



TARTU ÜLIKOOL

ÜLEVAATEUURINGU II ETAPI ARUANNE

ERINEVATE ENERGIA TOOTMISE TEHNOLOOGIATE TERVISEMÕJUDE VÕRDLUS

Uuringu pealkiri:

Metoodika väljatöötamine tuuleparkide ja teiste energiatootmise tehnoloogiate võimalike tervise mõjudega seotud teadusuuringute tulemuste tõlgendamiseks Eesti tingimustes



Rahastanud Euroopa Liit
NextGenerationEU



Eesti
tuleviku heaks

Tartu 2026

Uuringurühma koosseis:

Triin Veber (MSc, MPH), Tartu Ülikool, projektijuht ja ekspert

Ene Indermitte (PhD, MPH), Tartu Ülikool, ekspert

Hans Orru (PhD, MPH), Tartu Ülikool, teadusjuht

Töö tellija: Kliimaministeerium

Projekt on rahastanud Euroopa Liit taasterahastu NextGenerationEU vahenditest.

Sisukord

Sisukord.....	3
Sissejuhatus ja uuringu teaduslik taust.....	4
Eesmärk.....	7
Metoodika.....	8
Tulemused.....	10
Tuulepargid.....	10
Tuumajaamad.....	11
Ahiküte ja biomassi põletamine.....	12
Põlevkivitööstus.....	13
Gaasijaamad.....	14
Päikesepargid.....	14
Salvestustehnoloogiad.....	15
Pumphüdrosalvestus.....	15
Akud.....	16
Energia tootmisviiside võrdlus: peamised ohutegurid, tervisemõjud ja soovitused nende leevendamiseks.....	17
Järeldused.....	20
Kasutatud kirjandus.....	21

Sissejuhatus ja uuringu teaduslik taust

Elektri kättesaadavus on inimeste tervise ja heaolu oluliseks eelduseks. Elektrienergia laialdasem kasutusevõtt pärast 1900. aastat on aidanud kaasa elutingimuste paranemisele ja majanduse arengule, mille tulemusena on keskmine eluiga oluliselt tõusnud. Lahtise tule asendamine elektriga muutis kodude siseõhu puhtamaks ja talvisel ajal soojemaks. See vähendas märkimisväärselt siseruumide õhusaastest tulenevaid hingamisteede haigusi ja tulekahjude ohtu. Maailmapanga uuring madala sissetulekuga riikide kohta perioodil 1985–1999 näitas, et linnapiirkondades oli leibkondade ühendamine elektrivõrguga ainus oluline tegur, mis vähendas nii imikute kui ka alla 5-aastaste laste suremust, kusjuures see mõju oli suur ja sissetulekust sõltumatu (Markandya and Wilkinson, 2007). Elekter võimaldab kasutada külmikuid toidu säilitamiseks, pesumasinaid ja kommunikatsioonivahendeid (raadio, TV, arvutid), mis kõik toetavad tervislikumat eluviisi. Indias on hinnatud, et isegi saastavate kütuste kasutamine elektri tootmiseks (nt kivisüsi) on tervisele vähem kahjulik kui kodused traditsioonilised küttekolded ja pliidid. Kokkuvõttes on elektrienergia kasutamisel tervisele väga suur positiivne mõju (Markandya and Wilkinson, 2007).

Elektrienergia tootmisel on aga ka negatiivseid tagajärgi tervisele. Lancet Countdowni 2024. aasta aruanne tervise ja kliimamuutuste kohta „Rekordtasemel ohud hilinevad tegutsemise tagajärjel“ nendib, et kliimamuutuste leevendamise ja vältimise liiga aeglane tempo on tõstnud terviseriskid globaalselt rekordtasemele. Aruande kohaselt on 15 jälgitavast tervisega seotud indikaatorist kümme saavutanud uue murettekitava negatiivse rekordi. Näiteks üle 65-aastaste inimeste kuumalainete ajal aset leidev suremus on tõusnud 167% võrra võrreldes 1990ndatega. Ilma kliimamuutusteta oleks see tõus olnud vaid 65% rahvastiku kasvu tõttu. 2023. aastal kaotasid inimesed kuumade ööde tõttu 6% rohkem uneaega kui perioodil 1986–2005. Samuti oli inimestel kuumuse tõttu 27,7% rohkem tunde, mil väljas liikumine kujutas mõõdukat või suurt terviseriski. Kuumuse tõttu kaotati 2023. aastal rekordilised 512 miljardit potentsiaalset töötundi, mis tähendab umbes 835 miljardi dollari suurust sissetuleku kaotust. Põua sagenemine on viinud selleni, et 2022. aastal koges 151 miljonit inimest rohkem mõõdukat või rasket toidunappust kui aastatel 1981–2010. 2023. aastal mõjutas äärmuslik põud vähemalt ühe kuu jooksul 48% maailma maismaast. Samal ajal on 61% maismaast kasvanud äärmuslike sademete hulk, mis suurendab üleujutuste ja veereostuse ohtu. Hoolimata tervisemõjudest, eraldasid paljud valitsused 2022. aastal rekordilised 1,4 triljonit dollarit fossiilkütustest energiatootmise toetusteks (Romanello et al., 2024).

Kivisüsi on maailmas jätkuvalt suurim elektriallikas ning moodustas 2024. aastal 35% kogu elektritootmisest. Maagaas on suuruselt teine elektrienergia allikas ning on juba üle kahekümne aasta katnud enam kui 20% maailma elektritoodangust. Naftatoodetel töötavad elektrijaamad andsid vaid mõne protsendi kogutoodangust (“Global Energy Review 2025,” n.d.). Taastuvenergia moodustas 2024. aastal ülemaailmselt üle 32% elektritootmisest, millest suurima osa andis hüdroenergia (14% kogu toodangust), sellele järgnesid tuuleenergia (8%), päikeseenergia (7%) ning bioenergia ja jäätmed (3%). Tuumaenergia osakaal ülemaailmses elektritootmises oli 9% (“Global Energy Review 2025,” n.d.).

Elektritootmise CO₂ heitkogused vähenesid Euroopa Liidus 2024. aastaga peaaegu 10%. Seda põhjustas fossiilkütuste rekordiliselt madal osakaal (28%) elektritootmises. Taastuvenergia andis ligi 50% kogu elektritoodangust Euroopa Liidus, kusjuures tuule- ja päikeseenergia saavutasid rekordilise osakaalu (28%), ületades esmakordselt söe ja maagaasi kombineeritud osakaalu. 2024. aastal oli riikide võrdluses Hiina suurim CO₂ heitmete tekitaja (“Global Energy Review 2025,” n.d.).

Prognooside järgi maailma energiatarbimine aastaks 2050 kahekordistub (Romanello et al., 2024). 2024. aastal tuli 80% ülemaailmse elektritootmise kasvust taastuvenergiaallikatest ja tuumaenergiast. Energiaga seotud süsinikdioksiidi (CO₂) heitmete kasv jätkuvalt aeglustub ning oli aastal 2024 0,8%. See kasv tõi siiski kaasa rekordilise süsinikdioksiidi kontsentratsiooni atmosfääris, mis ulatus 2024. aastal 422,5 ppm-ni – see on ligikaudu 3 ppm rohkem kui 2023. aastal ja umbes 50% kõrgem kui tööstuseelsel ajastul. Maailmamajandus kasvas aastal 2024 üle 3% ning see ei ole enam otseselt seotud CO₂ heitmete kasvuga (“Global Energy Review 2025,” n.d.).

Hoonete ülemaailmne elektritarbimine kasvas 2024. aastal enam kui 600 TWh ehk 5%, moodustades ligi 60% kogu elektritarbimise kasvust. Peamisteks põhjusteks olid kasvav nõudlus kliimaseadmete järele, mida võimendasid tugevad kuumalained sellistes riikides nagu Hiina ja India ning uute andmekeskuste elektrivajadus (“Global Energy Review 2025,” n.d.).

Energia hinnad on peale COVID pandeemiat alates 2021. aastast tõusnud kiire majanduse taastumise tõttu ning nafta- ja gaasiettevõtete ja eksportivate riikide varasemate investeeringute vähendamise otsuste tõttu. Venemaa oli 2021. aastal maailma suurim fossiilkütuste eksportija ning eriti oluline tarnija Euroopale. Venemaa alustas gaasitarnete piiramist Euroopasse juba 2021. aastal, mitu kuud enne oma sissetungi Ukrainasse ning seoses Ukraina sõjaga on paljud Euroopa riigid lõpetanud Vene gaasi impordi. Kõrgemad energiahinnad on tekitanud

inflatsiooni, põhjustanud peredele majanduslikke probleeme ning sundinud mõningaid tehaseid tootmist vähendada või isegi sulgema (“Global Energy Crisis – Topics - IEA,” n.d.).

Eesti pikaajaline arengustrateegia “Eesti 2035” toob ühe vajaliku muutusena esile ülemineku kliimaneutraalsele energiatootmisele samal ajal tagades energiajulgeoleku. Arengustrateegia kohaselt tuleb taastuenergia suurendamiseks leida lahendus, mis arvestab nii julgeoleku, keskkonnakaitse kui ka elanike huvidega (Vabariigi Valitsus, 2021).

Selleks, et energiatootmine oleks võimalikult tervisesõbralik, on vaja täpsemat ülevaadet Eestis kasutatavatest ja arendatavatest energia tootmisviisidest.

Eesmärk

Uuringu eesmärk oli süstemaatiliselt analüüsida teaduskirjandust erinevate energiatootmise viisise tervisemõjude kohta.

Metoodika

Ülevaate saamiseks erinevate energiatootmise viiside potentsiaalsetest tervisemõjudest koostati 7 eraldiseisvat ülevaateuuringut (Lisad 1-7). Kõigi uuringute läbi viimiseks kulus uurimismeeskonnal umbes aasta (märts 2025 kuni märts 2026).

Ülevaateuuringud käsitlesid järgmisi energia tootmise tehnoloogiaid: tuulepargid (Lisa 1), tuumajaamad (Lisa 2), ahiküte ja biomassi põletamine (Lisa 3), põlevkivitööstus (nii elektri kui õli tootmine) (Lisa 4), gaasielektrijaamad (Lisa 5), päikesepargid (Lisa 6), salvestustehnoloogiad (Paldiski pump-hüdrosalvestus ja akud) (Lisa 7). Kõikide ülevaateuuringute täpsem metoodika on kirjas iga ülevaateuuringu metoodika peatükis. Tuuleparkide, tuumajaama, gaasielektrijaamade, päikeseparkide, põlevkivitööstuse ja biomassi põletamise kohta koostati süstemaatiline ülevaade, salvestustehnoloogiate mõju analüüsiti narratiivse ülevaadena. Süstemaatiliste ülevaadete koostamisel kasutasime (kiir)ülevaate (ingl *rapid review*) metoodika põhimõtteid (Garrity et al., 2024; King et al., 2022). Lähtusime Cochrane (kiir)ülevaate ja McMaster Ülikooli (kiir)ülevaate juhistest ja põhimõtetest.

Süstemaatiline ülevaade on teaduslik uurimismeetod, mille eesmärk on koguda, hinnata ja sünteesida kõik teatud ajavahemikul avaldatud asjakohased teaduslikud uuringud kindla uurimisküsimuse kohta, kasutades süstemaatilist, läbipaistvat ja korratavat protsessi, et viia tehtud järelduste kallutatuse risk miinimumini. Selle eesmärgi saavutamiseks lepatakse kokku kindlad kriteeriumid, mille alusel uuringud kaasatakse ja analüüsitakse. Süstemaatilise ülevaate tegemise igas etapis osaleb mitu uurimisrühma liiget, kes üksteise tööd kontrollivad. Ülevaatesse kaasatud uuringuid võrreldakse omavahel uuringukvaliteedi alusel ning järelduste tegemisel arvestatakse rohkem kõrgema kvaliteediga uuringute tulemustega. Kiirülevaate vorm on oma olemuselt sarnane klassikalisele süstemaatilisele ülevaatele, kuid protsessi kiirendamiseks ja efektiivsuse suurendamiseks tehakse mõningaid lihtsustusi. Näiteks kirjanduse otsingu käigus leitud artiklite kaasamise otsused tegi antud uuringutes peamiselt üks uurimisrühma liige (mitte vähemalt kaks uurimisrühma liiget paralleelselt, nagu traditsioonilise süstemaatilise kirjanduseülevaate puhul), kelle tööd kontrollisid pisteliselt teised uurimisrühma liikmed. Igas ülevaateuuringus (Lisad 1-7) kasutasime kaasamiskriteeriumite määratlemiseks rahvusvaheliselt tunnustatud PECO (ingl *population, exposure, comparison, outcome*) raamistikku.

Otsing viidi läbi kõigepealt *PubMed* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) andmebaasis ja seejärel *Scopus* (<https://www.scopus.com/sources>) andmebaasis. Duplikaatide eemaldamiseks

kasutati „Endnote“ viitehaldustarkvara ja viidete haldamiseks kasutati „Mendeley Reference Manager“ tarkvara. Esmane uuringute valik (sõelumine) toimus uuringu pealkirja ja kokkuvõtte (ingl *title/abstract*) põhjal. Alustuseks sõelusid kaks uurimisrühma liiget iseseisvalt 20 teadusartiklit ja arutasid seejärel tulemusi, et jõuda ühisele arusaamale uuringute kaasamise osas. Ülevaate kvaliteedi tagamiseks sõelusid kaks uurimisrühma liiget 20% kirjetest, ülejäänud sõelus vaid üks uurimisrühma liige. Kokkuvõtte ja pealkirja põhjal sobivateks hinnatud artiklitele leiti teaduslikest andmebaasidest täistekstid. Kõik täistekstid salvestati. Täistekstide läbivaatamisel tehti lõplik otsus artiklite kaasamiseks kahe uurimisrühma liikme osalusel. Artiklite andmed sisestati MS Excelisse. Ülevaateuuringute (Lisad 1-7) aruanded kirjutati vastavalt süstemaatiliste ülevaadete ja metaanalüüside koostamise PRISMA (ingl *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) juhiste (Page et al., 2021).

Tulemused

Tuulepargid

Aruandes „Tuulikute tervisemõjud: süstemaatiline ülevaade viimasel viieteistkümnel aastal eelretsenseeritavates teadusajakirjades avaldatud uuringutest“ (Lisa 1) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2010 kuni 22. aprill 2025 *PubMed* ja *Scopus* andmebaasides avaldatud uuringuid, mis käsitlesid tuulikute tekitatud müra, infraheli, visuaalse häiringu, vibratsiooni ja elektromagnetväljade tervisemõjusid. Kaasati ainult põhjuslikke seoseid käsitlevad uuringud: kohortuuringud, juht-kontrolluuringud ja eksperimentaalsed uuringud. Lisaks kaasati süstemaatilised ülevaated ja meta-analüüsid. Kaasamiskriteeriumidele vastas 32 uuringut: 4 süstemaatilist ülevaadet, 19 eksperimentaalset uuringut ja 9 kohortuuringut. 13 eksperimentaalse uuringu tulemuste põhjal ei tuvastatud infrahelil kuni 91 dB (Z) negatiivseid tervisemõjusid. Infraheliga kokkupuude kuni 91 dB (Z) ei halvendanud ühtegi uuringutes mõõdetud tervisenäitajat: unehäired ja une kvaliteet; häiritus, heaolutunne, tuju, stressihormoonid vereproovis; eneseraporteeritud sümptomid (nt peavalu, survetunne kõrvades, väsimus, ärevus jne); kognitiivsed võimed (erinevad testid uuritavatel); vererõhk, südame löögisagedus; aju bioelektriline aktiivsus (elektroentsefalograafia (EEG)), C-reaktiivne valk, glükoos ja insuliin vereproovis. Marshall et al., 2023 tuvastas infrahelil sagedusega 1,6–20 Hz maksimaalse tugevusega 90 dB (Z) positiivse mõju enesetundele, vererõhule ja unele. Tonin et al., 2016 tuvastas amplituudmodulatsiooniga infrahelil sagedusega 0,8–40 Hz maksimaalse tugevusega 91 dB (Z) eneseraporteeritud sümptomeid vähendava mõju (Marshall et al., 2023; Tonin et al., 2016). Kuus eksperimenti toetasid notseebo-efekti hüpoteesi, mille kohaselt häiritus ja eneseraporteeritud sümptomid ei olnud põhjustatud tuulikute mürast või infrahelist endast, vaid pigem meedia loodud negatiivsetest ootustest.

Tuulikute kuuldav müra ja tuulikutega seotud visuaalsed aspektid nagu nähtavus koduaknast, tuulikute küljes olevad tuled ja varjutus võivad põhjustada osades elanikes häiritust ja unehäireid. Tuulikute heli võib muutuda mõnikord vastavate ilmastikutingimuste kokkulangemise korral pulseerivaks (suureneb amplituudmodulatsiooni sügavus) ning see muudab tuulikute müra inimestele häirivamaks kui ühtlane müratase. Häirituse kujunemist mõjutavad ka suhtumine tuuleenergiasse, isikliku kasu (nt talumistasu või renditasu) saamine või mittesaamine, planeeringuprotsesside avatuse ja õigluse tunnetamine ning meedias leviva valeinfo uskumine infraheli ohtlikkuse kohta. Puuduvad veenvad tõendid, kuid on mõningaid viiteid selle kohta, et tuulikute kuuldav müra võib suurendada depressiooni, infarkti ja insuldi

riski, kuid uuringuid selle kohta on vähe ja tulemused vasturääkivad. Vibratsioon ja elektromagnetväljad tuuleparkidest pole piisavalt suured, et elanikke piirkonnas mõjutada. Käesolevaks ajaks teostatud uuringute alusel on hetkel põhjendatud kehtestada piirväärtus, et tuulikute müra ei ületaks öisel ajal elamu lähedal välitingimustes 40 dB (A). Siseroomides võiks piirnorm olla päeval 30 dB (A) ja öösel 25 dB (A). Oluline on kaasata elanikke varakult tuuleparkide planeerimisprotsessi, et suurendada usaldust ja vähendada tunnetatud häiritust (Lisa 1).

Tuumajaamad

Aruandes „Tuumajaamade tervisemõjud: süstemaatiline ülevaade viimasel viieteistkümnel aastal eelretsenseeritavates teadusajakirjades avaldatud uuringutest“ (Lisa 2) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2010 kuni 7. september 2025 *PubMed* ja *Scopus* andmebaasides avaldatud uuringuid, mis käsitlesid tuumajaamade tavapärase töö käigus tekkivaid võimalikke mõjusid lähipiirkonna elanike tervisele. Me ei käsitlenud õnnetustega, transpordiga ja radioaktiivsete jäätmete käitlemisega kaasnevaid tervisemõjusid. Kaasamiskriteeriumitele vastas ja analüüsi kaasati 12 uuringut: 6 süstemaatilist ülevaadet ja 6 kohort- või registripõhist uuringut. Tuumajaamade tavapärase töö käigus eraldub väga väikestes kogustes radioaktiivseid aineid keskkonda ka siis, kui lekkeid või õnnetust otseselt ei toimu. Tuumajaamade käitamisest tulenev kiirgusdoos on elanikkonnale väike, jäädes enamasti vahemikku 0,01–0,1 mSv aastas. Võrdluseks: looduslik kiirgusdoos on Euroopas keskmiselt 2–3 mSv aastas, mis tähendab, et tuumajaamast tulenev lisadoos on sellest mitu korda väiksem.

Süstemaatilised ülevaated näitavad väikest riski tõusu kilpnäärmevähi ja leukeemia esinemisele elanike hulgas, kes elavad tuumaelektrijaamade lähikonnas (≤ 30 km). Teiste vähivormide puhul seost tuumajaamade läheduses elamise ja täiskasvanute üldise vähiriski (nt rinna, kopsu- või põievähk) vahel pole näidatud. Mõned analüüsid on näidanud statistiliselt olulist riski alla 5-aastastel lastel haigestuda leukeemiasse, kes elavad tuumajaamast kuni 5 km kaugusel. Uuringud ei kinnita seost tuumajaamade tavapärase töö ning sünnidefektide, geneetiliste muutuste või reproduktiivhäirete vahel. Teaduskirjanduse põhjal ei ole võimalik määrata ühtset „ohutut kaugust“, kuid ettevaatuspõhimõttest lähtuvalt loetakse 5–10 km raadiust vahetuks lähipiirkonnaks, kus on vajalik regulaarne radioaktiivsuse seire. Soovitame vältida jaamade rajamist tihedalt asustatud alade ja lasteasutuste piirkonda. Tuumajaama rajamisel tuleb arvestada, et lisaks tavapärase tööga seotud riskidele kätkeb tuumajaam endas avariide ja õnnetuste riski, mis võivad põhjustada ulatuslikku radioloogilist saastet, tõsiseid

tervisekahjustusi ning surmajuhtumeid. Lisaks võib probleeme tekitada radioaktiivsete jäätmete transport ja ladustamine, millega seotud riske käesolevas uuringus ei hinnatud (Lisa 2).

Ahiküte ja biomassi põletamine

Aruandes „Ahikütte ja biomassi põletamisega seotud tervisemõjud: ülevaade süstemaatilistest ülevaadetest“ (ingl *umbrella review*) (Lisa 3) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2015 kuni 6. oktoober 2025 *PubMed* ja *Scopus* andmebaasides avaldatud süstemaatilisi ülevaateid ja meta-analüüse (13 uuringut), mis analüüsisid biomassi (puit, hakkepuit, pelletid jms) põletamisega kaasnevast õhuheitest tulenevaid tervisemõjusid elanikkonnale.

Ahiküttest ja biomassi (sh puidu) põletamisel eralduvad õhku peenosakesed (PM_{10}), eriti peened osakesed ($PM_{2,5}$), ultrapeened osakesed ($PM_{0,1}$), vingugaas (CO), lämmastikoksiidid (NO_x), polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud (PAH, sh benzo[a]püreen) ja lenduvad orgaanilised ühendid (VOC). Tihti põletatakse kodustes küttekolletes peale puidu ka majapidamistes tekkivaid jäätmeid, näiteks pakendeid, riideid, klooriga pleegitatud paberit, mistõttu võivad vabaneda ka dioksiinid, furaanid ning raskmetallid nagu plii ja elavhõbe. Euroopa Liidus on puidu põletamine kodude kütmiseks sagedane ning talvisel kütteperioodil võib kodustest küttekolletest (ahjudest, pliitidest, kateldest jne) tulenev õhusaaste Euroopa ja ka Eesti linnades olla peamine $PM_{2,5}$ allikas. Lisaks mõjutab see siseõhu kvaliteeti: biomassi põletusseadmetega kodude siseõhus on saasteainete tase sageli kõrgem kui gaasi- või elektriküttega kodudes. Biomassi (sh puidu) põletamisel tekkivad saasteained võivad tungida sügavale kopsudesse ja sealt edasi vereringesse, jõudes kõigi peamiste organiteni. Kokkupuude biomassi põletamisest tulenevate saasteainetega kahjustab hingamissüsteemi ning võib põhjustada kopsuvähki, kroonilist obstruktiivset kopsuhaigust (KOK), astma ägenemist, köha ja sagedasemaid respiratoorseid haiguseid nii lastel kui täiskasvanutel. Samuti on näidatud, et raseduseaegne kokkupuude kõrge õhusaaste tasemega on seotud madalama sünnikaaluga, mis omakorda on riskiteguriks mitmetele haigustele hilisemas eas. Kodusest kütmisest tulenev saaste suurendab ka riski südame-veresoonkonna haiguste tekkimiseks, nagu südame isheemiatõbi, infarkt, insult ja kõrgvererõhktõbi. Võimalik on mõju ka vaimsele tervisele, kuid see pole veel tänaseks piisavalt tõestatud. Eesti linnades on eri kütuste sh puidu põletamine kodustes küttekolletes kõige suurema tervisemõjuga õhusaaste allikas, põhjustades 2020. aastal hinnanguliselt 571 varajast surma aastas. See vähendab Eesti elanike keskmist oodatavat eluiga ligi 5 kuu võrra.

Samas suured koostootmisjaamad ja katlamajad emiteerivad biomassi põletamisel oluliselt vähem saasteaineid kui põletamisel kodustes küttekolletes. Neis kasutatakse puhastusseadmeid ja kõrgeid korstnaid, mis viivad heitmed elukeskkonnast eemale. Ka kaasaegsed sorteeritud biojäätmete (organiliste jäätmete) põletustehased ei suurenda oluliselt lähipiirkonna elanike haigestumise riski. Soovitame soodustada kodumajapidamiste üleminekut ahiküttelt (kui peamiselt kütteallikalt) vähem saastavatele küttekiikidele nagu kaugküte, elekter, gaas või vahetada vanad ahjud vähem saastavate uudsete põletusseadmete vastu (nt madalaheitelised ahjud, pelletikatlad). Soovitame vältida täielikult prügi põletamist kodustes küttekolletes (Lisa 3).

Põlevkivitööstus

Aruandes „Põlevkivi põletamise ja töötlemisega seotud tervisemõjud: kaardistav ülevaade (ingl *mapping review*)“ (Lisa 4) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2015 kuni 16. veebruar 2026 teaduslikes andmebaasides *PubMed* ja *Scopus* avaldatud uuringuid, mis käsitlesid põlevkivitööstusega (nii energiatootmisega kui põlevkiviõli tootmisega) kaasnevaid tervisemõjusid Eestis. Lisaks kaasasime ka asjakohaseid eestikeelseid uuringuid.

Põlevkivi tervisemõjude ülevaateuuringu analüüsi kaasati kokku 8 uuringut: 5 teadusartiklit, mis leiti andmebaasiotsingu (*PubMed* ja *Scopus*) teel; 2 eestikeelset tervisemõjude hindamist ning 1 eestikeelne uuring. Tulemused näitasid, et põlevkivitööstusest pärineva õhusaaste tervisemõju avaldub eelkõige Ida-Virumaal. Leitud on seoseid põlevkivitööstusest pärineva õhusaaste ja ebasoodsate sünnitulemuste (enneaegsus, madal sünnikaal), lastel diagnoositud hingamisteede haiguste (sh astma) ja uuringu käigus mõõdetud hingamisteede põletikunäitajate tõusu, täiskasvanute hingamisteede kaebuste ning südame-veresoonkonna haiguste suurema esinemise vahel. Vähihaigestumuse osas ei ilmnenud ühest seost tööstussaastega, vaid meeste kopsuvähi puhul täheldati ajalooliselt suuremat haigestumist põlevkivitööstuse piirkonnas. Biomonitoringu uuringud kinnitavad, et Ida-Virumaa elanikel võib esineda kõrgem kokkupuude tööstuslike saasteainetega.

Käesolevasse uuringusse kaasatud tervisemõjude hindamised näitavad, et kuigi riigi tasandil on põlevkivitööstuse panus õhusaaste kogumõjusse väiksem kui näiteks liiklusel või kodustel küttekolletel, on mõju kontsentreerunud Ida-Virumaale ning põhjustab seal olulise osa enneaegsetest surmadest ja kaotatud eluaastatest. Sellel on omakorda märkimisväärne rahaline kulu ühiskonnale.

Arvestades seoseid põlevkivitööstuse õhusaaste ning ebasoodsate sünnitulemuste ning hingamisteede ja südame-veresoonkonna haiguste vahel, tuleks prioriteediks seada põlevkivitööstuse heidete edasine vähendamine. See peaks hõlmama jätkuvat tootmis- ja puhastustehnoloogiate uuendamist. Samuti tuleks kiirendada üleminekut mitte-saastavatele energiatootmise lahendustele, mis vähendab piirkondlikku saastekoormust ja tervise ebavõrdsust. Praeguses olukorras tarbitakse Ida-Virumaal toodetud elektrit üle Eesti ja põlevkiviõli üle maailma, ent selle tootmisega kaasnevad tervisemõjud tekitavad valdavalt Ida-Virumaal (Lisa 4).

Gaasielektrijaamad

Aruandes „Gaasielektrijaamadega seotud tervisemõjud: süstemaatiline ülevaade“ (Lisa 5) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2015 kuni 24. oktoober 2025 *PubMed* ja *Scopus* andmebaasides avaldatud uuringuid, mis käsitlesid gaasikütusel põhineva elektritootmise mõju tervisele. Kaasamiskriteeriumitele vastas ja analüüsi kaasati 15 uuringut.

Gaasi (maagaasi või biogaasi) põlemisel tekib kõige enam lämmastikoksiide (NO_x), kuid lisaks tekib ka õhusaaste osakesi $\text{PM}_{2,5}$ ja PM_{10} , vääveldioksiidi, osooni, lenduvaid orgaanilisi ühendeid ning kasvuhõõnegaase. Küll tekib gaasi põletamisel 1 MWh elektrienergia tootmise kohta saasteaineid vähem kui söe, kütteõlide, biomassi jms põlemisel, kuid kui gaasielektrijaamu on palju ja nad asuvad inimeste elukohtade läheduses, võib sellel olla mõju tervisele, suurendades haigestumist südame-veresoonkonna ja hingamisteede haigustesse.

Teisalt on mitmetes uuringutes näidatud olulist tervisenäitajate paranemist ning õhusaastest põhjustatud haigestumise ja suremuse vähenemist kui elektritootmisel on üle mindud kivi- või pruunsöelt maagaasile või biogaasile. Gaasijaamast tervisesõbralikum on siiski heitevaba taastuvenergia (tuul, päike, salvestus, vesinik), millega ei kaasne otsest õhusaastet. Tervise seisukohalt on gaasijaamad hea alternatiiv põlevkivi ja biomassi põletamisele, kuid eelistama peaks tihedast inimasustusest eemal olevaid asukohti, kõrgete korstnatega ja väiksemate emissioonidega ja puhastusseadmetega jaamu. Enne uute gaasijaamade rajamist tuleb hinnata sellest lähtuva õhusaaste levikut ja sellest tulenevaid potentsiaalseid tervisemõjusid ning vastavalt sellele leida gaasijaamadele parim asukoht. (Lisa 5)

Päikesepargid

Aruandes „Päikesepaneelide tööga seotud võimalikud terviseriskid: süstemaatiline ülevaade“ (Lisa 6) analüüsisime ajavahemikus 1. jaanuar 2015 kuni 18. november 2025 *PubMed* ja *Scopus*

andmebaasides avaldatud uuringuid, mis käsitlesid päikesepaneelide võimalikke tervisemõjusid. Kokku kasutati analüüsis 8 uuringu tulemusi.

Kaasatud uuringute tulemused kinnitasid, et tavapärase töötamise ajal on päikesepaneelid heitevabad ja tervisele ohutud. Päikesepeakides mõõdetud elektromagneetväljade tasemed on madalad ja ohutud. Suurimad väärtused mõõdeti inverterite ja trafode vahetus läheduses, kuid need langesid taustatasemeni juba 2–3 meetri kaugusel, jäädes kaugemale allapoole piirnormidest. Erinevalt tuumajaamadest ei tekitanud ühe leitud uuringu põhjal päikesepaneelide nägemine maastikul inimestes ka negatiivseid emotsioone.

Küll sisaldavad päikesepaneelid mitmeid kemikaale, mis on nii tervisele kui ka ökosüsteemidele kahjulikud, kui need keskkonda satuvad. Suurim oht tervisele on paneelide purunemine (nt tugeva rahe, tulekahju või vale käitlemise tõttu), mille tagajärjel võivad keskkonda leostuda ohtlikud raskmetallid nagu plii ja kaadmium, mis kujutavad endast märkimisväärset vähiriski ja toksilist ohtu. Kuna päikesepaneelid sisaldavad ohtlikke ühendeid, on erilist tähelepanu vaja pöörata päikesepaneelide jäätmete ohutule käitlemisele. Soovitame teavitada eraisikuid päikesepaneelide ohtudest nende purunemise või põlengu korral ning anda juhiseid õigeaks tegutsemiseks (Lisa 6).

Salvestustehnoloogiad

Aruandes „Salvestustehnoloogiate tööga seotud võimalikud terviseriskid: ülevaateuuring“ (Lisa 7) analüüsisime *Scopus* andmebaasis avaldatud uuringuid, mis käsitlesid pump-hüdrosalvestuse (PHS) ja akude võimalikke tervisemõjusid. Lisaks kaasasime ka asjakohased Eestis tehtud keskkonnamõjude hindamised. Kasutati narratiivse ülevaateuuringu metoodikat.

Pumphüdrosalvestus

Eestis on arendamisel Paldiski PHS (500 MW), kus alumised reservuaarid asuksid ligi 600 meetri sügavusel maa all ning ülemiseks reservuaariks on Läänemeri. Paldiski PHS põhjustatud olulisemad terviseriskid kohalikule elanikkonnale on seotud selle ehitusega, mis võib kesta 8 aastat. Jaama ehituse käigus tehakse kaevetöid, puurimisi ja lõhkamistöid. Ehitusega seotud müra ja vibratsioon võib põhjustada elanikel häiritust ja unehäireid. Kaevandamine ja transport tekitavad tolmuosakesi ja heitgaase (PM₁₀, PM_{2,5}, NO_x), mis on seotud hingamisteede ja südameveresoonekonna haigustega. Šahtide rajamise ajal tuleb välja pumbata põhjavett, mis võib ajutiselt mõjutada kohalikku joogivee kättesaadavust. Kõiki mõjusid saab leevendada keskkonnamõjude hindamistes välja pakutud meetmetega.

Akud

Akude paigaldusmaht kasvab nii Eestis kui mujal maailmas kiiresti. Levinuim tehnoloogia on liitium-ioonakud. Liitium-ioonakud on tavakasutuse korral enamasti ohutud, kuid nendega kaasnevad spetsiifilised riskid, millega tuleb arvestada. Peamine akude tavakasutusega seotud risk on akude kontrollimatu kuumenemine (ingl *thermal runaway*). See on kiire soojenemise protsess, mida käivitavad akus toimuvad eksotermilised sisereaktsioonid ning see võib lõppeda aku süttimisega või viia plahvatuseni. Akude vastupidavust mehhaanilisele vigastamisele, kõrgele temperatuurile, ülelaadimisele ja teiste ohtlikele situatsioonidele testitakse enne nende turule lubamist ja kasutusel olevad akud peaksid olema ohutud. Siiski on maailmas kasvamas elektrisõidukite põlengute ja akuparkide põlengute arv, mis on kaasa toonud ka inimohvreid. Mehhaanilise kahjustuse käigus võib aku hakata lekkima. Põlengu või lekke korral eraldub akust ohtlikke aineid, millest kriitilisim on vesinikfluoriidhape (HF). See põhjustab tugevat keemilist söövitust ning selle aurud südame rütmihäireid ja neerupuudulikkust. Akupõlengud on väga intensiivsed ja akud võivad uuesti süttida isegi päevi pärast kustutamist. Suure akupargi kustutamiseks võib kuluda tuhandeid tonne vett. Samuti tekitab akude järjest suurenev kasutamine suure ohtlike jäätmete voo. Väikeste akude (nt mobiiltelefonidest) sattumine tavaprügi hulka on Euroopas põhjustanud prügilapõlengute märgatava kasvu. Need põlengud tekitavad kaugemale levivat õhusaastet: dioksiinid, raskmetallid, eriti peened osakesed. Akude lagunemisel prügilas võivad raskmetallid (koobalt, nikkel, liitium jt) jõuda pinnasesse ja põhjavette. Näiteks on liitiumi suuremaid kontsentratsioone leitud Hiina jõgedest ja kraaniveest kus akude tootmine ja kasutus on praegu maailmas kõige suurem. Akude taaskasutus on kogu maailmas alles algusjärgus ning ei toimi piisavalt. Akuparkide puhul soovitame pöörata erilist tähelepanu nende tuleohutusele, näiteks arendada varajase hoiatamise süsteeme (nt gaasiandurid). Kõikide akude puhul tuleb soodustada taaskasutuse tehnoloogiate arengut ning tõsta elanikkonna teadlikkust akudega seotud ohtudest (Lisa 6).

Energia tootmisviiside võrdlus: peamised ohutegurid, tervisemõjud ja soovitused nende leevendamiseks

Käsitletud ülevaateuuringud näitavad, et erinevate energia tootmisviiside võimalikud tervisemõjud erinevad nii mõju iseloomu (haigused, sümptomid), ulatuse kui ka riskide tajutavuse poolest. Fossiilkütustel põhinevad lahendused, eelkõige põlevkivi kasutamine, on seotud õhusaasteainete emissiooniga, millel on selge ja tõendatud mõju hingamisteede ning südame-veresoonkonna tervisele. Veelgi suuremas koguses heidetakse tervisele kahjulikke saasteaineid välis- ja siseõhku biomassi (sh puidu) põletamisel, eriti kodustes küttekolletes (ahjud, pliidad, kaminad). Tuuleenergia puhul kerkivad esile müra, visuaalse häiringu ja sotsiaalsete teguritega seotud mõjud, sealhulgas häiritus ja uneprobleemid. Tuumaenergia korral on tavapärase töörežiimi puhul elanikkonna kiirgusdoosid madalad ja rangelt reguleeritud, kuid siiski on täheldatud nende lähikonnas (kuni 30 km) suuremat kilpnäärme vähi ja leukeemia riski ning võimalike avariidega seotud tagajärjed võivad olla ulatuslikud. Seetõttu on määrava tähtsusega range järelevalve (sh kiirgusseire) ja läbipaistev riskikommunikatsioon.

Erinevate energia tootmise viiside peamised ohutegurid, tervisemõjud ja soovitused nende leevendamiseks on esitatud Tabelis 1.

Tabel 1. Elektritootmise tehnoloogiate tervise mõjude riskitegurid, võimalikud tervise mõjud ja nende leevendamismeetmed Eesti kontekstis

Energiatootmise tehnoloogia	Mõjutavad riskitegurid	Tervise mõjud	Soovitused ja leevendusmeetmed
Tuulepargid	Müra; Visuaalne reostus	Häiritus; Unehäired; Võimalik seos südame- veresoonkonna haigustega (pole tõendatud)	*Piirväärtused kuuldavale mürale öisel ajal elamu lähedal välitingimustes 40 dB (A); siseruumides päeval 30 dB (A) ja öösel 25 dB (A)
	Valeinfo infraheli tervise mõjude kohta	Tervisekaebuste sagenemine (peavalu, väsimus, survetunne kõrvades jne)	*Visuaalse häiringu leevendamine korkuleppel elanikega
	Infraheli	Negatiivset tervise mõju ei ole uuringutes leitud	*Elanike varane kaasamine planeerimisprotsessi
	Elektromagnetväljad ja vibratsioon ei ulatu elanikeni		*Valeinfo kummutamine
Tuumajaamad	Ioniseeriv kiirgus (väikeses koguses radionukliidid pinnases, vees, õhus)	Mõned uuringud on näidanud kilpnäärme vähi ja leukeemia sagedasemat esinemist tuumajaamade lähedal	*Regulaarne radioaktiivsuse seire tuumajaama ümbritsevas keskkonnas *Vältida tuumajaama rajamist tihedalt asustatud alade ja lasteasutuste lähedusse
Biomassi põletamine: *kodused küttekolded, *koostootmis- jaamad	*Õhusaaste (¹ PM _{2,5} , ² PM ₁₀ , ³ PAH, ⁴ VOC, dioksiinid) *Suured koostootmisjaamad ja katlamajad emiteerivad oluliselt vähem saasteaineid kui kodused küttekolded	Krooniline obstruktiivne kopsuhaigus; Kopsuvähk; Astma; Hingamisteede kaebuste nagu köha sagedasem esinemine; Kõrgvererõhktõbi; Südame isheemiatõbi; Insult; Infarkt; Madal sünnikaal	*Soodustada ahiküttelt üleminekut vähem saastavatele kütteliikidele (kaugküte, elekter, gaas), eriti tiheasustuse piirkondades *Vahetada vanad ahjud vähem saastavate põletusseadmete vastu *Tõsta teadlikkust jäätmete põletamise ohtlikkusest kodustes küttekolletes *Eelistada biomassi kasutamist suures koostootmisjaamas, mis emiteerib oluliselt vähem saasteaineid kui põletamine kodustes küttekolletes
Põlevkivitööstus	*Õhusaaste (PM _{2,5} , PM ₁₀ , SO ₂ , NO _x , PAH, VOC, raskmetallid, benseen, fenool) *Lõhnahäiringud	Madal sünnikaal ja enneaegne sünnitus; Astma; Bronhiit; Hingamisteede põletikuline seisund; Sagedasemad hingamisteede kaebused nagu pikaajaline köha ja	*Põlevkivitööstuse heidete jätkuv vähendamine *Keskkonnanõuete jälgimine ja heitkoguste tõepärane raporteerimine

		välja köhitav röga; Südame isheemiatõbi; Südameinfarkt	*Lõhnahäiringute vähendamine *Laste ja täiskasvanute tervist edendavad programmid Ida-Virumaal
Gaasielektrijaamad	Õhusaaste (NO _x , PM _{2,5}), küll oluliselt väiksemas koguses võrreldes biomassi põletamise ja põlevkivitööstusega	*Südame-veresoonkonna haigused; Hingamis-tee haigused *Küll risk madalam võrreldes biomassi põletamise ja põlevkivitööstusega	Gaasijaamad rajada tiheasustusaladest eemale, eelistada vähem saastavaid jaamu, puhastuseadmete lisamist jaamale ja vesiniku lisamist gaasile
Päikesepaneelid	*Kasutamisel heitevabad *Purunemise, põlengu või ladustamise käigus võivad eralduda Al, Cu, Ni, Pb, Cd, Te, Mo, As	*Tavapärase kasutamise ajal on tervisele ohutud /Purunemise, põlengu või ladustamise käigus eralduda võivad ained, eriti plii ja kaadmium, on toksilised	*Pöörata tähelepanu päikesepaneelide jäätmete ohutule käitlemisele *Teavitada eraisikuid päikesepaneelide ohtudest purunemise või põlengu korral ning anda juhiseid õigeks tegutsemiseks
Paldiski vesisalvesti	Ehitusega seotud müra, vibratsioon, õhusaaste (tolm ja heitgaasid) ja risk joogiveega varustatusele Paldiski linnas	Ehituse perioodil võimalik häirituse, unehäirete, hingamisteede ja südameveresoonkonna haiguste sagenemine elanike hulgas	Ajalised piirangud ehitustegevusele, müratõke, tolmuwabade teede tagamine, piirangud põhjavee pumpamisele
Akad, akupargid	*Kasutamisel heitevabad *Süttimise oht *Põlengu või lekke korral eralduvad toksilised ühendid, (olulisim HF) *Vale jäätmekäitluse korral raskmetallide (koobalt, nikkel, liitium jt) leostumine pinnasesse ja põhjavette	*Kahjustused põlengu või plahvatuses tõttu; *HF põhjustab ränka keemilist söövitust, selle aurud südame rütmihäireid ja neerupuudulikkust; *Raskmetallid võivad põhjustada vähki ning seedetrakti ja närvisüsteemi häireid	*Tuleohutuse tagamine ja varajase hoiatamise süsteemid sh gaasiandurid *Tõsta elanikkonna teadlikkust akudega seotud tuleohust, sellega seotud riskidest (plahvatus, mürgised gaasid) ning korrektse jäätmekäitluse olulisusest

¹PM_{2,5} – õhusaaste osakesed suurusega alla 2,5 µm; ²PM₁₀ – õhusaaste osakesed suurusega alla 10 µm;

³PAH – polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud; ⁴VOC – lenduvad orgaanilised ühendid

Järeldused

Teaduskirjanduse ülevaadetest ilmnes, et igal energiatootmisviisil on teatav mõju tervisele. Põlevkivitööstus ja ahiküte tekitavad õhusaastet, millel on märkimisväärne mõju tervisele. Gaasi (maagaasi ja biogaasi) põletamine tekitab küll oluliselt vähem õhusaastet, kuid tervisemõju pole olematu ja võib muutuda suuremaks, kui rohkem gaasijaamu lisandub tihedalt asustatud piirkonda. Tuumajaamu ümbritsevasse keskkonda eraldub väga väikeses koguses radionukliide, mis ei mõjuta oluliselt radioaktiivsuse taset tuumajaamade lähedal. Samas on mõnedes uuringutes näidatud sagedasemat kilpnäärmevähi ja leukeemia esinemist kuni 30 km kaugusel tuumajaamast. Tuuleenergia peamine probleem on inimestes häirituse põhjustamine (müra, visuaalsed aspektid), mis samuti läbi stressi võib mõjutada ka une kvaliteeti ja sagedasemat haigestumist südame-veresoonkonna haigustesse. Eksperimentaalsed uuringud ei näidanud infraheli negatiivset mõju, samas negatiivse info esitamine infraheli kahjulikkuse kohta suurendas tervisesümptomite (nt survetunne kõrvades, peavalu, väsimus jne) esinemist uuritavatel. Päikeseenergial puudub mõju tavapärase kasutamise ajal, kuid terviseriskid tekivad nende purunemisel, põlemisel või vale jäätmekäitluse korral. Pumphüdosalvestuse rajamine on keeruline ehitusprojekt, mis ehituse ajal võib lähikonna inimesi häirida ja suurendada terviseriske. Akude kasutamine on üldjuhul ohutu, kuid esineb nende süttimist tavakasutuse ajal ning põlengu või lekke korral võivad akud olla eluohtlikud.

Kokkuvõttes sõltub elektritootmise tervisemõju mitte üksnes valitud tehnoloogiast, vaid ka selle asukohast, kasutatavast tehnilisest lahendusest, heitekontrolli tõhususest ning kogukonna kaasamisest. Inimeste suhtumist erinevatesse energialiikidesse võimendab ka selle kohta leviv info, mis võib kohati olla ka väär. Näiteks seostatakse tuulikuid infrahelist tekkivate tervisemõjudega, kuigi uuringud seda ei näidanud. Teisalt käsitletakse oluliselt vähem põlevkivitööstuse ja ahikütte tõendatud tervisemõjusid ning tuumaenergiaga seotud riske. Terviseriskide minimeerimiseks on oluline eelistada madala heitega tehnoloogiaid, rakendada tõhusaid saaste vähendamise meetmeid ning tagada otsustusprotsesside teaduspõhisus ja läbipaistvus. Kõikide energialiikide arendamisel tuleb arvestada võimalike terviseriskidega ja maandada neid nii palju kui võimalik.

Kasutatud kirjandus

- ENMAK 2035. (n.d.). *Energiamajanduse arengukava (ENMAK) | Kliimaministeerium*. Retrieved February 13, 2026, from https://kliimaministeerium.ee/energiamajanduse_arengukava
- Garritty, C., Hamel, C., Trivella, M., Gartlehner, G., Nussbaumer-Streit, B., Devane, D., Kamel, C., Griebler, U., & King, V. J. (2024). Updated recommendations for the Cochrane rapid review methods guidance for rapid reviews of effectiveness. *BMJ*, *384*. <https://doi.org/10.1136/BMJ-2023-076335>
- Global Energy Crisis – Topics - IEA*. (n.d.). Retrieved September 22, 2025, from <https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis>
- Global Energy Review 2025*. (n.d.). Retrieved November 6, 2025, from www.iea.org
- King, V. J., Stevens, A., Nussbaumer-Streit, B., Kamel, C., & Garritty, C. (2022). Paper 2: Performing rapid reviews. *Systematic Reviews*, *11*(1). <https://doi.org/10.1186/S13643-022-02011-5>
- Markandya, A., Armstrong, B. G., Hales, S., Chiabai, A., Criqui, P., Mima, S., Tonne, C., & Wilkinson, P. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: low-carbon electricity generation. *Lancet (London, England)*, *374*(9706), 2006–2015. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61715-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61715-3)
- Markandya, A., & Wilkinson, P. (2007). Electricity generation and health. *Lancet*, *370*(9591), 979–990. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61253-7/ATTACHMENT/61341AA8-D9CC-4EA8-964F-9A7E266E735B/MMC5.PDF](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61253-7/ATTACHMENT/61341AA8-D9CC-4EA8-964F-9A7E266E735B/MMC5.PDF)
- Marshall, N. S., Cho, G., Toelle, B. G., Tonin, R., Bartlett, D. J., D’rozario, A. L., Evans, C. A., Cowie, C. T., Janev, O., Whitfeld, C. R., Glozier, N., Walker, B. E., Killick, R., Welgampola, M. S., Phillips, C. L., Marks, G. B., & Grunstein, R. R. (2023). The Health Effects of 72 Hours of Simulated Wind Turbine Infrasound: A Double-Blind Randomized Crossover Study in Noise-Sensitive, Healthy Adults. *Environmental Health Perspectives*, *131*(3). <https://doi.org/10.1289/EHP10757>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N71>
- REKK 2030. (2025). *Eesti riikliku energia-ja kliimakava aastani 2030 ajakohastatud versioon*. <https://kliimaministeerium.ee/energeetika-maavarad/energiapoliitika/energia-ja-kliimakava>
- Romanello, M., Walawender, M., Hsu, S. C., Moskeland, A., Palmeiro-Silva, Y., Scamman, D., Ali, Z., Ameli, N., Angelova, D., Ayeb-Karlsson, S., Basart, S., Beagley, J., Beggs, P. J., Blanco-Villafuerte, L., Cai, W., Callaghan, M., Campbell-Lendrum, D., Chambers,

J. D., Chicmana-Zapata, V., ... Costello, A. (2024). The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. *Lancet (London, England)*, 404(10465), 1847–1896.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01822-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01822-1)

Tonin, R., Brett, J., & Colagiuri, B. (2016). The effect of infrasound and negative expectations to adverse pathological symptoms from wind farms. *Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control*, 35(1), 77–90.
https://doi.org/10.1177/0263092316628257/ASSET/D90140C8-16F5-4714-B165-9A39FD096E84/ASSETS/IMAGES/LARGE/10.1177_0263092316628257-FIG13.JPG