



SA SÄÄSTVA EESTI INSTITUUT  
SEI-TALLINN

**Eesti õhusaaste väliskulude arvutamise võimalused  
ExternE metoodika ja EcoSenseWeb abil**

Töövõtuleping nr. 18-20/399 aruanne

Instituudi juhataja.....  
Tea Nõmmann

Vastutav täitja.....  
Enn Kareda

Tallinn 2008

## Sisukord

Eessõna .....	3
1. ExternE metoodika lühiülevaade .....	4
1.1 Väliskulude arvutamise võimalused .....	4
1.2 Väliskulude arvutamise põhimõtted .....	5
1.3 EcoSenseWeb .....	6
2. Õhusaaste väliskulude arvutamine.....	8
2.1 Õhusaaste keskkonnamõjude arvutamise tasemed .....	8
2.2 Õhu saasteainete kahjufunktsioonide arvutamine.....	9
2.3 Saastekahjude rahaline hindamine .....	11
2.4 Kliimamuutustest tingitud kahjude ja kulude hindamine .....	11
2.5 ESW – väliskulude tehnoloogiapõhised arvutused.....	12
2.6 Õhu saasteainete arvatud väliskulude usaldusväärsus .....	13
2.7 Õhu saasteainete keskmised väliskulud .....	14
Kasutatud kirjandus .....	16
Lisad.....	17
Tabel 1 Põlevkivielektri tehnoloogiate väliskulude võrdlus.....	17
Tabel 2 Elektrijaamade väliskulude arvutus .....	18
Tabel 3 EL riikide õhu saasteainete keskmised väliskulud, 2010, €/t .....	19
Tabel 4 Õhu saasteainete kogused Eestis 1995-2006, tuh t.....	19
Tabel 5 Näide Narva EJ 2006.a. väliskulude regionaalsest jaotumisest.....	20
Tabel 6 Näide Eesti 2006.a. keskmiste väliskulude arvutustest .....	20

## ***Eessõna***

Käesoleva töö ülesandeks on anda eksperthinnang õhusaaste väliskulude arvutamise võimaluste kohta Eestis ExternE metoodika ja uue veebipõhise tarkvara EcoSenseWeb (ESW) abil nende kogemuste alusel, mis on saadud selle metoodika ja tarkvara kasutamisel Säästva Eesti Instituudis. Töö sisaldab ExternE metoodika ja tarkvara ESW lühikirjelduse ning mõnede Eesti energiaettevõtete ning nendes kasutatud tehnoloogiate õhu saasteainetest tingitud väliskulude arvutusnäiteid. Tähtsamate õhu saasteainete ühe tonni keskmiste soovituslike väliskulude alusel on arvutatud ka Eesti 2006.a. summaarsete õhu saasteainete arvestuslikud väliskulud statsionaarsete ja mobiilsete saasteallikate kohta.

Nimetatud tööülesannete täitmisel analüüsiti ExternE metoodika ja ESW abil arvutatud väliskulude usaldusväärsust ning kasutamisevõimalusi keskkonnatasude kehtestamiseks Eestis. Selle analüüsi tulemustest lähtudes on töö viimases osas esitatud ettepanekud ESW tarkvara arendamiseks ja keskkonnatasude kontseptsiooni täpsustamiseks.

# 1. ExternE metoodika lühiülevaade

Algselt ainult energeetika keskkonnamõtjude hindamiseks loodud ExternE teoreetiline juhendmaterjal on viimase 15 aasta jooksul arenenud paljudes Euroopa riikides rakendatud väliskulude hindamise meetodiks. ExternE väljatöötamist juhib Stuttgardi ülikooli Energiamajanduse ja energia ratsionaalse kasutamise instituut (IER), kes koostas ka ExternE metoodika viimase, 2005.a. kokkuvõtliku versiooni /1/. Metoodika kaasautoriteks on keskkonna-, majandus-, tehnika- ja meditsiiniteadlased Inglismaalt, Prantsusmaalt, Saksamaalt, Rootsist, Norrast jt. riikidest.

## 1.1 Väliskulude arvutamise võimalused

Kui teatud inimeste grupp (ettevõtted, tarbijad jt) tekitab kahju või riske teistele inimestele, tehiskeskkonnale ning ökosüsteemidele, mida osaliselt või täielikult ei arvestata ega hüvitata, siis nimetatakse neid rahaliselt hinnatud kahjusid ja riske väliskuludeks.

Väliskulusid on vaja arvutada näiteks energiamajanduse arendamise tehnoloogiate ning kütuste valikuks ning sellega seotud investeeringisotsuste tegemiseks. Seejuures tuleb arvutada mitte ainult olemasolevate elektrijaamade väliskulud vaid prognoosida ka tulevased projekteeritava elektrijaama väliskulud. Et langetada põhjendatud investeeringisotsuseid parima tehnoloogia, kütuse ja elektrijaama asukoha valikuks kulude minimeerimise kriteeriumi alusel, tuleb liita tegelikele investeeringis-, kütuse- ja eksploatatsioonikuludele ka väliskulud.

Väliskulude arvutamine on keeruline ülesanne, sest paljude otsete ja kaudsete kahjude ning riskide täpne naturaalnäitajate abil mõõtmine ning seejärel rahalisse vääringusse ümberarvutamine võib osutuda palju kallimaks kui otsitav väliskulu ise. Nimetatud probleemi lahendamiseks soovitab ExternE metoodika kolme võimalust:

- Kasutada sarnaste kahjude ja riskide hindamisel juba varem teostatud uuringuid ning nende alusel välja arvutatud keskmisi väliskulusid (ingl. benefit transfer).
- Lülitada (ingl. internalise) väliskulud näiteks maksudena tooraine ja toodete hindadesse nii, et vähemalt suurem osa väliskuludest kandub automaatselt majandusliku tasuvuse arvutustesse.
- Kui eespool nimetatud kahte võimalust kasutada ei saa, siis annab metoodika juhiseid, kuidas ise kõige otstarbekamal viisil siiski keskkonnamõju mõõta ja rahaliselt hinnata.

Suurem osa ExternE metoodika sisust on nende kolme võimaluse kirjeldamine koos soovitustega, kuidas vältida vigu ja ebatäpsusi. Lisaks õhu saasteainetele

käsitleb metoodika vee ja pinnase saastumisega, kliima soojenemisega, radioaktiivse kiirgusega, müraga, õnnetusjuhtumitega ja bioloogilise mitmekesisuse vähenemisega põhjustatud kahjude hindamist ja väliskulude arvutamist.

## **1.2 Väliskulude arvutamise põhimõtted**

Keskkonnamõjude hindamise lihtsaim meetod on anda kahjudele ja riskidele kvalitatiivsed eksperthinnangud (ingl. Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA). Selle meetodi kasutamine eeldab uuritavat valdkonda väga hästi tundvaid eksperte ja suhteliselt selgelt määratletud, üheselt mõistetavaid kriteeriume. Ekspertid peaksid olema suutelised vastama järgmistele küsimustele hindamiskriteeriumite sisu ja hinnangute koondnäitaja arvutamiseks vajalike kaalude kohta:

- Millised on kriteeriumite definitsioonid, mida ja millistes ühikutes nad mõõdavad ning milliseid konkreetseid kvantitatiivseid näitajaid kasutasid eksperdid oma hindepunktide andmisel? Kui kriteeriumite täpne sisu ja selle kvantitatiivsed alusandmed on määratlemata, siis ei tea eksperdid, mida nad tegelikult hindavad.
- Millised on kriteeriumite kaalud summaarse hinde moodustamisel? Miks valiti just niisugune kaalude süsteem? Kui isegi oletada, et iga kriteerium sai „õige“ hindepunkti, muudab vale kaalude süsteem kogu hindamise mõttetuks. Kaalude süsteem peegeldab ekspertide väärtushinnanguid ja oleneb ka iga kriteeriumi sisust. Kuidas on tagatud, et sisult osaliselt kattuvad kriteeriumid üksteist ei dubleeri ja sellega hindamistulemusi ei moonuta? Kuidas on tagatud, et mõne eksperdi poolt antud hinded ja kaalud peegeldavad Eesti riigi ja kõigi kahju kannatnud või riske taluvate elanike huve?

Kvalitatiivsete eksperthinnangute meetod on sobimatu suurte süsteemide, näiteks energiamajanduse stsenaariumite hindamiseks, sest süsteemi struktuuriliste seoste kirjeldamine ning hindamine ainult kvalitatiivsete kriteeriumitega on ebapiisav ning pealiskaudne. Isegi siis, kui mingid hindepunktid keskkonnakahju mõõtmiseks leitakse, ei saa neid liita või analüüsida koos rahaliste näitajatega. Suuri ja keerulisi süsteeme peab analüüsima kvantitatiivsete mudelite ja meetoditega. Seda on kinnitanud SEI-Tallinn kogemused Eesti energiamajanduse arengukava 2008-2018 KSH koostamisel.

ExternE metoodika soovib väliskulude arvutamisel lähtuda järgmistest põhimõtetest /1, lk 11-12/.

1. Keskkonnamõjusid tuleb mõõta ja analüüsida kvantitatiivsete meetoditega, sest kvantitatiivsed algoritmid tagavad hindamistulemuste piisava läbipaistvuse ja kontrollitavuse.
2. Paljude keskkonnamõjude kooshindamiseks tuleb neid mõjusid mõõta rahas, sest rahaühik on kõigile mõistetav ja rahas väljendatud kahju suurus annab ühtlasi mõõdu selle kahju tähtsusest – kahju suurus on võimalik hõlpsalt võrrelda näiteks kaupade ja teenuste hindadega. Samas näiteks kvalitatiivne eksperthinnang 120 punkti ei ütle midagi keskkonnamõju olulisuse kohta. Rahalise hindamise teine suur eelis on universaalsus, tulemuste ülekandmise võimalus ühest mudelist teise, sest rahaühik on hindamisprotsessist sõltumatu. Näiteks kui on arvatud 10 haiguspäeva kestnud bronhiidi rahaline kahju haigele endale ja riigile, siis on seda kahjusummat võimalik kasutada ka teiste samas riigis toimunud bronhiidahaigete puhul või pärast teatud täpsustusi ka teistes riikides. Samuti on niisugused rahalised kahjuhinnangud kasutatavad keskkonnamaksude määramisel. Kvalitatiivsed hindepunktid kehtivad kahjuks ainult ühe teoreetilise hindamismudeli ja eelduste süsteemi jaoks ning sõltuvad eksperdi subjektiivsest intuitsioonist, mida sageli ka ekspert ise ei oska veenvalt põhjendada.
3. Keskkonnamõju (või riski) olulisuse, eelistuste ja võimaliku kahju rahalise hinnangu saamiseks tuleb küsitleda keskkonnamõju piirkonnas elavaid ning keskkonnamõjust hästi informeeritud (keskkonnamõju selgelt tunnetavaid) inimesi. Rahva poolt valitud esindajate informeeritus keskkonnamõjust võib olla ka piisav, kuid nende seas läbiviidud küsitlused on näidanud, et nad ei soovi alati oma eelistusi avalikustada, sest see kitsendaks nende otsustamisvabadust.
4. Keskkonnamõju, näiteks õhu saastumisest tingitud kahju sõltub kohast, ajast ja inimeste arvust selles piirkonnas. Seepärast uuritakse kahjustava aine (keskkonnamõju) teekonda (ingl. Impact Pathway Approach, IPA) saasteallikast kuni kahju tekitamiseni inimestele, loodusele, põllumajandusele jne.
5. Poliitiliste otsuste vastuvõtmiseks arvutatakse vastavalt analüüsi eesmärkidele keskkonnamõjude (kahjude) summa või keskmine kahju uuritava ajaperioodil toodanguühiku, inimese või saasteaine ühiku kohta.

### **1.3 EcoSenseWeb**

Paralleelselt ExternE meetodika arendamisega on toimunud selle meetodika praktiliseks rakendamiseks vajaliku tarkvara EcoSense täiustamine. Projektis NEEDS kasutati esmakordselt selle tarkvara uusimat, veebipõhist versiooni EcoSenseWeb V1.3 (ESW), mis valmis jaanuaris 2008. ESW põhiautoriks on

Stuttgardi ülikooli Energiamaajanduse ja Energia Ratsionaalse kasutamise Instituut Saksamaal (IER, <http://webco.ier.uni-stuttgart.de> ).

IER andis NEEDS projekti partneritele suhteliselt värsked (baasaasta 2007) prognoosid elektritootmise 2020-2030.a. tehnoloogiate keskmiste tootmiskulude kohta (investeeringud, kütused ja eksploatatsioonikulud). ESW veebilehel on hulgaliselt viiteid uurimistööde aruannetele, keskkonnamõtjude hindamisele ja väliskulude arvutamise metoodika rakendustele.

ESW arvutisüsteemi server asub Stuttgardi ülikoolis. Projekti NEEDS ESW arvutuste 8 partnerit saatsid oma riigi elektrijaamade tehnilised näitajad ning saasteainete emissioonid otse ESW arvutisüsteemile, kus teostati 1-2 päeva jooksul väliskulude arvutused. Väliskulude arvutamine oli muudetud maksimaalselt kasutajasõbralikuks, sest ESW mudelites olid juba salvestatud arvutamiseks vajalikud aastakeskmised alusandmed projektis osalevate riikide kliima, tuulte, rahvastiku paiknemise ja majanduse kohta.

Selline tsentraliseeritud väliskulude arvutamise teenus on küll klientidele mugav, kuid soovida jätab arvutuste paindlikkus – võimalused väliskulude arvutamise mudelites fikseeritud eeldusi ning alusandmeid operatiivselt muuta, vahetulemusi analüüsida jne.

Kui väliskulude arvutamise tsentraliseeritud teenus muudetakse tulevikus tasuliseks (et kompenseerida Stuttgardi ülikooli teadustöö ja infotehnoloogilised kulutused) ja selle teenuse hind osutub ülemäära kõrgeks, siis tuleks kaaluda võimalust ESW tarkvara koos andmebaasidega ja vajaliku koolitusega igale riigile müüa. SEI-Tallinn on sellekohase ettepaneku projekti NEEDS koordinaatorile juba teinud. Tallinna Tehnikaülikool on ostnud näiteks USA-s välja töötatud ja paljudes riikides kasutatava energiasüsteemide planeerimise tarkvara MARKAL.

## 2. Õhusaaste väliskulude arvutamine

### 2.1 Õhusaaste keskkonnamõjude arvutamise tasemed

ESW koosseisu kuuluvate mudelite abil on võimalik arvutada õhusaaste keskkonnamõjusid ning väliskulusid geograafiliselt erinevate piirkondade jaoks: lokaalsed, regionaalsed ja mitut maailmajagu hõlmavad territooriumid (näiteks põhjapoolkera).

Lokaalsel tasemel mudelleeritakse õhu saasteainete levikut statsionaarsest allikast või transpordist maksimaalse raadiusega 50-100 km. Kui saasteained satuvad õhku maapinna lähedal tihedalt asustatud piirkondades, siis on suurte saasteainete koguste korral kõige enam ohustatud inimeste tervis. Saasteainete kontsentratsioonid ja nende dünaamika on hõlpsalt mõõdetavad. Õhu saastumise mõju inimeste tervisele hinnatakse epidemioloogiliste uuringute, haigestumise statistika ja muude meetodite abil. Mida väiksemad on õhu saasteainete kontsentratsioonid, seda keerulisem on arvutada kahjufunktsioone (**CRF** – concentration-response functions), seda vähem usaldusväärsed võivad olla arvutustulemused.

Regionaalsed õhu saastumise mudelid muutuvad olulisteks võimsate saasteallikate ning kõrgetest korstnatest lenduvate suurte saasteainete koguste puhul. Nende saasteainete poolt tekitatud kumulatiivse kahju arvutamiseks peavad mudelid kirjeldama piirkondi raadiusega vähemalt 1000 km ja lisaks inimeste tervisele hinnatakse ka teisi keskkonnakahju liike. ESW abil arvutatakse õhu saastumisest tekitatud kahju loodusele, mudelis nimetatud **biodiversity**, põllukultuuridele, **crops** ja ehitusmaterjalidele, **materials**. Neid ingliskeelseid termineid on kasutatud ka lisades toodud väliskulude arvutamise tabelites.

Käesolevas töös käsitletakse ainult lokaalset ja regionaalset taset. Suurima territoriaalse ulatusega taset nimetatakse ESW mudelis **hemispheric**. ESW arvutustes on põhjapoolkera väliskulud lähedased regionaalsele tasemele.

Sarnaselt geograafilistele (lokaalsetele ja regionaalsetele) tasemetele on ExterneE metoodikas ning väliskulude arvutamise praktikas välja kujunenud erineva üldistusastmega tasemed ka õhu saasteainetele. Nimetame neid kokkuleppeliselt individuaalseteks ja üldistavateks.

Individuaalselt käsitletakse õhu saasteainet siis, kui selle toime saastatavale objektile (inimesele, metsadele, veekogudele jne) on selgelt eristuv teistest õhu saasteainetest ning kahjustuste toimemehhanism teaduslikult ja empiirilisel tõestatud. Hästituntud näide on happevihmad ehk happelised aerosoolid väevli ja lämmastikuühendite tõttu fossiilkütuseid põletavate katelde korstnagaasides.



Üldistatult käsitletakse õhu saasteainet siis, kui ta „esindab“ saasteallika kahjulikku mõju. ESW mudelites arvutatakse väliskulud just üldistava tasemega saasteainete mõjust (heitmete kogustest) lähtudes. Sellel on mitu põhjust:

- Õhu saasteained heitgaasides esinevad tavaliselt mitme keemilise ühendi kombinatsioonina, kusjuures on peaaegu võimatu eristada iga keemilise ühendi mõju saastekahju tekitamisel.
- Heitgaaside kõigi saastekomponentide koguste täpne mõõtmine on tunduvalt kallim kui mõne peamise saastekomponendi mõõtmine.
- Heitgaaside saastekomponentide struktuur ning kogused on üsna täpselt prognoositavad, kui teame põletatava kütuse liiki, kvaliteeti, põlemistemperatuuri ning kasutatava tehnoloogia spetsiifikat. Kui need tehnilised näitajad mudelisse sisestada, siis polegi enam vajadust õhu saasteaineid üksikshaaval mõõta ning nende keskkonnamõju üksikshaaval hinnata.

Eespoolöeldut kokku võttes on mõistetav, miks õhu saasteainete keskkonnamõju hindamisel ning väliskulude arvutamisel domineerivad geograafiliselt regionaalne tasand ja saasteainete käsitlemisel üldistav tasand. Väliskulude arvutamise tabelid käesoleva töö lisades kinnitavad seda väidet.

## **2.2 Õhu saasteainete kahjufunktsioonide arvutamine**

Vastavalt ExternE metoodikale (IPA – Impact Pathway Approach) koosneb õhu saasteainete väliskulude arvutamise protsess põhimõtteliselt kolmest osast:

- saasteallika ja saasteainete leviku mõõtmine,
- saastekahju objektide (valdkondade, liikide) piiritlemine ja kahjufunktsioonide arvutamine,
- tekitatud kahju rahaline hindamine saasteainete ja objektide lõikes.

Kõige keerulisem ja vastutusrikkam on nendest kolmest etapist keskmine – kahjufunktsioonide ja kahjude arvutamine naturaalnäitajates (haigestumiste arv, eluaastate summaarne vähenemine, põllukultuuride ja metsade toodangu vähenemine, ehitusmaterjalde korrosioon jne.).

ExternE 2005 metoodika ülevaates käsitlevad kahjufunktsioonide (DRF ja CRF) arvutamise probleeme peatükid 5 ja 6 /1, lk 51- 132/. Käesolevas töös ei ole võimalik neil probleemidel pikemalt peatuda ja seepärast piirdume vaid mõnede lühikommentaari ja selgitavate märkustega.

Õhu saasteainete (sealhulgas As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb) kulgemist läbi ökosüsteemide ja inimeste toiduahelate kirjeldab **UWM** (*Uniform World Model*) /1, lk 61/. Selle mudeli parameetrid, tasakaaluvõrrandid, kahjufunktsioonid ja

väliskulud on arvatud paljude riikide teadlaste ühisuurigute alusel. UWM on kasutusel peamiselt USA-s.

Teine, kogu Euroopat hõlmav mudel **WATSON** (*integrated WATER and SOil environmental fate, exposure and impact assessment model of Noxious substances for Europe*) on kasutusel EcoSense tarkvaras /1, lk 62-69/. Mudeliga ei ole praegu haaratud eurooplaste toidulauale jõudvad kalasaadused kogu maailma meredest ja ookeanidest, sest siis tuleks arvutada saasteainete kulgemise globaalne mudel. WATSON kirjeldab õhu saasteainete tervist kahjustavat toimet inimestele Euroopas hingamisteede ja toidu kaudu.

Kahjufunktsioonide arvutamine algab inimese organismi sattuvate kahjulike ühendite mõju uurimisega ning saasteainete ohtlike dooside (läviväärtuste) määramisega – DRF (Dose-Response Functions). Nende funktsioonide kuju võib olla lineaarne, ebalineaarne või mingist läviväärtusest algav /1, lk 78/. Kui inimese tervist ohustav DRF on määratud, saab selle alusel tuletada uuritava piirkonna elanike tervisekahjustused CRF abil, mida omakorda saab kontrollida ning täpsustada epidemioloogiliste uuringutega.

ExternE metoodikas ja ESW mudelites defineeritakse CRF väärtused kui keskmine haigestumiste või haiguspäevade arv aastas (astma, bronhiidid jt) näiteks 1000 inimese kohta saasteaine(te) antud keskmise kontsentratsiooni korral välisõhus. Neid CRF väärtusi korrigeeritakse vastavalt antud piirkonna või linna kliimatilistele tingimustele, elanikkonna vanuselisele struktuurile jne. Massiliselt esinevate haiguste kahjufunktsioone saab rakendada kogu piirkonna elanikele või soovi korral ainult riskigruppidele.

Paljude õhu saasteainete seas on selliseid (näiteks raskmetallid, kantserogeensed keemilised ühendid jt), mille läviväärtust pole suudetud täpselt määrata, sest ka üliväikestes doosides on nad pärast teatud peiteaja möödumist tervistkahjustavad või funktsionaalseid hälbeid esilekutsuvad. Inimeste tervisele mõjuvad ohtlikud saasteained sageli valikuliselt, ainult teatud eelsoodumusega inimeste gruppidele. Epidemioloogilistes uuringutes hinnatakse ebamäärase läviväärtusega saasteainete ohtlikkust relatiivse riski (RR) näitajaga – haigusjuhtumite arvuga saasteaine kahel erineval kontsentratsioonil (1, lk 82).

Kahjufunktsioonide uuringute, mõõtmiste ja arvutamise keerukus sunnib tegema mitmeid lihtsustavaid eeldusi, mis kokkuvõttes vähendavad arvutustulemuste usaldusväärsust. Ebatäpsuste põhjusteks võivad olla keskkonnamõjude ekstrapoleerimine õhu saasteainete madalamate kontsentratsioonide suunas ja teiste haigestumist soodustavate tegurite ebapiisav arvestamine, mille tulemusena tahtmatult suurendatakse õhu saasteainete poolt elanikele tekitatud kahju.

Õhu saasteainete kahjufunktsioonide arvutamist ehitusmaterjalidele ning põllukultuuridele kirjeldab ExternE 2005 metoodika ptk 6.7 /1, lk 109-132/.

### **2.3 Saastekahjude rahaline hindamine**

Saastekahjude rahalise hindamise meetoditest ja tehnikatest annab ülevaate ExternE 2005 ptk 7 /1, lk 133-180/, kus käsitletakse peale tervisekahjustuste hindamise ka ehitusmaterjalidele ja põllukultuuridele tekitatud kahju hindamist. Peamiste saasteallikatena käsitletakse energeetikat ja transporti.

Õhu saastumisest tingitud väliskulude hindamisel kasutatakse alusandmetena haigestumise statistikat kõrvutatult õhu saastumise statistikaga, ravikulused olenevalt haiguste liikidest ja ravi kestusest, haigestumise tõttu saamatajäänud tulu jt näitajaid. Kui on olemas seosed õhu saastumise ja surmajuhtumite vahel, kõrvutatakse keskkonnakaitselisi kulutusi ärahoitud surmajuhtumite arvu (VPF – value of a prevented fatality) ehk ühe inimelu väärtusega (VSL – value of a statistical life). Kui on võimalik arvutada saastumisest tingitud inimese eluea lühenemist, on väärtushinnangute leidmisel ühikuna kasutusel inimese ühe eluaasta väärtus (VOLY – value of life year).

Nimetatud väärtushinnangutest on suhteliselt sagedamini kasutatud VOLY, kusjuures nii selle ühiku kui ka VPF väärtuste määramisel peetakse õigeks nende väärtuste diferentseerimist olenevalt poliitilise otsuse eesmärgist, tagajärgedest ning taustast. Teatud orientiiriks valikute tegemisel on elukindlustuses rakendatud hüvitised. ExternE 2005 soovitab kasutada VOLY keskmise väärtusena 50 000 €/1, lk 147/.

Terviseriskide hindamisel käsitletakse elanikke, kui palju nad oleksid nõus maksma selle riski vähendamiseks või oma eluea pikendamiseks (WTP – willingness to pay ja CVM – contingent valuation method).

### **2.4 Kliimamuutustest tingitud kahjude ja kulude hindamine**

Projekti NEEDS ja ESW arvutustes kasutatakse kliimamudelit FUND v. 2.8 (Climate Framework for Uncertainty, Negotiation and Distribution). Seda mudelit kirjeldab ExternE 2005 ptk 8 /1, lk 181-200/. Metoodika autorite arvates on see mudel ebatäpne ja selle alusel tehtud otsused (näiteks kasvuhoonegaaside vähendamise kohustuste jaotamine riikide vahel Kyoto protokollis eesmärkidest lähtudes) vaieldavad.

Erinevatest eeldustest lähtudes hinnatakse CO<sub>2</sub> keskkonnakahju alampiiriks 9 €/t ja ülempiiriks ca 50 €/t. ESW mudelis kasutatakse hinda 19 €/t, mis on arvutatud keskkonnakahju vähendamiseks vajalike keskmiste kulude alusel (avoidance costs).

Kliimamuutuste hindamist käsitlev kirjanduse ülevaade /6/ märgib vajadust arvesse võtta täiendavaid sotsiaal-majanduslikke kululiike (SCC – social cost of carbon) ning olla valmis ebameeldivateks üllatusteks suurte looduskatastroofide näol. Kliimamuutuste tagajärjel seatakse ohtu inimeste põhivajadused vee, toidu ja elamiskõlbliku elukeskkonna järele kogu maailmas. Kliimamuutuste kahju hinnatakse praegu suurusjärgus 5-20 % kogu maailma SKP-st igal aastal. SCC kontseptsioonist lähtuvate mudelite alusel peaks CO<sub>2</sub> hind olema 85 €/t. Halvima ärahoidmiseks peaks kõik riigid kulutama kliimamuutuste leevendamiseks igal aastal vähemalt 1% SKP-st.

Suured erinevused kliimamuutuste kahjude hindamisel erinevate autorite töödes tulenevad liiga optimistlikest või liiga pessimistlikest eeldustest ning stsenaariumitest, erinevustest kahjude diskonteerimisel, sotsiaalse ja majandusliku kohanemisvõime prognoosimisel jne. Seetõttu ei ole need uuringud ja hinnangud omavahel korrektselt võrreldavad.

## **2.5 ESW – väliskulude tehnoloogiapõhised arvutused**

Projekti NEEDS üheks ülesandeks oli arvutada suuremate energeetikaettevõtete väliskulud ExterneE meetodika ja ESW tarkvara abil. Lisatud tabelites 1 ja 2 on arvutusnäited Eesti, Balti ja Iru elektrijaamade kohta.

Mõlema tabeli ülemises osas kuni 22. reani on tähtsamad tehnilised näitajad, mis sisestati on-line režiimis ESW infosüsteemi Stuttgartis. Näidetes on välja jäetud mõned read käesolevas ülevaates vähemoluliste näitajatega. Tabelite ridades 24-35 on kokkuvõtte ESW väliskulude arvutustulemustest ja tabelite allosas 37-45 väliskulude arvutused riikide õhu saasteainete keskmiste väliskulude alusel heitmete 1 tonni kohta, mida käsitleme alajaotuses 2.6.

Tabeli 1 keskmises veerus on Narva elektrijaamade (Eesti + Balti) 2005/2006. a. tegelikud näitajad, kui kasutusel on vanad põlevkivi tolmpõletuskatlad (PFBC) koos 400 MW koguvõimsusega uute keevkihtkateldegaga (CFBC). Vasakpoolses tabeli veerus on arvutusnäitena esitatud sama elektritoodangut andev arvestuslik põlevkivi tolmpõletuse tehnoloogia ja parempoolses veerus arvestuslik, ainult keevkihtkatelaid kasutatav tehnoloogia, mille heitgaasides on tunduvalt väiksem väävli- ja tolmisisaldus (vt allajoonitud arve). ESW programmi testimistingimuste kohaselt on keskmises veerus lisatud veel 7000 t peentolmu PM<sub>2,5</sub> heitmeid.

Lokaalse taseme summaarsed tervise, põllukultuuride ja ehitusmaterjalide kahjustamise väliskulud (read 24 ja 28) olid ootuspäraselt väga väikesed, sest enamik Narva elektrijaamade korstnagaase lendub väljapoole Eestit.

Regionaalsed väliskulud on esitatud inimeste tervist, põllukultuure ja ehitusmaterjale kahjustavate väliskulude summana. ESW programm võimaldab neid kululiike ka eraldi analüüsida, sealhulgas nende kulude jaotumist regiooni välisriikides.

Tabelis 5 on arvutusnäide Narva elektrijaamade vanade katelde heitgaaside väliskulude jaotumisest Eesti ja mõnede välisriikide vahel bioloogilise mitmekesisuse (hapestumise ja eutrofeerumise) kahjustustest tingituna. Need väliskulude arvutused lähtuvad atmosfäärifüüsika valemitest ja heitgaaside hajumise hüpoteesidest. Heitgaaside tegelikku hajumist ning väliskulude jaotumise õigsust on mõõtmistega praktiliselt võimatu kontrollida, sest need heitgaasid segunevad kõigist teistest õhu saasteallikatest pärinevate heitgaasidega. Nende teoreetiliste arvutuste alusel ei saa üks riik esitada teisele kahjunõudeid. Õhu saastumist mõõtvate EMEP taustajaamade võrk on selleks otstarbeks liiga hõre.

Tabeli 2 ridadel 24-35 on kokkuvõtte Eesti ja Balti elektrijaamade ning Iru koostootmisjaama (kütusteks gaas või õli) õhu saasteainete väliskulude arvutustest. Tegelikult kasutab Iru koostootmisjaam põhiliselt gaasi ja õli on vaid reservkütus. Need arvutused peegeldavad ilmekalt väliskulude sõltuvust kütuse liigist ja toodetud elektrienergia kogustest. Ridadel 32-35 selgub kasvuhonegaaside osakaal väliskuludes, kui CO<sub>2</sub> on hinnatud 19 €/t.

## **2.6 Õhu saasteainete arvatud väliskulude usaldusväärsus**

Tehnoloogiapõhised väliskulude arvutused Eesti elektrijaamade heitgaaside keskkonnamõju rahaliseks hindamiseks võtavad arvesse õhu saasteainete arvutuslikud kogused, korstnate kõrgused ja heitgaaside arvutusliku kiiruse korstnasuust väljudes elektrijaamade täisvõimsusel.

ESW abil oleks põhimõtteliselt võimalik teha väliskulude arvutusi ka elektrijaamade tegeliku töörežiimi alusel, mis arvestaks nende võimsuse ja heitgaaside koguste ööpäevaseid ning aastaringseid kõikumisi. Sel juhul oleks vaja mõõta iga tunni järel elektrijaamade kõigist korstnatest väljuvate heitgaaside koguseid ning koostist, tuule kiirust ja suunda. Vajalik mõõtetehnika koos automaatse registreerimisega andmebaasides on välja töötatud, kuid selline infosüsteem koos anduritega on suhteliselt kallis ja ka elektrijaamad ise ei ole huvitatud nii detailse tehnoloogilise informatsiooni avalikustamisest. Kuna testarvutustes kasutatud heitgaaside kogused on tegelikult ajas ja ruumis enam hajutatud, siis on arvatavasti väiksemad ka kahjulikud keskkonnamõjud ning väliskulud.

Teine väliskulude ülehindamise võimalik põhjus on tingitud eeldusest, et ka hajunud ning väga madala kontsentratsiooniga õhu saasteained sadade ja isegi

tuhandete kilomeetrite kaugusel saasteallikast on ikka veel kahjuliku keskkonnamõjuga. See teoreetiline eeldus ei pruugi alati ja kõigi saasteainete osas õige olla. Võib oletada, et need arvatud väliskulud on tõenäoliselt suuremad kui tegelikud õhu saastumisest tingitud kahjud, mille täpne mõõtmine inimestel, looduses, põllukultuuridel ja ehitusmaterjalidel on kahjuks praktiliselt võimatu. Paljude õhu saasteainete puhul on ju katsetega tõestatud, et teatud läviväärtusest väiksematel saastainete kontsentratsioonidel nende kahjustav toime puudub. Eranditeks võivad olla mõned kantserogeensed ja radioaktiivsed ained ning väga toksilised ühendid.

Arvatud väliskulude usaldusväärsuse probleemi on käsitletud ExternE metoodikas ja arutatud NEEDS projekti koosolekul. Kuna NEEDS projekti raames tehtud elektrijaamade väliskulude võrdlusarvutused maksimaalselt lihtsustatud ja kasutajasõbraliku veebipõhise tarkvara ESW abil korrakaheksas riigis on esmakordne ja nende arvutustega sooviti saada üldpilti väliskulude suurusel erinevate tehnoloogiate korral erinevates riikides, siis soovitati piirduda väliskulude üldnäitajatega, mida on lihtsam võrrelda. Liites omavahel õhu saasteainetest tingitud tervisekahjud, põllukultuuride saagikuse vähenemise kahjud ja ehitusmaterjalidele tekitatud kahjud tekib koondnäitaja, kus nimetatud kahjukomponentide arvutamise võimalikud vead üksteist vastastikku tasakaalustavad ning koondnäitaja relatiivne viga on väiksem kui nimetatud kolmel väliskulu komponendil.

Lokaalsete väliskulude arvutustulemusi on teatud määral võimalik mõõtmistega kontrollida, kui saasteainete kontsentratsioonid on suhteliselt suured ja kahjude hinnangud piisavalt usaldusväärsed. Regionaalsete väliskulude kontrollimiseks on saastaja ja saasteainete mõju alla sattunud objektid teineteisest väga kaugel, saasteainete kontsentratsioonid väikesed ja kahjufunktsioonid pigem hüpoteeside tasemel. Seepärast puuduvad reaalsed võimalused mõõtmiste abil regionaalsete väliskulude arvutustulemusi kontrollida.

Samas tuleb tunnistada, et näiteks kasvuhoonegaaside, happeliste aerosoolide, radioaktiivsete ainete ja raskmetallide kauglevi on tõestatud. Kindlasti on arvatud regionaalsetest väliskuludest teatud osa põhjendatud.

Kuna saastekahjude täpne mõõtmine on väga ressursimahukas ja sageli praktiliselt võimatu, siis on lihtsam võtta kasutusele saasteainete kokkuleppelised keskmised väliskulud.

## **2.7 Õhu saasteainete keskmised väliskulud**

NEEDS projekti käigus arutasid Stuttgardi ülikooli IER spetsialistid õhu saasteainete keskmised väliskulud kõigi EL riikide jaoks. Väljavõte nendest arvutustest on esitatud tabelis 3. Arvutused tehti suurte energeetikaettevõtete (elektrijaamade ja katlamajade) õhu saasteainete väliskulude summaarseks

(lokaalsed + regionaalsed) hindamiseks kahe kululiigi – tervisekahjustuste ja bioloogilise mitmekesisuse vähenemise kohta. Miinusmärgiga väliskulud tähendavad seda, et antud saasteaine vähendab saastekahjusid – neutraliseerib teiste saasteainete kahjulikku toimet või soodustab bioloogilise mitmekesisuse suurenemist.

Keskliste väliskulude arvutamisel võeti arvesse riikide kliimaatilised, demograafilised ja majanduslikud erinevused. Traditsiooniliselt mõõdetavatest saasteainetest puudub tabelis PM<sub>10</sub> ja selle asemel on PM<sub>2,5</sub>, sest IER arvates esindab PM<sub>2,5</sub> saastekoormust täpsemalt kui PM<sub>10</sub>.

Eesti energiaettevõtete õhu saasteainete keskmised väliskulud heitmete 1 tonni kohta on tabeli 3 riikide seas enamike saasteainete puhul teistest väiksemad. Kuna täpsem informatsioon keskmiste väliskulude arvutamise meetodika kohta puudub, siis ei ole praegu võimalik neid erinevusi konkreetselt põhjendada.

Tabelite 1 ja 2 alumistel ridadel 37-45 on arvutatud elektrijaamade ja nendes kasutatud erinevate tehnoloogiate väliskulud NO<sub>x</sub> ja SO<sub>2</sub> kohta. Tabelite viimasel real on esitatud kahe erineva arvutusmeetodiga määratud väliskulude suhe protsentides. Lihtsustatud meetodiga (keskmised väliskulud) arvutatud väliskulud osutusid enamikel juhtudel väiksemateks, sest arvesse oli võetud vaid kahe saasteaine mõju.

Tabelis 6 on tehtud kontrollarvutused Eesti 2006.a. peamiste õhu saasteainete väliskulude määramiseks, kui summaarsed heitkogused statsionaarsetest ja mobiilsetest allikatest (tabel 4) korrutada (tabel 3) väliskuludega ühe tonni kohta. Kuna Eestis veel ei peeta arvestust PM<sub>2,5</sub> kohta, siis on need heitmed antud näites hinnatud kolm korda väiksemateks PM<sub>10</sub> kogustest. Arvutustulemuste kohaselt oleks summaarsed tervisekahjud statsionaarsete saasteallikate heitgaasidest 4,4 ja mobiilsetest saasteallikatest 2,6 miljardit krooni, kokku ca 7 miljardit krooni.

Õhu saasteainete summaarsete väliskulude arvutamine ühe tonni heitmete keskmiste väliskulude korrutamisega heitmete üldkogusega on küll lihtsaim kõigist võimalikest arvutusmeetoditest, kuid paraku ka kõige ebakindlam keskkonnakahjude hindamise viis, sest ei arvesta suuri võimalikke erinevusi heitgaaside koostises, hajumises, kahjufunktsioonides, rahvastiku paiknemises, kliimaatilistes tingimustes jne. Niisuguste arvutuste õigsust on võimatu kontrollida, kui pole täpselt kirjeldatud ühe tonni õhuheitmete keskmiste väliskulude arvutamise eeldusi ning alusandmeid.

## ***Kasutatud kirjandus***

1. ExternE – Externalities of Energy. Methodology 2005 Update. Ed. P. Bickel, R. Friedrich, 2005.
2. The Political Economy of Environmentally Related Taxes, OECD, 2006.
3. Technology data for electricity and heat generation plants, Danish Energy Authority, 2005.
4. O. Gavrilova, T.Randla, L. Vallner, M. Strandberg, R. Vilu, Life Cycle Analysis of the Estonian Oil Shale Industry, Tallinn University of Technology, 2005.
5. Private costs of electricity and heat generation, CASES, D4.1, 2007.
6. A database of studies on energy-related external costs due to land use changes, acidification and eutrophication, visual intrusion and climate change, CASES, D3.1, 2007.
7. The role of monetary valuation of externalities and CBA in energy policy making processes, NEEDS, D11.1, 2006.
8. J. Valtin, Energiatoodete maksustamise uuring. Tallinna Tehnikaülikool, Elektroenergeetika instituut, 2007.
9. Keskkonnatasude arendamise kontseptsioon aastateks 2010-2020, eelnõu, 2008.



## Lisad

Tabel 1 Põlevkivielektri tehnoloogiate väliskulude võrdlus

Alternatiivi nimetus			Narva-P	Narva-M1	Narva-C
2	Tehnoloogia		PFBC	PFBC+CFBC	CFBC
4	Elektri netotoodang	GWh	8 500	8 500	8 500
13	<b>Õhusaaste 2006.a.</b>				
18	SO <sub>2</sub>	t	<u>66 810</u>	67 075	<u>833</u>
19	NO <sub>x</sub>	t	10 752	10 380	5 525
20	PM <sub>10</sub>	t	<u>26 775</u>	<u>15 665</u>	3 825
21	PM <sub>2,5</sub>	t		<u>7 000</u>	
22	CO <sub>2</sub>	1000 t	10 800	10 200	10 200
23	<b>A. Väliskulud, ESW</b>				
24	Kohalik: tervis, põllum, mater.	c/kWh	0	0	0
25	Region: tervis, põllum, mater.	c/kWh	3,32	2,65	0,31
26	Biol. mitmekesisuse kahju	c/kWh	0,22	0,20	0,04
27	KHG kahju	c/kWh	2,50	2,41	2,41
28	Kohalik: tervis, põllum, mater.	Mio €	0,0042	0,0022	0,0015
29	Region: tervis, põllum, mater.	Mio €	282,05	225,42	26,37
30	Biol. mitmekesisuse kahju	Mio €	18,80	16,92	3,29
31	KHG kahju	Mio €	212,80	205,20	205,20
32	Kokku väliskulu, ESW	c/kWh	6,04	5,26	2,76
33	Sama, ilma KHG	c/kWh	3,54	2,85	0,35
34	Kokku väliskulu, ESW	Mio €	513,65	447,54	234,86
35	Sama, ilma KHG	Mio €	300,85	242,34	29,66
36	<b>B. Väliskulud, keskm. €/t</b>				
37	Tervis, NO <sub>x</sub> 1481 €/t	Mio €	15,92	15,37	8,18
38	Tervis, SO <sub>2</sub> 3392 €/t	Mio €	226,62	227,52	2,83
39	Biol mitm, NO <sub>x</sub> 676 €/t	Mio €	7,27	7,02	3,73
40	Biol mitm, SO <sub>2</sub> 167 €/t	Mio €	11,16	11,20	0,14
41	Põllumaj, NO <sub>x</sub> 84 €/t	Mio €	0,90	0,87	0,46
42	Põllumaj, SO <sub>2</sub> -11 €/t	Mio €	-0,73	-0,74	-0,01
43	Kokku väliskulu, keskm. emiss.	Mio €	261,14	261,24	15,34
44	Kokku väliskulu, keskm. emiss.	c/kWh	3,07	3,07	0,18
45	Kokku väliskulu, B/A (44/35)	%	87	108	52

Tabel 2 **Elektrijaamade väliskulude arvutus**

Elektrijaam		Eesti PP	Balti PP	Iru-G	Iru-O	
1	Asukoht	Narva	Narva	Tallinn	Tallinn	
2	Tehnoloogia	PFBC+CFBC	PFBC+CFBC	CHP	CHP	
3	Kütus	põlevkivi	põlevkivi	gaas	õli	
4	Elektri netotoodang	GWh	6 700	1 800	460	460
5	Võimsus	MW	1 490	410	180	180
6	Töötunde aastas	h	4 500	4 500	2 550	2 550
7	Korstnagaase tunnis	Nm3/h	5 608 000	2 760 000	650 000	628 000
8	Korstnagaaside temperatuur	K	440	440	413	433
13	<b>Õhusaaste 2006.a.</b>					
14	SO2	mg/Nm3	1 500	1 500	0	496
15	NOx	mg/Nm3	280	280	380	450
16	PM10	mg/Nm3	420	420	5	50
17	PM2,5	mg/Nm3	150	150	2	25
18	CO2	t	52 990	14 086	0	820
19	NOx	t	8 200	2 180	630	750
20	PM10	t	12 380	3 290	8,3	82
21	PM2,5	t	4 420	1 180	3	40
22	CO2	1000 t	8 600	2 200	332	431
23	<b>A. Väliskulud, ESW</b>					
24	Kohalik: tervis, põllum, mater.	c/kWh	0	0	0	0
25	Region: tervis, põllum, mater.	c/kWh	2,25	4,13	0,25	1,07
26	Biol. mitmekesisuse kahju	c/kWh	0,17	0,31	0,10	0,12
27	KHG kahju	c/kWh	2,44	2,32	1,37	1,78
28	Kohalik: tervis, põllum, mater.	Mio €	0,0046	0,0222	0,0026	0,0274
29	Region: tervis, põllum, mater.	Mio €	150,99	74,32	1,15	4,94
30	Biol. mitmekesisuse kahju	Mio €	11,34	5,52	0,47	0,56
31	KHG kahju	Mio €	163,40	41,80	6,31	8,20
32	Kokku väliskulu, ESW	c/kWh	4,86	6,76	1,72	2,97
33	Sama, ilma KHG	c/kWh	2,42	4,44	0,35	1,19
34	Kokku väliskulu, ESW	Mio €	325,73	121,67	7,93	13,73
35	Sama, ilma KHG	Mio €	162,33	79,87	1,62	5,53
36	<b>B. Väliskulud, keskm. €/t</b>					
37	Tervis, NOx 1481 €/t	Mio €	12,14	3,23	0,93	1,11
38	Tervis, SO2 3392 €/t	Mio €	179,74	47,78	0,00	2,78
39	Biol mitm, NOx 676 €/t	Mio €	5,54	1,47	0,43	0,51
40	Biol mitm, SO2 167 €/t	Mio €	8,85	2,35	0,00	0,14
41	Põllumaj, NOx 84 €/t	Mio €	0,69	0,18	0,05	0,06
42	Põllumaj, SO2 -11 €/t	Mio €	-0,58	-0,15	0,00	-0,01
43	Kokku väliskulu, kesk. emiss.	Mio €	206,38	54,86	1,41	4,59
44	Kokku väliskulu, kesk. emiss.	c/kWh	2,43	0,65	0,02	0,05
45	Kokku väliskulu, B/A (44/35)	%	127	69	87	83

Tabel 3 EL riikide õhu saasteainete keskmised väliskulud, 2010, €/t

	EL 27	Eesti	Soome	Läti	Leedu	Prantsusmaa	Saksamaa
<b>Tervisekahjud</b>							
NH3	9482	5103	3160	4825	4348	8595	13070
LOÜ	584	163	175	296	326	702	831
NOX	5591	1481	1121	2590	3966	7264	8947
PPM <sub>2.5</sub>	25989	7677	6132	9101	11277	28166	42884
SO2	6070	3392	2298	3854	4412	7844	8318
<b>Biol. mitmeksisus</b>							
NH3	3266	3188	1764	2980	2229	2982	5999
LOÜ	-67	-29	-31	-34	-28	-54	-203
NOX	903	676	893	638	590	991	1503
PPM <sub>2.5</sub>	0	0	0	0	0	0	0
SO2	177	167	401	133	139	413	580

Tabel 4 Õhu saasteainete kogused Eestis 1995-2006, tuh t

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	LOÜ	CO	Tolm
1995 Kokku	118,6	42,1	47,5	242,3	..
Statsionaarsed allikad	110,3	14,9	6,5	27,2	113,1
Mobiilsed allikad	8,3	27,2	41	215,1	..
2000 Kokku	92,8	38,7	21,2	118,8	60,4
Statsionaarsed allikad	91,5	15,3	7,5	19,4	59,5
Mobiilsed allikad	1,3	23,4	13,7	99,4	0,9
2004 Kokku	86,8	34,2	16,2	72	28,2
Statsionaarsed allikad	85,4	16,1	9,4	23,4	25,8
Mobiilsed allikad	1,4	18,1	6,8	48,6	2,4
2006 Kokku	83,9	14,4	11,1	26,4	55,1
Statsionaarsed allikad	68,2	13,1	8,7	21,1	12,4
Mobiilsed allikad	15,7	1,3	2,4	5,3	42,7

Tabel 5 Näide Narva EJ 2006.a. väliskulude regionaalsest jaotumisest

**Saasteallika tehn. näitajad**

Elektri netotoodang	8 500 GWh/a
SO <sub>2</sub>	1774 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	285 mg/Nm <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	711 mg/Nm <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	600 mg/Nm <sup>3</sup>
Korstnagaasid	8 370 000 Nm <sup>3</sup> /h

**Väliskulud**

**Tervis, põllumajandus, materjalid**

Million €

Kohalik	0.0071
Regionaalne	333
Kohalik + regionaalne	331
Kohalik + regionaalne+põhjapoolkera	354

**Bioloogilise mitmekesisuse kahju**

**Hapestumine ja eutrofeerumine**

19.00

Eesti	1.29
Soome	14.10
Leedu	0.05
Läti	0.15
Norra	0.53
Rootsi	3.16

Tabel 6 Näide Eesti 2006.a. keskmiste väliskulude arvutustest

	Heitmed t	Tervisekahju		Kahju loodusele	
		EEK/t	MEEK	EEK/t	MEEK
Lenduvad org. ühend. kokku	11 100	2 548	28		
statsionaarsed allikad	8 700	2 548	22		
mobiilsed allikad	2 400	2 548	6		
NO <sub>x</sub> kokku	14 400	23 184	334	10 587	152
statsionaarsed allikad	13 100	23 184	304	10 587	139
mobiilsed allikad	1 300	23 184	30	10 587	14
PM <sub>2,5</sub> kokku (1/3 PM <sub>10</sub> )	18 180	120 151	2 184		
statsionaarsed allikad	4 090	120 151	491		
mobiilsed allikad	14 090	120 151	1 693		
SO <sub>2</sub> kokku	83 900	53 083	4 454	2 619	220
statsionaarsed allikad	68 200	53 083	3 620	2 619	179
mobiilsed allikad	15 700	53 083	833	2 619	41
Väliskulud KOKKU			7 000		372
statsionaarsed allikad			4 438		317
mobiilsed allikad			2 563		55