



Energiamajandus

Õppematerjalide kasutamise soovitused õpetajale

Energia avastuskeskus on Euroopa Komisjoni Erasmus+ projekti ODYSSEY (*Oxford Debates for Youths in Science Education*) üks partneritest. Projekti eesmärk on innustada 13–18-aastaseid õpilasi pidama debatti teadusteemadel, seejuures õppides põhjendama oma seisukohti faktidega. Projektiga loodetakse panustada õpilaste teadusliku kirjaoskuse taseme tõstmisse ja debati kui õpimeetodi juurutamisse.

Enamik Euroopa riikide haridussüsteeme on silmitsi väljakutsega: kuidas tõsta õpilaste teadusliku kirjaoskuse taset? Seejuures ei tähenda teaduslik kirjaoskus mitte üksnes teadmisi LTT-ainetest, vaid üldisemalt seda, kuidas teadus ja teaduslik meetod üleüldse toimivad.

Ühtlasi kipuvad õpilaste retoorilised oskused (eneseväljendus, argumentatsioon, aga ka julgus sõna võtta) olema ebapiisavad. Kui õpilaste teaduslik kirjaoskus pole piisaval tasemel ning nad ei tea, milline on hea debatt, milline mitte, siis võivad nad olla vastuvõtlikumad demagoogiale ja nn valeuudiste levikule. See omakorda vähendab nende võimalusi teha informeeritud otsuseid ühiskonna täieõigusliku liikmena.

Väitluses osalemine toetab ühtlasi kriitilise mõtlemise arengut ja oskust kasutada eri infoallikaid teadlikumalt. Laiemalt aitab see kaasa aga ka kodanikuhariduse edendamisele ja ühiskonna demokraatlike väärtuste juurutamisele.

Eelpool nimetatud oskuste õppimiseks on koostatud erinevaid materjale nii õpetajatele kui ka õpilastele. Antud dokumendis on toodud kolm erinevat tunnikava, kuidas õpilastele väitlust tunnis õpetada. Lisaks on projekti käigus välja töötatud materjalid väitlusoskuste arendamiseks ning väitluse korraldamiseks:

- [ODYSSEY projekti juhend õpetajale: kuidas rakendada väitlust kui meetodit koolitunnis?](#) (sisaldab sh praktilisi soojendusharjutusi ning lisa tunnikavasid väitlusoskuse arendamiseks)
- [ODYSSEY väitlusformaadi lühijuhend õpilasele või õpetajale](#)
- [ODYSSEY väitlusformaadi täielik juhend õpetajale](#)



Õpimaterjalide pakettis õpilasele on:

- [Õpilase tööleht argumentide koostamiseks](#),
- [info-](#), [loo-](#) ja [küsimusekaardid](#),
- [viited lisamaterjalidele](#),
- [teadlase videoloeng \(Maaria Grossberg\)](#).

Ideaalis võiks teaduspõhise väitlemise õppimiseks rakendada ühe paketi jaoks 2–3 tundi. Esimese tunnis tegeletakse väitluse uurimisega (eeldusel, et eelnev kokkupuude väitlusega puudub). Teises tunnis tegeletakse ühe teemapaketi infomaterjalidega. Selleks on kaks erinevat juhendit mida võib kasutada: a) sobib juhul kui õpilased on teemaga juba hästi kursis kas teema või väitlemisega. Juhend b) on struktureeritum ja sobib paremini kui nii teema kui väitlus on õpilastele uued.

Kolmandas tunnis viiakse läbi väitlus. Kui väitlust tagasisidestada samas tunnis ei jõua, võib selle teha võimalusel ka järgmises tunnis.

Kuigi teemapakettides on teemasid püütud kajastada üsna laiapõhjaliselt, ent need siiski toodud Eesti konteksti. Seega ei ole pakettides kaetud erinevate riikide erisusi. Näiteks on energia pakettist välja jäetud näiteks geotermaalenergia, kivisöe ja nafta kasutamine, mis meie kontekstis ei ole asjakohased. Küll aga võite vajaduse korral need teemad ise sisse tuua. Seda võib teha otsides välja artikleid ja videoid antud teema kohta ja teha valitud materjalid õpilastele kättesaadavaks. Ka teiste teemade juures on võimalik infot juurde anda, näiteks bioloogilise mitmekesisuse juures otsida juurde materjale teiste regioonide võõrliikide vms kohta.

Osad teemapakettide kaardid on ülekantavad teistesse pakettidesse, teema laiendamiseks. Näiteks osad bioloogilise mitmekesisuse teemapaketi kaarte võib kasutada ka kliimamuutuste pakettis või vastupidi.

Allpool on kirjeldatud tunnikavu, mida võib oma õpperühmast sõltuvalt muuta ja kohandada oma äranägemise järgi.

Soovime teile elavaid arutelusid!

Tunnikava 1: Väitluse ettevalmistus

Esimeses tunnis tutvuvad õpilased väitluse formaadiga. Soovitav on harjutada argumendi koostamist, mõelda võimalikele vastuväidetele ning nende ümberlükkamisele. Abiks on



õppematerjalide pakettis olev õpilase tööleht.

Tunni eesmärgid

Õpilane teab:

- mis on väitlus;
- mis on argument.

Õpilane mõistab:

- milline on väitluse ülesehitus.

Õpilane oskab:

- koostada argumente, neid toetada ja ümber lükata.

Õpetaja tegevused enne tundi:

- Tuletada meelde väitluskoolitusel õpitut,
- printida õppematerjalidest välja õpilase tööleht,
- soovi korral lamineerida töölehed (kui õpilastel lasta neile viltpliatsitega peale kirjutada, siis saab neid taaskasutada).

Tunnikava 2, variant A: Üldine sissejuhatus energiamajanduse teemasse

Teiseks tunniks valmistada ette energiamajanduse materjalid, tuletada meelde sellega seonduvat varem õpitut ning selgitada olulisimaid mõisteid ja nende definitsioone, tutvustada probleemistikku. Lisaks võib klassiga koos vaadata teadlase videoloengut, mille leiab õppematerjalide hulgast. Uurige koos läbi teema info-, loo- ja küsimusekaardid, mille leiab samuti õppematerjalide seast. Tuleks välja tuua, et just neid kaarte ja oma märkmeid võivad õpilased kasutada väitluse ajal. Veel pole oluline arutleda konkreetse väitlusteema üle, vaid teha ülevaade teemapaketist. Tunni lõpuks valige välja konkreetne väitlusteema, millega järgmisel tunnil jätkate. Koduseks ülesandeks võib lasta õpilastel lisainfot otsida. Samuti võib e-kooli panna selle teema lisainfo alt linke neile uurimiseks.

Tunni eesmärgid

Õpilane teab:

- teemaga seotud põhimõisteid ja definitsioone;
- probleemide põhiolemust ja tausta.



Õpilane mõistab:

- teemapaketi materjalide ülesehitust ja kasutamist.

Õpilane oskab:

- orienteeruda teemapaketi materjalides.

Õpetaja tegevused enne tundi:

- valmis panna videoloeng (leiab materjalide alt);
- printida vastava teema info-, loo- ja küsimusekaardid;
- lisada e-kooli antud teema linke koduseks uurimiseks.

Tunnikava 2, variant B: Üldine sissejuhatus energiamajanduse teemasse

Õpilased jagatakse kolmeliikmelistesse rühmadesse, kes saavad endale ka väitlusteemad. NB!

Õpetaja jätab ühe väitlusteema endale varuks ega anna seda rühmale välja.

Eeltegevuseni enne teist kontaktundi (st kodutööna):

Info- ja lookaardid jagatakse õpilaste vahel laiali, nii et iga rühma peale jagatakse info- ja lookaardid laiali.

Sõltuvalt õpilaste vanusest, teema tundmisest jms võite ise otsustada kas a) annate igale rühmale kõik kaardid või b) jagate kaardid gruppide vahel või c) annate igale grupile kindlad kaardid. Teie tunnete oma õpilasi ja nende oskusi-vajadusi kõige paremini. Õpilased võivad omakorda töötada kaartidega erinevalt. Eelistatavalt võiksid õpilased töötada kaardid läbi kõik koos aga võib ka teha nii, et ühe rühma õpilased jagavad kaardid omavahel ära.

Lisamaterjalides esitatud lingid tehakse samuti õpilastele juba tunni eel virtuaalselt kättesaadavaks. Õpilastele antakse ülesanne viia end oma kaartide teemaga hästi kurssi. Õpilastele antakse alljärgnev ülesanne.

Tutvu eraldi iga oma info- ja lookaardiga. Tee seda nii, et esmalt loed kaardi sisu läbi, siis vaatad mõnd lisamaterjalides olevat allikat – näiteks vaatad videot või loed artiklit. Seejärel pane kirja kaardi kohta:

- *Mis on kaardi 2–4 kõige tähtsamat fakti?*
- *Vaata rühmale antud väitlusteemat. Otsusta: kas kirja pandud faktid pigem toetavad väitlusteemat või lükkavad selle ümber?*

Kontaktunnis:

Õpilased moodustavad eelnevalt kokkulepitud rühmad. Iga õpilane saab rühmas 2 minutit, et tutvustada oma kaarti ja sellel toodud fakte. Seejuures õpilased selgitavad kaaslastele, mida



nad faktide kohta otsustasid – kas need toetavad nende väitlusteemat või pigem lükkavad selle ümber.

Tuletage klassiga koos meelde teemapaketiga seonduvat varem õpitut, korrake üle olulisimad mõisteid ja definitsioonid, aidake õpilastel seostada oma kaartidelt saadud infot selle infoga, mida nad said rühmakaaslastelt.

Vaadake klassis [teadlase videoloengut](#) või teisi videomaterjale, mis tundusid õpilastele õppematerjalide hulgas huvipakkuvad.

Nüüd peaks klass olema teemaga juba hästi kursis. Kasutage küsimusekaarte, et korrata info- ja lookaartidelt õpitut. Esitage õpilastele küsimusi ja laske neil võtta seisukoht. Võite seda lausa füüsiliselt teha kui ruum võimaldab – näiteks märkige teibiga maha joon, leppige kokku kus on „jah” ja „ei” ning laske õpilastel paigutada ruumis vastavalt oma seisukohale. Andke samal seisukohal olevatele õpilastele võimalus 30 sekundi jooksul otsustada, mis on nende peamine argument, miks nad nii arvavad.

Võtke paar minutit ka selleks, et arutleda selle üle, et kas teema tundub neile lihtne või keeruline, andke neile võimalus avaldada arvamust ja argumenteerida selle üle. Laske neil välja tuua, mis on kõige huvitavam asi, mida nad teada on saanud selle tunni jooksul.

Tunni lõpuks teatage õpilastele see väitlusteema, millega järgmisel tunnil jätkate (ehk see mis enne varuks jäi).

Tuleks välja tuua, et just neid tunnis uuritud kaarte ja oma märkmeid võivad õpilased kasutada väitluse ajal. Praegu on hea koht ka suunata õpilasi töölehti 1 ja 2 täitma, et mõelda argumente, vastuväiteid ja nende vastuseid. See on hea võimalus neil ise proovida nii, et teie saate neid vajadusel toetada. Hiljem on neil lihtsam töölehed ise täita.

Koduseks ülesandeks võib lasta õpilastel lisainfot otsida. Samuti võib e-kooli panna uuesti selle teema lisainfo alt linke neile uurimiseks.

Õpilased peaksid oma rühmas töölehed lõpetama kodutööna. Nii on seda hea teha, et rühmade omavahelist suhtlust vähendada.

Tunni eesmärgid

Õpilane teab:

- teemaga seotud põhimõisteid ja definitsioone;
- probleemide põhiolemust ja tausta.

Õpilane mõistab:

- teemapaketi materjalide ülesehitust ja kasutamist.



Õpilane oskab:

- orienteeruda teemapaketi materjalides.

Õpetaja tegevused enne tundi:

- Uuritava teemapaketi valik
- printida vastava teema info-, loo- ja küsimusekaardid ja lõigata ette antud jooni mööda lahti,
- 3 liikmeliste rühmade moodustamine
- väitlusteemade jagamine rühmadele; NB! Jäta üks teema endale varuks!
- kaartide jagamine rühma siseselt
- lisada e-kooli antud teema linke koduseks uurimiseks.

Tunnikava 3: väitlus teemal „Kõik elanikud peaksid lubama rajada tuulegeneraatoreid oma "tagaaeda".“

Kolmandas tunnis asute päriselt väitlema. Jaotage õpilased loosi teel jaatavaks ja eitavaks pooleks. Toetava materjalina saate kasutada info-, loo- ja küsimusekaarte ning õpilaste enda märkmeid õpilase töölehel. ODYSSEY väitluse klassiformaadi pikkus on 45 minutit, kuid tuleks arvestada ka tagasiside andmisele kuluva ajaga (võimaluse korral rakendada selleks järgnevat tundi). Väitlejate etteaste hindamisel võiks rakendada ülejäänud klassi, kelle ülesanne on aktiivselt kuulata ja tähelepanekuid kirja panna. Tööleht 1 ja Tööleht 2 on õpetajale spikriks poolt ja vastu küsimuste ning samuti argumenti ja selle vastuväidete osas.

Tunni eesmärgid

Õpilane mõistab:

- väitluse ülesehitust;
- oma rolli väitluses.

Õpilane oskab:

- rakendada teemakohaseid teadmisi väitlusformaadis;
- väljendada selgelt ja arusaadavalt (sh diktsioon);
- ette aimata vastaspoole argumente;
- esitatud argumente toetada ja ümber lükata.

Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.



Erasmus+



Õpetaja tegevused enne tundi:

- seada klassiruum väitlemisele sobivaks (nt laudade ja toolide paigutus);
- ette valmistada vastava teema info-, loo- ja küsimusekaardid (võimalusel kasutada varem kasutatuid, vajadusel printida uued);
- valmis panna õpilase töölehed (võimalusel kasutada varem kasutatuid, vajadusel printida uued).



TÖÖLEHT 1 – vastuste näidised

POOLT	VAIELDAV	VASTU
<p>Miks tasub eramajale paigaldada taastuenergiat tootavaid seadmeid?</p> <p>Tuule- ja päikeseenergia tootmise puhul saame rääkida lisaks tööstuslikule energia tootmisele riigi tasandil ka kodustest väiketootjatest. Majapidamisi, kus on tuulegeneraator või päikesepaneelid, on praegu juba omajagu. Mõlemal juhul peab olema lahendatud ka energia salvestamise küsimus.</p> <p>Energia tootmise tingimused võivad olla paremad just siis, kui nõudlus on väiksem.</p>	<p>Kujutle, et kodumajapidamises olevaid elektriseadmeid oleks võimalik laadida või kasutada vaid mõned tunnid päevas siis, kui taastuenergiallikad töötavad?</p> <p>Kui elektriseadmeid ei saaks kasutada muul ajal, siis oleks elu tõeliselt häiritud. Eramajas on energia tarbimine üldiselt suurem siis, kui kõik elanikud on kodus koos, nii et seal tuleks päeval toodetud energiat kuidagi õhtuks salvestada.</p> <p>Koduse väiketootmise juures võib energiasalvestamist aidata koordineerida süsteem, mis jälgib majapidamise energiavoogu ja suunab energiaülejäägi salvestisse või elektrivõrku, arvestades sellal ka energiaturu hindadega. Süsteem, mis jälgib ise hinda ja majapidamise tarbimist, võimaldab näiteks Saksamaal aastas säästa 80% elektrienergia kulu.</p>	<p>Kuidas võivad inimese elu mõjutada lähedal asuvad taastuenergiat tootvad rajatised?</p> <p>Tuuleparkide ohutus või ohtlikkus lähedal asuvatele elanikele on ebaselge – paljud inimeste esile toodud probleemid võivad olla põhjustatud muude keskkonnamõjudest või elustiili tõttu, tõsiseltvõetavad uuringud ei ole seni leidnud otseseid seoseid kaebuste ja tuulikute töö vahel.</p>

TÖÖLEHT 2 – argumendi koostamise näidis

Argument	Võimalikud vastasgrupi vastuväited	Vastused vastuväitele
<p>Tuulegeneraatorite paigaldamine ja energiasalvestuse tagamine suurendab energeetilist sõltumatust üldisest toitevõrgust ning on rahaliselt kasulik.</p> <p>Eramajas on energia tarbimine suurem siis, kui elanikud on kodus. Hajaasustusega piirkondades saab kohapeal toodetud ja salvestatud energiat kasutada ka ajal kui üldises toitevõrgus on rike (nagu hajaasustuse korral tihti juhtuda võib). Süsteem, mis jälgib ise hinda ja majapidamise tarbimist, ning kasutab ise toodetud ja salvestatud energiat võimaldab näiteks Saksamaal aastas säästa 80% elektrienergia kulu.</p>	<p>Tuulegeneraatorid põhjustavad terviseriske naabruses elavatele inimestele ning muule elusloodusele.</p>	<p>Tuulikute ohtlikkus ei ole tõestatud - paljud kaebused, mis inimestel oma tervisega seotud on, võivad olla põhjustatud muudest keskkonnaningimustest aga ka elustiilist tervikuna.</p> <p>Keskkonnamuutuste suhtes tundlike vihmaussidega läbi viidud uuring näitas, et tuulikute olemasolu ei mõjutanud vihmausside arvukust, vaid pigem mullastikul kasvav liigiline koosseis. Pikemaajalisi uuringuid tuleks ilmselt jätkata, lähtudes nii inimese kui teiste liikide spetsiifikast, ent tervisemõjude hindamisel peab kindlasti arvesse võtma ka sobivate kontrollgruppide tervisenäitajaid nii keskkonna- kui elustiili mõjude välistamiseks.</p>
<p>Järelkult saab tuulerohketes piirkondades tuulegeneraatorite paigaldamisega suurendada oma sõltumatust ja säästa pikas perspektiivis ka raha. Eriti juhul kui tarbijad ise ei pea paigalduse eest maksma vaid andma loa neid rajada.</p>	<p>Tuulegeneraatorid rikuvad elukeskkonna esteetikat ning miljööd. Seega ei tohiks neid tiheasustusega piirkondadesse paigaldada.</p>	<p>Tiheasustusega piirkonnad ei ole igal juhul sobilikud suurte tuulikute paigaldamiseks. Sinna saab paigaldada vaid mikro- ja väiketuuliku. Nende kõrgused on vastavalt alla 16 ja 25 m (võrdluseks: lipumastid on 6-12 m kõrged; kuused kasvavad tavaliselt kuni 30 m, mõnikord 50–60 m kõrguseks; pärnad kasvavad 20–40 m kõrgeks, 5 korruselise paneelmaja on umbes 17 m ja 9-korruselise u 25 m kõrge). Seega inimeste valmisolek ehituseks ei tähenda, et tehnilistel kaalutlustel alati on mõistlik tuulik paigaldada.</p>

Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.



		<p>Miljööväärtuslike piirkondade siseselt (kus on haljastus, tiheasustus) ei ole tavaliselt ka mikro- ja väiketuulikute paigaldamiseks sobilikke tingimusi. Neid tehnoloogiaid on mõistlikum kasutada ka pigem hajaasustuse korral.</p>
	<p>Tuulegeneraatoreid ei saa paigaldada tiheasustusega piirkondadesse, seega ei ole mõtet rääkida sellest, et kõik Eesti elanikud peaksid neid oma kodusse lubama.</p>	<p>Inimeste üldine valmisolek lihtsustab tehnoloogia kasutuselevõttu selleks sobilikes piirkondades.</p> <p>Integreeritavaid lahendusi saaks kasutada ka magalapiirkondades, kõrgemate hoonete katustel, mis annavad tuulikutele veel lisakõrgust ning võimaldavad suurte tuulikute jaoks sobimatutesse piirkondadesse luua väikeseid tuuleparke. Ka on õhuvoolud kõrgemal stabiilsemad.</p>

Inimkond vajab üha enam energiat

Inimkonna energiatabimine on pidevas tõus, sh ka rikkamates riikides, kus see toimub aeglasemalt. Põhiline tarbimise tõus ilmneb praegu ja tulevikus riikides, kus populatsioon kasvab ning inimesed püüdleval heaoluühiskonna poole.

2018. aasta jooksul suurenes globaalne energiatarbimine rohkem kui kunagi varem – 2,3%.

Lisaks igapäevastele mugavustele arendatakse ja rakendatakse järjest rohkem seadmeid, mis vajavad oma tööks elektrit. Näiteks elektrrollerite kõrval on nii elektriautod kui ka elektrirongid ja -trammid.

Kliima soojenemise ja ekstreemsete ilmaolude puhul suureneb ka heaoluühiskondades energiakulu – liiga kuumu ilma vastu võideldakse õhu rohke konditsioneerimisega ning pikkade ootamatult külmade talveilmade korral püütakse kütta elektriga. See kõik suurendab veelgi inimeste energiavajadust.

Millest toota energiat?

Energia saab toota taastuvatest ja taastumatutest energiaallikatest. Taastumatuteks energiaallikateks loetakse ressursse, mille kogus kasutamisel väheneb kiiremini, kui taastub. Miljonite aastate jooksul kujunenud varud ammendatakse lähima 200 aasta jooksul.

Selleks, et vältida energiapuudust tulevikus, on vaja võtta kasutusele alternatiive. Taastumatud energiaallikad on põlevkivi, maagaas, turvas, kivisüsi, pruunsüsi ja nafta. Ka tuumaenergia tootmiseks kautatav maak on taastumatu.

Taastuv energiavaru on energiaressurs, mida kas saab kasutada lakkamatult (nt päikese-, tuule- või hüdroenergia) või mis taastub ökosüsteemi aineringluse käigus suhteliselt kiiresti (nt biomassi energia – puit, energiavõsa jne).

Taastuvad ja alternatiivsed energiaallikad on järjest huvipakkuvad. Stockholmi keskkonnainstituudi Tallinna keskus on analüüsinud Eesti võimalusi, et saavutada kliimanetraalsus 2050. aastaks. Analüüsi järgi on kõige mõttekam asendada põlevkivienergia tuule-, päikese- ja tuumaenergiaga ning hüdropumpjaamadega. Teisalt ei arva Eesti majandus- ja kommunikatsiooniministeerium praegu sama, oluliseks peetakse hoopis biomassi.

Energia tootmise viisid: põlevkivi

Põlevkivi loetakse Eesti tähtsaimaks maavaraks. See on orgaanilisest aineist ja anorgaanilistest mineraalsetest ühenditest tekkinud põlev settekivim, mis tekkis umbes 450 miljonit aastat tagasi. Põlevkivi on Maal levinud, kuid jääb kütteväärtuse ja muude omaduste poolest alla nii naftale kui ka kivisöele. Seetõttu põlevkivi maailmas väga palju ei kasutata. Energia tootmiseks on tuleb suuri koguseid kaevandada.

Lääne- ja Ida-Virumaal kaevandatakse aastas keskmiselt 20 miljonit tonni põlevkivi, mis on ligi 80% kogu maailmas toodetavast põlevkivimahust. Hinnatakse, et põlevkivi saab kaevandada Eestis veel umbes 50 aastat.

Põlevkivist energia tootmine mõjutab väga negatiivselt kaevanduspiirkondade keskkonda: õhku, põhjavee hulka ja kvaliteeti. Kaevandamise ajal ja pärast seda on ohustatud kaevanduspiirkondades elavate inimeste kodurahu, tervis ning ka nende turvatunne ja vara. Põlevkivienergia tootmine rikub looduslikku mitmekesisust, hävitab elukeskkondi ning pärsib teisi tööstusharusid (nt põllumajandust).

2002. aastal hinnati keskkonnasaastet Eestis. Tulemused näitasid, et 97% õhusaastest, 86% jäätmetest ning 23% veereostusest on otseselt seotud põlevkivil töötava energiasektoriga.

Energia tootmise viisid: tuuleenergia

Tuuleturbiinidega energia tootmine on üks tasuvamaid viise energiat toota. Tehnika muutub üha odavamaks, võimsus on üha suurem ja inimesed usaldavad tuuleenergiat üha rohkem. Tuulegeneraatoreid on rannikutel üha rohkem näha. Eesti lääneranniku keskmine aastane tuulekiirus 6–7 m/s, see piirkond on tuuleenergia arendamiseks perspektiivikas.

Avamere tuuleparkide potentsiaal on veelgi suurem, sest tuule kiirused on suuremad ning saab kasutada suuremaid tuulikuid. Kuid merel paiknevate tuulikute kulud võivad aja jooksul kujuneda oluliselt kõrgemaks kui maismaa tuulikute kulud, sest tuulikute ehitamine ja hooldamine merel on kallim, kuna neile on keerulisem ligi pääseda. Avameretuulikud vajavad ka rohkem hooldust.

Tuuleparkide ohutus või ohtlikkus lähedal asuvatele elanikele on ebaselge – paljud inimeste esile toodud probleemid võivad olla põhjustatud muude keskkonnamõjudest või elustiili tõttu, tõsiseltvõetavad uuringud ei ole seni leidnud otseseid seoseid kaebuste ja tuulikute töö vahel.

Energia tootmise viisid: päikeseenergia

Arvatust rohkem võiks Eestis kasutada päikeseenergiat. Tegelikult võiks Eestis saadava päikeseenergia potentsiaali svõrrelda Saksamaaga, seal on aastane päikesest tulenev kiirguse hulk on vaid natukene suurem kui Eestis. Kuna Eesti kliimale omased madalamad temperatuurid tõstavad paneelide efektiivsust, oleks saadav energia hulk sarnane.

Väljakutseks on päikeseenergia kasutamisel kasutatav tehnoloogia. Praegu püütakse arendada materjale, mis oleksid võimalikult väikese ökoloogilise jalajäljega, keskkonnasõbralikud ja valmistatud keemilistest elementidest, mille varud maakoos on piisavad.

Kuigi päikeseenergia tootmisel ei kaasne CO₂ emissioone, ei saa mööda vaadata sellest, et kõrge kvaliteediga päikesepaneelide tootmine on ressursimahukas ettevõtmine.

Oluline on, et paneele saaks eri kohtades rakendada (nt autode pindadel, akn klaasidel jms). Praegu toodavad päikesepaneelid vaid 2% kogu maailma elektrienergiast.

Tööstuslike ränipaneelide efektiivsus ulatub hetkel kuni 22%-ni, kuid seda püütakse suurendada. Teistel materjalidel põhinevad tööstuslikud päikesepaneelid jäävad oma efektiivsusest veel ränipaneelidele alla, kuid mitte enam oluliselt.

Energia tootmise viisid: bioenergia

Eestis on piisavalt biomassi, et sellest saaks jätkusuutlikult katta vähemalt kolmandiku Eesti energiavajadusest. Selleks tuleks panustada soojuse ning elektri koostootmisele. Juba praegu toodetakse Eestis 35% soojusenergiat biomassist, tegelikult oleks võimalik kohalikust biomassist toota kuni 2/3 soojusenergiast.

Biogaasist, mis tekib orgaanilise aine anaeroobsel lagunemisel, on võimalik toota elektrit, soojust ja transpordikütuseid, kuid siiani on see Eestis alahinnatud taastuvenergia allikana. Kuigi kõige keerulisem on taastuvatele allikatele üle minna transpordisektoris, saab biogaasist saab toota ka biometaanit, mida oleks võimalik mootorkütusena kasutada.

Kui soovida transpordisektorit 100% taastuvatele ning kodumaistele allikatele üle viia, siis peaks elektrisõidukite ja flex-fuel siseõlemismootoritega (mis suudavad kasutada kütust, mis on segatud etanooli või metanooliga) sõidukite laialdasem kasutuselevõtt ning ühistranspordi arendamine olema prioriteetsed tegevused.

Eesti Energiamaajanduse Arengukava andmetel saaks Eestis toota piisavalt biogaasi, et asendada kogu Venemaalt imporditavat maagaasi.

Energia tootmise viisid: hüdroenergia

Hüdroenergia ressursside laiemat kasutuselevõttu Eestis ei prognoosita, kuna hüdroelektrijaamade arendamisega kaasnevad keskkonnaprobleemid. Lisaks on Eestis probleemiks sobivate jõgede leidmine – meie pinnavormid on pigem ühesugused ning hüdroenergiat on kasulikum toota kohtades, kus on suured kiirevoolulised jõed, mille lätted on palju kõrgemal kui suudmed. Lamedal maal nagu Eesti, seda ei leia.

Eesti Energiamaajanduse Arengukava koostamisel leiti, et Eestis on võimalik saavutada kuni 15-megavatine hüdroenergia maht. Nagu teistegi energiatootmisviiside puhul on küsimus selles, kuidas toodetud energiat salvestada. Hüdroenergia võimaldab lisaks tootmisele ka uuenduslikku energiasalvestamise viisi – pumphüdroakumulatsiooni.

Energia tootmise viisid: tuumaenergia

Tuumajaamades toodetakse energiat raskete aatomituumade lõhus-tamisel.

Tuumajaama eeliseks on rohke energia saamine väikesest lihtsalt transporditavast kütusekogusest. Seal saab toota energiat kindlalt ja järjepidevalt seni, kuni jagub tuumkütust, mis ei ole taastuv energiaallikas. Tehnoloogia arenedes saab tulevikus nn 4. põlvkonna tuumajaamades taaskasutada ka praeguste 3. põlvkonna tuumajaamade kasutatud kütust.

Siiski on tuumajäätmed radioaktiivsed, neid peab käitlema ja kuskil ohutult ladustama. Kuigi saab rakendada rangeid turvameetmeid ja ohutusnõudeid rikete ja õnnetuste vältimiseks tootmisel, käitlemisel kui ladustamisel, jääb õnnetuste toimumise oht – need on reeglina tõsised ning ulatuslikud.

Tuumenergia tootmiseks peab jaamu ja jäätmete hoiustamist planeerima ja ehitama, on vaja suuri investeeringuid. Peab ka seaduseid muutma, sest Eesti seadusandlus ei luba tuumaenergiat toota.

Keeruliseks võib osutuda tuumajaamale asukoha leidmine – selle taga on palju poliitilisi, majanduslikke ja sotsiaalseid küsimusi, mis tuleb läbi arutada. Kulused on vaja teha ka taristu ehitamiseks. 4. põlvkonna tuumajaamu peetakse Eestis üldiselt ohutuks ja perspektiivikaks.

Energia väiketootmine

Tuule- ja päikeseenergia tootmise puhul saame rääkida lisaks tööstuslikule energia tootmisele riigi tasandil ka kodustest väiketootjatest. Majapidamisi, kus on tuulegeneraator või päikesepaneelid, on praegu juba omajagu. Mõlemal juhul peab olema lahendatud ka energia salvestamise küsimus.

Energia tootmise tingimused võivad olla paremad just siis, kui nõudlus on väiksem. Näiteks külmal, ent päikeselisel talvapäeval suudavad päikesepaneelid väga edukalt energiat toota. Kui need paneelid on kooli või kontorihoone juures, sobib päevane energiatootmine ja tarbimine hästi. Eramajas on energia tarbimine üldiselt suurem siis, kui kõik elanikud on kodus koos, nii et seal tuleks päeval toodetud energiat kuidagi õhtuks salvestada.

Koduse väiketootmise juures võib energiasalvestamist aidata kordineerida süsteem, mis jälgib majapidamise energiavoogu ja suunab energiaüle jäägi salvestisse või elektrivõrku, arvestades sellal ka energiaturu hindadega. Süsteem, mis jälgib ise hinda ja majapidamise tarbimist, võimaldab näiteks Saksamaal aastas säästa 80% elektrienergia kulu.

Taastuvenergia salvestamise viisid

Kuna taastuvenergia tootmine võib mitmete tootmisviiside puhul olla heitlik, on peale energia elektrivõrku suunamisele oluline ka energia salvestamine. Lisaks on salvesteid vaja ka seetõttu, et taastuvenergia allikatel võib tootmisest kätte saadav võimsus kõikuda – tarbijal on aga vaja energiat stabiilselt.

Salvestite tüüpe on väga erinevad. Tüüp dikteerib aga ka aku kasuteguri, salvesti võimaliku eluea (olenevalt laadimiskordade arvust), kui kiiresti salvesti tühjeneb ning ehituskuludest sõltuvalt ka hinna.

Salvestamisprobleemi võib suurtootmise korral osaliselt aidata lahendada ka hüdroenergeetika valdkonna pumphüdroakumulatsiooni jaamad, mis on energiasalvestamise seadmed, mida Eestis on võimalik rajada sügavale maapõue reservuaaridesse. Nende abil saab imiteerida hüdroenergia tootmiseks vajalikku kõrguste vahet merevee üles ja alla liigutamise abil.

Sisuliselt saaks nii salvestada energiat, mis parasjagu kasutust ei leia ning see võimaldaks tuuleparkidest energiat kätte saada ka ajal, mil tuult ei ole.

Elektriautodes kasutatakse enamasti liitiumioonakusid.

Kliima soojenemine põhjustab energia tarbimise kasvu?

Kliimasoojenemise taustal prognoositakse ka sellest sõltuvalt energia tarbimismahtude tõusu.

Arvatakse, et 2050. aastaks suureneb energiatarbimine lisaks populatsiooni kasvust ja majanduse arengust tingitud suurenemisele veel ka suurenenud jahutamisevajaduse tõttu.

Troopilistel aladel, aga ka Euroopas, Hiinas ja USA-s, on piirkondi, kus temperatuurid kasvavad kliimamuutuste tõttu palju. Selleks, et tagada tööstuse ja teenindussektori jätkuv toimimine, nähakse seal vajadust jahutamiseks. Arvatakse, et väikesema keskmise temperatuuri suurenemise korral tõuseb jahutamise tõttu energiatarbimine 11–27% ning suurema soojenemise korral lausa 25–58%.

Temperatuuri tegelik tõus sellest kuidas muutub kasvuhoonegaaside emiteerimine, kuidas muutub riikide energiatarbimine muutunud keskkonnas, seejuures oludes kus populatsioon kasvab ning majandus jätkuvalt areneb.

Rohelise energia hind

Taastuvenergiade ülemineku taustal on oht sattuda keskkonnahoidliku majanduskasvu utoopiasse, mis otsekui võimaldaks lõpmatuseni majanduskasvu suurendada, kui fossiilsetest kütustest on loobutud. Tõenäoliselt see ei osutu võimalikuks. Kuigi taastuvenergiaallikad on n-ö puhtad, ei ole seda nende tootmiseks vajalik infrastruktuur. Taastuvenergiade üleminek on võimalik, ent see ei saa toimuda, kui meie tarbimine jätkab senist kasvu.

Selleks, et rajada jaamu, mis võimaldavad elektrienergiat ammutada taastuvaist allikaist, on vaja kaevandada rohkelt metalle ja haruldasi muldmetalle. Praeguse tarbimiskasvu jätkumisel peaks kaevandama oluliselt suuremaid mahte kui praegu.

Näiteks neodüümi, mis on vajalik tuulikutele, peaks kaevandama 35% rohkem kui praegu maailmas toodetakse. Päikesepaneelideks vajalikku indiumi peaks tootma 920% rohkem. Energiasalvestitele peaks tootma liitiumi 2700% rohkem. Kuigi probleem pole esmajärjus ressursside lõppemine, on kaevandamisel nii sotsiaalne kui ka ökoloogiline hind. Juba praegu kaevandame 82% rohkem, kui oleks jätkusuutlik.

Ükski energialiik ei ole ilmsüütu. Ainus põhimõtteliselt ohutu energia „tootmise” viis on energia tarbimise vähendamine.

Elektriautod

Võrreldes tavalise autoga on elektriauto mootor efektiivsem ja selle kulu madalam, sest see on ehituselt lihtsamad. Elektriautode eluiga võiks olla pikem ja neid peaks tootma vähem. Kõrgtehnoloogiline aku muudab need aga kalliks.

Taastuenergiat kasutades eralduks elektriautoga sõites vähem kasvuhooonegaase ning sõltuksime vähem fossiilsetes kütustest. Elektriautode probleem on akud, mille tootmiseks kaevandatakse materjale, sh haruldasi muldmetalle, mida ei saa piisavalt taaskasutada.

Akud muudavad elektriautod ka raskeks – rehvide, teede ja pidurite kulumisel tekib reostav tolm. Teisalt kasutatakse elektriautodes rekuperatiivpidurdust, st liikumisenergiat n-ö taaskasutatakse ja pidurid peaksid vähem kuluma. Nagu kõige tootmisel, on ka elektriautode probleemiks tootmisel eralduv CO₂.

Elektriautosid loetakse säästlikumaks kui muid transpordiliike. Hästi sobivad nad sõiduks linnas või lähiümbruses – sõita saab u 150 km ühe laadimiskorraga. Laadimisaeg 230 V võrgus on 6–8 tundi, kiirlaadijaga saab 30 minutiga laadida aku 80% ulatuses.

Seega oleks vaja arendada kiirlaadijate võrgustikku. Majapidamised, mis toodavad ise päikesest elektrienergiat, võiksid olla võimelised tootma piisavalt energiat, et laadida oma elektriautot.

Energianäljas andmemahud

Infotehnoloogia arengust on loodetud, et see piirab süsinikuheidet tänu töö efektiivsuse suurenemisele ja jäätmetekke vähenemisele. Paraku on olukord muutunud vastupidiseks.

Internetti ühendatud seadmed, kõrge kvaliteediga fotode ja videote striimimine, valvekaamerad, nutitelefonid ja nuti-TV seadmed nõuavad järjest paremat ja mahukat andmesideühendust ning suuremaid andmesalvestuse mahtusid. Infotehnoloogia energiatarve oli 2015. aastal hinnanguliselt 3–5% kogu elektritarbimisest ning see kasvab aastas umbes 20%. 2020. aastaks hinnatakse, et IT-valdkond kasutab lausa kuni 20% kogu maailma elektrienergiast ning annab üle 5% globaalsest süsinikuheidetest.

Lähitulevikus annab energiatarbimisele hoogu asjade interneti, isejuhtivate autode, robotite ja tehisintellekti areng koos arenevate riikide tõusva internetitarbimisega.

Mobiilsete internetiseadmete kasutajate arv hinnatakse tõusvat 3,6 miljardilt (2018. aastal.) 5 miljardini 2025. aastaks, samal ajal kui asjade interneti ühenduste arv peaks kolmekordistuma (7,5 miljardilt 25 miljardini) (GSM Association, 2019).

Suured andmekeskused tohutute serverimahtudega kasutavad sama palju energiat kui väikesed linnad. Ka Tallinna ümbrusesse on planeeritud mitu andmekeskust. Saue valda planeeritud keskus maksumusega umbes 100 miljonit eurotpakuks serveriruumi IT-ettevõtetele üle maailma. Valminuna peab selles olema kohta 40 000 serverile ja 20-megavatine võimsus.

1. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kas sulle meeldiks, kui su suvekodus oleks tuulegeneraator või päikesepaneelid?



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

2. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

**Kas oleksid valmis elektrienergia tarbimist vähendama?
Kui palju?**



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

3. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

**Kujutle, et saad oma telefoni laadida vaid mõne tunni päevas siis, kui päikesepaneelid töötavad?
Kas see oleks sinu jaoks keeruline olukord?**



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

4. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kuidas mõjutaks sinu elu see, kui sinu kodu läheduses oleksid tuuliku- või päikesepargid või tuumajaam?



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

5. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kujutle, et Eestis sõidaksid ainult elektriautod. Mis oleks siis teistmoodi?



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

7. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kas tead, kui palju sinu kodus aastas elektrit tarbitakse? Proovi järele uurida.



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

6. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kas taastuvenergia tootmises on sinu meelest puuduseid ja probleeme?



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

8. KÜSIMUSEKAART

ENERGIAMAJANDUS

Kas arvad, et Eesti peaks kogu vajaliku energia ise tootma või võime seda teistelt riikidelt osta?



Projekti toetab rahaliselt Euroopa Komisjon Erasmus+ programmist.

Tuulikute mõju vihmaussidele

Elektrituulikute mõju organismidele on mitmekülgne: nad tekitavad madalsageduslikku müra ja vibratsiooni, mis põhjustab inimestele unehäireid, peavalu, iiveldust ja hallutsinatsioone. Linnud ja nahkiired hukuvad kokkupõrkel tuuliku labadega, ent üldiselt õpivad kohalikud linnud kiiresti takistusi vältima. Tuulikute mõju mullaelustikule on aga vähe uuritud.

2019. aastal esitasid õpilaste teadustööde riiklikule konkursile oma töö kaks Saaremaa poissi, kes uurisid, kuidas mõjuvad tuulegeneraatorid vihmaussidele. Vihmaussid on väga olulised mullaorganismid ning nende arvukus näitab mulla tervislikku seisundit. Eesti rekordiks on 400 vihmaussi ruutmeetri kohta, aga esineb ka alasid, kus pole leitud ühtegi vihmaussi. Need on üldiselt liivased piirkonnad, mis vihmaussidele elukohaks ei sobi.

Noormehed uurisid tuulikute alust pinnast Kuressaarest umbes kilomeetri kaugusel asuval Sikassaare poldrialal. Kahe tuulegeneraatori alla rajati erinevatele kaugustele kokku 36 katseruutu.

Vihmausse leiti 15 katseruudust, kokku 6 erinevat liiki, sealhulgas ka keskkonnamõjude suhtes tundlikke vihmaussiliike. Tuli välja, et vihmausside arvukus sõltus pigem taimeliikide hulgast kui tuuliku lähedusest. Kõige liigi- ja isendirikkamad olid katsekohad, mis asusid otse tuulegeneraatorite all. Nii jõuti järeldusele, et vihmausside arvukus ei sõltu tuulegeneraatorite olemasolust.

Tuumajaam ja tsunami

2011. aasta 11. märtsi pealelõunasel ajal tabas Jaapanit viimase 140 aasta tugevaim, 9-palline maavärin. Selle tagajärjel tõusis merel tsunami, mille kõrgeim laine ulatus 40 meetrini. Tsunami tõttu hukkus ligi 16 000, teadmata kadunuks jäi 2500 ja vigastada sai üle 6000 inimese.

Kahjustada sai üle miljoni hoone ning neli tuumaelektrijaama, millest Fukushima I jaamas toimus katastroof. Maavärin ja tsunami katkestasid jaama elektriühenduse. Jaama ümbritsesid 10 meetri kõrgused kaitsevallid, ent tsunamilaine kõrgus 14 meetriseks ning viis rivist välja tagavarageneraatorid. Nii jäi jaam ise ilma elektrienergiata, jahutussüsteemid ei toimunud ning tuumakütus kuumenes üle ja plahvatas.

Kokku toimus jaamas kolm plahvatust ja tulekahju, jaama ümbrus saastus radioaktiivse tseesiumiga ning 80 000 inimest pidid oma kodudest lahkuma.

Pärast Fukushima katastroofi plaanis Jaapani valitsus tuumaenergiast loobuda. Vähenenud tootmine tõi kaasa taastuenergia (eriti päike-energia) kasvu, aga ka suurenenud (sisse toodud) fossiilsete kütuste kasutamise. Nii otsustati peagi tuumaenergiat edasi arendada, sest Jaapani jaoks on see nii energiasõltumatuse, -turvalisuse kui keskkonnaküsimus. Küll aga panustatakse senisest enam jaamade ohutusse.

Tallinna linna elektri jaam

19. sajandi lõpul ja 20. sajandi alguses arenes kõik elektriga seotu sama tormiliselt kui 100 aastat hiljem infotehnoloogia. Kõigepealt hakkasid elektrit kasutama tööstusettevõtted, siis löid särema mõned jõukamate eramajade aknad ning samuti taheti linnatänavate valgustus elektrile üle viia. Ses osas jõudsid Tallinnast ette nii Tartu kui Pärnu, ent 24. märtsil 1913 alustas lõpuks tööd Tallinna Linna Elektri Keskjaam praeguses Energia avastuskeskuse hoones.

Kõigepealt köeti elektri jaama auruturbiine inglise kivisõega. Alanud I maailmasõda muutis kütteaine hankimise keeruliseks ning kateldesse aeti nii turvast kui puitu. Elekter aga muutus järjest populaarsemaks, võimsust oli juurde vaja ning seda eelistatult kodumaisest toorainest. Nii hakati 1924. aastast kasutama põlevkivi, mis andis hoo sisse põlevkivienergeetika arengule Eestis.

Põlevkivi tõi kaasa ka mitmeid probleeme. Katlad ei olnud töökindlad, korstnast tuli ümbruskonna elanike pahameeleks paksu musta suitsu ning põlevkivi transport ja tuha ladustamine keset linna polnud kerge ülesanne. Tehnoloogiaid arendati, korstnaid ehitati järjest kõrgemaid, tuhk ladustati merre ning tekkinud alale ehitati hiljem Linnahall.

Siiski leiti, et lihtsam on transportida elektrit kui põlevkivi ning uued elektri jaamad ehitati juba põlevkivikaevanduste juurde Ida-Viru maale. Elektritootmine jaamas lõpetati 1979. aastal ning praegu on endistes tööstushoonetes leidnud koha teadus ja kultuur.

Tee tähtede energiaallikani

Lõuna-Prantsusmaal rajab Euroopa Liit koos Hiina, India, Jaapani, Lõuna-Korea, Venemaa ja USAga hiiglaslikku plasmasõõrikut, mis on üheks ambitsioonikaimaks energiaprojektiks maailmas.

ITER (ladina keeles „tee“, algself lühend nimetusest rahvusvaheline eksperimentaalne termotuumareaktor) on mõeldud tuleviku tuuma jaamade arendamiseks, ehk just termotuumareaktsioonide katsetamiseks.

Tuumaenergia jaamades üle maailma kasutatakse aatomienergiat, kus raskemad aatomituumad (tavaliselt uraan) lõhustatakse ning selle tulemusel vabaneb energia, kuid probleemiks on protsessi ja jäätmete radioaktiivsus. Termotuumareaktsioonides ühinevad kerged aatomid ning vabaneb palju rohkem energiat. Sellised reaktsioonid toimuvad tähtedel, (ka Päikesel), kus sadade miljonite kraadide ja ülikõrge rõhu juures ühinevad plasmas vesiniku aatomid.

Sarnaseid tingimusi on Maal ka tekitatud, vesinikupommi plahvatusel ning sõõrikujulistes plasmakonteinerites (tokamakides), kus tugev magnetväli hoiab ülikuuma plasma konteineri sees. Paraku on see väga energiakulukas ning seni ei ole õnnestunud valmistada termotuumareaktorit, mis toodaks rohkem energiat, kui selle töös hoidmiseks kulub. Seda probleemi üritataksegi ITER-is lahendada.

ITERi juhi hinnangul kulub projekti käivitamiseni 22 miljardit dollarit. Plasma peaks ITERi tokamakis hakkama esimest korda ringlema 2025. aasta detsembris.

Energiamajandus

Väitlusteemad:

- Fossiilsetest kütustest toodetud elektrienergiat sõitev auto keskkonnasõbralikum kui bensiiniauto.
- Kõik elanikud peaksid lubama rajada tuulegeneraatoreid oma tagaaeda.
- Päikesepaneelidega on elektrienergiat parem toota kui tuulegeneraatoritega.

Viiteid ja lisalugemist:

1. Infokaart: inimkond vajab üha enam energiat

- Kui palju inimkond energiat toodab ja tarbib igal aastal?
https://en.wikipedia.org/wiki/World_energy_consumption
- Kui palju hetkel energiat tarbitakse?
https://www.theworldcounts.com/counters/interesting_facts_on_energy/world_renewable_energy_consumption

2. infokaart: Millest toota energiat?

- Taastumatuid energiaallikaid tutvustav artikkel <https://bioneer.ee/taastumatud-energiaallikad>
- Taastuvaid energiaallikaid tutvustav artikkel <https://www.bioneer.ee/millised-taastuvad-energiaallikad>
- Artikkel „Rohelisest elektrist tuumajaamani – mis on mis ja mis sobiks Eestile?“
<https://novaator.err.ee/951444/rohelist-elektrist-tuumajaamani-mis-on-mis-ja-mis-sobiks-eestile>
- Artikkel „Eesti Taastuenergia Koja hinnangul piiravad regulatsioonid taastuenergia sektori arengut“ <https://www.rup.ee/uudised/oigus/eesti-taastuenergia-koja-hinnangul-piiravad-regulatsioonid-taastuenergia-sektori-arengut>

3. infokaart: Energia tootmise viisid: põlevkivi

- Video: „Kukersiit ja konnatahvel, meie energia lugu – põlevkivi“
<https://youtu.be/hrCBUQfYECY>
- Video: „Minu põlevkivi“ <https://www.youtube.com/watch?v=9rr0YxKdkPk>
- Sketš saatest „Maa, armastan sind!“, osa "Põlevkivi"
https://www.youtube.com/watch?v=TE_D1Xu9HRE
- Eesti Energia koduleht, kust saab kaevandamise infoni
www.energia.ee/tehnoloogia/kaevandamine

- Eesti põlevkivivarud asuvad Lääne- ja Ida-Virumaal: [vaata kaarti](#).
- Põlevkivi kaevandamine (inglise k.)
https://en.wikipedia.org/wiki/Shale_oil_extraction
- „Kukersiit – Eesti põlevkivi”
http://www.gi.ee/geoturism/Polevkivi_CMYK_062011_100dpiS.pdf
- „Põlevkivi väärtus 100 miljardit eurot”
<https://eestigeoloog.ee/kategooriad/arvamus/polevkivi-vaartus-100-miljardit-eurot>

4. Infokaart: Energia tootmise viisid: tuuleenergia

- VIDEO: „Loode-Eesti meretuulepark” <https://youtu.be/J1HcKkxOomw>
- Tuuleenergiast, artikkel „Peep Mardiste: tõepoolest, me suudame toota kogu Eestis vaja mineva elektri ka põlevkivita ”<https://epl.delfi.ee/arvamus/peep-mardiste-toepoolest-me-suudame-toota-kogu-eestis-vaja-mineva-elektri-ka-polevkivita?id=84732575>

5. Infokaart – Energia tootmise viisid: päikeseenergia

- Maarja Grossbergi videoloeng www.youtube.com/watch?v=Hzi5oAelZSU

6. Infokaart – Energia tootmise viisid: bioenergia

- Bioenergiat tutvustav õppematerjal <https://vara.e-koolikott.ee/node/2848>

7. Infokaart – Energia tootmise viisid: hüdroenergia

- Video: „Hydropower 101” <https://youtu.be/q8HmRLCgDAI>
- Artikkel „Eestis ei ole hüdroenergia roheline”, Eesti Loodus (2007)
www.eestiloodus.ee/index.php?artikkel=1993
- „Hydropower” www.studentenergy.org/topics/hydro-power
- National Geographicu artikkel „Hydropower explained”
www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/hydropower/

8. Infokaart – Energia tootmise viisid: tuumaenergia

- Vt Horisondist Henri Ormuse artiklit „Tuumajaam – Müüdid ja tegelikkus kaalukaasil” lingitud PDFi lk 40 www.horisont.ee/arhiiv-2015/Horisont-6-2015.pdf
- Artikkel „Andi Hektor: kas meie tulevikuelekter tuleb tuumajaamast?”
<https://arvamus.postimees.ee/6708879/andi-hektor-kas-meie-tulevikuelekter-tuleb-tuumajaamast>
- Artikkel „Miks käib Eestis nii aktiivne tuumajaama lobby? Kas siia võib tõesti tulla reaktor?” <https://geenius.ee/eksklusiiv/miks-kaib-eestis-nii-aktiivne-tuumajaama-lobby-kas-siia-voib-toesti-tulla-reaktor/>

- Artikkel „Liive hinnangul ei ole tuumajaam Eestile mõistlik energialahendus” (2014) <http://www.pealinn.ee/koik-uudised/liive-hinnangul-ei-ole-tuumajaam-eestile-moistlik-energialahendus-n20096>
- Artikkel „Sandor Liive näeb väikeses tuumajaamas Eestile suurt võimalust” (2019) <https://novaator.err.ee/926106/sandor-liive-naeb-vaikeses-tuumajaamas-eestile-suurt-voimalust>
- Äripäeva raadio, saade „Gloaalne pilk”. Teema „kas tuumalobi viib jaamani?” <https://soundcloud.com/aripaeva-raadio/090519-gloaalne-pilk-kas-tuumalobi-viib-jaamani>
- Artikkel „ASJA TUUMANI: Eestisse võib kerkida tuumajaam aastaks 2032” <https://www.ohtuleht.ee/967109/asja-tuumani-eestisse-voib-kerkida-tuumajaam-aastaks-2032>
- Artikkel „Tuumadebati valguses: kus asub maailma võimsaim tuumaelektrijaam?” <https://forte.delfi.ee/news/tehnika/tuumadebati-valguses-kus-asub-maailma-voimsaim-tuumaelektrijaam?id=85849787>

9. Infokaart – Energia väiketootmine

- „Soovite ise hakata energiat tootma?” (info suur- ja väiketootmise kohta) www.energia.ee/tark-tarbimine/tooda-ise
- „Hakkame ise energiat tootma” <https://pohjarannik.postimees.ee/6593535/hakkame-ise-elektrit-tootma>

10. Infokaart – Taastuvenergia salvestamise viisid

- <https://keskkonnatehnika.ee/uudne-lahendus-taastuvenergia-salvestamiseks/>

11. Infokaart – Kliima soojenemine põhjustab energia tarbimise kasvu?

- „Kliimamuutused. Mis siis ikkagi muutub? Kus ja kuidas?” <https://heureka.postimees.ee/6777877/kliimamuutused-mis-siis-ikkagi-muutub-kus-ja-kuidas>
- „Kliimamuutus numbrites: miks ja mis on juhtunud” <https://novaator.err.ee/984066/kliimamuutus-numbrites-miks-ja-mis-on-juhtunud>
- „Katar kasutab 49-kraadise leitsaku vastu uudset ja pikas plaanis ohtlikku taktikat” <https://forte.delfi.ee/news/maa/katar-kasutab-49-kraadise-leitsaku-vastu-uudset-ja-pikas-plaanis-ohtlikku-taktikat?id=87902056>

12. Infokaart – Rohelise energia hind

- Artikkel „The Limits of Clean Energy” <https://foreignpolicy.com/2019/09/06/the-path-to-clean-energy-will-be-very-dirty-climate-change-renewables/>

13. Infokaart – Elektriautod

- Artikkel „Eesti Energia tahab huvitaval põhjusel elektriautodega sõitmise veelgi odavamaks muuta” <https://arileht.delfi.ee/news/uudised/eesti-energia-tahab-huvitaval-pohjusel-elektriautodega-soitmise-veelgi-odavamaks-muuta?id=87289701>

14. Infokaart – Energianäljas andmemahud

- www.theguardian.com/environment/2017/dec/11/tsunami-of-data-could-consume-fifth-global-electricity-by-2025
- www.gsma.com/futurenetworks/wiki/energy-efficiency-2/
- <https://digi.geenius.ee/rubriik/uudis/saue-valda-rajatakse-baltimaade-suurim-andmekeskus-mis-maksab-ule-100-miljoni-euro/>

1. Lookaart – Tuulikute mõju vihmaussidele

- Medri, A., Kakkum, K, 2019. Tuulegeneraatorite võimalik mõju vihmaussikooslustele Saaremaal Sikassaare poldrialal. Uurimistöo. Saaremaa Ühisgümnaasium, Aste Põhikool.

2. Lookaart – Tuumajaam ja tsunami

- www.japantimes.co.jp/news/2019/07/16/business/future-nuclear-power-japan/#.XdgOEi2B00o
- www.livescience.com/39110-japan-2011-earthquake-tsunami-facts.html
- www.sirp.ee/s1-artiklid/c9-sotsiaalia/neli-aastat-parast-fukushimat/

3. Lookaart – Tallinna linna elektriyaam

- Energia avastuskeskuse näitus „Ajalooline elektriyaam” keskuse valgusaalis
- Vikipeedia: https://et.wikipedia.org/wiki/Tallinna_elektriyaam

4. Lookaart – Tee tähtede energiaallikani

- <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.6.2.20180416a/full/>
- <https://www.iter.org/proj/inafewlines>
- http://vana.loodusajakiri.ee/horisont/artikkel412_389.html

Lisamaterjal:

- Veebiõpik „Taastuenergiast ilma udujututa” <https://opik.fysika.ee/index.php/book/view/64#/section/37326>