

EESTI KESKKONNAKASUTUSE VÄLISMÕJUDE RAHASSE HINDAMISE ANALÜÜS, I ETAPP

LISA 9B
MÕJU INIMESE HEAOLULE, KOONDÜLEVAADE

Gerli Paat-Ahi, Kadi Kallavus
SA Mõttekoda Praxis

Hedi Harzia
Terviseamet

1. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise eest vastutav ametnik:

Keskkonnaministeeriumi keskkonnakorralduse osakonna

nõunik Aire Rihe

(tel 626 2983, e-post: aire.rihe@envir.ee)

2. Projektijuht:

Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ

(tel 611 7692, e-post: katrinv@environment.ee)

3. Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüsi I etapi finantseerimine:



KIK 2015. aasta Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammi keskkonnakorralduse programmi eelarvest, projekti nimetus „Eesti keskkonnakasutuse välismõjude rahasse hindamise analüüs“.

praxis
mõttekoda

Koostaja ja toimetaja: Anne Aan, Katrin Väljataga, Estonian, Latvian & Lithuanian Environment OÜ

Korrektuur: OÜ Avatar

Kujundus: Lemmikmedium OÜ

SISUKORD

SISUKORD.....	3
SISSEJUHATUS.....	4
1 Saasteainete heide välisõhku	5
2 Ebameeldiv lõhn.....	7
3 Müra	10
4 Vibratsioon.....	12
5 Saasteainete heide vette.....	14
6 Saasteainete heide mulda.....	16
7 Veevõtt.....	18
8 Paisutamine	20
9 Maa hõivamine	22
KOKKUVÕTE	24
Kasutatud kirjandus	24

SISSEJUHATUS

Käesolev aruanne annab kompaktse kiirülevaate inimese heaolule avalduvate mõjude hindamise tulemustest läbi kõikide Eesti keskkonnakasutuse keskkonnamõjude rahasse hindamise analüüsi I etapis käsitletud keskkonnakasutuse vormide.

Kuna tegemist on koondülevaatega, on iga keskkonnakasutuse vormi analüüsi kokkuvõttesse lisatud viited valdkonda detailsemalt avavatele, sama projekti raames valminud materjalidele – lisa 11a ja 11b on kirjeldatud surve-, seisundi- ja mõjunäitajad. Lisan 12 on antud ülevaade inimesele avalduva keskkonnamõju näitajatest, süstematiseerituna PSI (surve-seisund-mõju) töölehtedele – täiendav süstematiseerimine tehti andmetele põhjusel, et klassikaline DPSIRi tabeli formaat võimaldab hõlpsalt näidata üks-ühele seoseid, kuid mitte olukordi, kus ühe haigusseisundiga on seotud mitu surve- ja/või seisundinäitajat või kus sama surve- või seisundinäitaja põhjustab mitmeid erinevaid tervisehädasid. Tervise- ja heaolumõjude ammendavaks kaardistamiseks ja DPSIR põhimõttel põhjus-tagajärg seoste süstematiseerimiseks ja visualiseerimiseks on vaja klassikalist DPSIR-lähenemist kohandada. Viimase kohta on näiteid toodud põhjaruande peatükis 1.

Lisaks on käesolevas aruandes viidatud teemakaartidele, mis illustreerivad tehtud analüüsi ja saadud tulemusi – need kujutavad endast valitud näitajate kohta kogutud ja analüüsitud andmete ruumilisele kujule viidud ülevaadet, mida seisundi- ja survenäitajate kaartidega kõrvutades saab kasutada trendide koosmuutumise analüüsi ja järelduste tegemise juures, samuti oluliste mõjupiirkondade väljaselgitamisel.

1 Saasteainete heide välisõhku

Keskkonnakasutuse vormi „Saasteainete väljutamine välisõhku“ on esitatud aastate kaupa (2006–2014) lisa 11a *DPSIR1* tabeli vastavatel töölehtedel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus on leitavad *DPSIRi* tabelite tulpades nr 14 ja 15. Mõjutegurid on seotud surveteguritega, mis asuvad samade tabelite tulpades nr 2. Käesolevas töös käsitletakse järgmiseid välisõhu survetegureid: NO_x, NH₃, SO_x, H₂S, O₃, LOÜ (ingl *NMVOC*), PM_{2,5} ja PM₁₀, CO, Pb, Cd, Hg, As, Ni.

Nimetatud survetegurite mõju inimese heaolule (s.o siin ja edaspidi heaolu, mis ei sisalda mõju tervisele) ei ole keskkonnas reeglina ühe saasteaine põhine, indikaatorite usaldusväärsuse määramisel (*DPSIRi* tabelis tulp nr 17) tuleb arvestada, et usaldusväärsemad seosed avalduvad, kui vaadelda nii saasteainete kui ka heaolu indikaatorite võimalikku koosmuutumist (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Välisõhu puhul vastavas *DPSIRi* tabelis kõige sagedasemalt kasutatavad mõju indikaatorid on:

- **subjektiivne eluga rahulolu** (Orru jt 2015), mis tugineb küsitlustele elanikkonna hulgas ja on otsene heaolu mõõdik, ent mille määramatust (tabelis tulp nr 18) suurendab selgelt suur sõltuvus konkreetse küsimuse sõnastusest, küsitluse ajast ja kohast ning parema tulemuse annab küsitlustulemuse kombineerimine teise indikaatoritega;
- võimalikku mõju iseloomustavad laialtlevinud väärtused on **muutused rahvastikudünaamikas** ning piirkonna külastajate arvu muutused (nt majutusasutuste täituvus) (andmed Statistikaametist), siinjuures eeldatakse, et saastatud õhk tekitab motivatsiooni regioonist lahkumiseks (OECD 2016);
- õhusaaste majanduslik mõju avaldub pikaajaliselt (OECD 2016) ning väljendub töäjõu **tootlikkuse languses** (Graff *et al.* 2012), **regioonist väljarändes** ning võimalikus **kinnisvara- ja rendihindade languses** (Deyak and Smith 1974, Chattopadhyay 1999, Hartley 2014).

Õhusaastet põhjustavad saasteained pärinevad:

- lennundusest, maanteetranspordist, raudteedest, laevandusest;
- ehitusest, tööstusest (sh soojus- ja elektrienergia tootmine) ja põllumajandusest;
- jäätmekäitlusest;
- toormete tootmisega seotud valdkondadest.

Täpsed surveid iseloomustavad väärtused saasteainete kohta mõõtühikutega kt/a või t/a on leitavad lisa 11a välisõhu *DPSIR* töölehtedel tulpas 3, nende konkreetne usaldusväärsus ja määramatus on iga survenäitaja kohta esitatud tulpades 4 ja 5. Ajalised muutused on kujutatud *DPSIR* tabeli töölehtedel 2006–2014; samuti on eraldi kujutatud valitud saasteainete trendid samal ajavahemikul.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus vastavas lisa). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järelhindamise tulemuste ülekandmise kaudu. Mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud põhjaruande peatükis 10.

Välisriikides tehtud uuringute ülekanne Eesti konteksti on rakendatav peamiselt seoses tervisemõjudega, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni (Air Quality Standards, European Commission) poolt seatud piirväärtuseid ning riskikoeffitsiente. Välisõhuga seotud heaolu-uuringuid (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) on teostatud väga piiratud ulatuses nii Eestis kui ka võrreldava oluga riikides. Teatavate piirangutega on võimalik kinnisvarahindade uuringute ülekanne, seevastu ei sobi demograafilised näitajad vastava meetodi alla. Käesolevas uuringus analüüsiti omavalitsuse tasandil Maa-ameti andmetele tuginevaid kinnisvaratehingute arvu ning

spetsiifiliste tehingute keskmisi hindu, seostades neid Eesti Statistikaameti makronäitajatega (maakondliku või omavalitsuse tasandil kasutati SKPd, keskmist palka, rahvaarvu, rändesaldot, tööpuudust, THId, eluaseme THId, tööstustoodangut) ning saadaolevate keskkonnanäitajatega (sh saasteained maakondlikul tasandil). Chau *et al.* (2003) leidsid metaanalüüsi tulemusel, et keskkonnategurite mõju suurus kinnisvarahindadele jääb vahemikku 3–10% võrreldes muude tegurite mõjuga.

Käesolevas uuringus statistiliselt olulist seost keskkonna survetegurite ja kinnisvarahindade vahel ei tuvastatud. See on põhjendatav asjaoluga, et kirjanduses on kinnisvarahindade uuringud objektispetsiifilised, st uuritakse hinnamuutust huvipakkuva objekti vahetus läheduses, kasutades konkreetse uuringuga kogutud kohalikke andmeid nii kinnisvaraobjekti, ümbruskonna kui ka lokaalsete sotsiaalmajanduslike tingimuste kohta. Käesolevas uuringus oli võimalik kasutada agregeeritud muutujaid üksikul juhul omavalitsuse tasandil, enamasti maakonna tasandil, mistõttu ei ole agregeerimisest tuleneva infokao tõttu võimalik põhjuslikke seoseid tuvastada, isegi kui need eksisteerivad.

Eestis on teostatud maismaatranspordi väliskulude rahaline hindamine, kus *impact pathway* meetodil (Jüssi jt 2008) (kasutades transpordinäitajaid, nagu läbisõit piirkonna lõikes, heitmekoguseid iga transpordiliigi kohta, saasteainete kontsentratsioone ja mõjusid) leiti, et õhusaaste väliskulude osakaal moodustas 0,8% Eesti 2007. a SKPst, mis on mõneti suurem kui müra ning suurusjärgu võrra kõrgem transpordi väliskulude, kliimamuutuste ning pinnase- ja veereostuse vastavast osakaalust. (Anspal ja Poltimäe 2009)

Et üheks heaolu indikaatoriks on ka külastajate arvu muutus piirkonnas, siis vaadeldi käesolevas uuringus ka eri aastate lõikes majutusasutuste täituvusi maakondlikes majutusasutustes ning üldiseid ööbimiste arve nendes asutustes. Elanikkonna väljarännet hinnati rändesaldo ning väljarände osakaaluga tööealisest elanikkonnast maakondades (vt vastavad kaardid lisades). Jällegi ei suudetud põhjuslikke seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada, mis ei tähenda, et mõju ei ole. Mõju hindamiseks on oluline kasutada võimalikult objekti- ja asukohapõhiseid andmeid, mis võimaldaks iga koha iseärasusi analüüsida.

Inimeste subjektiivse heaolu hindamiseks saab kasutada Euroopa Sotsiaaluuringu küsitluste tulemusi. Küsitluse valim Eestis on 2049 inimest ning küsitlustulemusi esitatakse viie Eesti regiooni (NUTS3) lõikes. Paraku jääb selline tasand taas põhjuslike seoste leidmiseks liiga kõrgelt agregeerituks, mistõttu ei ole jällegi võimalik põhjuslikke seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada. Selleks, et oleks võimalik mõju olemasolu hinnata, peaks andmed olema vähemalt omavalitsuse, paremal juhul objekti- või indiviidipõhised.

Kvantifitseeritavat heaolumuutust (NB! V.a tervis) välisõhu seisundi muutuse korral olemasolevate andmete põhjal ei ole võimalik välja tuua. Soovituslikud indikaatorid on esitatud lisa 11a faili *DPSIR1* töölehtede *Saasteainete heide välisõhku* tulbas nr 15, millest igapähele on toodud mõju hinnangu usaldusväärsus ning määramatus tulpades nr 17 ja 18.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Vt lisas 13 teemakaardid, kus on kujutatud kinnisvara ning heaoluindikaatorite muutused: ühe maakonna või valla läbivat selget eristumist ei ilmne.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Nii välisõhu kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu lokaalsel tasandil. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos lokaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliamet andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHS'est inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

2 Ebameeldiv lõhn

Keskkonnakasutuse vormi *Ebameeldiv lõhn* andmed on aastate (2006–2014) kaupa esitatud lisas 11a *DPSIR1* tabeli töölehtedel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus on leitavad *DPSIR* tabelite tulpades nr 14 ja 15. Survenäitajad on koondatuna seotud erinevate koormusallikatega, mille kirjeldused paiknevad tulbas nr 6, st võimalikke lõhnahäiringuid käsitletakse ühtsena loomakasvatuse, keemiatööstuste jt koormuste korral.

Nimetatud survetegurite mõju inimese heaolule (s.o siin ja edaspidi heaolu, mis ei sisalda mõju tervisele) ei ole keskkonnas reeglina ühe saasteaine põhine. Indikaatorite usaldusväärsuse määramisel (tabelis tulp nr 17) tuleb arvestada, et usaldusväärsemad seosed avalduvad, kui vaadelda nii saasteainete kui ka heaolu indikaatorite võimalikku koosmuutumist (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Ebameeldiva lõhna puhul on vastavas *DPSIR* tabelis võimalikeks indikaatoriteks muutused kinnisvarahinnas (Chau *et al.* 2003), regiooni majanduslikud- ja turisminäitajad (Aguilar-Benitez and Saphores 2005), samuti eluga rahulolu küsitlused ning kohalike kultuuriürituste toimumine ja neis osalemine. Loetletud mõjuindikaatorid on eraldi võttes madala usaldusväärsusega, kuna tuginevad eksperthinnangutele. Usaldusväärsust aitaks suurendada spetsiifiliste küsitluste korraldamine ning mõneti ka kaebuste arv piirkonnas. Aga ka kaebuste puhul tuleb arvestada kõrget määramatust (tulbas nr 18), kuna näitajad tuginevad inimeste individuaalsele lõhnatundlikkusele. Otsesemaid heolumuutuseid näitaks spetsiifiliste küsitluste paremini korraldamine ning mõneti kaebuste arv

piirkonnas, ent ka nende juures tuleb arvestada kõrget määramatust (tulbas nr 18), kuna näitajad tuginevad inimeste individuaalsele lõhnatundlikkusele, mis on subjektiivne tegur.

Ebameeldiva lõhna allikad ja nende mõjuala suurused (km²) on näidatud tulpades vastavalt nr 6 ja 9, kõrvaltulpades ka viimast väärtust iseloomustavad usaldusväärsus ning määramatus. DPSIR tabelis leitavad koormusallikad (tulbas nr 6) on loomakasvatus, kütusetootmine, keemiliste toodete tootmine ja töötlemine, reovee käitlemine, keemiatööstus, tahked jäätmed, energiatööstus, toidutootmine ning vedelkütuste jaemüük. Ajalised muutused on kujutatud DPSIR tabeli töölehtedel „2014“, „2010“, „2006“ ning graafikuna kujutatud eraldi töölehtedel.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus põhjaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järelhindamise tulemuste ülekandmise kaudu. Teistest mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud samuti põhjaruande peatükis 10.

Väliskirjanduses on ebameeldivat lõhna ning heaolu seostatud kinnisvarahindade muutumise kaudu. Avaldunud mõju hinnangud jäävad vahemikku 0–10% hinnamuutust kilomeetri kohta objektist, seejuures ulatub mõju kuni 5 km kaugusele. (Chau *et al.* 2003, Aguilar-Benitez ja Saphores 2005). Eestis on lõhnahäiringute kohta küsitud Ida-Virumaa elanikelt põlevkivi kaevandamise sotsiaalmajandusliku mõju uuringus, kus nad leidsid selle olevat pigem marginaalse mõjuga (keskmine hinne 2,18; skaalal: 1 – tegur ei häiri üldse, 6 – vastaja on kaalunud piirkonnast lahkumist) (Pihor jt 2013).

Välisriikides tehtud uuringute ülekanne Eesti konteksti on rakendatav peamiselt seoses tervisemõjudega, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni (*Air Quality Standards, European Commission*) poolt seatud piirväärtuseid ning riskioefitsiente.

Välisõhuga seotud heaolu-uuringuid (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) on teostatud väga piiratud ulatuses nii Eestis kui ka võrreldava oluga riikides. Teatavate piirangutega on võimalik kinnisvarahindade uuringute ülekanne; seevastu ei sobi demograafilised näitajad vastava meetodi alla. Käesolevas uuringus analüüsiti omavalitsuse tasandil Maa-ameti andmetele tuginevaid kinnisvaratehingute arvu ning spetsiifiliste tehingute keskmisi hindu, seostades neid Eesti Statistikaameti makronäitajatega (maakondliku või omavalitsuse tasandil kasutati sisemajanduse koguprodukti ehk SKPd, keskmist palka, rahvaarvu, rändesaldot, tööpuudust, tarbijahinnaindeksit ehk THId, eluaseme THId, tööstustoodangut) ning saadaolevate keskkonnanäitajatega (sh saasteained maakondlikul tasandil). Chau jt (2003) leidsid metaanalüüsi tulemusel, et keskkonnategurite mõju suurus kinnisvarahindadele jääb vahemikku 3–10% võrreldes muude tegurite mõjuga.

Käesolevas uuringus statistiliselt olulist seost keskkonna survetegurite ja kinnisvarahindade vahel ei tuvastatud. See on põhjendatav asjaoluga, et kirjanduses on kinnisvarahindade uuringud objektispetsiifilised, st uuritakse hinnamuutust huvipakkuva objekti vahetus läheduses, kasutades konkreetse uuringuga kogutud kohalikke andmeid nii kinnisvaraobjekti, ümbruskonna kui ka lokaalsete sotsiaalmajanduslike tingimuste kohta. Käesolevas uuringus oli võimalik kasutada agregeeritud muutujad üksikul juhul omavalitsuse tasandil, enamasti maakonna tasandil, mistõttu ei ole agregeerimisest tuleneva infokao tõttu võimalik põhjuslikke seoseid tuvastada, isegi kui need eksisteerivad.

Et üheks heaolu indikaatoriks on ka külastajate arvu muutus piirkonnas, siis vaadeldi käesolevas uuringus ka eri aastate lõikes majutusasutuste täituvusi maakondlikes majutusasutustes ning üldiseid ööbimiste arve nendes asutustes. Elanikkonna väljarännet hinnati rändesaldo ning väljarände osakaaluga tööealisest elanikkonnast maakondades (vt lisa 13 alamkausta teemakaartidega kinnisvarahindade jt heaolunäitajate kohta). Jällegi ei suudetud põhjuslikke

seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada, mis ei tähenda, et mõju ei ole. Mõju hindamiseks on oluline kasutada võimalikult **objekti- ja asukohapõhiseid andmeid**, mis võimaldaks iga koha iseärasusi analüüsida.

Inimeste subjektiivse heaolu hindamiseks saab kasutada Euroopa Sotsiaaluuringu küsitluste tulemusi. Küsitluse valim Eestis on 2049 inimest ning küsitlustulemusi esitatakse viie Eesti regiooni (NUTS3) lõikes. Paraku jääb selline tasand taas põhjuslike seoste leidmiseks liiga kõrgelt agregeerituks, mistõttu ei ole jällegi võimalik põhjuslike seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada. Selleks, et oleks võimalik mõju olemasolu hinnata, peaks andmed olema vähemalt omavalitsuse, paremal juhul objekti- või indiviidipõhised.

Projekti käigus leiti potentsiaalses lõhnaäiringute piirkonnas olev inimeste arv ning liigitus erinevate lõhnatekitajate alusel (lõhn toidutootmisest, jäätmekäitlusest, kütuse-, energia- või keemiatööstusest, loomapidamisest).

Kvantifitseeritavat heaolumuutust (v.a tervis) lõhna seisundi muutuse korral projekti käigus ei tuvastatud. Soovituslikud indikaatorid on esitatud lisa 11a DPSIR1 faili töölehtede „Ebameeldiv lõhn“ tulbas nr 15, millest igaühele on toodud mõju hinnangu usaldusväärsus ning määramatus vastavalt tulpades nr 17 ja 18.

Kvantifitseeritava näitajana leiti potentsiaalses lõhnaäiringute piirkonnas olevate inimeste arv tuginedes Eesti Statistikaameti 1 x 1 km aluskaardile ning ekspertide toel loodud puhvertsoonide ühendamisele. Saadud tulemused on pigem madala või keskmise usaldusväärsusega just väiksemate tsoonide korral, suurema ala korral usaldusväärsus suureneb. Sõltuvalt objekti asukohast oli mõjupiirkonnas 1 – 21 000 inimest, suuremad inimeste arvud esinesid linnades. Maksimaalne lõhna poolt mõjutatud inimeste arv on Eestis kuni 100 000, ent siin on tegemist madalaima usaldusväärsusega tulemusega. Mõneti usaldusväärsemad on lokaalsel tasandil hinnangud: loomakasvatusest on halva lõhna kontekstis potentsiaalselt mõjutatud 85 inimest, heitveejaamast 450, keemiatööstusest 1300, jäätmekäitlusest 70, toiduainetööstusest 800 ning vedelkütuste tootmisjaamast 3700 inimest.

Tõenduslikku ning põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ning keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida.

Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks on epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) esitatud rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Vt Lisas 13 (teemakaardid) alamkaust *Ebameeldiv lõhn*, joonised lõhnakaebuste kohta, kust ilmneb vaid suurem kaebuste arv suuremates asulates.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Nii lõhna kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu lokaalsel tasandil. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos lokaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinenud haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sisetulekute tasemeid ning EHSest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

3 Müra

Keskkonnakasutuse vormi *Müra* kirjeldavad surve-, seisundi- ja mõjunäitajad on esitatud lisa 11a *DPSIR1* faili töölehtedel 2006 ja 2014. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus on leitavad tabelite tulpades nr 14 ja 15. Survenäitajad on koondatuna seotud erinevate koormusallikatega, mille kirjeldused paiknevad tulpas nr 6, st võimalikke lõhnahäiringuid käsitletakse ühtsena loomakasvatuse, keemiatööstuste jt koormuste korral. Survenäitajad on seotud eri koormusallikatega, mille kirjeldused asuvad tulpas nr 6, st võimalikke häiringuid käsitletakse ühtsena erinevate müraliikide korral. Tegemist on lihtsustusega, kuna on levinud hinnang, et samal tasemel (dB) müra tajutakse sõltuvalt allikast erinevalt ehk näiteks raudteemüra põhjustab vähem häiringuid kui sama valjusega maantee- ja lennumüra (Theebe 2002, Andersson *et al.* 2008).

Nimetatud survenäitajate mõju inimese heaolule (s.o siin ja edaspidi heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) ei ole mõistlik hinnata vaid ühe indikaatori põhjal. Kui üksikindikaatori usaldusväärsus heaolu hindamisel on väga madal (vt tabelis indikaatorite ühine usaldushinnang, tulp nr 17), siis usaldusväärsemad seosed avalduvad, kui vaadelda erinevate mõjutegurite koosmuutumist (*Millenium Ecosystem Assessment 2005*).

Müra kohta on välja pakutud käesolevas töös järgmised indikaatorid:

- 1) muutused kinnisvarahinnas väljendatuna NSDI (ingl *Noise Sensitivity Depreciation Index*) kaudu, mis tähendab protsentuaalset muutust kinnisvarahinnas, kui müra suureneb 1 dB;
- 2) müraga seotud häiringud ja sellega seonduvad küsitlused;
- 3) kultuuriürituste toimumiste arv;
- 4) õpitulemused (Shield and Dockrell 2003);
- 5) turismi- ja ettevõtlusindikaatorid;
- 6) bioloogilisuse mitmekesisusega seotud võimalikud mõjuindikaatorid (Diaz *et al.* 2006).

Pakutud indikaatorid tuginevad peamiselt eksperthinnangutele ning subjektiivsetele arvamustele. Sealjuures viitavad otsesemalt võimalikule seosele heaoluga mürakaebused, spetsiifilise sisuga küsitlused ning õpitulemused, hinnatuna vaatlusaluse objekti kontekstis (Haines jt 2001, Shield ja Dockrell 2008). Iga indikaator vajaks määramatuse (tulp 18) vähendamiseks konkreetse müraallikaga seotud uurimust. Samuti peab läbivalt arvestama müra tajumise subjektiivsusega.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus vastavas LISA 4). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järeldamise

tulemuste ülekandmise kaudu. Mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud põhjaruande peatükis 10.

Väliskirjanduses on müra ning heaolu seostatud kinnisvarahindade muutumise kaudu, leides NSDI (protsentuaalne muutus kinnisvarahinnast 1 dB suuruse mürataseme tõusu korral) näitajad eri helitugevustel. Tulemused sõltuvalt mudeli spetsiifikast jäävad vahemikku 0,09–4,48 (Bateman *et al.* 2001, Andersson *et al.* 2008), kusjuures on heli tugevnemine ühe ühiku võrra valjema heli korral suurema mõjuga kui ühe-ühikuline tõus vaiksema heli korral.

Eestis viidi läbi Ida-Virumaa elanike küsitlus mürahäiringute kohta põlevkivi kaevandamise sotsiaalmajandusliku mõju uuringu raames. Selgus, et kohalikud elanikud pidasid müra mõju pigem marginaalseks (lõhketööde müra ning vibratsiooni keskmine väärtus 1,84 skaalal 1 – tegur ei häiri üldse, 6 – vastaja on kaalunud piirkonnast lahkumist) (Pihor jt 2013). Transpordivaldkonnas viidi läbi maismaatranspordi väliskulude rahaline hindamine, kus müra väliskulude osakaal moodustas 0,5% Eesti 2007. a SKPst, mis jääb alla vaid õhusaaste ning liiklusõnnetuste vastavale osakaalule (Anspal ja Poltimäe 2009). Viimati viidatud töös leiti müra mõju väliskulude põhimõttel, kasutades sõidukite läbisõitu, eristades päev-öö, linn-eeslinn-maa ning kulu arvutamisel lähtuti IMPACT poolt soovitatud Euroopa keskmise müra piirkulu väärtustest.

Käesolevas uuringus andmete puudumise tõttu müra mõju kinnisvarahindadele empiirilisel üleriigilisel ei hinnatud, küll aga leiti potentsiaalses mürahäiringute piirkonnas olevate inimeste arv.

Kvantifitseeritavat heaolumuutust (v.a tervis) müra seisundi muutuse korral projekti käigus ei olnud võimalik andmete puudumise tõttu hinnata ning seda ei tuvastatud ka kaudsete indikaatorite kasutamisel.

Käesolevas uuringus andmete puudumise tõttu müra mõju kinnisvarahindadele empiirilisel üleriigilisel ei hinnatud, küll aga leiti potentsiaalses mürahäiringute piirkonnas olevate inimeste arv. Eraldi vaadeldi tööstusmüra, maanteetranspordi-, lennu- ja raudteemüra. Viimati nimetatust on potentsiaalselt mõjutatud kuni 75 000 (päeval) või 96 000 (öösel) inimest, väiksem mõju on lennumüral, kus Tallinna lennuvälja maandumise ning õhkutõusu mõjupiirkonnas on võimalik häiritud inimeste arv 26 000 päeval või kuni 52 000 öösel, eeldades siin lendude õist toimumist. Rohkem inimesi paikneb maanteemüra mõjualal: kuni 175 000 inimest päeval või 198 000 öösel.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seosed saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Usaldusväärselt viidet tuvastamaks mõnda piirkonda selgelt tuvastatava suurenenud riskiga heaolu vähenemiseks uuringust välja ei tulnud.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida ka tabelis olevate mõjuindikaatoritega, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Müraga seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu. Saadud tulemusi oleks vaja tõlgendada

kohalikus kontekstis koos mürallaika piirkonnas mõõdetud mürataseme näitajatega. Võimalikku muutust iseloomustaks küsitlusuuringu korduv läbiviimine sobiva ajaperioodi järel. Väljaspool suuremaid linnu asuvate piirkondade kohta on puudu mürakaardid.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHISest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

4 Vibratsioon

Keskkonnakasutuse vormi *Vibratsioon* kirjeldavad surve-, seisundi- ja mõjunäitajad on esitatud lisa 11a *DPSIR1* faili vibratsiooni käsitleval töölehel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus asuvad tabeli tulpades nr 14 ja 15. Survenäitajad on koondatuna seotud erinevate koormusallikatega, mille kirjeldused paiknevad tulbas nr 6, st võimalikke häiringuid heaolule käsitletakse ühtsena nii lõhketööde kui ka raudtee- ja autotranspordi korral.

Mõjunäitajad, mis iseloomustavad vibratsiooni potentsiaalset efekti heaolule (s.o siin heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele), on toodud tulbas nr 15, kirjeldused tulbas nr 14. Võrreldes õhu, lõhna ning müraga on vibratsiooni puhul üksikindikaatori mõju parema kirjeldatavusega.

Võimalike mõju iseloomustavate indikaatoritena on nimetatud tulpades toodud: 1) mõjutatud või kahjustatud elamuhoonete ja kultuuriobjektide arv (tk), 2) muutused kinnisvarahinnas (%/km) (Bateman *et al.* 2001), 3) muutused bioloogilises mitmekesisuses, mille mõju heaolule on näidatud väliskirjanduses (Millenium Ecosystem Assessment 2005, Diaz *et al.* 2006). Indikaatorite usaldusväärsus kirjeldamiseks võimalikku heaolu muutust on kõrge: rahvusvaheliselt sätestatud normid vibratsioonile on piiriks kultuuriobjektide ja elamu ehitiste kahjustustele ning on kohaldatavad ka inimestele. Määramatus (tulp nr 18) on pigem kõrge, tuginedes kättesaadavate andmete liiga üldisele tasemele – kvaliteedimuutuse täpsuse tagaks objektispetsiifiliste uuringute läbiviimine ning vastavate andmete kogumine.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus vastavas põhjaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järeldamise tulemuste ülekandmise kaudu.

Väliskirjanduses on vibratsiooni ning heaolu seostatud üksikutes uuringutes kinnisvarahindade muutumise abil (Bateman *et al.* 2001), samuti on uuritud seoseid vibratsiooni, bioloogilise mitmekesisuse ning inimese heaoluga (Notice Nature 2010, Sandifera *et al.* 2015). Eestis viidi läbi Ida-Virumaa elanike küsitlus mürahäiringute kohta põlevkivi kaevandamise sotsiaalmajandusliku mõju uuringu raames. Selgus, et kohalikud elanikud pidasid mõju pigem marginaalseks (lõhketööde müra ning vibratsiooni keskmine väärtus 1,84 skaalal 1 – tegur ei häiri üldse, 6 – vastaja on kaalunud piirkonnast lahkumist) (Pihor jt 2013).

Käesolevas uuringus andmete puudumise tõttu vibratsiooni mõju kinnisvarahindadele empiirilisel üleriigilisel ei hinnatud, küll aga leiti vibratsiooni poolt potentsiaalselt mõjutatud inimeste ning eluhoonete arv erinevate kaevanduspiirkondade läheduses.

Välisriikides tehtud uuringute ülekanne Eesti konteksti on rakendatav peamiselt seoses tervisemõjudega, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni (*Air Quality Standards, European Commission*) poolt seatud piirväärtuseid ning riskikoeffitsiente. Välisõhuga seotud heaolu-uuringuid (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) on teostatud väga piiratud ulatuses nii Eestis kui ka võrreldava oluga riikides. Teatavate piirangutega on võimalik kinnisvarahindade uuringute ülekanne, seevastu ei sobi demograafilised näitajad vastava meetodi alla. Käesolevas uuringus analüüsiti omavalitsuse tasandil Maa-ameti andmetele tuginevaid kinnisvaratehingute arvu ning spetsiifiliste tehingute keskmisi hindu, seostades neid Eesti Statistikaameti makronäitajatega (maakondliku või omavalitsuse tasandil kasutati SKPd, keskmist palka, rahvaarvu, rändesaldot, tööpuudust, THId, eluaseme THId, tööstustoodangut) ning saadaolevate keskkonnanäitajatega (sh saasteained maakondlikul tasandil). Chau *et al.* (2003) leidsid metaanalüüsi tulemusel, et keskkonnategurite mõju suurus kinnisvarahindadele jääb vahemikku 3–10% võrreldes muude tegurite mõjuga.

Inimeste subjektiivse heaolu hindamiseks saab kasutada Euroopa Sotsiaaluuringu küsitluste tulemusi. Küsitluse valim Eestis on 2049 inimest ning küsitlustulemusi esitatakse viie Eesti regiooni (NUTS3) lõikes. Paraku jääb selline tasand taas põhjuslike seoste leidmiseks liiga kõrgelt agregeerituks, mistõttu ei ole jällegi võimalik põhjuslike seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada. Selleks, et oleks võimalik mõju olemasolu hinnata, peaks andmed olema vähemalt omavalitsuse, paremal juhul objekti- või indiidipõhised.

Projekti käigus ei olnud kvantifitseeritavat heaolumuutust (v.a tervis) vibratsiooni taseme muutuse korral võimalik andmete puudumise tõttu hinnata ning seda ei tuvastatud ka kaudsete indikaatorite kasutamisel. Soovituslikud indikaatorid on esitatud lisa 11a *DPSIR1* tabeli *Vibratsioon* töölehel.

Vastavalt Eesti Statistikaameti rahvastiku ning eluhoonete paiknemise kaardile, mida seostati kaevanduste puhveraladega, leiti kaevanduspiirkonna lähedal vibratsioonihäiringutest potentsiaalselt mõjutatud inimeste arv. Näitajad on pigem madala või keskmise usaldusväärsusega; pigem on rahvastiku puhul just väikeste mõjupiirkondade korral tegemist ülehinnangutega. Täpsus on parem suuremate puhveralade korral. Eestis paikneb kõikide mäeeraldiste 800 m raadiuse ulatuses kuni 86 000 inimest ja üle 2500 elamuhoone. Aktiivsetest lõhkeeraldistest 100 m raadiuses paikneb kuni 1100 inimest ning 142 eluhoonet; põlevkivikarjäärist 500 m kaugusel 214 inimest ning 35 hoonet.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seosed saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Usaldusväärselt viidet tuvastamaks mõnda piirkonda selgelt tuvastatava suurenenud riskiga heaolu vähenemiseks uuringust välja ei tulnud.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida ka tabelis olevate mõjuindikaatoritega, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Nii vibratsiooni kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu. Saadud tulemusi oleks vaja tõlgendada kohalikus kontekstis koos piirkonda iseloomustavate keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust iseloomustaks küsitlusuuringu korduv läbiviimine sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHISest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

5 Saasteainete heide vette

Surve-, seisundi- ja mõjunäitajad keskkonnakasutuse vormi *Saasteainete heide vette* kohta on esitatud lisas 11b vastaval töölehel.

Võimalikku mõju heaolule (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) iseloomustavad indikaatorid on järgmised:

- 1) jääkreostusobjekti (JRO) läheduses elavate inimeste arv;
- 2) piirkonna bioloogilise mitmekesisuse vähenemine, sh kalavarude ja biomassi vähenemine (t/a);
- 3) põllumajandusliku maa vähenemine (m²).

Ulatuslikuma ning pikemaajalise keskkonnasurve korral võib olla täheldatav ka kinnisvarahindade suhteline langus ning majanduslik koormus piirkonnale. Samas on mõlemad väga kõrge määramatusega, arvestades, et nii kinnisvarahinnad kui ka regiooni majandusnäitajad on seotud pigem arvukate muude teguritega kui survega loodusele ning nendest sõltuvad. Kõrgema usaldusväärsusega (esitatud tulbas 17) mõjutegurid kirjeldamiseks võimalikku heaolu muutust seoses saasteainete heitega vette on kalavarude (Wright and Boorse 2014), põllumajandusliku maa ja biomassi vähenemine (Diaz *et al.* 2006). Seejuures on väikese usaldusväärsusega kinnisvarahindade muutus.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt meetodika pikem kirjelduspõhiaruande ptk. 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järelhindamise tulemuste ülekandmise kaudu. Mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud põhiaruande peatükis 10.

Välisriikides tehtud uuringute ülekanne Eesti konteksti on peamiselt rakendatav tervisemõjude kontekstis, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni poolt seatud piirväärtuseid ning riskikoefitsiente. Veereostusega seotud heaolu-uuringuid ongi kvantifitseeritult tehtud seoses mõjuga inimtervisele (Schwarzenbach *et al.* 2010), seosed muu heaoluga on kirjeldava iseloomuga (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Eestis viidi läbi Ida-Virumaa elanike küsitlus veekvaliteedi muutuste kohta põlevkivi kaevandamise sotsiaalmajandusliku mõju uuringu raames. Selgus, et kohalikud elanikud hindasid veekvaliteedi muutuste mõju pigem mittehäirivateks (veevarustuse häired / kaevude tühjenemine keskmine hinne 2,1 ning jõgede/järvede vee kvaliteedi muutused 2,66; skaalal 1 – tegur ei häiri üldse, 6 – vastaja on kaalunud piirkonnast lahkumist) (Pihor jt 2013). Ent võrreldes teiste küsitletud mõjuteguritega, tajuti veeprobleeme olulisemana.

Transpordivaldkonnas on läbi viidud maismaatranspordi väliskulude rahaline hindamine, kus pinnase- ja veereostuse väliskulude osakaal moodustas 0,06% Eesti 2007. a SKPst, mis on vaadeldud kululiikidest väikseim leitud osakaal. (Anspal ja Poltimäe 2009) (rahaliste väärtuste leidmiseks kasutati IMPACT käsiraamatu soovitusel Šveitsi pinnase- ja veereostuse ühikukulusid.)

Käesolevas uuringus hinnati inimeste arvu, kes elavad jääkreostusobjektide läheduses või kes võivad võtta vett keskkonnanorme ületavate mürkide sisaldusega põhjaveest. Kõrge määramatuse tõttu ei kasutatud kinnisvarahindade ega piirkonna majanduslike näitajate analüüsi.

Käesolevas töös analüüsiti omavalitsuse tasandil Maa-ameti andmetele tuginevaid kinnisvaratehingute arvu ning spetsiifiliste tehingute keskmisi hindu, seostades neid Eesti Statistikaameti makronäitajatega (demograafilised ning majanduslikud näitajad) ning saadaolevate keskkonnanäitajatega (sh saasteained maakondlikul tasandil). Chau *et al.* (2003) leidsid metaanalüüsi tulemusel, et keskkonnategurite mõju suurus kinnisvarahindadele jääb vahemikku 3–10% võrreldes muude tegurite mõjuga.

Käesolevas uuringus statistiliselt olulist seost keskkonna survetegurite ja kinnisvarahindade vahel ei tuvastatud. See on põhjendatav asjaoluga, et kirjanduses on kinnisvarahindade uuringud objektispetsiifilised, st uuritakse hinnamuutust huvipakkuva objekti vahetus läheduses, kasutades konkreetse uuringuga kogutud kohalikke andmeid nii kinnisvaraobjekti, ümbruskonna kui ka lokaalsete sotsiaalmajanduslike tingimuste kohta. Käesolevas uuringus oli võimalik kasutada agregeeritud muutujaid üksikul juhul omavalitsuse tasandil, enamasti maakonna tasandil, mistõttu ei ole üldistamisest tuleneva infokao tõttu võimalik põhjuslikke seoseid tuvastada, isegi kui need eksisteerivad.

Et üheks heaolu indikaatoriks on ka küllastajate arvu muutus piirkonnas, siis vaadeldi käesolevas uuringus ka eri aastate lõikes majutusasutuste täituvusi maakondlikes majutusasutustes ning üldiseid ööbimiste arve nendes asutustes. Elanikkonna väljarännet hinnati rändesaldo ning väljarände osakaaluga tööealisest elanikkonnast maakondades (vt vastavad kaardid lisa 13 alamkaustas *Kinnisvarahinnad jm heaolunäitajad*). Jällegi ei suudetud põhjuslikke seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada, mis ei tähenda, et mõju ei ole. Mõju hindamiseks on oluline kasutada võimalikult **objekti- ja asukohapõhiseid andmeid**, mis võimaldaks iga koha iseärasusi analüüsida.

Inimeste subjektiivse heaolu hindamiseks saab kasutada Euroopa Sotsiaaluuringu küsitluste tulemusi. Küsitluse valim Eestis on 2049 inimest ning küsitlustulemusi esitatakse viie Eesti regiooni (NUTS3) lõikes. Paraku jääb selline tasand taas põhjuslike seoste leidmiseks liiga kõrgelt agregeerituks, mistõttu ei ole jällegi võimalik põhjuslikke seoseid keskkonnanäitajatega tuvastada. Selleks, et oleks võimalik mõju olemasolu hinnata, peaks andmed olema vähemalt omavalitsuse, paremal juhul objekti- või indiviidipõhised.

Jääkreostusobjektide mõjualasse ja reoveekogumisaladest väljapoole jäävate elanike arv on hinnanguliselt 500–1000 (vt lisa 11b vastaval töölehel, tulbas nr 9), kuid põhineb eksperthinnangul ning on ühtlasi väga kõrge määramatusega. Eksperthinnangu kohaselt võivad kuni 10 000 inimest saada vett keskkonnanorme ületavate mürkide sisaldusega põhjaveest. 2015. a eksisteeris 26 pinnaveekogu, mis olid P_{üld} alusel mitte-heas seisundis ning mille valgaladel elab ligikaudu 600 000 inimest, sh Ida-Eestis 300 000. Samuti leidis 25 veekogu, mis olid halvas seisukorras N_{üld} või NH₄ alusel, valgalade piirkonnas elavate inimeste arv sarnaneb eelmise näitega. Leidub 3 põhjaveekogumit ja 39 veehaaret, kus on nitraadiühendite sisaldusega probleeme. Kolmest

põhjaveekogumist võivad potentsiaalselt ebakvaliteetset vett võtta kuni 100 000 inimest, vastavatest veehaaretest võib olla mõjutatud kuni 55 000 inimest.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või

2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärset piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Jääkreostusobjektid paiknevad üle Eesti, teistest mõneti rohkem Harju- ja Virumaal.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Nii veeheite kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu lokaalsel tasandil. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos lokaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjususlike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHISest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerimise andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

6 Saasteainete heide mulda

Keskkonnakasutuse vormi *Saasteainete heide mulda* surve-, seisundi- ja mõjunäitajad on esitatud lisa 11b *DPSIR2* faili vastaval töölehel. Mõjunäitajad on seotud survenäitajatega, mis asuvad sama tabeli tulbas nr 2, milleks on keskkonnaregistris olevate jääkreostusobjektide (JRO) arv ja pindala, mille ohtlikkust on hinnatud kategoorias 1–3 või on hinnang andmata.

Võimalik mõju heaolule (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) avaldub läbi ohtlike ainete leostumise pinna- ning põhjavette. Heaolu mõju võib avalduda bioloogilise mitmekesisuse ja metsade vähenemises ning põllumajandusliku maa kahjustumises, kaudsem ning ühtlasi suurema määramatusega mõju võib avalduda piirkonna majandus- ja kinnisvaranäitajates, kui rikutud maa on muutunud inimestele ebaatraktiivseks, vähendades sellega turistide arvu ning majanduslikku aktiivsust piirkonnas. Kui bioloogiline mitmekesisus ja maakasutus on ühe heaolu kirjeldava tegurina usaldusväärsed indikaatorid (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Diaz *et al.* 2006),

siis kinnisvara- ning majandusnäitajate korral tuleb arvestada, et neid mõjutavad pigem muud tegurid kui keskkonnaga seotud mõjud.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus põhiaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järelhindamise tulemuste ülekandmise kaudu. Teistest mõju rahalise hindamise meetoditest on samuti lähemalt kirjutatud põhiaruande peatükis 10, kus on ka antud soovitusel sobivaima meetodi valikuks.

Välisriikides tehtud uuringute ülekande Eesti konteksti on peamiselt rakendatav tervisemõjude kontekstis, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni poolt seatud piirväärtuseid ning riskikoeffitsiente. Veereostusega seotud heaolu-uuringuid ongi kvantifitseeritult tehtud seoses mõjuga inimtervisele (Schwarzenbach *et al.* 2010), seosed muu heaoluga on kirjeldava iseloomuga (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Transpordivaldkonnas on läbi viidud maismaatranspordi väliskulude rahaline hindamine, kus pinnase- ja veereostuse väliskulude osakaal moodustas 0,06% Eesti 2007. a SKPst, mis on vaadeldud kululiikidest väikseim leitud osakaal (Anspal ja Poltimäe 2009). Viidatud töös on rahaliste väärtuste leidmiseks kasutatud IMPACT käsiraamatu soovitusel Šveitsi pinnase- ja veereostuse ühikukulusid.

Sarnaselt ohtlike ainete heitega vette hinnati käesolevas analüüsis inimeste arvu, kes elavad jääkreostusobjektide läheduses või kes võivad vett võtta keskkonnanorme ületavate mürkide sisaldusega põhjaveest. Kõrge määramatuse tõttu ei kasutatud kinnisvarahindade ega piirkonna majanduslike näitajate analüüsi.

Uuringus ei kasutatud valdkonnaüleste küsitlusandmete puudumise tõttu parameetrina heaoluküsitluste tulemusi, mis oleks inimese heaolu võimaliku mõju iseloomustamiseks kõrge usaldusväärsusega ning kajastaks seega inimese poolt tajutud heaolu muutust, ent keskmise või suure määramatusega. Küsitluse läbiviimine peaks seejuures olema **objekti-, halvemal juhul omavalitsuspõhine**.

Jääkreostusobjekti mõjualasse ja reoveekogumisaladest väljapoole jäävate elanike arv on hinnanguliselt 500–1000 (vt lisa 11b, faili *DPSIR2* töölehe *Saasteainete juhtimine vette* tulbas nr 9), kuid põhineb eksperthinnangul ning on ühtlasi väga kõrge määramatusega. Eksperthinnangu kohaselt võivad kuni 10 000 inimest saada vett keskkonnanorme ületavate mürkide sisaldusega põhjaveest. 2015. a eksisteeris 26 pinnaveekogu, mis olid P_{üld} alusel mitte-heas seisundis ning mille valgaladel elab ligikaudu 600 000 inimest, sh Ida-Eestis 300 000. Samuti leidis 25 veekogu, mis olid halvas seisukorras N_{üld} või NH₄ alusel, valgalade piirkonnas elavate inimeste arv sarnaneb eelmise näitega. Leidub 3 põhjaveekogumit ja 39 veehaaret, kus on nitraadiühendite sisaldusega probleeme. Kolmest põhjaveekogumist võivad potentsiaalselt ebakvaliteetset vett võtta kuni 100 000 inimest, vastavatest veehaaretest võib olla mõjutatud kuni 55 000 inimest.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või

2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Jääkreostusobjektid paiknevad üle Eesti, teistest mõneti rohkem Harju- ja Virumaal.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. **Nii veeheite kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi**, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu lokaalsel tasandil. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos lokaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinenud haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHISest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

7 Veevõtt

Keskkonnakasutuse vormi *Veevõtt* soovituslikud indikaatorid on esitatud lisa 11b, faili *DPSIR2* vastaval töölehel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus asuvad tabelite tulpades nr 14 ja 15. Mõjunäitajad on seotud survenäitajatega, mis asuvad sama tabeli tulpas nr 2, milleks on veevõtt põhjaveest või pinnaveevõtt.

Võimalikud mõjud heaolule (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) on siin peamiselt kaudsed. Lisa 11b *DPSIR2* tabeli vastaval töölehel (**Veekasutus**) tulpas nr 15 on näitajatenäitajad:

- 1) bioloogilise mitmekesisuse muutus ja sellega seotud muutus eluga rahulolus (Millenium Ecosystem Assessment 2005);
- 2) kalavarude vähenemine;
- 3) lisandunud kulud, mida tuleb teha vee hankimiseks;
- 4) kaudsemate võimalike mõjuindikaatoritena turismiga seotud näitajad;
- 5) regiooni kinnisvara- ja majandusindikaatorid.

Viimaste potentsiaalne mõju avalduks, kui tasakaalust väljaviidud ökosüsteemide tõttu muutuvad maastikud inimestele ebaatraktiivseks, vähendades sellega turistide arvu ning majanduslikku aktiivsust piirkonnas. Nimetatud näitajatest kõrgeima usaldusväärsusega (*DPSIR* tabelis tulp nr 15), väljendamaks heaolu muutuseid, on bioloogiline mitmekesisus, rahuloluküsitlused ning lisandunud kulud vee hankimisel seoses võimaliku põhjavee langusega, teised indikaatorid sisaldavad rohkem keskkonna olukorraga vähemseonduvaid aspekte.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt meetoodika pikem kirjeldus põhiaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel

muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järelhindamise tulemuste ülekandmise kaudu. Mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud põhjaruande peatükis 10.

Projekti käigus hinnati 21 jääkreostusobjekti läheduses inimeste arvu, kes võivad olla mõjutatud saastenorme ületavast riknenud veest. Välisriikides tehtud uuringute ülekanne Eesti konteksti on peamiselt rakendatav tervisemõjude kontekstis, kasutades WHO ja Euroopa Komisjoni poolt seatud piirväärtuseid ning riskikoefitsiente. Veereostusega seotud heaolu-uuringuid ongi kvantifitseeritult tehtud seoses mõjuga inimtervisele (Schwarzenbach *et al.* 2010), seosed muu heaoluga on kirjeldava iseloomuga (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Eestis viidi läbi Ida-Virumaa elanike küsitlus veekvaliteedi muutuste kohta põlevkivi kaevandamise sotsiaalmajandusliku mõju uuringu raames. Selgus, et kohalikud elanikud hindasid veekvaliteedi muutuste mõju **pigem mittehäirivateks** (veevarustuse häired / kaevude tühjenemine keskmine hinne 2,1 ning jõgede/järvede vee kvaliteedi muutused 2,66; skaalal 1 – tegur ei häiri üldse, 6 – vastaja on kaalunud piirkonnast lahkumist) (Pihor jt 2013). Ent võrreldes teiste küsitletud mõjuteguritega, tajuti veeprobleeme olulisemana.

Uuringus ei kasutatud valdkonnaüleste küsitlusandmete puudumise tõttu parameetrina heaoluküsitluste tulemusi, mis oleks inimese heaolu võimaliku mõju iseloomustamiseks kõrge usaldusväärsusega ning kajastaks seega inimese poolt tajutud heaolu muutust, ent keskmise või suure määramatusega. Küsitluse läbiviimine peaks seejuures olema **objekti-, halvemal juhul omavalitsuspõhine**. Samuti ei kasutatud kõrge määramatuse tõttu kinnisvarahindade ega regionaalsete majandusnäitajate analüüsi.

Inimeste arv 21 jääkreostusobjekti mõjualas ulatub sõltuvalt objektist neljast 130ni, keskmise objekti läheduses on ligikaudu 10–15 tarbijat, tegemist on objekti tasemel eksperthinnangutega. Jääkreostusobjekti mõjualasse ja reoveekogumisaladest väljapoole jäävate elanike arv on hinnanguliselt 500–1000 (vt lisa 11b, fail *DPSIR2*, töölehel *Veekasutus* tulp 9), kuid põhineb eksperthinnangul ning on ühtlasi väga kõrge määramatusega. Eksperthinnangu kohaselt võivad kuni 10 000 inimest saada vett keskkonnanorme ületavate mürkide sisaldusega põhjaveest. 2015. a eksisteeris 26 pinnaveekogu, mis olid $P_{\text{üld}}$ alusel mitte-heas seisundis ning mille valgadel elab ligikaudu 600 000 inimest, sh Ida-Eestis 300 000. Samuti leidis 25 veekogu, mis olid halvas seisukorras $N_{\text{üld}}$ või NH_4 alusel, valgade piirkonnas elavate inimeste arv sarnaneb eelmise näitega. Leidub 3 põhjaveekogumit ja 39 veehaaret, kus on nitraadiühendite sisaldusega probleeme. Kolmest põhjaveekogumist võivad potentsiaalselt ebakvaliteetsset vett võtta kuni 100 000 inimest, vastavatest veehaaretest võib olla mõjutatud kuni 55 000 inimest.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Jääkreostusobjektid paiknevad üle Eesti, teistest mõneti rohkem Harju- ja Virumaal. Ülkirjeldatud 21 objektist asuvad pooled Ida-Virumaal, teised on jaotunud üle-eestiliselt.

Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. **Nii veevõtu kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi**, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu ja võimaldaks kirjeldada ka võimalikke lisakulutusi, mis on tehtud seoses veetaseme muutusega. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos regionaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHISest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

8 Paisutamine ja tõkestamine

Keskkonnakasutuse vormi *Paisutamine ja tõkestamine* andmed on esitatud lisa 11b, faili *DPSIR2* tabeli vastaval töölehel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus asuvad tabelite tulpades nr 14 ja 15. Mõjunäitajad on seotud survenäitajatega, mis asuvad sama tabeli tulbas nr 2.

Võimalikud mõjud heaolule (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) on ka siin peamiselt kaudsed. **Lisa 11b *DPSIR2* tabeli tulbas nr 15 on indikaatorina toodud:**

- 1) bioloogilise mitmekesisuse muutus (Millenium Ecosystem Assessment 2005);
- 2) kalavarude vähenemine;
- 3) tammidega seotud õnnetusjuhtumite arv;
- 4) piirkonna turismi- ja ettevõtlusindikaatorid.

Viimaste potentsiaalne mõju võib olla nii positiivne kui ka negatiivne ning on peamiselt seotud muutustega kalavarudes ja paisutatud veekogumite rekreatsioonilise väärtusega. Nimetatud näitajatest kõrgeima usaldusväärsusega (*DPSIR* tabeli tulbas 17), väljendamaks heaolu muutuseid, on bioloogiline mitmekesisus ning õnnetuste arv, teised indikaatorid sisaldavad rohkem keskkonna olukorraga vähemseonduvaid aspekte.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus põhjaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järeldamise tulemuste ülekandmise kaudu. Teistest mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud samuti põhjaruande peatükis 10.

Väliskirjanduses on paisutamist hinnatud objektispetsiifiliselt tulu-kulu analüüsi abil ning välismõjudena (Zeng *et al.* 2016), kuid vastavad tulemused ei ole Eesti kontekstis oluliste looduslike iseärasuste tõttu rakendatavad.

Paisutamise seotud inimese heaolumuutuseid projekti käigus ei kvantifitseeritud, arvulised muutused väljenduvad paisutamise juures peamiselt mõjuga loodusele ning efekt inimese heaolule on kaudne. Võimalik heaolu muutus võib avalduda läbi bioloogilise mitmekesisuse muutumise või veekogude kvaliteedi muutusega. Võimalik oleks kasutada küsitlusandmeid paisude lähedal elavate inimeste kohta, ent paisutamise korral on küsitav, kas oodatavad potentsiaalsed tulemused heaolu muutuste kohta kaaluvad üles küsitluse korraldamise kulud. Paisutamise seotud inimese heaolumuutuseid projekti käigus ei kvantifitseeritud, vastav tegevus nõuaks spetsiifilisemaid uuringuid.

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. **Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta.** Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

- 1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või
- 2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumise analüüsiga. Nii paisutamise kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu ja võimaldaks kirjeldada ka võimalikke lisakulutusi, mis on tehtud seoses veetaseme muutusega. **Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos regionaalsete keskkonnanäitajatega.** Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimaluse korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHIst inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

9 Maa hõivamine

Keskkonnakasutuse vormi *Maa hõivamine ja mulla katmine* surve-, seisundi- ja mõjunäitajad on esitatud lisa 11b vastaval töölehel. Keskkonnamõju kirjeldus ja iseloomustav väärtus asuvad tabelite tulpades nr 14 ja 15. Mõjunäitajad on seotud survenäitajatega, mis asuvad sama tabeli tulpas nr 2.

Siin käsitletavat olulisemat maa hõivamise survenäitajad on pealmaakaevandamine, tarastatud koridorid transpordis, põllumajanduslikult haritav maa, lageraie, valglinnastumine ning jäätmemajandusega seonduv maavõtt. Survet iseloomustavad väärtused ning survega seotud koormusallikate kirjeldused paiknevad tulpades nr 3 ja 6.

Võimalikke mõjusid heaolule (heaolu, mis ei sisalda mõjusid tervisele) iseloomustavad indikaatorid on järgmised:

- 1) biomassi ja puidukoguste muutus (t/a);
- 2) kasutatava põllumajandusliku maa muutus (km²);
- 3) bioloogiline mitmekesisus (liikide arv pinnaühikul);
- 4) esteetiline väärtus;
- 5) kultuuripärandi säilimine (subjektiivsetest küsitlustulemustest);
- 6) turisminäitajad (kultuuriobjektide ja -ürituste külastatavused);
- 7) majanduslikud ja kinnisvaraindikaatorid;
- 8) elanike arv maa hõivamise mõjualas.

Suurema usaldusväärsusega indikaatorid heaolu hindamiseks on neist bioloogilisuse mitmekesisuse muutus (Millenium Ecosystem Assessment 2005, Diaz *et al.* 2006), esteetiliste väärtuste ja kultuuripärandi säilimine (Benson *et al.* 1998, Millenium Ecosystem Assessment 2005) ning piirkondlik elanike arv (samas suur määramatus, kuna seda mõjutavaid tegureid on rohkem). Teiste indikaatorite seos on kaudsem, näiteks kinnisvarahinnad on mõjutatud vaatest (vastavalt Chau *et al.* 2003. a metaanalüüsile), ent seos maa hõivamise ning vaate vahel on siiski subjektiivne.

Keskkonnamõjude kvantifitseerimiseks üldistatud tasemel kasutatakse **väärtuse ülekande meetodit** (ingl *value transfer* või *benefit transfer*; vt metoodika pikem kirjeldus põhiaruande peatükis 10). Meetodit on laialdaselt kasutatud ökosüsteemi teenuste väärtuse hindamisel (*Benefit Transfer Method, Ecosystem Evaluation*). Selle meetodi kohaselt hinnatakse võimalikku mõju ulatust mõnel muul ajahetkel või geograafilises asukohas saadud mikroandmetele tuginevate mõju järeldamise tulemuste ülekandmise kaudu. Teistest mõju rahalise hindamise meetoditest on lähemalt kirjutatud põhiaruandes (vt ptk 10).

Välisriikides on maa hõivamist hinnatud nii tervisemõjude ja heaolu kontekstis (Barton 2009) kui ka kinnisvaraga seotult (Weiss 2002), lähtudes peamiselt linnaplaneerimisest. Kinnisvaraandmed on väärtuste ülekande meetodil rakendatavad, samuti saab kasutada kvalitatiivse sisuga teavet heaolu ning maahõive seostamisel.

Käesolevas uuringus on olnud võimalik seostada maa hõivamist mõjuga loodusele ning liigirikkusele, kui analüüsiti üle-eestiliselt liikide arvukust, mis on üks bioloogilise mitmekesisuse indikaatoreid. Seostamine polnud võimalik esteetilise väärtuse ja kultuuripärandi olemasolu puhul, mida on raske kvantifitseerida ning vajaksid küsitluste läbiviimist. Edasist arendamist vajavad turismi-, kinnisvara- ning majanduslikud näitajad, kus kättesaadavad andmed ei ole piisava ruumilise täpsusega.

Eestis on maahõivega seonduvat käsitletud SA Praxise põlevkivitööstuse sotsiaalmajanduslike mõjude hindamise uuringus, kus toodi välja inimeste negatiivne suhtumine põlevkivitööstuse

maastikuarhitektuurilisse pärandisse (Pihor jt 2013). Teisisõnu on taoline maahõive assotsieeritud heaolu langusega, kuid selle tulemuse kvantifitseerimine ei osutunud võimalikuks.

Kvantifitseeritavat heolumuutust seisundi muutuse korral projekti käigus ei olnud võimalik tuvastada; tinglikule muutusele võib viidata liigirikkuse muutumine, mis on bioloogilise mitmekesisuse indikaatorina seotud heaolu muutumisega (Millenium Ecosystem Assessment 2005).

Tõenduslikku ja põhjuslikku seost keskkonnakasutuse ulatuse ja keskkonnamõju tekkimise vahel ei ole võimalik inimese heaolu kontekstis olemasolevatele andmetele tuginedes leida. Kui käsitleda heaolu komponendina tervist, siis on usaldusväärne meetod põhjuslike seoste leidmiseks epidemioloogilised uuringud saasteainete mõju kohta. Nende tööde tulemusel saab leida seoseid saasteainete kontsentratsiooni suurenemise ning terviseriski vahel.

Parim teostatav lahendus teiste heaolu komponentide puhul võimalike põhjuslike seoste esiletoomiseks on:

1) objektipõhiste mõju järelhindamiste teostamine, mida oleks võimalik väärtuse ülekande meetodi abil laiendada kogu Eestile; või

2) rahalise väärtuse hindamise meetodite rakendamine vastavalt objekti- või keskkonnakasutuse vormile koos objektipõhise andmekorjega.

Käesolevas töös ei eristu usaldusväärselt piirkondi, kus esineb suurem risk heaolu vähenemisele. Vt lisas liigirikkused kaardid. Otseseid seoseid surve- ja seisundinäitajatega ei ole võimalik leida, vaid saab tegeleda eri näitajate koosmuutumisega analüüsiga.

Nii maa hõivamise ja mulla katmise kui ka muude seisunditega seotud heaolu muutuste iseloomustamiseks oleks vajalik korraldada elamistingimustega rahulolu küsitlusi, mis võtaks otseselt arvesse inimese poolt tajutavat heaolu ja võimaldaks kirjeldada ka võimalikke lisakulutusi, mis on tehtud seoses veetaseme muutusega. Saadud tulemusi on vajalik tõlgendada kohalikus kontekstis koos regionaalsete keskkonnanäitajatega. Võimalikku muutust saab näidata küsitlusuuringu korduva läbiviimisega sobiva ajavahemiku järel.

Ettepanekud täiendavate meetmete rakendamiseks

Põhjuslike seoste uurimiseks keskkonnanäitajate ja heaolunäitajate vahel selleks, et tuvastada keskkonnakasutusest tulenevad välismõjud, on vajalikud võimalikult lokaalsed ja detailsed andmed nii keskkonnaseisundi kui ka heaolunäitajate kohta, võimalusel korral indiviidi tasandil. Selleks võib kaaluda erinevaid võimalusi, näiteks olemasolevate andmebaaside kombineerimine, nt indiviidi andmestiku koostamine, seostades Haigekassa terviseandmeid (esinevad haigusjuhud), Maksu- ja Tolliameti andmestikust indiviidi töökohtasid ja sissetulekute tasemeid ning EHSest inimese hariduslikku tausta. Samuti on võimalik uuritava piirkonna külastajate hulkade muutuste hindamiseks kasutada mobiilpositsioneerivate andmeid, millega saab külastajate arvu muutust hinnata mobiilimasti täpsusega.

Seega saame sotsiaalmajanduslikke näitajaid keskkonnasurve ja -seisundi näitajatega seostades võimaluse hinnata inimese eksponeeritust saasteaine(te)le konkreetses piirkonnas.

KOKKUVÕTE

Inimese heaolule keskkonnakasutusest avalduvate mõjude analüüsil jõuti järeldusele, et parim meetod mõjude rahasse hindamiseks on väärtuse ülekande meetod.

Väärtuse ülekande meetodi kasutamise eelised on:

- 1) tavapäraselt kuluefektiivsem ja kiirem kui mistahes epidemioloogiline uuring (olgu siis vaatlus või eksperimentaalne uuring) mõju kindlakstegemiseks;
- 2) puudub vajadus koguda detailseid andmeid;
- 3) meetod võimaldab vajaduse korral minna edasi spetsiifilisemate jätkuuringutega nendes valdkondades, kus sobivaid uuringuid ei ole varasemalt tehtud või kus esineb kahtlusi uuringute usaldusväärsuse osas, ehk meetod ei välista teiste meetodite kasutamist.

Meetodi kasutamise piirangud on:

- 1) suurimaks puuduseks on asjaolu, et iga uuringu kontekst on alati erinev, mistõttu ei ole üks-ühele väärtusi võimalik üle kanda. Küll aga loob see meetod aluse hinnata võimalikku mõju, mida tuleks hiljem valideerida järelhindamiste käigus ehk hinnata, kas eeldatav mõju realiseerus sel määral nagu arvati ja kui mitte, siis mis oli selle põhjuseks. See looks aluse süstemaatiliseks mõju hindamiste baasiks, mida oleks hiljem võimalik mõju eelhindamistes kasutada;
- 2) väärtuse ülekandmise täpsus on mõju ulatuse suuruses üsna ligikaudne ja sõltub sellest, kuivõrd sarnane on ülekantava uuringu kontekst ja kasutatud muutujad;
- 3) baasuuringud võtavad aega, mistõttu võib referentside (võrdluste) tekkimine kiiresti arenevates valdkondades olla liiga aeglane ning ei pruugi peegeldada tegelikkust;
- 4) palju olulisi uuringuid tervise valdkonnas võivad olla mitteavalikud kasutatud terviseandmete tõttu;
- 5) avaldatud uuringute sisu ja meetoodika kirjeldus ei pruugi olla piisavad, et hinnata uuringu sobivust ülekandmiseks;
- 6) eksisteerib oht laiendada esialgse uuringu tulemusi ka nendele muutujatele või valdkondadele, mida esialgne uuring ei sisaldanud;
- 7) väärtuse ülekande tulemused sõltuvad ülekantava uuringu kvaliteedist.

Kasutatud kirjandus

Aguilar-Benitez, I., & Saphores, J.-D. (2005). Smelly local polluters and residential property values: A hedonic analysis of four Orange County (California) cities. Estudios Económicos. Issue 2, 197–218.

Andersson, H., Jonsson, L., & Ögren, M. (2008). Property Prices and Exposure to Multiple Noise Sources: Hedonic Regression with Road and Railway Noise.

Anspal, S., & Poltimäe, H. (2009). Transpordi ühiskondlike kulude mudel: Meetoodika ja arvutuste tulemused. Tallinn.

Barton, H. (2009). Land use planning and health and well-being. Land Use Policy. Volume 26, sup 1, 115–123.

Bateman, I., Day, B., Lake, I., & Lovett, A. (2001). The Effect of Road Traffic on Residential Property Values: A Literature Review and Hedonic Pricing Study. Edinburgh: Scottish Executive Development Department.

- Bateman, I., Day, I., & Lovett, A. (2001). *The Effects of Road Traffic on Residential Property Values: A literature Review and Hedonic Pricing Study*. University of East Anglia, Economic & Social Research Council, and University College London.
- Benson, E., Hansen, J., Schwartz, A., & Smersh, G. (1998). Pricing residential amenities: the value of view. *Journal of Real Estate Finance and Economics* Vol 16 No.1, 55–73.
- Chattopadhyay, S. (1999). Estimating the demand for air quality, new evidence based on the Chicago housing market. *Land Economics* Vol 75 No1, 22–38.
- Chau, K. W., Yiu, C. Y., Wong, S. K., & Wai-chung Lai, L. (2003). Hedonic Price Modelling of Environmental Attributes: A Review of the Literature and a Hong Kong Case Study. *Welfare Economics and Sustainable Development – Vol II*, 87–110.
- Deyak, T., & Smith, V. (1974). Residential property values and air pollution: some new evidence. *Quarterly Review of Economics and Business*. Vol 14, 93–100.
- Diaz, S., Farglone, J., Stuart Chaplin III, F., & Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *PLoS Biol* 4(8) e277.
- Graff Zivin, J. S., & Neidell, M. J. (2012). The Impact of Pollution on Worker Productivity. *American Economic Review*, 102(7).
- Haines, M., A., S. S., Soames Job, R., Berglund, B., & Head, J. (2001). A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. *Int J Epidemiol* 30(4), 839–845.
- Hartley, P. (2014). *Real Estate Values, Air Pollution and Homeowner Perceptions: A Hedonic Study*. RICE, Department of Economics.
- Jüssi, M., Anspal, S. ja Kallaste, E. Märts (2008). *Transpordi väliskulude hindamine: hindamismetoodika ja sisendandmete kaardistus. Uurimistö Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumile. Säätva Eesti Instituut, Eesti Rakendusuuringute Keskus CentAR, Tallinn*
- Millenium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being Synthesis*. Washington DC: Island Press.
- Notice Nature. (2010). *Wildlife, Habitats & the Extractive Industry*.
- OECD. (2016). *The economic consequences of outdoor air pollution*. Paris: OECD Publishing.
- Orru, K., Orru, H., Maasikmets, M., & Hendrikson, R. (2015). *Well-being and environmental quality: Does pollution affect life satisfaction*. Springer International Publishing Switzerland.
- Pihor, K., Kralik, S., Aolaid-Aas, A., Jürgenson, A., Paat-Ahi, G., Rell, M., & Batueva, V. (2013). *Põlevkivi kaevandamise ja töötlemise sotsiaalmajanduslike mõjude hindamine*. Tallinn: Poliitikauuringute Keskus Praxis.
- Sandifera, P. A., Sutton-Grierb, A. E., & Wardc, B. P. (2015). Exploring connections among nature, biodiversity, ecosystem services, and human health and well-being: Opportunities to enhance health and biodiversity conservation. *Ecosystem Services* Vol 12, 1–15.
- Shield, B. M., & Dockrell, J. E. (2003). The effects of noise on children at school: a review. *Building Acoustics* 10(2), 97–106.
- Shield, B., & Dockrell, J. (2008). The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children. *J Acoust Soc Am* 123(1), 133–144.
- Schwarzenbach, Rene P. ; E. T., Hofstetter, T., Gunten, U. v., & Wehrli, B. (2010). *Global water pollution and human health*. *Annual Review of Environment and Resources*.

Theebe, M. A. (2002). *Planes, Trains, and Automobiles*. Amsterdam.

Weiss, M. A. (2002). *The rise of the community builders: The American real estate industry and urban land planning*. Washington: Columbia University Press.

Wright, R. T., & Boorse, D. F. (2014). *Environmental Science: Toward a Sustainable Future*. Pearson Education, 523–578.

Zeng, Y., Houba, H., Dinar, A., & Marence, M. (2016). *Damming Trans-boundary Rivers: A Welfare Analysis of Conflict and Cooperation*. Amsterdam: Tinbergen Institute.

Veebiallikad:

Air Quality Standards. (2017) European Commission.

<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

Benefit Transfer Method. Methods, Section 8. (2017). *Ecosystem valuation*.

http://www.ecosystemvaluation.org/benefit_transfer.htm