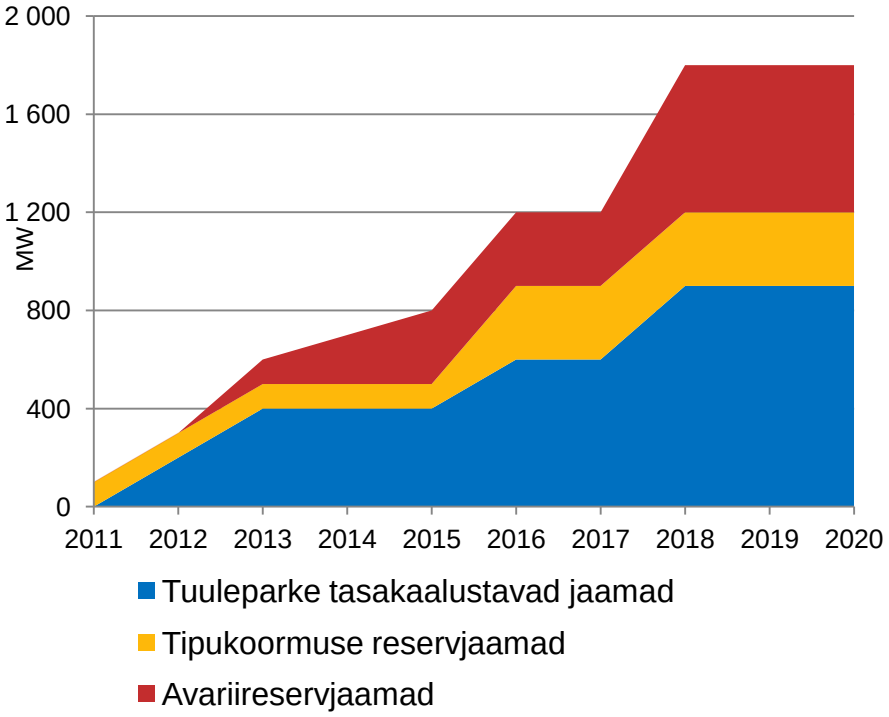
Balansseerimisvõimsuste vajadus

Riigi energiamajanduse arengukava: on vaja ehitada 1800 MW reserv- ja balansseerimisvõimsusi

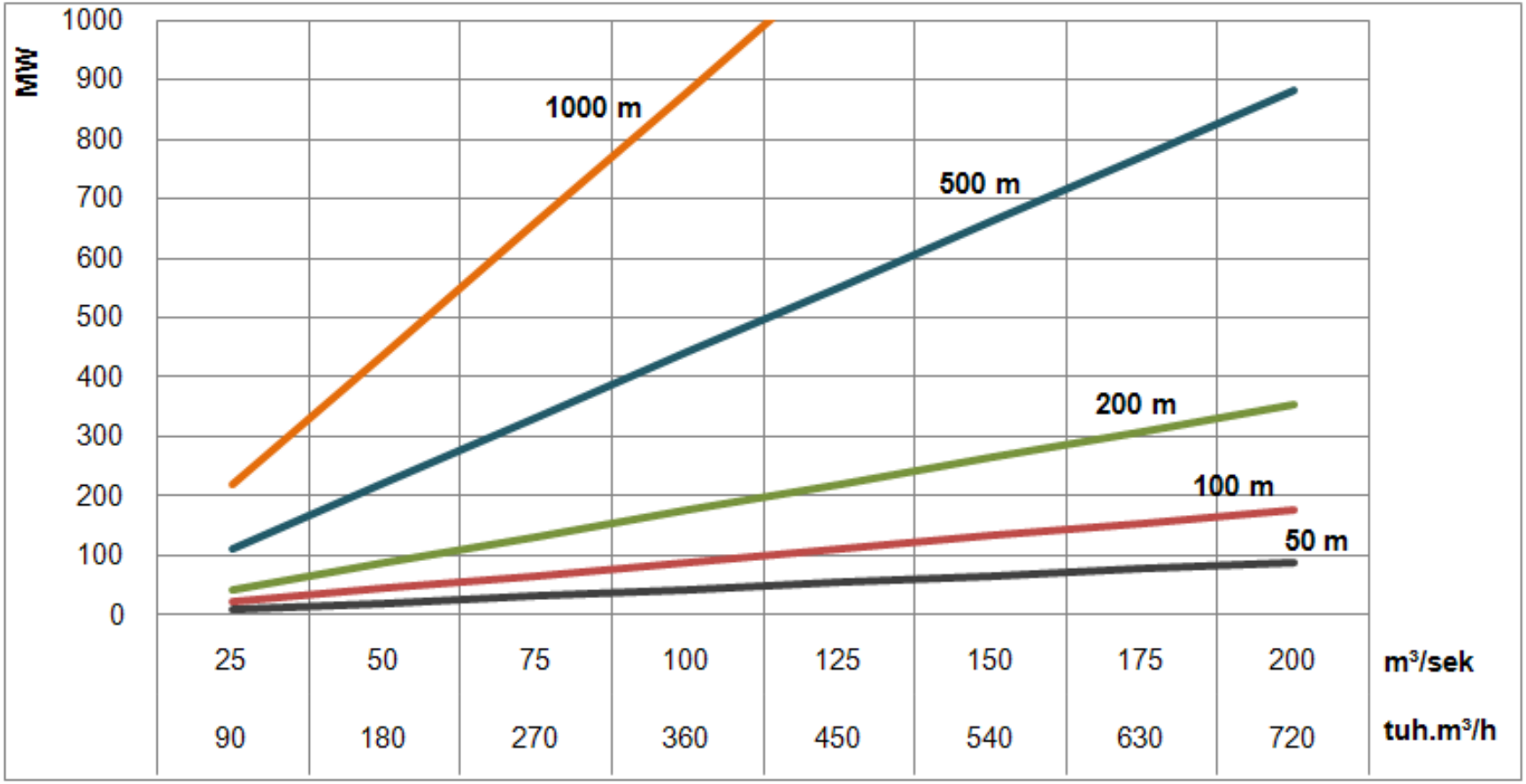
Kommentaar

- Eesti energiamajanduse arengukava aastani 2018 eeldab **1 800 MW** uute võimsuste arendamist tuuleenergia tasakaalustamiseks ja tipukoormuse katmiseks
- 2018. aastaks peaks olema valmis ehitatud:
  - Tuuleparke tasakaalustavad jaamad: 900 MW
  - Tipukoormuse reservjaamad: 300 MW
  - Avariireservjaamad: 600 MW
- Võimalused tuuleparke balansseerida teiste riikide elektrisüsteemidega on limiteeritud
  - Vajadus siseriikliku lahenduse järele

Reserv- ja balanseerimisvõimsuste vajadus 2011-2020.a

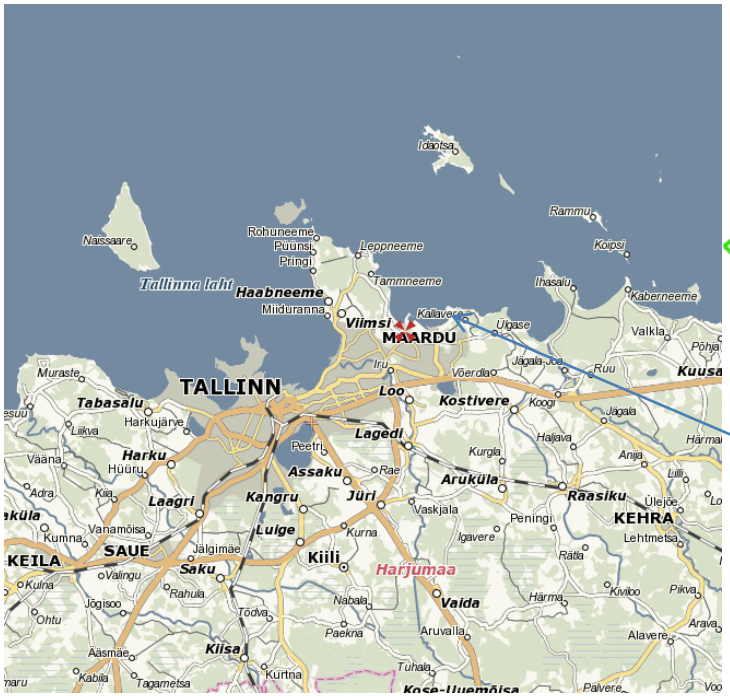


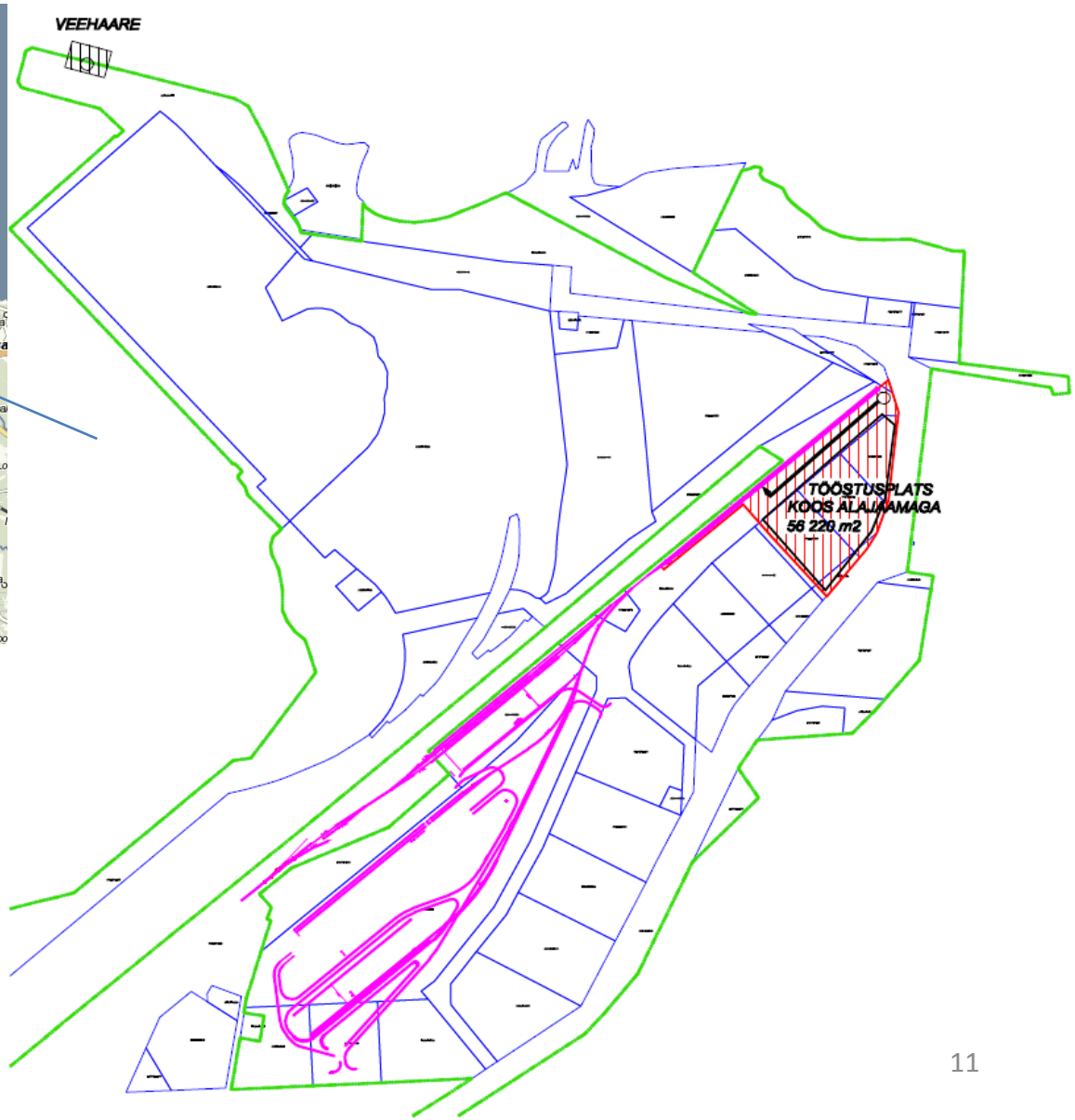
Võimsuse sõltuvus kõrgusest



Planeeritud asukoht (variant 1)

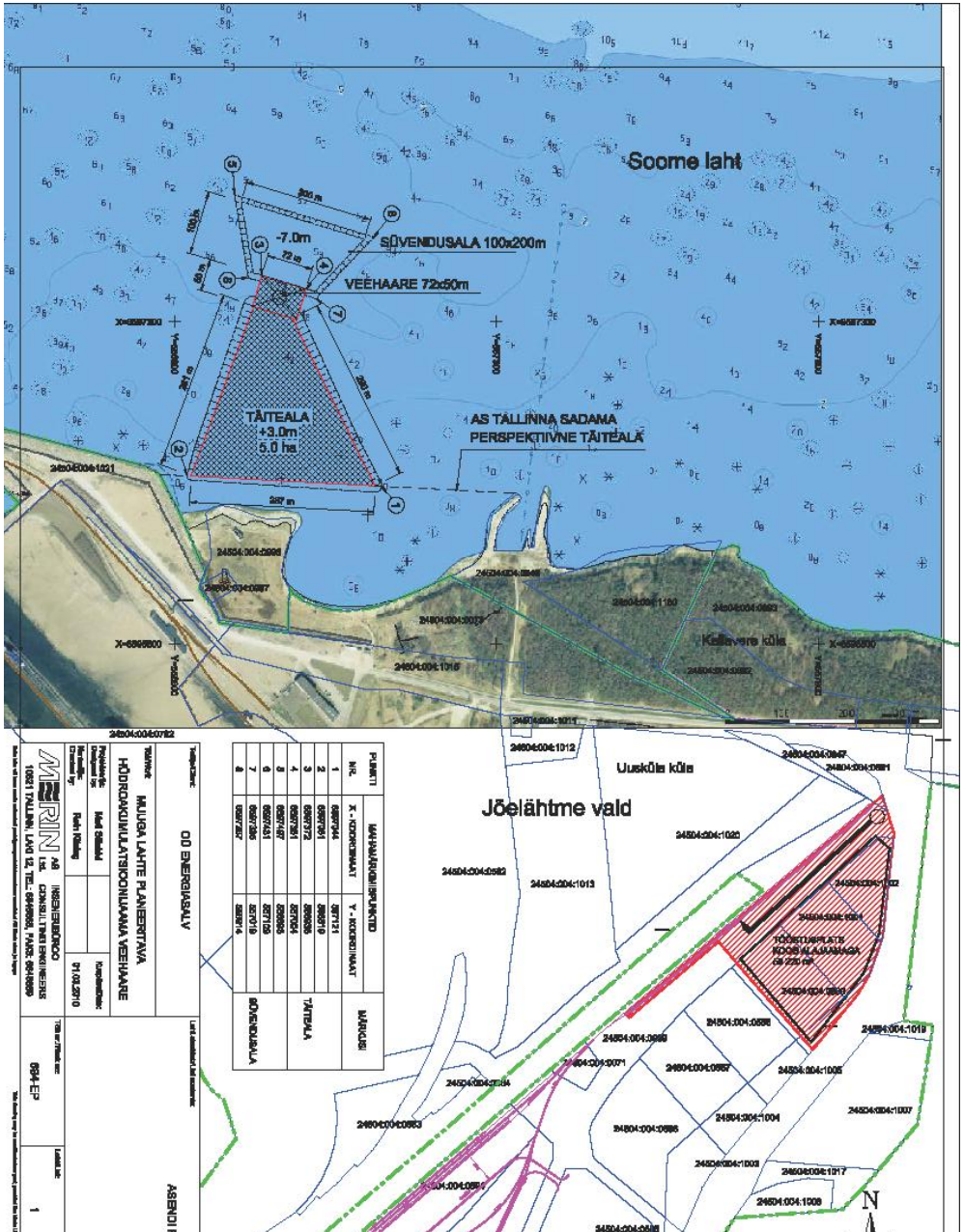
Muuga Sadam

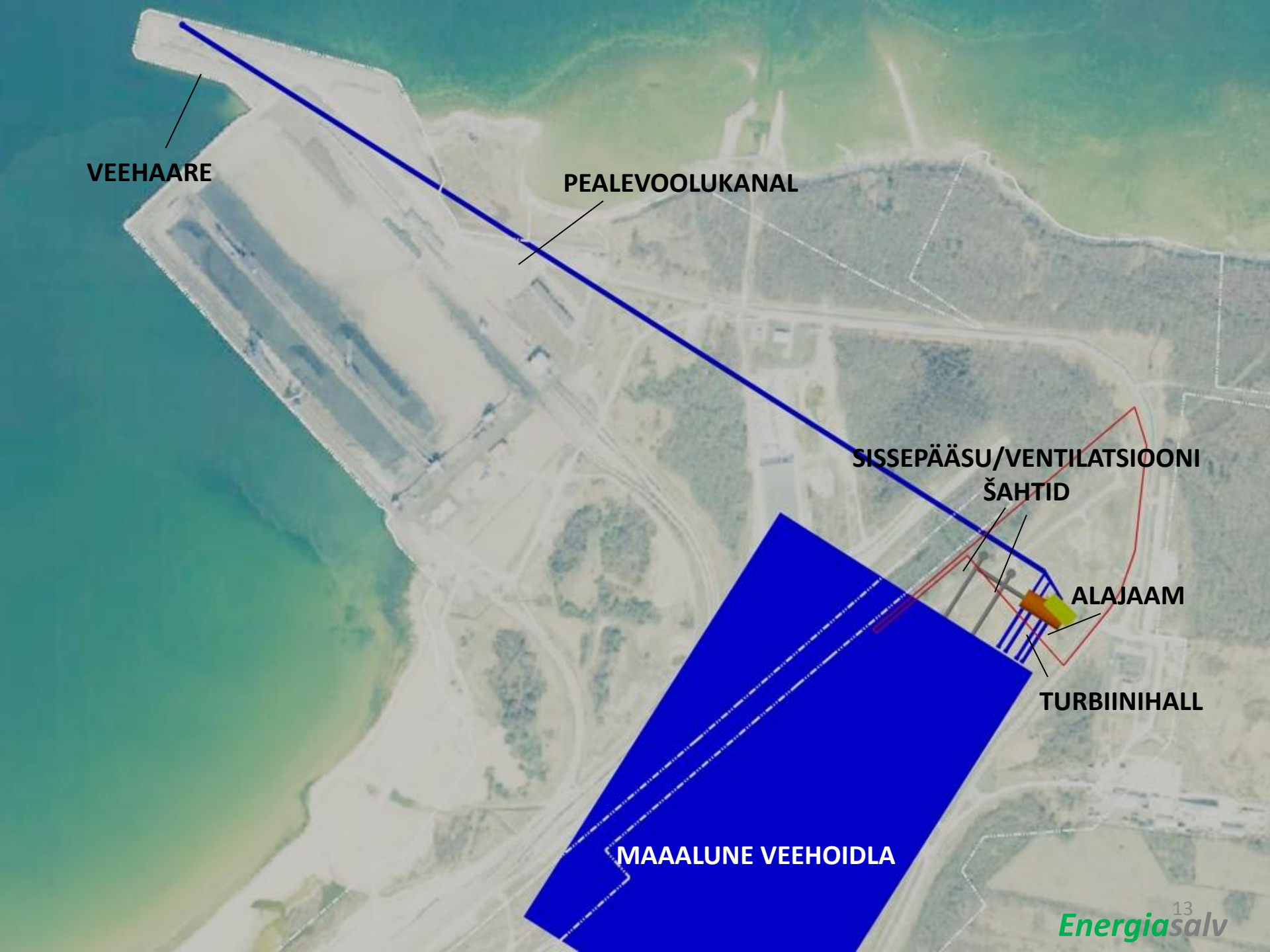




- Kavatsuste protokoll territooriumi kasutuse kohta on alla kirjutatud
- Maa-aluse mahuti täpne asukoht selgub ehituse käigus ja sõltub graniidis olevates rikketsoonidest

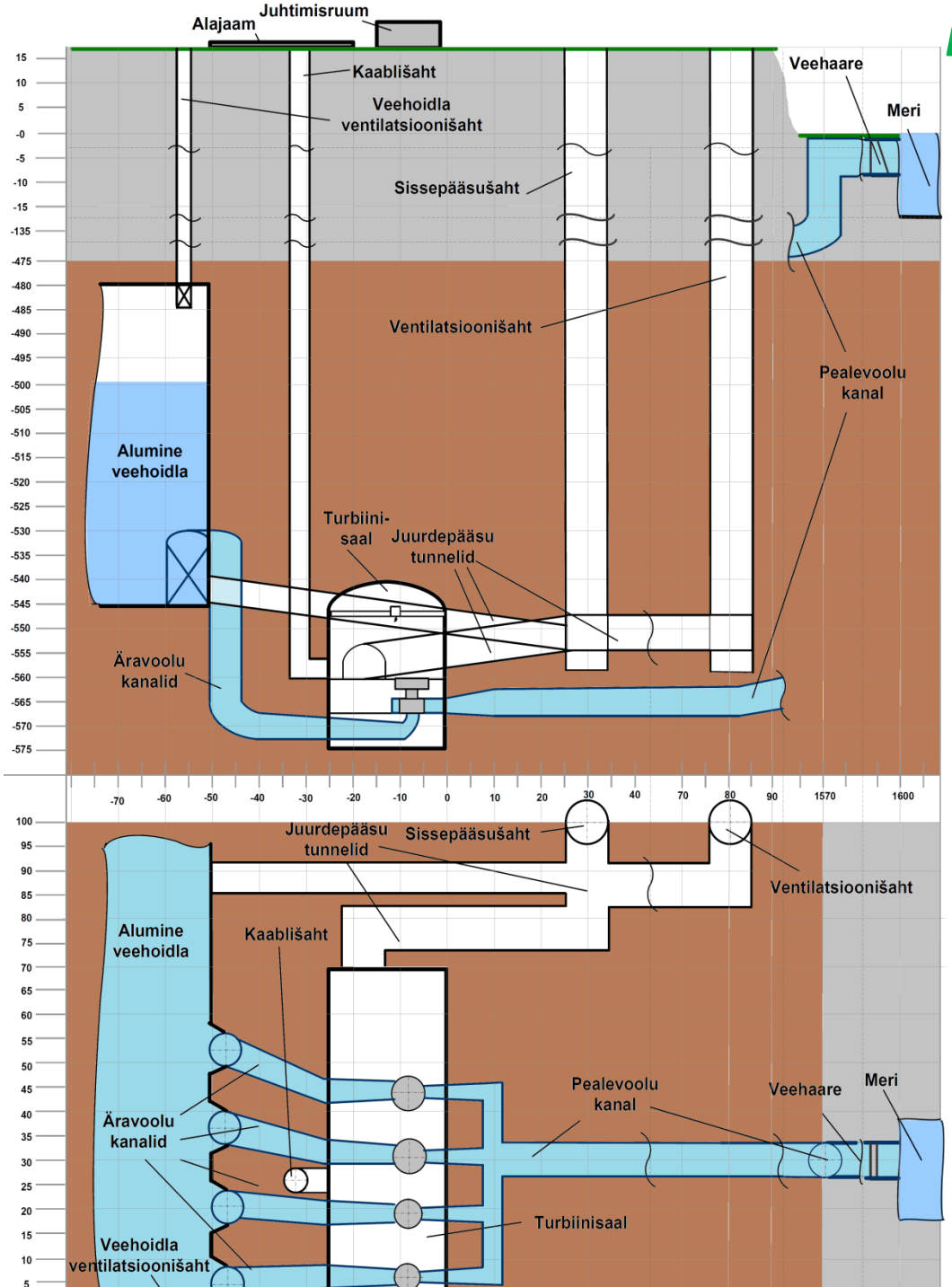
PHAJ asukoht (variant 2)

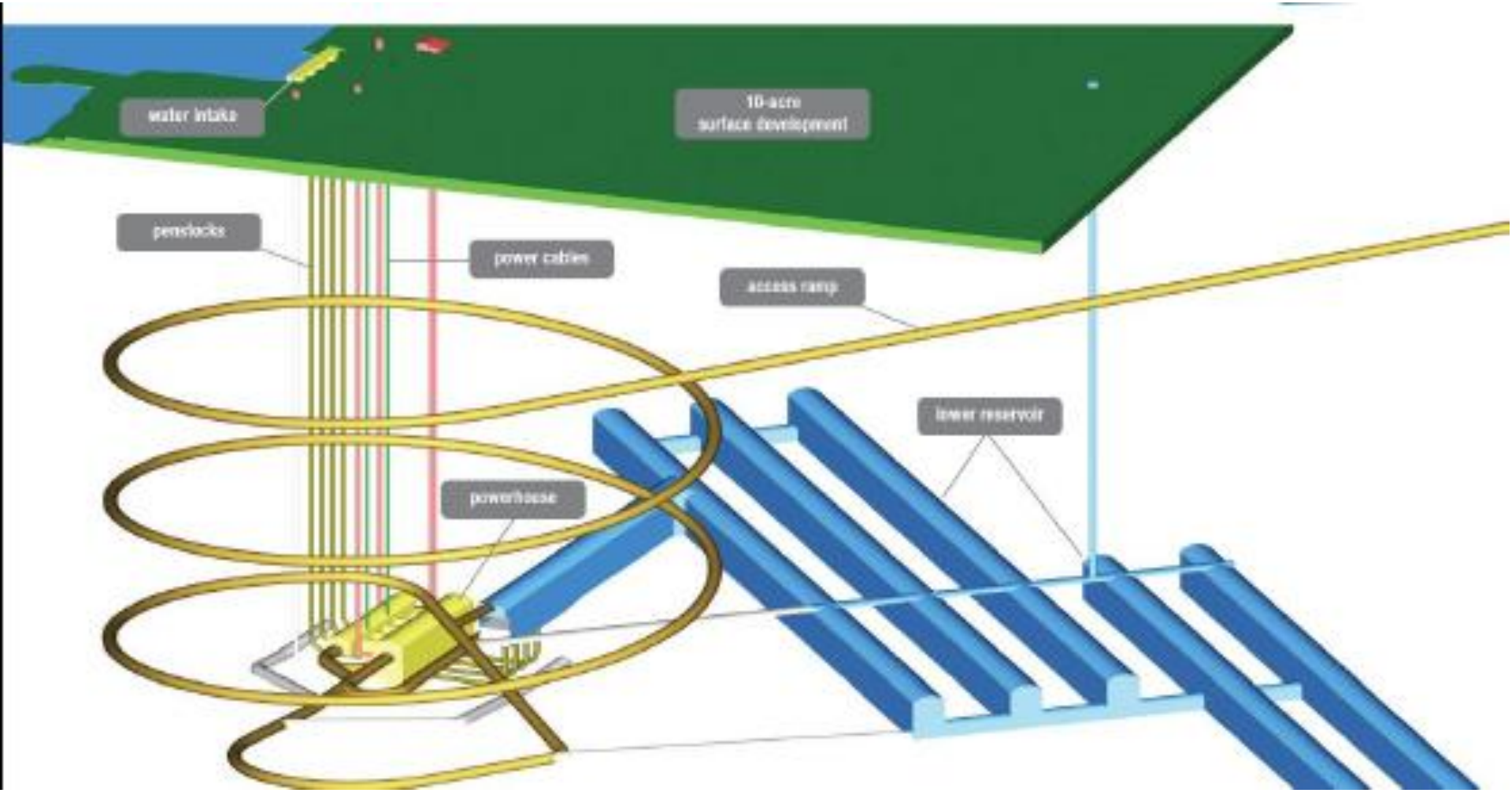




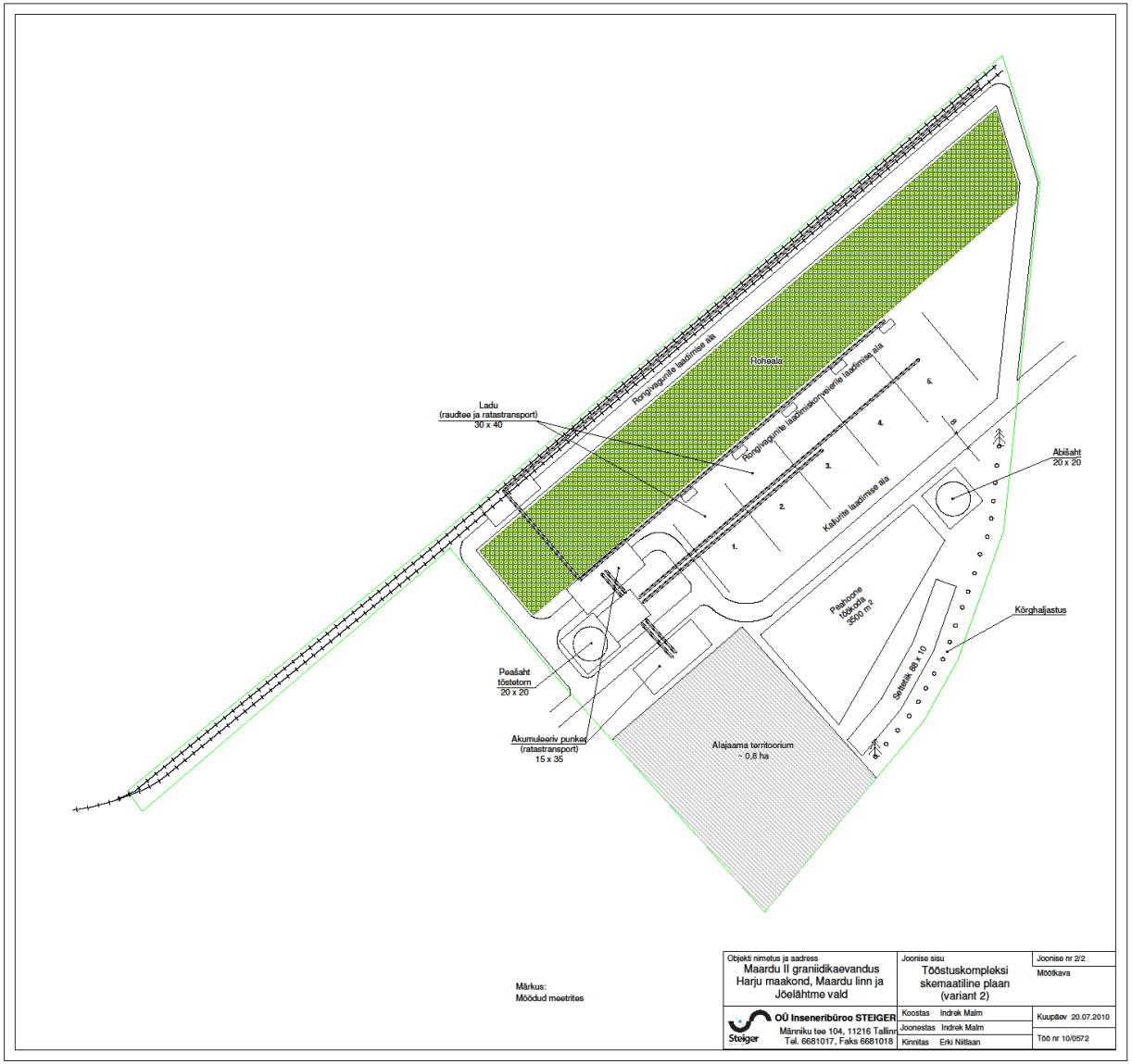
Energiasalv

Energiasalv




water intake
10-acre
surface development
penstocks
power cables
access ramp
lower reservoir
powerhouse

Seadmete paigutus



Pump-hüdroakumulatsioonijaam Muugal.

Lühiülevaade

- Planeeritud võimsus 500 MW
- Hinnanguline investeering 304 miljonit EUR: 608 tuhat EUR/MW
- Planeeritud tööaeg maksimaalsel võimsusel 12 tundi
- Hüdroakumulatsioonijaam – efektiivseim lahendus balansseerimiseks ja energeetilise julgeoleku tagamiseks

Teostatud:

- ÅF eeluuring jaama ehituseks
- Merevee veehaarde eelprojekt
- Teostatud geoloogiline uuring
- Jõelähtme valla poolt on algatatud detailplaneering ja KSH(KMH täpsusega)
- Tallinna Sadamaga on alla kirjutatud kavatsuste protokoll
  - Optimaalne logistiline asukoht graniidi realiseerimiseks
  - Ülemine veehoidla on Soome laht

Järgmised sammud:

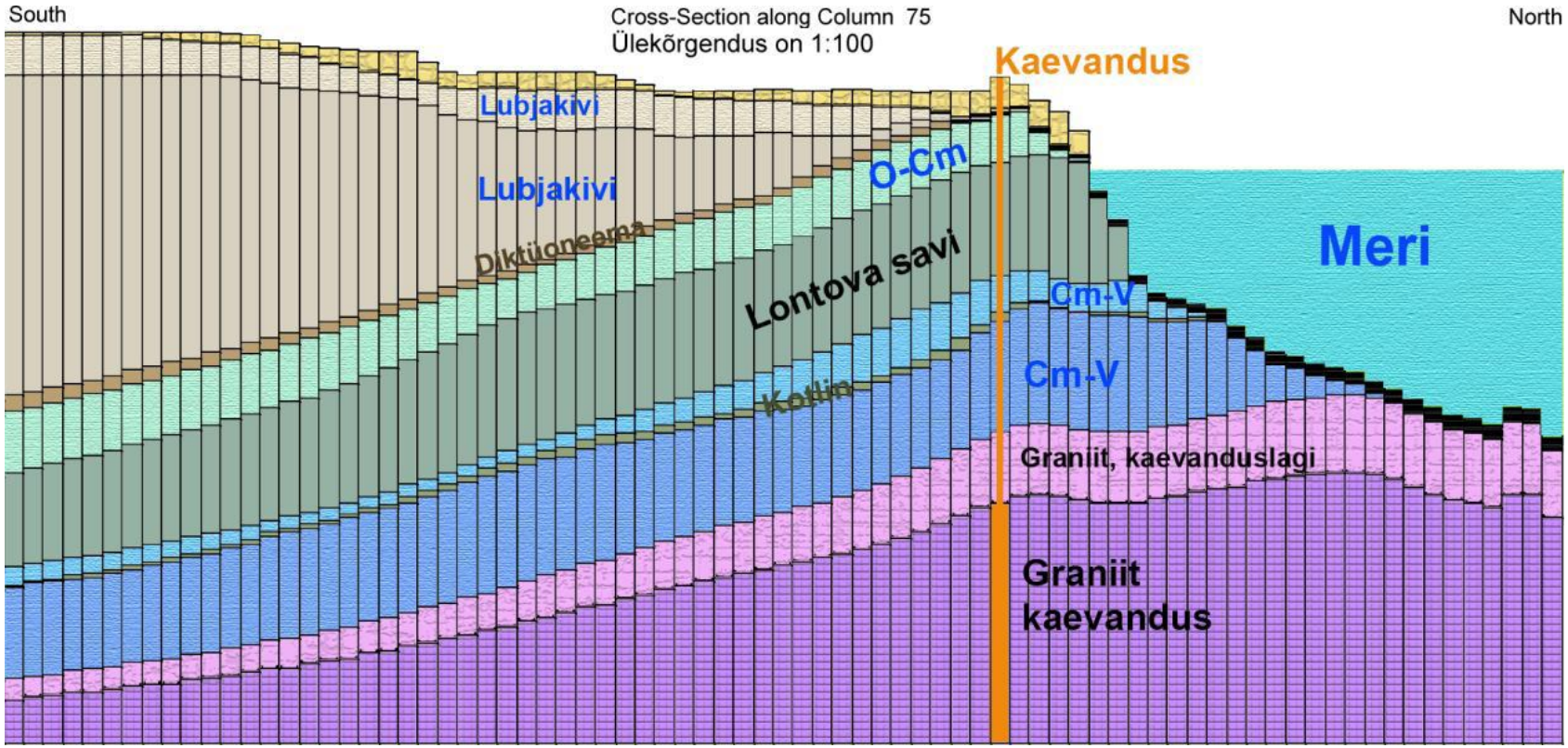
- Kokku leppida rahastamise skeem.
- Vee erikasutusluba.
- Ehitushange EPCM meetodil.

PHAJ töötõhimõte

- Ülemine veemahuti on meri
- Alumine veemahuti on 500 m sügavusel graniidis asuv kaeveõõs (4,6 milj m3)
- Alumise veemahuti ees asuvad turbiin-pumbad (4 tk) ja generaator-mootorid (4 tk) koguvõimsusega 500 MW
- Elektri tootmiseks lastakse merevesi läbi turbiinide alumisse mahutisse
- Elektri ületootmise korral või öise odava elektri hinna juures pumbatakse merevesi samade seadmetega tagasi merre
- Täisvõimsusel ühekordne maksimaalne tööaeg on 12 tundi
- Juurdepääs seadmetele on planeeritud kaldtunneli kaudu
- Ühendus elektrisüsteemiga on planeeritud Aruküla 330 KV alajaama

Põhjaveed

- Ordoviitsium-Kambrium O-Cm
- Kambrium-Vent Cm-V

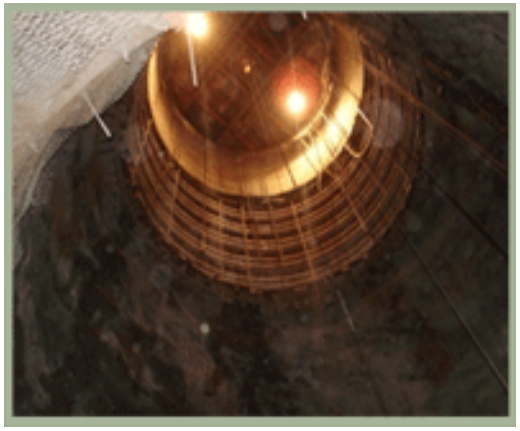


Šahtide veepidavuse tagamine

Šaktide ehitus

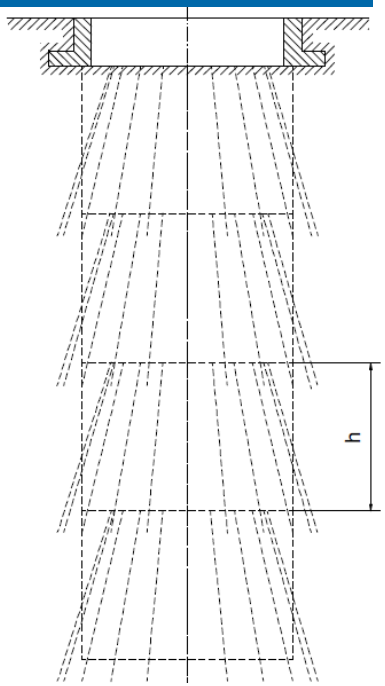
- Ehituse käigus kaeviku kuivana hoidmise lihtsaim viis on pinnase tsementeerimine (ingl. *grouting,* pinnase pooride ja lõhede täitmist tsemendilahuse või keemilise lahusega), millega saavutatakse pinnase veejuhtivuse oluline vähenemine ja tugevuse suurenemine
- Selleks puuritakse puuraugud (vt. parempoolne joonis), mille kaudu surutakse vastav lahus kivimimassiivi pooridesse ja lõhedesse ning mille kõvenemisel massiiv tiheneb ning väheneb filtratsioonitegur
- Sarnaselt tsementeerimisega maapinnalt jaotatakse edasinihe sektsioonideks pikkusega 12 – 25 m. Tsementeerimise puuraugud puuritakse vertikaali suhtes nurga all, mistõttu jäävad puuraugu otsad 1–2 m eemale rajatava šahti
- Šahti täielik veepidavus ning püsivus saavutatakse raudbetoonist või metallist siseseina ehitamisega
- Algkaeveõõnte rajamise näol on tegu tavapärase mäendusprojektiga, mille käigus rajatakse kahte vertikaalset šahti ja üks kallaktunnel
  - Suurimad mäendusprojektid on kuni 3 km sügavused

Tsementeerimispuuraukude asetus šahti läbindamise ees



Anglo Gold Ashanti - Moab, LAV

Impala Platinum, LAV



Allikas: Shaftsinkers Holdings

Energiasalv

Projekti ajakava

	Aeg
Geoloogiline uuring	2012
Projekt ja ehitusluba	Detsember 2012
Veehaarde ehitus	2013
Maaaluste kaevetööde I etapp	2013-2015
Maaaluste kaevetööde II etapp	2016-2018
PHAJ seadmete montaaž	2016-2018
Seadistus ja vastuvõtmine	2018

Miks hüdroakumulatsioonijaam on hea?

Elektrisüsteemi töökindluse tagamine

- Tootmise üles- ja allareguleerimine tootmise ja tarbimise mittevastavuse korral
  - Tuuleparkide balanseerimine
  - Avariireserv
  - Vältimatu vajadus elektrisüsteemi seisukohalt
- Elektrisüsteemi tarbimise tippude katmine ja öise miinimumi ajal koormuse tõstmine – süsteemi koormuse ühtlustamine
- Alumise mahuti rajamisega väljatav graniit võimaldab teede katendites kasutades pikendada teede eluiga 10 aastat.

Miks hüdroakumulatsioonijaam on hea? (2)

Positiivne mõju majandusele

- Elektrihinna alandamine
  - Tipud väiksemaks ja odavamaks
  - Bilansienergia odavamaks
- Uute töökohtade loomine
  - Ehitusperioodil – 150 inimest
  - Töötamisel – 30 inimest
- Väliskaubanduse bilansi parandamine
  - Avariireserv
  - Bilansienergia
  - Graniit
- Ressursimaks kohalikule omavalitsusele, muud maksud
- Võimaldab täita Eesti taastuvenergia kohustust
  - Tuulegeneraatorite tasakaalustatav funktsioon

Tänan tähelepanu eest!

OÜ Energiasalv

www.energiasalv.ee

Tel.5163600