

**TARGA LINNA DEFINITSIOONI JA
INDIKAATORITE SÜSTEEMI
PARENDUSVÕIMALUSED**

**POSSIBILITIES FOR IMPROVEMENT OF SMART CITY
DEFINITION AND SYSTEM OF INDICATORS**

RAKENDUSKÕRGHARIDUSTÖÖ

Üliõpilane:	Kristo Poljakov /nimi/
Üliõpilaskood	183600EDTR
Juhendaja:	Aime Ruus, kaasprofessor, direktor - Tartu kolledž /nimi, amet/

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneriplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 2023.

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidustöö esitatud nõuetele

"....." 2023.

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."2023.

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Kristo Poljakov (*autori nimi*) (sünnikuupäev: 01.12.1987)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Targa linna definitsiooni ja indikaatorite süsteemi parendusvõimalused,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on Aime Ruus,

(*juhendaja nimi*)

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.

_____ (*allkiri*)

_____ (*kuupäev*)

TalTech Tartu Kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kristo Poljakov, 183600EDTR (nimi, üliõpilaskood)
Õppekava, peeriala: EDTR17/18 - Telemaatika ja arukad süsteemid,
2 - Küberfüüsikalised süsteemid (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): kaasprofessor, direktor - Tartu kolledž, Aime Ruus (amet, nimi,
telefon)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Targa linna definitsiooni ja indikaatorite süsteemi parendusvõimalused
(inglise keeles) Possibilities for improvement of smart city definition and system of indicators

Lõputöö põhieesmärgid:

1. analüüsida erinevaid targa linna definitsioone ja indikaatorite süsteeme, et pakkuda välja võimalusi targa linna definitsiooni ja indikaatorite süsteemi (fookusega MNP reostusel) parendamiseks.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kirjanduse otsimine, tutvumine, valimine	01.04.23
2.	Lõputöö kirjutamine	01.06.23
3.	Viimistlemine, vormindamine, korrektuurid	08.06.23

Töö keel: eesti **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "08" juuni 2023 a

Üliõpilane: Kristo Poljakov ".....".....201....a
/allkiri/

Juhendaja: Aime Ruus ".....".....201....a
/allkiri/

Konsultant: ".....".....201....a
/allkiri/

Programmijuht: Aime Ruus..... ".....".....201....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
Lühendite ja tähiste loetelu	8
1. MATERJAL JA METOODIKA.....	9
1.1 Targa linna definitsiooni selgitava tabeli sisendid	9
1.2 Targa linna indikaatorite süsteemide materjalid	10
2. TARGA LINNA OLEMUS.....	12
2.1 Targa linna definitsioonid	12
2.2 Targa linna indikaatorid	24
3. TULEMUSED JA ARUTELU	32
3.1 Targa linna definitsiooni parendamise võimalused	34
3.2 Targa linna MNP reostust käsitlevad indikaatorid.....	36
KOKKUVÕTE.....	42
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	46

SISSEJUHATUS

Elame maailmas, kus üha rohkem inimesi elab linnades [1]. Linnastumine on loonud võimalusi, kuid on toonud kaasa märkimisväärsed probleemid ja suurendanud oluliselt ülemaailmseid probleeme, eriti kui mõelda rehvidele, mis on osaliselt tehtud fossiilkütuste saadustest sünteesitud polümeeridest, mille kulumisest on tekkinud mikro- ja nanoplasti ehk MNP reostus. Linnades on pikema aja jooksul suurenenud lisaks eelnevale kaootilisus, kitsad tingimused, üldine reostus, planeeritud iganemisega toodete kasutus, jäätmete teke ja muud sotsiaalsed ja keskkonnavalased probleemid. Kuigi vähem arenenud maades on linnastumine oluliselt kiirem olnud [1], kui rohkem arenenud maades, ja selletõttu on erineva arengutasemega maades probleemide proportsionaalsus mõningase erinevusega. Kuid kõigi maade mainitud probleemid on suuresti ühised ja otsesemalt ja kaudsemalt seotud omavahel.

Probleemide lahendamiseks on loodud targa linna idee, mis peaks rakendama info-, kommunikatsiooni- ja muid tehnoloogiaid, et ressursside majandamist pidevalt tõhusamaks muuta. Lisaks peab tark linn tõstma kõigi inimeste elukvaliteeti ja kindlustama üldise jätkusuutliku arengu ja elamisväärsema keskkonna. Targa linna ja selle arengu hindamiseks on erinevad autorid loonud erinevaid indikaatorite süsteeme. Kuid ei ole selge, kui objektiivsed erinevad indikaatorite süsteemid on. Ja kas need arvestavad kõige tähtsamate ülemaailmsete probleemidega nagu näiteks mikro- ja nanoplasti reostus. Olulise tööna saab esile tuua Tartu Ülikooli Majandusteaduskonnas tehtud Saarepuu bakalaureusetöö [2], mis uuris targa linna olemust, võrdles targa linna definitsioone ja targa linna hindamiseks kasutatud erinevate autorite indikaatoreid. Ja tegi nendest ühtse indikaatorite süsteemi, mida täiendas intervjuude põhjal. Kuid Saarepuu ja ka teiste autorite loodud indikaatorite süsteemiga tutvumine andis põhjust arvata, et on puuduseid.

Antud töö on seotud Telemaatika ja arukad süsteemid õppekavaga ja erialaga küberfüüsikalised süsteemid selle poolest, et tark linn on küberfüüsikaline sotsiaalne süsteemide süsteem (KFSSS). Eelneva käsitluses on oluline see, kuidas arukaid/küberfüüsikalisi süsteeme disainitakse, mudeldakse, ehitatakse, testitakse ja parendatakse. Ja see, et oleks tugev süsteemne mõtlemine ja seoste nägemise oskus tehise-, inim- ja looduslike süsteemide integreeritud käsitluses. Eelnev on oluline eriti KFSSSi inseneridele. Ja seega on antud töö seotud targa linna, kui KFSSSi parendamisega, sest pakub välja võimalusi, et edendada mainitud targa linna kui KFSSSi defineerimist ja hindamist indikaatorite põhjal. Ja eriti oluline on see, et pakutud parendusvõimalused arvestavad suurema interdistsiplinaarse pildiga täppis-, sotsiaal-,

majandus-, loodus- ja tehnikateaduste integreeritud käsitluses, mis aitab tõhusamaid ja jätkusuutlikumaid tarku linna luua.

Töö eesmärgiks on analüüsida erinevaid targa linna definitsioone ja indikaatorite süsteeme, et pakkuda välja võimalusi targa linna definitsiooni ja indikaatorite süsteemi (fookusega MNP reostusel) parendamiseks. Eesmärgi täitmiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

- anda allikatele tuginedes ülevaade targa linna definitsioonidest; ja indikaatorite süsteemidest;
- viia läbi targa linna definitsioonide ja indikaatorite süsteemide kriitiline analüüs;
- selgitada välja, kas indikaatorite süsteemid käsitlevad MNP reostust;
- pakkuda autori poolt välja võimalusi targa linna definitsiooni parendamiseks ja uuendatud indikaatorid, mis käsitlevad MNP reostust.

Esimeses peatükis antakse ülevaade targa linna definitsioonidest ja indikaator-süsteemidest, ja analüüsitakse neid kriitiliselt. Uuritakse, kas indikaatorite süsteemid käsitlevad MNP reostust ja teisi väga olulisi probleeme. Teises peatükis selgitatakse, kuidas otsiti allikad ja mis kriteeriumide alusel valikud tehti. Kolmandas peatükis käsitletakse tulemusi ja arutletakse nende üle. Tulemuste hulgas on muu hulgas targa linna definitsiooni parendusvõimalused ja targa linna uued MNP reostust käsitlevad indikaatorid.

Märksõnad: tark linn, targa linna definitsiooni parendusvõimalused, jäätme- ja pakendikäitlus, mikro- ja nanoplasti reostuse indikaatorid, rakenduskõrgharidustöö

Lühendite ja tähiste loetelu

MNP – mikro/nanoplasti osakesed ing *micro/nanoplastics*

URI – ühtne ressursiidentifikaator ing *Uniform Resource Identifier*

VKE – väikesed ja keskmised ettevõtted

IKT – info- ja kommunikatsioonitehnoloogiad

1. MATERJAL JA METOODIKA

1.1 Targa linna definitsiooni selgitava tabeli sisendid

Definitsiooni selgitava tabeli 1.1 sisendite leidmiseks oli mitu kriteeriumit. Oluline oli see, et valikus oleks riike ühendav poliitiline institutsioon, millel on maailmas ühiskondlikult võimalikult suur roll ja mõju. Kuigi erinevatel riike ühendavatel organisatsioonidel on oma targa linna käsitus, siis valiti Euroopa Komisjon (EK) [3], sest EK-l on väga oluline ühiskondlik ja majanduslik roll Euroopa Liidus ja mõju selle liikmesriikidele. Ja valik tehti Eli suhtes ka selle pärast, et praeguse töö autor elab Eli liikmesriigis, Eestis, seega peeti seda valikut otstarbekaks, kuna EK-i targa linna käsitus mõjutab ka antud töö autorit ja koduriiki. EK-i definitsioon leiti Google otsingumootoris märksõnaga: „europe smart city definition“.

Järgmiseks kriteeriumiks oli leida tehnoloogilise fookusega organisatsioon, millel on samuti maailmas oluline ühiskondlik roll ja mõju. Valiti Rahvusvaheline Telekommunikatsiooni Liit (ITU) [4] selle pärast, et töö algusfaasis erinevaid indikaatorite süsteeme otsides ja nendega tutvumisel leiti, et ITUga seotult on töötatud välja targa linna indikaatorite süsteem, kui ka definitsioon. Lisaks ilmnes, et ITU-l on väga oluline roll kogu maailmale, sest ITU on ÜRO informatsiooni ja kommunikatsiooni tehnoloogiate organisatsioon, mis hõlbustab rahvusvahelist ühenduvust kommunikatsiooni võrkudes; eraldab ülemaailmset raadio spektrit ja satelliitide orbiite; arendab tehnilisi standardeid, mis tagavad võrkude ja tehnoloogiate sujuvat sidusust; ja püüdleb, et parendada alateenindatud kogukondade juurdepääsu IKT-dele ülemaailmselt [4]. Seega jõuti otsusele, et ITU on asjakohane allikas, mis sobib sisendiks.

Lisaks oli vaja ka teaduslikku uuringut, mis käsitleb tarka linna. Valiti Lai ja Cole [5], sest neil on suhteliselt väga uus teemasse vastav uuring, mis avaldati 2023 märtsi kuus. Antud uuring leiti praeguse töö algusfaasis, kui otsiti targa linna tarkuse mõõtmiseks indikaatorite süsteeme ScienceDirectis märksõnaga „smart city measuring“. Uuring hindas erinevaid targa linna indekseid, mida ka osaliselt kasutas selleks, et töötada ja pakkuda välja uus targa linna definitsioon. Seega järeldati, et eelnev allikas on piisavalt asjakohane ja jõuti otsusele, et see sobib sisendiks.

Bosch jt-te [6] tehniline raport valiti selle pärast, et ka nemad olid välja töötanud indikaatorite süsteemi (mis on enda sihiku seadnud Euroopa riikidele) lisaks edasi

arendatud definitsioonile, mis viitab sellele, et on piisavalt usaldusväärse allikaga. Ka see töö leiti indikaatorite süsteeme otsides, kui kasutati GoogleScholaris märksõna „smart city indicators“. Eelnev tehniline raport on loodud CITYkeys projekti raames, mida on rahastanud osaliselt EK EL-i teadustöö ja innovatsiooni rahastusprogrammist Horizon 2020 [6]. Seega järeldati, et selle allika saab sisendiks valida.

Giffinger jt-te [7] töö valiti selle pärast, et see põhineb teadustöö projekti lõpuraportile, mida on 24.05.2023 seisuga tsiteeritud 1987 korda, seega suhteliselt palju. Antud töö hindas Euroopa keskmise suurusega linnade tarkust enda varem välja töötatud indikaatorite süsteemiga. Töö leiti, kui tutvuti Saarepuu [2] bakalaureuse tööga, mis tegi uuendatud indikaatorite süsteemi, ja oli sellejaoks teiste tööde seas käsitletud Giffinger jt-te [7] tööd. Seega saab antud töö autor võtta mainitud sisendeid piisavalt oluliste ja usaldusväärsetena, et selgitada targa linna definitsiooni.

1.2 Targa linna indikaatorite süsteemide materjalid

Indikaatorite otsimiseks kasutati Google otsingumootorit, ScienceDirecti, GoogleScholarit ja ESTERit. Esimeses kahes otsiti inglise keeles märksõnadega: „smart city measuring“, „smart city indicators“. Ja ESTERis otsiti eesti keeles märksõnaga: „tark linn“. Esiteks oli vaja rahvusvahelisel tasemel olulist tööd. Tähtis oli ka, et sisendiks oleks Eestis samas valdkonnas tehtud bakalaureuse või rakenduskõrgharidustöö. Lisaks oli oluline saada sisendiks indikaatorite süsteem, mis oleks kasutanud enda tööd linnade hindamisel.

Google'ist otsides märksõnaga „smart city indicators“, leiti OECD ja selle dokument „MEASURING SMART CITIES' PERFORMANCE - Do smart cities benefit everyone?“ [8]. Kuna OECD on üks olulisemaid rahvusvahelisi majandusorganisatsioone, siis uuriti edasi nende dokumenti. Sealt [8] leiti, et on töötatud välja 91 Key Performance Indicators (KPIs) – Smart Sustainable Cities (SSC) jaoks. Ja et eelnev on välja arendatud United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) poolt, mis on ÜRO algatus. Eelnev on koordineeritud ITU, ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni (UNECE) ja ÜRO asustuste programmi (UN-Habitat) poolt. Autorid on Smiciklas jt-ed [9]. U4SSC [10] on toetatud muude 16 ÜRO organi poolt, et aidata üleminekut tarkadele jätkusuutlikele linnadele (*smart sustainable cities*). Mainitud algatuse eesmärk on ka aidata saavutada Jätkusuutliku Arengu Eesmäärke (Sustainable Development Goals), võimaldada linnadele eelneva osas järjekindel ja standardiseeritud meetod, et koguda andmeid ja mõõta

arengut. Kuna praegune töö uurib, kas olemasolevad indikaatorite süsteemid käsitlevad MNP reostust, siis jõuti otsusele, et eelnev allikas on suhteliselt väga oluline sisend, et saada teada, milline on ÜROga tihedalt seotud initsiatiivi targa linna indikaatorite käsitus.

Saarepuu [2] indikaatorite süsteem valiti selle pärast, et see oli ainuke töö targa linna indikaatorite käsitlusest, mis on ESTER täielikus kataloogis, ja et ta on enda töös käsitlenud nelja erineva uurimuse indikaatoreid ja lisaks Rahvusvahelise Standardiseerimise Organisatsiooni (ISO) 2018. a jätkusuutlikkuse indikaatoreid (täpne algallikas pole teada, sest Saarepuu [2] pole seda enda töö allikatesse lisanud). Samas on küsitav, miks ISO 2018. a jätkusuutlikkuse indikaatorid, kui 2019. a mais avalikustati ISO targa linna indikaatorid [11] ja Saarepuu [2] töö valmis aasta hiljem – 2020. a mais. ISO 2019 targa linna indikaatorid on tasuline ja seega on praeguse töö autori jaoks välistatud. Samas rõhutas Saarepuu [2] enda töös, et viie töö põhjal tekkis küllastatus – ei lisandunud uusi indikaatoreid ja saavutati piisav hulk indikaatoreid, mida töös kasutada. Seega jõuti ikkagi otsusele, et antud töö on piisavalt oluline sisend praegusesse töösse.

Bosch jt-te [6] indikaatorite süsteem valiti samal põhjusel, miks ka valiti Bosch jt-te [6] töö targa linna definitsiooni selgitava tabeli sisendiks, et nende indikaatorid põhinevad tehnilisele raportile, mis on loodud CITYkeys projekti raames, mida on rahastanud osaliselt EK EL-i teadustöö ja innovatsiooni rahastusprogrammist Horizon 2020. Antud allika valimist toetas ka see, et on tegemist suhteliselt väga põhjaliku tööga, sest oli eristatud eriliike indikaatoreid: sisendi-, protsessi-, väljundi-, tulemus- ja mõjupõhised indikaatorid – määrates viimase kõige olulisemaks indikaatori tüübiks. Ja nagu eelmises alapeatükis 2.1 märgitud leiti antud allikas indikaatorite süsteeme otsides, kui kasutati GoogleScholaris märksõna „smart city indicators“.

Giffinger jt-te [7] indikaatorite süsteem leiti siis, kui tutvuti Saarepuu [2] tööga, milles eelnevat käsitleti. Giffinger jt-te [7] tööd oli kõige rohkem refereeritud, võrreldes teiste targa linna indikaatoreid käsitlenud töödega Saarepuu [2] töös, ja sh mitte ainult kogusummas, vaid ka keskmiselt aasta kohta, põhinedes Saarepuu [2] esitatud andmetele lk-el 16. Ka 30.05.2023 seisuga on statistilises järjestuses sama seis. Lisaks tuginedes Saarepuu [2] esitatud andmetele lk-del 15-16, ja et see töö on kaitstud, kasutas Giffinger jt-ed [7] rohkem erinevaid allikaid indikaatorite otsimiseks, võrreldes teiste Saarepuu [2] töös kasutatud targa linna indikaatoreid käsitlenud autoritega. Kokkuvõtvalt saab öelda, et Smiciklase jt-te [9], Saarepuu [2], Boschi jt-te [6] ja Giffingeri jt-te [7] tööd on väga huvitavad, olulised ja sobilikud praeguse töö tarbeks.

2. TARGA LINNA OLEMUS

Praegune töö analüüsib erinevate allikate definitsioone ja indikaatoreid, et tuvastada, mida peetakse oluliseks targa linna juures ja mida pole käsitletud, et arvestada sellega uuema targa linna definitsiooni ja MNP reostust käsitleva indikaatori loomisel. Antud töös pole oluline niivõrd see, miks mingeid indikaatoreid kasutatakse, vaid milliseid indikaatoreid kasutatakse, et siis nendega arvestada teatud määral definitsiooni loomisel. Kõiki indikaatoritega seonduvaid aspekte definitsiooni panna pole mõistlik ja valik tehakse kogu praeguse töö põhjal, sh arvestades definitsioonide (lk 13-25) ja indikaatorite (lk 25-32) kriitilise analüüsiga, mis välistab teatud aspekte või lisab teatud asjaolud uude targa linna definitsiooni.

Teaduslik kogukond tunneb üha rohkem huvi MNP reostuse vastu, mida on näha, kui näiteks otsida ScienceDirectis ainukese filtriga: „research articles” ja märksõnaga: „micro nano plastics”. Otsingu tulemusest on näha, et aastast aastasse (mõne tühise erandiga) on antud teemal üha rohkem avalikustatud teaduslikke artikleid. Seega on MNP käsitluses võimalik erinevaid puudujäike analüüsitavates indikaatorite süsteemides põhjendada olemasoleva teadusliku kirjandusega.

Täpselt teadmata põhjustel on väga raske konkurentsi, välja arvatud planeeritud iganemist, käsitlevate lõikude (lk 19-25) kohta leida teaduslikku kirjandust või siis käsitletud probleemide suhtes seda polegi. Antud töös kasutati erinevaid märksõnu erinevates kombinatsioonides Google Scholaris, ScienceDirectis ja mujal. Kasutatud märksõnad olid: „market competition leads to waste of resources and energy”, „market competition leads to waste of human resources”, „market competition leads to social problems”. Erandiks on maksukonkurentsi poolt tekitatud negatiivne mõju, mille kohta leiti teaduslikku kirjandust kasutades märksõnu „competition leads to environmental problems”, mille tulemusel leiti artikleid maksukonkurentsi poolt põhjustatud erinevaid finantsilisi, keskkonna ja sotsiaalse käsitlusega probleeme.

2.1 Targa linna definitsioonid

Tark linn on kontseptsioon, millel pole ühte kindlat definitsiooni, mida on näha ka tabelis 1.1. Tabelis olevaid definitsioone uurides saab leida mitmeid sarnaseid aspekte, mida saab jagada võrdlemiseks sarnasuse alusel kuute kategooriasse:

1. avalikud teenused;
2. inimesed, ühiskond, elukvaliteet, kultuur, demokraatia;
3. majandus;
4. tehnoloogiad ja innovatsioon;
5. keskkond
6. valitsus.

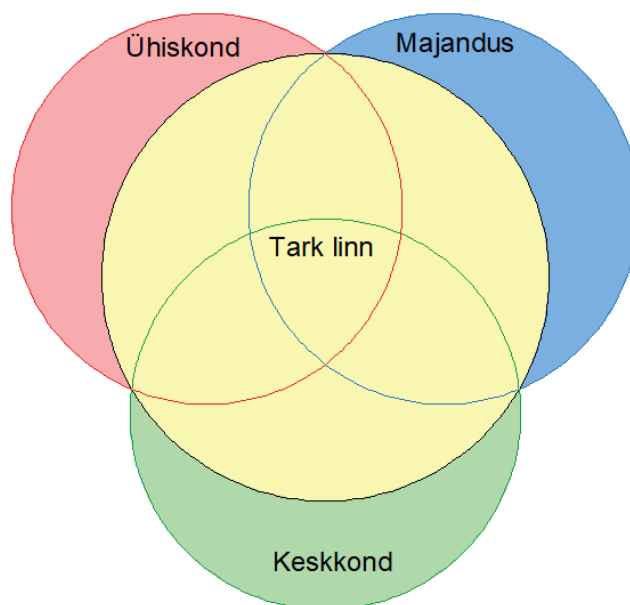
Aspekte on lisaks võimalik seostada ühe, kahe või kolme suurema dimensiooniga: majandus, keskkond ja ühiskond. Smiciklas jt-ed [9] on ka kasutanud sisuliselt samu dimensioone, kuid selle erinevusega, et praeguse töö autor muutis kolmanda dimensiooni sõnastuse kujult: „ühiskond ja kultuur“ kujule „ühiskond“. Sellise muudatuse põhjuseks on asjaolu, et kultuuri ühiskondlikud tegurid kuuluvad ühiskonna dimensiooni alla, kuid kultuuril on ka majanduslikud ja keskkondlikud tegurid – näiteks vastavalt kultuuriasutuste kasum või kahjum ja keskkonnaprobleemide käsitus teatris või kinos jne. Antud dimensioonide suhestumine targa linnaga on näha joonisel 1.1. Kui uurida jätkusuutlikkusega seotud kirjandust, siis on näha, et üldiselt kasutatakse samu kolme põhilist dimensiooni. Kõik tabelis olevad definitsioonid on seotud kolme mainitud dimensiooniga. Kõik definitsioonid jagavad jagavad vähemalt nelja sama kategooriat. Tabelist 1.1 on näha, et Giffinger jt-ed [7] on enda definitsioonis välja toonud kuus targa linna tunnust (*characteristics*): tark majandus, tark inimene, tark valitsus, tark liikuvus, tark keskkond ja tark elamine. Need tunnused ja nendega seotud tegurid on välja toodud tabelis 1.2. Lai ja Cole [5] on enda definitsioonis välja toonud kuus dimensiooni, aga ühegi ees pole sõna „tark“, kuigi need kuus dimensiooni ühtivad Giffinger jt-te [7] targa linna mainitud omadustega, seega saab ka Giffinger jt-te [7] käsitletud targa linna tunnuseid mõista dimensioonidena. Samas erinevad autorid kasutavad erinevaid tegureid, mida paigutavad erinevate dimensioonide alla ja see põhjustab mõningast segadust. Sellist olukorda saab leevendada selliselt, et vähendada dimensioonide arvu eelmises lõigus mainitud kolmele, aga täielikult see segadust ei pruugi lahendada. Üks võimalus, mida saab teha, on see, et paigutada indikaatorid loogilistesse kategooriatesse ja siis joonisel 1.1 olevatesse dimensioonidesse vastavalt sellele, millised kattuvused on kategooriatel ja indikaatoritel põhiliste dimensioonidega. Oluline on mõista, et erinevatel dimensioonidel on ühised osad, mitte ei ole täielikult üksteisest eraldi, nagu on näha joonisel 1.1, ja seega peab olema korrektne, et mitte paigutada näiteks info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate ehk IKT taristu tegurit üksnes targa liikuvuse alla, nagu on näha tabelis 1.2, mis on tõlgitud Giffinger jt-te [7] raporti 3. joonise põhjal, sest IKT taristul on lisaks liikuvuse alajaotusele oluline roll ka keskkonna ja majanduse dimensioonides, millele viitavad ka tabelis 1.1 olevad osad definitsioonid. Eelnev näitab, et senine targa linna dimensioonide ja kategooriate käsitus ja üldiselt

süsteemiseerimine vajab suurema fookusega uurimist, mis on edaspidiste teadustööde teema.

Tabel 1.1 Targa linna definitsioonide loetelu ja sarnased aspektid

Definitsioonid
„Tark linn on koht, kus traditsioonilised võrjud ja teenused on tehtud linnaelanike ja majandustegevuse huvides digitaaltehnooloogia abil tõhusamaks. Tark linn läheb digitaaltehnooloogia kasutamisest kaugemale, et paremini ressursse majandada ja vähem saasteaineid keskkonda heita. See tähendab targemat linna transpordi taristut, uuendatud veevarustuse ja jäätmekäitluskohti ja tõhusamaid viise hoonete valgustamiseks ja kütmiseks. Lisaks tähendab see interaktiivsemat ja vastutulelikumat linnavalitsust, turvalisemat avalikku ruumi ja vananeva ühiskonna vajaduste täitmist.” – EK [3]
„Tark jätkusuutlik linn on uuendusmeelne linn, mis kasutab info- ja kommunikatsiooni- tehnoloogiaid ja muid vahendeid, et edendada elukvaliteeti, linna operatsioonide ja teenuste efektiivsust, ja konkurentsivõimelisust, samal ajal tagades praeguste ja tulevaste inimpõlvade majanduslikud, sotsiaalsed ja keskkonnaalased vajadused.” – ITU [4]
„Tark linn on linn, mis kasutab erinevaid info- ja kommunikatsiooni tehnoloogiaid, sealhulgas digitaalseid seadmeid, andureid füüsikaliste suuruste mõõtmiseks ja asiade interneti nii, et lisaks linna edendamisele digimaailmas ja küberturvalisuse tagamisele, saab parandada targa linna kuute dimensiooni: majandus, liikuvus, keskkond, inimesed, elamine ja valitsemine.” – Lai ja Cole [5]
„Tark linn on linn, mis tõhusalt mobiliseerib ja kasutab olemasolevaid ressursse (sh, kuid mitte ainult – sotsiaalne, kultuuriline ja finantsiline kapital; loodusvarad; informatsioon; tehnoloogia), et tõhusalt tõsta enda elanike, pendelrändavate töötajate, õppurite ja teiste külastajate elukvaliteeti; et märkimisväärselt tõsta ressursitõhusust, vähendades mõju keskkonnale ja suurendades enda vastupidavust; et tõhusalt ehitada innovatsiooni juhitud rohemajandust; et tõhusalt soodustada hästi arenenud kohalikku demokraatiat.” – Bosch jt-ed [6]
„Tark linn on linn, mis on hästi toimiv ja tulevikku vaatav nendes kuues omaduses: tark majandus, tark inimene, tark valitsemine, tark liikuvus, tark keskkond ja tark elamine, mis on rajatud „targale” kombinatsioonile toetavatest ja tegutsevatest elanikest, kes on otsustusvõimelised, iseseisvad ja teadlikud.” – Giffinger jt-ed [7]

Sinine – avalikud teenused; punane – inimesed, ühiskond, elukvaliteet, kultuur, demokraatia; lilla – majandus; kollane – tehnoloogiad ja innovatsioon; roheline – keskkond ja hall – valitsus. Allikas: tabel koostatud ja autorite definitsioonid tõlgitud praeguse töö autori poolt



Joonis 1.1 Targa linna dimensioonid, nende ühisosad ja nende suhestumine targa linnaga. Tark linn on joonisel kujutatud kollase, ühiskond punase, majandus sinise ja keskkond roheline ringiga. Allikas: põhineb Venni diagrammil ja tehtud praeguse autori poolt

Tabel 1.2 Giffingeri jt-te [7] targa linna omadused ja tegurid

<p style="text-align: center;">Tark majandus (Konkurentsivõimelisus)</p> <ul style="list-style-type: none"> • innovatiivne meelsus • ettevõtlikkus • majanduslik kuvand & kaubamärgid • tootlikkus • tööturu paindlikkus • rahvusvaheline sidusus • muutumisvõime 	<p style="text-align: center;">Targad inimesed (Sotsiaal- ja inimkapital)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kvalifikatsiooni tase • elukestva õppe pooldamine • sotsiaalne ja etniline mitmekesisus • paindlikkus • loovus • kogukondlikkus/avatud mõtlemine • osavõtlikkus avalikus elus
<p style="text-align: center;">Tark valitsemine (Osalemine)</p> <ul style="list-style-type: none"> • osavõtlikkus otsuste tegemisel • avalikud teenused • läbipaistvus • poliitilised plaanid & strateegiad 	<p style="text-align: center;">Tark liikuvus (Transport ja IKT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kohalik ühistransport • rahvusvaheline/riiklik ühistransport • IKT taristu kättesaadavus • jätkusuutlik, innovatiivne ja turvaline transpordi taristu
<p style="text-align: center;">Tark keskkond (Loodusressursid)</p> <ul style="list-style-type: none"> • looduslike tingimuste atraktiivsus • reostus • keskkonnakaitse • jätkusuutlik ressursside majandamine 	<p style="text-align: center;">Tark elamine (Elukvaliteet)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kultuuriasutused • elukvaliteet & tervishoid • avalik turvalisus • eluaseme kvaliteet • haridusasutused • turismi atraktiivsus • sotsiaalne sidusus

Omadused on tark majandus, targad inimesed, ... tark elamine; ja tegurid on uuendusmeelsus, ettevõtlikkus, ... sotsiaalne sidusus. Allikas: Giffinger jt-te [7] raporti joonis 3, mis on tõlgitud praeguse töö autori poolt

Kõigi tabel 1.1 definitsioonide probleem on selles, et pole rõhutatud, et targa linna tarkus on suhteline [12] ja et targa linna tarkust on vaja hinnata [13]. Sama kehtib ka siis, kui suhteliselt tark linn vastab mõne targa linna definitsioonile, sest see ei tähenda, et see linn oleks sama tark nagu mõni teine suhteliselt tark linn. Seega on oluline hinnata tarkade linnade tarkust ja seda saab targa linna definitsioon rõhutada, sest linn saab aina targemaks muutuda või ka vähem targemaks osutada, kui nt selgub, et indikaatorite süsteem, mille alusel targa linna tarkust mõõdetakse, on puudulik ja ei arvesta mõne probleemiga nagu nt MNP reostuse ja selle allikatega.

EKi definitsiooni probleem erinevalt teistest definitsioonidest tabelis 1.1 on see, et antakse mõista, et tark linn on see, kus linna komponendid on tehtud paremaks, tõhusamaks, targemaks, uuemaks, interaktiivsemaks ja vastutulelikumaks, justkui piisabki teatud muudatustest ja tark linn ongi valmis, kuigi tarka linna saab defineerida nii, et kõiki selle komponente parendatakse pidevalt. Teiste tabelis välja toodud autorite targa linna definitsioonid on EKi targa linna definitsioonist paremad eelnevas aspektis, sest arengut nähakse sisuliselt pideva protsessina, mitte ei rõhutada nt, et midagi on paremaks tehtud, kuigi ka teiste autorite definitsioonide puhul saab veel konkreetsemalt rõhutada, et areng on pidev.

Järgmiseks probleemiks on EKi pakutud definitsiooni juures see, et tekib küsimus, miks rõhutatakse lihtsalt jäätmekäitluskohtade uuendamist, kui tõeliselt targas linnas ei tohiks teatud jäätmeid üldse tekkida. Kui võrrelda plastpudelite pidevat purustamist ja uute pudelite tegemist pudelite korduvkasutamisega, siis viimane on targem ressurside majandamise viis, sest pidevale pudelite purustamisele ja uute pudelite valmistamisele kuluva energia ja toorressursside arvelt hoitakse kokku ja eriti siis, kui ei kaasne üleliigset transportimist. Arvestades lisaks seda, et plastpudelite korkide avamisega ja üldiselt plastpakendite lahti rebimise ja lõikamisega tekitatakse [14] MNP reostust, siis näitab see, et plastivabad korduvkasutatavad pikaajalised pudelid ja muud pakendid on targem ressurside majandamise viis, kui MNP reostust tekitavad plastpakendid. Korduvkasutamise suuremat kasulikkust võrreldes ühekordsete pakenditega näitavad ka Coelho jt-te raport [15], mille tulemused näitavad, et suur enamus uuringutest (76%) viitavad, et korduvkasutatavad pakendid on kõige keskkonnasõbralikum ja kindlam lähenemine, võrreldes mitmete ühekordsete pakenditega; ja Gatti ja Refalo uuring [16], mille üks peamine tulemus on see, et taaskasutamise positiivne efekt kaalub oluliselt üle ümbertöötlemise positiivse efekti 171% ulatuses, kui arvestada mõju inimeste tervisele; ja R. Hamade jt-te uuring [17], mille tulemus näitab, et võrreldes ümbertöötlemisega, annab ühekordne pudeli uuesti kasutus 74% energia säästu ja 182% vähem CO₂ heidet. Arvestada tuleb ka seda, et kui plastpakendeid lõigates ja rebides tekib MNP reostus, siis tekib see ka plastpakendite mehaanilise ümbertöötlemisega, mille käigus purustatakse plastpakendeid.

On vaja arvestada ka seda, et kui pudeli korgi avamisega tekib MNP reostus, siis võib see tekkida igasuguse plastmassi kriimustumisega – siis saab järeldada, et targem on vältida tõeliselt targas linnas igasuguse plasti kasutamist igal pool, kus plastmass võib kriimustuda/kuluda. Ettevaatusabinõuna oleks targem vältida plastmassi kasutamist täielikult, sest igapäevaelus näib, et kriimustumist on väga raske märgata ja ennetada täielikult. Seega eelnevat arvestades, on MNP tekkimise vältimisest lähtuvalt mõistlikum targa linna definitsioonis pigem viidata vajadust minna üle nii ühekordsete kui korduvkasutatavate plastpakendite kasutamisel pikaajaliste korduvkasutatavatele plastivabadele pakenditele, sest nende kasutamise jooksul ja eluea lõpus saab neid ümbertööteldes olla täiesti kindel, et ei teki MNP reostust, mis satuks looduskeskkonda ja kahjustaks loodust ning inimesi.

Tabelis 1.3 on välja toodud uuringute leiud seoses MNP mõjuga loodusele. Leidude hulgas on kahjulikud mõjud barjääri terviklikkusele ja põletikku tekitav rakkude aktiveerumine [18]; autismi spektri häire omaduste avaldumine [19]; sotsiaalse suhtlemise nõrgenemine ja korduva käitumise tekkimine [19]; ainevahetuse saaduste

ja geeniekspressiooni häired ajus [19]; seemnete idanemise ja taime kasvu pärsitus [20]; toksiliste ainete, raskemetallide ja patogeenide transportimine agroökosüsteemidesse [20]; kahjulikkus mullale ja ökokorona ing *ecocorona* moodustumine mullas [20]. *Ecocorona* on kompleks, mis moodustub mikroplastikust ja orgaanilisest materjalist [21]. Sellised plastid imenduvad kiiremini ja erituvad aeglasemalt, kui lihtsad plastid, mis võimaldab neil palju kergemini kuhjuda organismide kudedes [21].

Tabel 1.3 MNP osakeste mõju loodusele (sh loomadele)

Uuringute leiud
<ul style="list-style-type: none"> • MNP reostus, mis pärineb autorehvidest, põhjustab kahjulikke mõjusid barjääri terviklikkusele ja põletikku tekitavat rakkude aktiveerumist kopsu ja soolestiku mudelites Donkers jt-ed [18].
<ul style="list-style-type: none"> • Sünnieelne kokkupuude polüetüleeniga e PE-ga põhjustas autismi spektri häire omadusi hiirtes; • kokkupuude PE-ga põhjustas nõrgenenud sotsiaalset suhtlust ja korduvat käitumist hiire mudelis; • kokkupuude PE-ga põhjustas metaboliitide e ainevahetuse saaduste ja geeni-ekspressiooni häired ajus Zaheer jt-ed [19].
<p>MNP osakesed:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pärsivad seemne idanemist; • pärsivad taime kasvu; • transpordivad toksilisi aineid, raskemetalle ja patogeene agroökosüsteemidesse; • on kahjulikud mullale; võivad moodustada erineva ulatusega ökokorona't mullas, ja teha olukorra halvemaks Roy jt-ed [20].

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Arvestades ka seda, et ainuüksi ELis tekib arvestuslikult [22] sõidukite rehvide kulumisest keskmiselt ~ 0,5 miljardit kilo MNP reostust aastas, mis satub keskkonda, ja tuginedes eelnevale tabelile ja lõigule, ei tohi nimetada ühtegi linna päriselt targaks, kus sõidetakse sõidukitega, millel on rehvid, mis põhjustavad MNP reostust, ega tohi väita, et linn on päriselt tark, sest seal töödeldakse kulunud sünteetilisi polümeere sisaldavaid rehve ümber uuteks rehvideks uuendatud jäätmekäitluskohtades, sest need uued rehvid reostavad endiselt keskkonda ja kahjustavad loodust. Eelnevale tuginedes saab öelda, et targa linna definitsioonis on jäätmete kontekstis jäätmekäitluskohtade uuendamist rõhutada liiga ebapiisav ja pealiskaudne, sest kui juba rõhutada jäätmekäitluskohtade uuendamist, siis peab rõhutama ka seda, et tõeliselt targas linnas ei kasutata ega töödelda ümber plastmassi ega üldiselt sünteetilisi polümeere sisaldavaid tooteid uuteks toodeteks, mis põhjustavad MNP reostust, ja et eesmärk on ennekõike korduvkasutus, mitte pidev plastjätmete tekitamine ja ümbertöötlemine. Samas aga leidub akadeemilisi uuringuid [23], [24], [25] targast jäätmete majandamisest targas linnas, mis üritavad sisuliselt, kuigi ilmselt mitte tahtlikult, MNP reostamist targemaks teha, kui arvestada, et IKT abil tõhusamalt kokku kogutud

plastijäätmetest tehakse uusi plastpakendeid ja muid plasttooteid, mis hakkavad uuesti MNP reostust tekitama. Ja see probleem näitab, kuivõrd ebaobjektiivseid akadeemilisi uuringuid tehakse targa linna osas, ja et põhjus võib olla selles, et kasutatakse targa linna indikaatorite süsteemi, mis on puudulik – ei arvesta MNP reostuse tekkimise ja selle allikatega. Seega on vaja targa linna indikaatorite süsteemi täiendada indikaatoritega, mis käsitlevad MNP reostust.

ITU [4] pakutud targa jätkusuutliku linna definitsioonis on probleemiks see, et sõna „jätkusuutlik“ on üleaarne mõistes „tark jätkusuutlik linn“, sest kui uurida erinevaid targa linna käsitlusi, siis on tavaline, et tarka linna iseloomustatakse jätkusuutlikuna. Pealegi ei ole loogiline, et tark linn on jätkusuutmatu. Seega ei ole vaja targa linna mõistes kasutada sõna „jätkusuutlik“.

Järgmine probleem on ITU [4] pakutud definitsiooni juures see, et peetakse vajalikuks konkurentsivõimelisust ja seega konkurentsi linnade vahel, mitte aga teaduslikku ja tehnilist koostööd ja koostöövõimelisust. Praeguse töö autor taipab, et uuendusmeelsus; linna operatsioonide ja teenuste efektiivsus ja nende kui ka elukvaliteedi parendamine, arvestades samal ajal inimeste majanduslike, sotsiaalsete ja keskkonnaalaste vajadustega, on vajalikud, aga targas linnas ei ole vaja konkurentsi ei inimeste ega linnade vahel, sest majanduslik konkurents põhjustab ettevõtete, inimeste ja linnade vahel inimeste ja inimeste aja, loodusvarade ja energia raiskamist, sotsiaalseid ja elukeskkonna probleeme.

On loogiline, et inimeste ja aja raiskamine tekib sellest, kui näiteks konkureerivad ettevõtted loovad sisuliselt sama toodet, aga üksteisest eraldi, kui hoopis saab konkureerimata kollektiivselt teha täielikku teaduslikku tehnilist majanduslikku koostööd ja parimaid teadmisi jagada, et vältida inimressursside raiskamist, ja vabastada üleliigne tööjõud mõne muu vajaliku töö jaoks. Näiteks kui on vaja toota elektriratast, siis ei ole vaja erinevaid konkureerivaid ettevõtteid, mis toodavad kopeerimise/plagieerimise vältimiseks mõningaste piisavate erinevustega elektrirattaid, mille tulemusel raisatakse inimesi ja inimeste aega, et korduvalt disainida ja arendada sisuliselt sama asja, sest põhjalikul teaduslikul tehnilisel meetodil saab võtta arvesse kõik vajalikud teadmised ja selgitada välja, milline on kõige optimaalsem elektriratas mingil hetkel ja mingis keskkonnas, millistele tingimustele see peab vastama, ja siis saabki elektriratta konkurentsi asemel täielikus kollektiivses koostöös välja arendada, kasutades selleks vähem inimesi ja kulutades selleks vähem inimeste aega.

Praeguse töö autor ei mõtle konkureerivate ettevõtete asendamist ühe suure monopoliga, mis on eraomandis. Autor mõtleb midagi sellist, mis on samaaegselt ülemaailmne ja ühiskondlik/sotsiaalne ja teaduslik ja tehniline organisatsioon, mille tootmisvahendid ja toodang on kogu inimkonna ühisomand. Ja sellises süsteemis on tootmisvahendid ja nende ja ka toodangu/teenuste hooldamine ja täiendamine võimalikult „targalt“ (sh AI- ja IKT põhiselt) automatiseeritud. Seega on tegemist küberfüüsikalise sotsiaal-majandussüsteemiga, milles kõik saavad ühisomandilist toodangut ja teenuseid (sh toitu, energiat, vett, soojust jne) tasuta vastavalt tarbida/laenutada, ja vajadusel tagastada, kui enam pole vaja, et ennetada ressursside ja toodete raiskamist, mis tekib kui asju poodidesse, ladudesse ja kodudesse kasutult pikemaks ajaks lukustatakse. Kirjeldatud süsteemi nimel töötab The Venus Project [26]. Samas aga konkurentsi asendamine kirjeldatud koostöölise süsteemiga ei ole praeguse töö fookus, aga selle järele vajadus on oluline välja tuua, sest praeguses töös uuritavad indikaatorite süsteemid ei käsitle mainitud vajadust, aga seda on vaja teha, sest kirjeldatud süsteemis toodetakse tooteid, mis on kordades kestlikumad, võrreldes praeguse olukorraga, sest igasugune planeeritud iganemine on välistatud, ja seega on see lähituleviku uurimisteema.

Loodusvarade ja energia raiskamine tekib sellest, kui nt konkureerivad ettevõtted tegelevad sisuliselt samade tegevustega ja vajavad nt selleks põhimõtteliselt samu osakondi ja seega kulutavad rohkem ressursse selle asemel, et teha ühiselt koostööd. Näiteks kulub põhjendamatult rohkem ressursse selle peale, et konkureerivatel ettevõtetel on igaühel oma disainiosakond koos kogu vajamineva varustusega, et joonestada, (3D) mudeldada, simuleerida ja testida, mis kõik vajab ressursse, võrreldes sellega, et on näiteks kahe asemel üks disainiosakond, mis saab disaine jagada kõigi koostööd tegevate tarkade linnadega. Lisaks tekitab probleemi ka see, et näiteks elektrirataste varuosad ei ole universaalselt standardiseeritud. Nii kulutatakse põhjendamatult rohkem ressursse ja energiat, et toota sisuliselt sama varuosa aga teatud erinevustega. See omakorda muudab keerukamaks, ressursi- ja ajamahukamaks kogu elektrirataste tööstuse automatiseerimise, võrreldes sellega, et tarkadel linnadel saab olla ühtne standardiseeritud elektrirataste tootmine ja ka varuosade süsteem.

Majanduslik konkurents on üks tegur, miks eksisteerib planeeritud iganemine, mis omakorda viib ressursside ja energia raiskamiseni. Seega on loogiline, et majanduslik konkurents raiskab ressursse. Targa linna omadus on aga ressursside kasutuse tõhusamaks muutmine, nagu tuleb välja tabelitest 1.1 ja 1.2 (lk 15 ja 16). Samas aga planeeritud iganemisega toodete massiline kasutamine on vastuolus eelneva targa linna teoreetilise omadusega, sest tavaliste toodete garantiaeg on endiselt kaks aastat,

ükskõik millises linnas inimene elab ja tavagaratiiaeg pole pikka aega pikenenud, seega pole väidetavalt targad linnad saanud hakkama olulises osas ressursside kasutuse tõhusamaks muutmisega. Planeeritud iganemine on tootmisvahendeid omavate kapitalistide äristrateegia, mis on motiveeritud kasumlikkuse suurendamisest, millele on viidanud ka Bisschop jt-ed [27]. Kui äriiselt oleks kasumlikum toota kestlikke tooteid, mis kestavad aastakümneid, siis ettevõtteid seda teeksidki ja loobuksid planeeritud iganemisest, kuid nagu näha, siis midagi sellist ei ole juhtunud pikema aja jooksul. Kui aga näiteks mobiiltootja toodaks nutitelefone, mis kestavad 20 või 30 aastat, ja mille komponente saab vajadusel lihtsalt ümber vahetada, siis tarbija ei osta kogu selle aja uut toodet samalt tootjalt ega mujalt. Kui oleks vastupidi, et oleks kasumlikum toota kestlikke tooteid, siis ei eksisteeriks planeeritud iganemist. Seega saabki järeldada, et kui on tihe konkurents, kus enamus tootjaid kasutavad planeeritud iganemist suurema kasumi eesmärgil, siis käituvad enamus sama moodi, sest konkurents tingib seda.

Planeeritud iganemise sihiks on toota asju nii, et need tootja huvides õigeaegselt peale garantiiaega piisavalt ruttu katki lähevad või iganevad ja peale seda pole lihtsalt parandatavad ja uuesti töökorda seatavad; subjektiivselt moest välja lähevad, muutes toote disaini kaheldavatel subjektiivsetel alustel; tarkvaraliselt või riistvaraliselt planeeritud iganevad, peale mida tootja sihilikult uusi uuendusi ei võimalda või disainib toote nii, et seda pole võimalik lihtsalt või üldse uuendada [28], mille tulemusel on kasutajad sunnitud ostma uue toote varem, kui peaks. Ja selle tulemusel tekib massiliselt elektroonika ja muid jäätmeid, mida halva disaini pärast ei pruugi ka olla piisavalt lihtne taaskasutada või ümbertöödelda. Planeeritud iganemise tulemusel tekib massiline ressursside ja energia raiskamine, millele on viidanud ka Satyro jt-ed [29], sest näiteks on vaja uusi toorressursse kasutusele võtta ja kulutada energiat, et toota uus toode varem, kui peaks, sest seda kulutust ei oleks pidanud tegema, kui toode oleks olnud oluliselt kestlikum. Seega mõjub planeeritud iganemine suhteliselt väga negatiivselt jätkusuutlikkusele, mille on enda uuringus välja toonud ka Satyro jt-ed [29]. Ja seega on loogiline järeldada, et ka konkurents mõjub negatiivselt jätkusuutlikkusele. Kuigi praegune töö ei fokuseeri planeeritud iganemisele, siis on oluline see välja tuua, sest see on osaliselt seotud MNP reostusega. Ja on oluline ka sellepärast, et praeguses töös uuritavad indikaatorite süsteemid ei käsitle konkurentsist ja planeeritud iganemisest tekkinud ressursside ja energia raiskamist.

On oluline arvestada, et planeeritud iganemisega tooted – eriti koduelektroonika seadmed on seotud MNP reostusega, sest plastmass ja üldiselt naftasaadustest sünteesitud polümeerid on tüüpiline materjal koduelektroonika seadmetes ja seega

nende jäätmekäitluskohtades kogumisel ja üldse käitlemisel on reaalne oht kriimustumiseks, pragunemiseks ja purunemiseks, mis põhjustab MNP reostust. Ja kui ümbertöötlemise tulemusel võetakse naftasaadustest sünteesitud polümeerid uuesti kasutusele, siis MNP reostuse tekkimise tsükkel hakkab otsast peale. Seega on oluline indikeerida targa linna juures ka eelnevat MNP reostuse allikat.

Sotsiaalsed probleemid tekivad linnade vahelisest konkurentsist, sest konkurents põhjustab ebavõrdsust linnade ja erinevate linnade elanike elukvaliteetide vahel. Näiteks kui üks linn meelitab edukalt ükskõik mis meetodil enda linna kolima mõnest teisest linnast olulist ettevõtet või jõukaid inimesi, siis see tekitab teises linnas maksulaekumise vähenemise ja millega suurendab vaesus ja ka muud probleemid teises linnas. Bai jt-ed [30] leidsid, et piirkondadevaheline maksu konkurents mõjutab nii kohalikku keskkonda negatiivselt, kui ka muudab nende piirkondade keskkonna kvaliteedi halvemaks, mis on omavahel seotud. Lisaks põhjustab ettevõtte ja inimese kolimine ühest linnast teise ressursside ja energia raiskamist. Eelnev viib omakorda järgmiste probleemideni. Näiteks ühes linnas on investeringud tervishoidu ja keskkonda suuremad, kui teises, ja seega on ka inimeste ja keskkonna tervis parem esimeses linnas, kui teises. Ja selletõttu võib tekkida ennetatav ressursside kasutuse kasv, et terviseprobleeme lahendada, aga kuna maksulaekumine on vähenenud teises linnas, siis ei pruugi olla võimalik inimeste ja keskkonna tervise probleeme lahendada, mis võib veelgi süvendada sotsiaalseid ja keskkonna probleeme. Vaesema linna elanikud võivad ka hakata vihkama edukamat linna. Ja võib juhtuda, et hakkavad edukamas linnas varastamas käima. Või kõige halvem – vallandub sõda linnade või riikide vahel. Kõiki selliseid asjaolusid peavad targad linnad arvestama ja konkurentsi vältima ja minimeerima ja keskenduma ülemaailmsele koostööle ja võrdsele jätkusuutlikule arengule. Kuigi konkurentsi põhjustatud sotsiaalsed probleemid ei ole praeguse töö fookus, siis on oluline see välja tuua, sest praeguses töös uuritavad indikaatorite süsteemid ei käsitle konkurentsist tekkinud sotsiaalseid probleeme.

Targa linna indikaatorite süsteem peab indikeerima eelnevaid asjaolusid seoses konkurentsi ja MNP reostusega ja ressursside raiskamisega. Kuid praeguses töös käsitletud olulised indikaatorite süsteemid mainitud ei tee. Ja see tuleb välja targa linna indikaatorite alapeatükis indikaatorite analüüsis.

Boschi jt-te [6] definitsioon rõhutab hästi arenenud kohaliku demokraatia soodustamist. Antud tegur on seotud valitsemisega, seega läheb targa valitsemise alamdimensiooni alla, mis omakorda läheb ühiskonna dimensiooni alla. Tabelis 1.1 on näha, et ka teised definitsioonid rõhutavad otsesemalt või kaudsemalt tarka valitsemist. Boschi jt-te [6]

uuringus on kirjutatud, et targa linna valitsemise juures on oluline tõhus administratsioon ja hästi arenenud kohalik demokraatia ja proaktiivne linnaelanike kaasamine uuenduslikel viisidel. Samas kui võtta praeguse töö autori välja toodud konkurentsi puudused ja ettepaneku, et konkurents tuleks asendada teadusliku tehnilise koostööga, ja et demokraatia tähendab kõige üldisemas tähenduses rahva võimu, siis ongi teaduslikus ja tehnilises ühiskondlikus koostöös toodete ja teenuste loomine suhteliselt väga proaktiivne, demokraatlik ja uuenduslik viis, kuidas linnaelanikke kaasata. Ja see erineb oluliselt konkurentsipõhisest süsteemist, kus linnaelanikel tervikuna on pigem ettevõtetes käsutäitja roll ja tegelikkuses ei oma võimu toodete ja teenuste loomises. Seega saab öelda, et kui rääkida tegelikust rahva võimust, siis saab see eksisteerida vaid siis, kui tootmisvahendid kuuluvad rahvale ja tootmine toimub kogu rahva vajadusi arvestavalt, kedagi kõrvale jätmata. Ja IKT pakub siinjuures uuenduslikke võimalusi targas linnas linnaelanike kaasamiseks toodete ja teenuste disainimisse, tagasiside andmisse ja üldse arendustegevusse. Selline käsitlus on suhteliselt väga demokraatlik ja proaktiivne elanike kaasamine. Eriti kui võrrelda sellega, et suures pildis on tänapäevases konkurentsipõhises süsteemis toodete ja teenuste kasutajatel arendustegevuses suhteliselt väike roll, kui üldse. Eelnevat arvestades, läheb konkurents vastuollu EKi [3] ja Boschi jt-te [6] targa linna definitsioonis rõhutatud targa linna põhimõttega, et ressursse majandatakse tõhusalt, ja vastuollu targa valitsemisega. Jätkusuutlikku ressurside kasutust rõhutab ka Giffingeri jt-te töö [7]. Lisaks saab tuua seose MNP reostuse ja demokraatia puudulikkuse vahel. Ükski vastutav tööstus ega valitsus pole küsinud rahvalt luba kasutada sünteetilisi polümeere sisaldavaid tooteid, mis kuuluvad ja eraldavad mikro- ja nanomõõdus sünteetilisi polümeeri osakesi, mis ei komposteeru keskkonnas, vaid kuhjuvad igal pool loodus- ja tehiskeskkonnas. Vastutavad tööstused ja valitsused pidid seda ette nägema, et tekib suhteliselt väga väikeste sünteetiliste polümeeride reostus, mida ei suudeta piisavalt ohjeldada. Seega pole sellise olukorra kujunemine demokraatlik tähenduses, et rahval oleks olnud võim otsustada sünteetiliste polümeeride kasutuse ja realistliku MNP reostuse tekitamise üle. Ka hetkel (seisuga 06.06.2023) ei küsi näiteks EL, Eesti riik ja Tartu linn eelneval teemal nõu rahvalt. Ja see ei ole demokraatlik ehk rahvale otsustusvõimu andev ega üldiselt elanikkonda kaasav.

Konkurents läheb vastuollu ka targa elamisega. Tabelis 1.2 on näha, et targa elamise juures on oluline sotsiaalne sidusus, kuid see ei ole loogiline, et tarkade linnade vahel peaks konkurentsi nimel sotsiaalset sidusust piirama. Pigem on loogiline, et targad linnad jätaksid konkurentsi kõrvale ja teeksid võimalikult tõhusat koostööd igas eluvaldkonnas, et sotsiaalset sidusust oluliselt tõsta nii targas linnas kui tarkade linnade

vahel. Seega arvestades ka eelnevat kriitilist analüüsi ei ole loogiline konkurentsi ja konkurentsivõimelisust targa linna definitsioonis rõhutada, vaid pigem koostööd ja/või koostöövõimelisust. Seda järeltõetab ka see, et nagu eespool välja on toodud, siis konkurents põhjustab osaliselt planeeritud iganemist, mis omakorda osaliselt põhjustab MNP reostust, seega konkurents põhjustab kaudselt MNP reostust.

Giffinger jt-te [7] definitsioon rõhutab muu hulgas, et tark linn on rajatud teadlikele inimestele. Praeguse töö autori arvates on see väga oluline põhimõte. Probleem on aga selles, et kõik inimesed pole piisavalt teadlikud tervikust pildist. Tarbitakse teenuseid ja kaupsid teadmata, kui palju ressursse on olemas. Ei teata palju on ressursidest ja toodetest inimkonna kasutuses otseselt, aga ka kasutult poodides ja ladudes. Puudub terviklik ülevaade, palju ressursidest on teatud hetkel majanduslikult ja tehniliselt põhjendatult kättesaadavad ja milline on nende jätkusuutlik kandevõime. Inimesed tervikuna ei tea, milline on nende jalajälg/mõju loodusele ja ka inimestele. Pole laialt levinud arusaama, milline on meie teaduslik, tehniline ja tootmise võimekus, et rahuldada kõigi inimeste vajadused kooskõlas loodusega ja ressursside jätkusuutliku kandevõimega. Samas aga targas linnas on väga oluline IKT ja tark inimene, kuid eelnevad probleemid näitavad – kuivõrd väga halb on inimeste informeeritus ja kuivõrd tarkusele väga vastupidine on see, kuidas sotsiaal-majanduslik (sh poliitiline) süsteem ei kommunikeeri väga olulist informatsiooni ühiskonnale piisavalt ka väidetavalt tarkades linnades. Eelnevat saab tõendada näiteks sellega, et rehve kasutatakse ka tarkades linnades massiliselt, kuigi nende kasutus tekitab suhteliselt väga palju MNP reostust ja kahju loodusele (lk 18).

Millegi pärast poliitikud ja ametnikud ei võta piisavalt või üldse avalikult sõna antud teemal, et näiteks EL on arvestuslikult reostanud keskkonda aastate jooksul miljardite kilodega mikro- ja nanoplastiga ainuüksi rehvide kasutamisest tekkinud kulumisega ja kuidas nad seda juba lahendavad. Saab näiteks oletada, et suuremõõtmelist teavitust ei teha selle pärast, et enda vastutust maha vaikida, sest ametnikud ja poliitikud on need, kellel on kõige suurem roll selles, mida meie turule lubatakse. Samas aga see informatsioon rehvide osas on olemas juba vähemalt viis aastat [22]. Ka teadlased ja akadeemikud ei võta avalikult piisavalt kriitiliselt sõna eriti poliitikute ja ametnike suunal, kes ebapiisavalt antud teemat avalikult teadvustavad, kui üldse. Lisaks on teadlased ja akadeemikud liiga passiivsed ja ei esine ja ei räägi avalikult sellest, et plastpakendeid ja muid plasttooteid ei tohi sorteerida eesmärgiga toota uusi plastpakendeid ja muid plasttooteid, sest on fakt, et MNP reostus tekib plastpakendite kasutusega. Nendest MNP reostuse allikatest, faktidest ja muust seonduvast on kirjas lk-del 17-19 ja 20-23. Seega eelnevat arvesse võttes, saab kokkuvõtvalt järeldada, et

väidetavate tarkade linnade inimesed ei ole piisavalt teadlikud. Ja selle ja suhteliselt väga targa linna suunas on vaja veel suhteliselt väga palju tööd teha. Eelnev on oluline välja tuua, sest praeguses töös uuritavad olulised indikaatorite süsteemid ei käsitle inimeste teadlikkust piisavalt, aga peavad, sest targa linna omadus on tark ehk haritud ja teadlik inimene, nagu on näha ka tabelites 1.1 ja 1.2 (lk 15 ja 16), ja seega on loogiline, et targa linna tarkust hinnates, peab edaspidi hindama ka inimeste teadlikkust MNP reostusest.

2.2 Targa linna indikaatorid

Targa linna tarkust hinnatakse indikaatorite alusel ja need indikaatorid moodustavad indikaatorite süsteemi. Erinevad autorid kasutavad erinevaid, samu ja sarnaseid indikaatoreid, nagu on näha tabelites 2.1-6 (lk-ed 25-31). Praeguse töö autor analüüsib ühe autori ja kolme töörühma targa linna indikaatorite süsteemi: Smiciklas jt-ed [4], Saarepuu [2], Bosch jt-ed [6] ja Giffinger jt-ed [7].

Antud töös pannakse uuritavate autorite indikaatorid tabelitesse grupiti, mis üldiselt moodustuvad kategooriatest, kuhu panid uuritavad autorid enda indikaatorid. Antud töö jaoks aga pole oluline, kui täpselt on indikaatorid jaotatud tabelitesse, sest erinevatel indikaatoritel on kattuvusi eridimensioonides, ja seega ongi suhteliselt väga raske või võimatu kõiki indikaatoreid majanduslike, ühiskondlike ja keskkondlike dimensioonide järgi eraldada, millest oli ka juttu lk-del 14-15. Ja eesmärk pole omaette ka võrdlus. On vaja piisavalt arusaadavat ülevaadet sarnaste tunnuste kaupa, et näha, mida oluliseks peetakse targa linna juures hinnata. Ja soovitakse vaadelda, kas MNP reostust on käsitletud. Tabelis 2.1 on toodud indikaatorid, mis on seotud IKT taristu; IKTpõhiste süsteemide ja seadmetega.

Tabel 2.1 IKT taristu, IKTpõhiste süsteemide/seadmete indikaatorid targa linnale

IKT taristu, IKTpõhiste süsteemide/seadmete indikaatorid
<p><u>Smiciklas it-ed [9]</u>: 1. <u>IKT taristu</u>: kodused internetiühendused; kodused kaabel-lairibaühendused; kodused juhtmevabad lairibaühendused; tasuta WIFI kättesaadavus avalikus ruumis; 2. <u>IKTpõhised seadmed</u>: targad/kaugloetavad veearvestid; targad/kaugloetavad elektriarvestid; 3. <u>IKTpõhised süsteemid</u>: veevarustussüsteemi IKTpõhine monitoormine; drenaaži ja tormivee süsteemi IKTpõhine monitoormine; elektri varustuse IKTpõhine monitoormine; nõudlusele reageerimine (<i>demand response</i>); dünaamiline ühistranspordi informatsioon; liikluse IKTpõhine monitoormine; ristmike IKTpõhine kontroll; avatud andmed; e-valitsus; e-terviseandmed; hoone automaatika; IKT rajatiste kättesaadavus õpperuumidele; avaliku sektori e-hanked</p>
<p><u>Giffinger it-ed [7]</u>: 1. <u>IKT taristu</u>: kodune lairibaühendus; arvutid kodudes</p>
<p><u>Bosch it-ed [6]</u>: 1. <u>IKT taristu</u>: kaabel-lairibaühendused; juurdepääs tasuta avalikule WiFi-le</p>
<p><u>Saarepuu [2]</u>: 1. <u>IKT taristu</u>: kui suur osakaal inimesi kasutab interneti; nutiseadmete hulk majapidamistes; 2. <u>IKTpõhised süsteemid</u>: kui valmis ollakse e-õppeks nii baashariduse, kutsehariduse kui ka kõrghariduse vallas; e-riigi teenuste rahulolu (teenuse kaupa); kui palju kasutatakse e-riigi võimalusi; kui palju õpingutest toimub interneti teel</p>

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabeli 2.1 põhjal saab aru, et kõik neli autorit peavad targa linna puhul oluliseks interneti kättesaadavuse, kui olulise targa linna IKT komponendi hindamist. Peetakse vajalikuks igasuguse koduse internetiühenduse; kõikide, kaablipõhiste, juhtmevabade lairibaühenduste (leviala); ja tasuta WIFI kättesaadavuse hindamist. Tahetakse eristada kodutarbijaid ja ka mitte. Tahetakse hinnata nutiseadmete hulka ja arvutite olemasolu kodudes. Peetakse oluliseks hinnata tarkasid ehk kaugloetavaid arvesteid; vee- ja elektrivarustuse ja drenaaži/tormivee süsteemide ja liikluse IKT-põhist monitoormist; ristmike IKT-põhist kontrollimist; nõudlusele reageerimist e *demand response*’i ja dünaamilist ühistranspordi informatsiooni. Olulised on ka hooneautomaatika, elektroonilised terviseandmed ja IKT rajatiste kättesaadavus õpperuumidele.

Tabel 2.2 Innovatsiooni, teadustöö, tööhõive, produktiivsuse, ettevõtluse ja finantsi indikaatorid targale linnale

Innovatsiooni, teadustöö, tööhõive, produktiivsuse, ettevõtluse ja finantsi käsitlevate indikaatorid
<u>Smiciklas it-ed [4]</u> : 1. <u>Innovatsioon, teadustöö</u> : patendid; 2. <u>Tööhõive</u> : töötuse määr; noorte töötuse määr; turismisektori tööhõive; IKT sektori tööhõive; 3. <u>Ettevõtlus</u> : väike- ja keskmised ettevõtted (VKEd); kohaliku toidu tootmise osakaal; 4. <u>Finants</u> : R&D investeeringud; eluasemekulud
<u>Giffinger it-ed [7]</u> : 1. <u>Innovatsioon, teadustöö, finants</u> : tähtsus teadmiste keskusena (tippteaduskeskused, tippülikoolid jne); 2. <u>Tööhõive</u> : FIEna töötajate määr; loovtööstuses töötajate osakaal; teadmismahukate sektorite tööhõive; osalise tööaja proportsioon; töötuse määr, väljavaade uue töö leidmise; 3. <u>Ettevõtlus</u> : uute ettevõtete registreerimine; linnas asuvad peakorteriga (peakorter (HQ)) ettevõtted, mis on riiklikul börsil noteeritud; tähtsus otsustuskeskusena (HQ); 4. <u>Finants</u> : R&D investeeringud %na SKPst
<u>Bosch it-ed [6]</u> : 1. <u>Innovatsioon, teadustöö, finants</u> : avatud andmekogude määr elanike kohta; avatud andmekogumite kättesaadavuse lihtsus; innovatsiooni keskused; teadustöö intensiivsus (SKP suhtes); 2. <u>Tööhõive</u> : töötuse määr; noorte töötuse määr; 3. <u>Ettevõtlus</u> : loometööstus; uute ettevõtete registreerimine; kohaliku toidu tootmise osakaal; 4. <u>Finants</u> : keskmine majapidamise sissetulek; SKP elaniku kohta;
<u>Saarepuu [2]</u> : 1. <u>Innovatsioon, teadustöö, finants</u> : linnaelanike poolt rahastatud projektide osakaal; kui palju teadustöid jõuab ettevõtlusesse, kui suur koostöö on kahe grupi vahel; välisüliõpilaste osakaal; kui palju kulutatakse innovatsiooniks; patenditaotluste arv elaniku kohta; 2. <u>Tööhõive</u> : teadus- ja arendustegevuses töötavate inimeste osakaal; haridussektoris töötavate inimeste osakaal; töötuse määr; töötute arv; kas on pigem tööpuudus või tööjõupuudus; kui kiiresti leitakse uus töökoht; noorte töötuse määr; kui palju kasutatakse välistööjõudu; 3. <u>Ettevõtlus</u> : kui palju tegeletakse ettevõtlusega (kohalike ettevõtete arv, füüsilisest isikust ettevõtete arv); ettevõtete harukontorid linnas; uute ettevõtete registreerimine; idufirmade arv (per 1000); 4. <u>Finants</u> : keskmine ja mediaanpalk; SKP inimese kohta; võlakoormus inimese kohta

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabelist 2.2 on näha, et kõigile autoritele on oluline hinnata töötuse määra ühel või mitmel kujul, ja sh on oluline noorte töötuse määr. Tahetakse teada, kas on pigem tööpuudus või tööjõupuudus; kui palju kasutatakse välistööjõudu; kui ruttu leitakse uus töökoht. Lisaks peetakse oluliseks töömäära erinevates sektorites, sh ITs, R&Ds, hariduses, turisminduses, loometööstuses ja üldiselt teadmistemahukates sektorites. Ka FIEna töötajate ja osalise koormusega töötajate osakaal nähakse olulisena. Samuti võetakse vajalikuna käsitleda targa linnaga seoses erinevaid ettevõtete kohta käivaid indikaatoreid – palju on idufirmasid; väikeseid ja keskmisi; palju on peakorteriga linnas, ja sh sellised, mis on riiklikult börsil noteeritud; palju registreeritakse uusi ärisid. Peetakse vajalikuna ka kohalikku toidutootmist. Käsitletakse erinevaid innovatsiooniga ja teadus- ja arendustööga seoses indikaatoreid – investeeringuid, patenditaotlused, teadustööde jõudmine ettevõtlusesse, kui suur koostöö on teadlaste ja ettevõtjate vahel; kui palju valitsuse andmekogudest on 100 000 elaniku kohta kättesaadavad; kui lihtsalt on linnaga seotud andmed kättesaadavad; projektid, mida rahastavad elanikud. Olulisena võetakse hinnata võlga elaniku kohta ja eluasemekulusid.

Tähtis on välja tuua see, et peetakse oluliseks patenteerimist, aga mitte osaliselt ja täielikult avatud varal põhinevat innovatsiooni ja arendustegevust, mille abil saab tehnoloogia kergemini kättesaadavamaks kõigile. Pole ka arvestatud, kumb käsitus targast linnast, on targem. Arvestatud on ka püldiselt üksnes kasumile orienteeritud ettevõtlusele, aga mitte teistliiki ettevõtlusvormidega. Ja autorite töödes ei tule välja, miks see nii on.

Tabel 2.3 Transpordi-, vee-, elektritaristu; liikluse ja linna(avaliku)ruumi käsitlusega indikaatorid targale linnale

Transpordi-, vee-, elektritaristu; liikluse ja linna(avaliku)ruumi käsitlusega indikaatorid
<u>Smiciklas it-ed [9]</u> : 1. <u>Vee- ja elektritaristu</u> : kodu baasveevarustus; kodu joogiveevarustus; kodu reovee kogumine; kodu kanalisatsioon; elektrivarustuse katkestuse kestus; elektrivarustus; elektrivarustuse katkestuse sagedus; 2. <u>Transporditaristu ja liiklus</u> : ühistranspordivõrk; ühistranspordi teenuse kättesaadavus; jalgrattateed; transpordiviiside osakaal; <i>Travel Time Index</i> ; jalgrataste jagamine; autode jagamine; 3. <u>Linnaruum</u> : linnaruumi arengu strateegiad; autovaba tsoon
<u>Giffinger it-ed [7]</u> : 1. <u>Transporditaristu ja liiklus</u> : reisijate lennutransport; kauba lennutransport; jalgrataste kasutuse osakaal; rahvusvaheline ühendus; rahulolu ühistranspordi kvaliteediga; ühistranspordi kättesaadavus elaniku kohta; rahulolu ühistranspordi kättesaadavusega; liiklusohutus
<u>Bosch it-ed [6]</u> : 1. <u>Transporditaristu ja liiklus</u> : pakiteenuste paindlikkus; juurdepääs avalikule transpordile; jalgrattateede osakaal; juurdepääs sõidukite jagamislahendustele; ummikud; ühistranspordi kasutus; 2. <u>Linnaruum</u> : juurdepääs kaubanduslikele teenustele; esimese korruse kasutus
<u>Saarepuu [2]</u> : 1. <u>Transporditaristu ja liiklus</u> : rahulolu ühistranspordi kvaliteediga; kui paljudele on ühistranspord kättesaadav; kui paljud liikumised tehakse linnas ühistranspordiga; kui palju kasutatakse <i>Modal Split</i> 'is jalgrattaid jms-eid sõiduvahendeid; kui ohutu on Tartus liigelda; kui palju tegeletakse liikluskultuuri õpetamisega; rahulolu jalakäijate infrastruktuurile; mitu kilomeetrit on jalgrattateid/kergliiklusteid; milliste suurlinnadega on ühendus olemas; mis võimalused on olemas, et olla rahvusvaheliselt ühendatud, kui palju kasutatakse neid

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabelis 2.3 on näha, et targa linna käsitluses on tähtis hinnata vee, kanalisatsiooni ja elektri varustatust. Lisaks on oluline tahkete jäätmete kogumine. Erinevad keskkonnasäästlikumad transpordiviisid on olulised ja selleks vajalik ühistranspordivõrgu kättesaadavus ja kergliiklusteede ulatus ja liikluse ohutus. Peetakse vajalikuks ka linnaruumi strateegiaid; autovabasid tsoone, kus liigelda tohivad vaid jalakäijad ja kergliikurid; ja et oleks vähem ummikuid. Tahetakse hinnata ka kaubanduslike teenustele juurdepääsu ja seda, kas hoonete esimesi korruseid kasutatakse avalikul/kaubanduslikul eesmärgil. Lisaks on vaja hinnata rahulolu erinevates aspektides.

Tabel 2.4 Jätksuutlikkuse käsitlusega indikaatorid targale linnale

Jätksuutlikkuse käsitlusega indikaatorid
<p><u>Smiciklas jt [9]</u>: 1. <u>Reostus</u>: õhureostus; kiirgusreostus; mürareostus; kasvuhoonegaasid; 2. <u>Reovee- ja jäätmekäitlus</u>: reovee puhastamine; jäätmete ümbertöötlemise osakaal; jäätmekäitlus; 3. <u>Tarbimine</u>: joogivee kvaliteet; veetarbimine; magevee tarbimine; taastuenergia tarbimine; avalike hoonete energia tarbimine; kogu elektri tarbimine; soojusenergia tarbimine; avalike hoonete jätkusuutlikkus; veekadu joogiveevarustuses; madala süsiniku heitega sõidukid (elektrilised ja hübriidid); 4. <u>Looduskaitse, kliima, rekreatsioon</u>: rohealad; looduskaitsealad; rekreatsiooni võimalused; vastupidavusplaanide rakendamine</p>
<p><u>Giffinger jt [7]</u>: 1. <u>Reostus</u>: suvine sudu (õhureostus); osakeste reostus; 2. <u>Tarbimine</u>: ökonoomsete autode kasutus; vee tõhus kasutus (SKP kohta); elektri tõhus kasutus (SKP kohta); kesk. elupinna suurus elaniku kohta; 3. <u>Looduskaitse, kliima, rekreatsioon</u>: päikesepaiste tunnid; elanike panused looduskaitsele; elanike suhtumine looduskaitsele; rohealade määr; rekreatsioon</p>
<p><u>Bosch jt [6]</u>: 1. <u>Reostus</u>: CO2 heitmed; lämmastikoksiidi heitmed; tahkete jäätmete teke; eriti peened (PM_{2,5}) osakesed; mürareostus; õhu kvaliteedi indeks; 2. <u>Jäätmekäitlus</u>: ümbertöötlemise määr; 3. <u>Tarbimine</u>: taastuenergia tootmine; aastane elektri lõpp-tarbimine; veetarbimine; veekasutusindeks; hall- ja vihmavee kasutus; kogu tarbitava toormaterjali kogus elaniku kohta; veekadu joogiveevarustuses; optimaalne kaubavedu; taastuvad kütused kaubaveonduses; 4. <u>Looduskaitse, kliima, rekreatsioon</u>: rohealade määr; rekreatsioon; kuumasaar; jäätmaa taaskasutus; rohe- ja veealade (summa)pindala osakaal; kliimaga kohanemise strateegia; roheliste avalike hangete osakaal; liigilise mitmekesisuse määr muutus; keskkonnajuhtimise sertifikaadiga ettevõtete osakaal; keskkonna kaitse ja taastamisega seotud töökohtade määr; keskkonnaharidus koolides</p>
<p><u>Saarepuu [2]</u>: 1. <u>Reostus</u>: mürasaaste hulk; valgussaaste hulk; õhusaaste hulk inimese kohta; sudu hulk; peenosakeste hulk õhus; 2. <u>Jäätmekäitlus</u>: prügi sorteerimise osakaal koguprügist; tahkete olmejäätmete sorteerimine – kui palju panustatakse; 3. <u>Tarbimine</u>: veekasutus ühe inimese kohta; kui palju toitu visatakse ära; elektrikasutus ühe inimese kohta; taastuvatest energiaallikatest saadud energia osakaal; uute ja renoveeritud ehitiste osakaal; milliseid energiaallikaid kasutatakse tänavavalgustuses; kui suures osas ühistranspordist on kasutusel ökoloogilised lahendused; 4. <u>Looduskaitse ja kliima</u>: panustamine looduskaitsele; roheala osakaal linnas; linna looduslik mitmekesisus; suhtumine looduskaitsele</p>

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabelis 2.6 on näha, et taastuenergia tootmine on targas linnas vajalik. Kuid taastuenergiatootmises on oluline arvestada, et ei kasutata tuulegeneraatorite labasid, mis on kaetud fossiilkütuste saadustest sünteetitud polümeeridega, mis reostavad keskkonda MNPga, mis tekib erinevate ilmastikuolude tulemusel labade kulumisel [31]. Kriitiliselt mõeldes ei tohi ka tuulegeneraatori muud välised pinnad sünteetilisi polümeere sisaldada, sest kui tuulik peaks murduma jala keskelt, siis tulemuseks on MNP osakeste reostus.

Tabelis on näha ka, et on oluline hinnata erinevaid reostuse tüüpe, sh õhureostust, samas pole mainitud MNP reostust õhus ühegi uuritud autori indikaatorites ega uuringutes tervikuna, kuigi on teada, et MNP reostust leidub õhus [32]. MNP reostust on ka mereelustikus [33] ja see on oluline, sest osa linnadest asuvad mere ääres; linnad tarbivad mereande ja põhjustavad MNP reostust näiteks autode rehvide kulumisega

[22], mis tuule ja vee äravoolu süsteemidega jõuab lõpuks merre. MNP reostust on ka joogivees [34], toidus [35] ja inimeste erinevates organites [36], [37]. Samas aga pole MNP reostust mainitud ühegi uuritud autori indikaatorites ega uuringutes tervikuna. Kuigi Giffinger jt-ed [7] ja Saarepuu [2] peavad vajalikuks hinnata osakeste reostust; Bosch jt-ed [6] täpsemalt PM_{2,5} reostust õhus, ja Smiciklas jt-ed [9] õhu kvaliteedi indeksi käsitlemist PM₁₀-ne ja PM_{2,5}-ga, siis tüüpiliselt avalikustatakse PM väärtusi summana kõigist osakestest, mis moodustavad vastava PM väärtuse, nagu on näha nt Eesti välisõhu kvaliteedi lehte kasutades [38]. Arvestada tuleb ka sellega, et isegi kui PM_{2,5} väärtus muutub, pole avalikult aru saada, kuidas muutub MNP kontsentratsioon eriti selle pärast, et MNP osamäär on väga väike PM_{2,5}st [39].

Tähtsaks peetakse ka vee, elektri, soojusenergia ja toormaterjalide tarbimise ja joogivee kvaliteedi hindamist. Smiciklas jt-ed [9] on enda töös veekvaliteedi hindamise osas toonud välja WHO joogivee kvaliteedi juhised [40], kus aga pole MNP reostust käsitletud. Eelnevat peab muutma.

Olulised on ka kliimaga kohanemise strateegiate olemasolu linnadel, looduskeskkonna kaitsmine ja taastamine, keskkonnahariduse pakkumine koolides, kasvuhoonegaaside emiteerimise hindamine linnas. Linnades hinnatakse liigilist mitmekesisust ja selle muutust, ja rohe- ja veelasid. Ja seda, kas avalikud hooned on jätkusuutlikud. Ja palju on renoveeritud ja uusi hooneid. Ning milline on nende energiatarve. Oluline on ka avalikud rekreatsioonivõimalused.

Indikeeritakse tahkete jäätmete teket ja kui suurel määral need ümber töödeldakse. Kuid tähelepanuta on jäetud plastpakendite taaskasutus ja see, et plastjäätmeid ei tohi ümber töödelda eesmärgiga toota uusi pakendeid või muid tooteid, mille kasutamisest tekib MNP reostus, mis kahjustab loodust (ja sh loomi), millest on kirjutatud lk-del 18. Lisaks pole käsitletud ka planeeritud iganemist ühegi uuritud autorite indikaatorites, mida on ka näha tabelites 2.1-6 (lk 26-32), ega töödes tervikuna, kuigi see on väga oluline teema targa linna käsitluses, millest on kirjutatud lk-del 20-22, ja millele viitavad ka teised [41], [42].

Tabel 2.5 Ühiskonna käsitlesega indikaatorid targale linnale

Ühiskonna käsitlesega indikaatorid
<p>Smiciklas jt [9]: 1. <u>Tervis ja tervishoid</u>: emade suremus; arstide määr; ravikindlustus; oodatav eluiga; statsionaarsed haiglavoodid; 2. <u>Haridus ja lastehoid</u>: kõrgharidus; lastehoiu kättesaadavus; õpilaste osakaal kooliealistest; täiskasvanute kirjaoskus; 3. <u>Hädaabiteenistus ja looduskatastroofid</u>: politseinike määr; tuletõrjajate määr; hädaabiteenistuse reageerimisaeg; linnaelanikud looduskatastroofi ohtlikes elupiirkondades; looduskatastroofidest põhjustatud surmajuhtumid; loodusõnnetustest põhjustatud majanduskahjud; 4. <u>Ebavõrdsus/võrdsus ja ohutus</u>: vaesus; Gini koefitsient; sooline palgavõrdsus; mitteametlikud asundused; vägivaldse kuritegevuse määr; 5. <u>Kultuur</u>: kultuurikulud; kultuuritaristu</p>
<p>Giffinger jt [7]: 1. <u>Tervis ja tervishoid</u>: surmaga lõppenud kroonilised alumiste hingamisteede haigused; rahulolu tervishoiu kvaliteediga; oodatav eluiga; arstid elaniku kohta; haiglakohad elaniku kohta; 2. <u>Haridus ja lastehoid</u>: rahulolu ligipääsuga haridussüsteemile; elanikud haritud tasemel 5;6 (ISCED); õpilasi ühe elaniku kohta; raamatute laenutamine; osalus keeleõppes; rahulolu koolide kvaliteediga; lastehoius olevate laste osakaal; võõrkeelte oskus; elukestev õpe; rahulolu haridussüsteemi kvaliteediga; 3. <u>Ebavõrdsus/võrdsus ja ohutus</u>: tunnetus enda vaesusriskist; vaesusmäär; rahulolu elupinnaga; miinimumstandardiga majade määr; süütegude määr; suremuse määr rünnaku tõttu; rahulolu enda turvalisusega; 5. <u>Kultuur ja turism</u>: kinode külastatavus; muuseumide külastatavus; teatrite külastatavus; olulisus turismisihtkohana; ööbimised aasta ja elaniku kohta; 6. <u>Sisseränne</u>: välismaal sündinud kodanike osakaal; välismaalaste osakaal; suhtumine sisserändesse; 7. <u>Muu</u>: vabatahtlik töö</p>
<p>Bosch jt [6]: 1. <u>Tervis ja tervishoid</u>: juurdepääs baastervishoiuteenustele; tervislike eluviiside soodustamine; 2. <u>Haridus ja lastehoid</u>: linna haridusressursside juurdepääsetavus; digikirjaoskus; 3. <u>Ebavõrdsus/võrdsus</u>: majanduslikult sõltuvad inimesed; energiavaesus; eluaseme taskukohasus; 4. <u>Ohutus</u>: süütegude määr; liiklusõnnetused; 5. <u>Kultuur ja turism</u>: muinsuskaitse; turismi intensiivsus; rahvusvahelised üritused linnas; 6. <u>Muu</u>: elamute mitmekesisus; rahvastiku tihedus; rändesaldo</p>
<p>Saarepuu [2]: 1. <u>Tervis ja tervishoid</u>: krooniliste alumiste hingamisteede haigused elaniku kohta; tervishoiukulude protsent SKPst elaniku kohta; haiglakohad elaniku kohta; arstide arv elaniku kohta; eeldatav eluiga; 2. <u>Haridus ja lastehoid</u>: lasteaialaste arv lasteaia kohta; õpilaste arv kooli kohta; haridusasutuste lõpetanute määr; rahulolu hariduse kvaliteediga; 3. <u>Ebavõrdsus/võrdsus</u>: Gini koefitsient; 4. <u>Kultuur ja turism</u>: kui palju külastati erinevaid kinoasutusi; kui palju külastati erinevaid teatriasutusi; kui palju külastati erinevaid muuseumeid; erinevate ostukeskuste külastanute arv; turistide koguarv, turistide arv 1000 elaniku kohta; turistide arv 1000 elaniku kohta, kes ööbivad vähemalt ühe öö linnas</p>

Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabelis 2.5 on näha, et targa linna juures peetakse oluliseks hinnata erinevaid tervis- hoiusüsteemi; inimeste tervise ja haiguste; harituse; haridussüsteemi; kultuurivaldkonna; hädaabiteenistuse; õnnetuste; turvalisuse; lastehoiuteenuste; võrdsuse ja ebavõrdsuse; immigratsiooni; turisminduse ja muid tegureid. Seega on näha nii sellest kui ka teistes tabelitest (lk 26-32) , et targa linna juures ei hinnata ainult IKT kasutust erinevates eluvaldkondades, vaid ka palju muud.

Tabel 2.6 Valitsuse, poliitika ja valimiste käsitlesega indikaatorid targale linnale

Valitsuse, poliitika ja valimiste käsitlesega indikaatorid
<u>Smiciklas jt [9]</u> : 1. <u>Valimised</u> : valimisaktiivsus
<u>Giffinger jt [7]</u> : 1. <u>Valimised</u> : KOVi valimisaktiivsus; EI-i valimisaktiivsus; 2. <u>Linna esindajad</u> : linna esindajad elaniku kohta; naiste osakaal linna esindajatena; 3. <u>Poliitika</u> : KOVi kulutused PPSi elaniku kohta; rahulolu korruptsioonivastase võitlusega; rahulolu bürokraatia läbipaistvusega; poliitika tähtsus elanikele; poliitiline aktiivsus; teadlikkus EList
<u>Bosch jt [6]</u> : 1. <u>Valimised</u> : KOVi valimisaktiivsus; 2. <u>Linna poliitika ja struktuurid</u> : linnavalitsuse osakondade integreeritud panus targa linna arengusse; kui hästi on targa linna strateegia elluviimine määratud linnavalitsuse osakonna tasemel; kui hästi targa linna arengut monitooritakse ja raporteeritakse; mis ulatuses on linnavalitsuse informatsioon avalikkusele teada; mis ulatuses on linnal tarka linna toetav poliitika; kui suurel määral teeb KOV kulutusi targa linna arenguks aastas; linnasüsteemide küberturvalisus; mis ulatuses teeb KOV koostööd teiste võimudega; isikuandmete kaitse; 3. <u>Kaasamine</u> : linnavalitsuse targa linna projektides osalevate elanike osamäär; avalike kaasamiste määr
<u>Saarepuu [2]</u> : 1. <u>Valimised</u> : valimisaktiivsus (KOV, Riigikogu ja Euroopa Parlament); e-valijate hulk; 2. <u>Linna esindajad</u> : linna esindajate hulk elaniku kohta; naiste osakaal juhtimisorganites; 3. <u>Poliitika</u> : KOV kulud elaniku kohta; kui aktiivsed on linnaelanikud poliitikas

PPS – poliitilised plaanid & strateegiad. Allikas: tabel on koostatud tabelis välja toodud autorite tööde põhjal ja tõlgitud praeguse töö autori poolt

Tabelist 2.6 on näha, et autoritele on tähtis hinnata targas linnas valimisaktiivsust erinevatel tasemetel, samuti kui aktiivsed on linna elanikud poliitikas. Ja kui suurel määral kaasatakse neid targa linna arendamisse. Nähakse vajalikuna hinnata linna esindajaid elaniku kohta ja naiste protsenti kõigist linnaesindajatest. Oluline on ka valitsuse informatsiooni ja töö läbipaistvus ja korruptsioonivastane võitlus. Ja see, millisel määral teeb KOV kulutusi elaniku kohta ja enda eesmärkide saavutamiseks, ja kui hästi targa linna eesmärkide täitmist monitooritakse ja avalikustatakse. Ning kui hea on osakondade ülene koostöö ja kohaliku valitsuse poliitika targa linna edendamiseks. Ja kas eelnevas koordineeritakse ka teiste linnadega, valdadega, maakondadega ja rahvusvahelisel tasemel, nagu on võimalik mõista Bosch jt-te [6] töö põhjal *Multilevel government* indikaatori selgituses. Smiciklas jt-te [9] indikaatoreid on tabelis ainult üks, sest ülejäänud on IKT käsitlese tõttu tabelis 2.1 (lk 26).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Peale viie targa linna definitsiooni ja nelja indikaatorite süsteemi analüüsimist, saab järeldada, et kõigil neil on puudus/ed ja tugevus/ed. Seega on vaja parendatud targa linna definitsiooni, kus pole praeguses töös käsitletud targa linna definitsioonide halvemaid omadusi – põhinedes nende definitsioonide analüüsil, mis on tehtud praeguses töös (lk-ed 9-20).

Smiciklase jt-te [9], Saarepuu [2], Boschi jt-te [6] loodud targa linna indikaatorite süsteemiga tutvumisel leiti, et indikeeritakse prügi sorteerimist (va Giffinger jt-ed [7]), aga mitte prügivaba ressurside majandamist. Ja pole käsitletud plastpakendite ja muudest fossiilkütuste saadustest sünteesitud polümeere sisaldavate toodete kasutusest tekkivat MNP reostust. Autori hinnangul on välditud ka planeeritud iganemist, konkurentsi põhjustatud inimressursside, muude ressurside ja aja raiskamist. Ei ole käsitletud seda, et kaootilise linnastumise tõttu on üha raskem ja ebatõhusam linnade automatiseerimine, sest suhteliselt kaootilist linna, mis pidevalt kaootiliselt paisub, on ressursi-, energia- ja ajamahukam automatiseerida, võrreldes sümmeetrilise linnaga, millel on standartsed tänavad, hooned ja muud süsteemid.

On peetud vajalikuks teatud asjade nagu näiteks turu, raha, majandusliku kasvu, konkurentsi ja äride olemasolu targas linnas ja linnade vahel. Kuid ei ole arvestatud võimalusega, et tark linn ei pea kasutama loetletud asju. Ei ole ka arvestatud, kummal juhul on linn targem. Puhtalt tehniliselt lähenedes, jättes sotsiaalsed ja filosoofilised küsimused kõrvale, ei pea inimesed targas linnas raha ega muid vahetusmeediumeid kasutama, et tarbida tooteid ja teenuseid. Viimased kaks saavad olla linna elanike ühisomand, mida saab vastavalt tasuta laenutada ja kasutada.

Linna siseselt ja ka linnade vahel ei pea konkureerima majanduslikult rahalise tulu ja kasumi eesmärgil. Ei pea ka eksisteerima turgu, sest ainult tehniliselt lähenedes, on võimalik, et konkureerimise ja turu asemel saab teha teaduslikku, tehnilist, majanduslikku ja ühiskondlikku koostööd. Ja kasutada ühiseid kõrgtehnoloogilisi tootmisvahendeid, et automatiseeritult toota kõik vajalikud tooted ja teha automatiseeritult kättesaadavaks vajalikud teenused. Kui mõelda aastaringsest soojema kliimaga linnale, siis selle piisava pindalaga avalikes parkides saavad kasvada erinevad viljapuud ja marjapõõsad sellises külluses, et kõik saavad puuvilju ja marju korjata, ilma et peaks neid turult ostma. Sama analoogiat saab kasutada kõigi kaupade ja teenuste osas. Ja marjad ja puuviljad, mida ära ei tarbita, komposteeritakse tõeliselt targas linnas, mis annab väetise puudele ja põõsastele. Eelnev on suhteliselt

lihtsustatud näide. Tõeliselt targas linnas saavad olla ka kõrgtehnoloogilised automatiseeritud kasvuhooned, mis kasutavad vertikaalset põllundust integreeritult hüdroponika, akvapoonika ja aeropoonikaga, mis on ressursi ja energia säästlikumad toidukasvatamisemeetodid, võrreldes traditsiooniliste kasvatamisemeetoditega. Lisaks kasutavad mainitud meetodid vertikaalselt kombineeritult oluliselt tõhusamalt ära maapinda ja ruumi. Saavad olla ka botaanikaaedade palmimajade sarnased kasvuhooned, mille sees on ökosüsteem, mis koosneb sümbiootilises suhtes olevatest toidu- ja muudest vajalikest taimedest, mis saavad toota piisava vajaminevast toidust linnaelanikele. Ja need kasvuhooned ei pea kuuluma üksikutele ettevõtjatele, vaid saavad olla linna kommunaaltaristu üks osa. Eelneva mõtte on see, et on võimalik luua niivõrd suur küllus, et kaob vajadus konkurentsiks ja kaob nälg, mis tänapäevase tehnoloogia arengu juures on täielikult välistatav, kui tehakse piisavalt tõhusat koostööd. Samas aga pole eelneva toidukasvatamise küllusliku potentsiaaliga arvestatud käsitletud indikaatorite süsteemides. Kui aga tuua juurde sotsiaalsed ja keskkondlikud küsimused, mis on suhteliselt väga olulised targas linnas, siis konkurentsil on negatiivsed mõjud keskkonnale, ühiskonnale, ressursside majandamisele ja toodete kestlikkusele, mis annab põhjust otsida ja teaduslikult uurida alternatiive konkurentsile. Viimasega seoses on tehtud kriitiline analüüs alapeatükis 1.1 (lk-ed 19-25).

Majanduslik ehk sisemajanduse kogutoodangu kasv ei pea olema eesmärk ja mõõdupuu. Targa linna jätkusuutliku ressursside majandamise ja ringmajanduse ja taaskasutuse teguritest lähtuvalt ei tohigi mõõdupuu olla pidev toodangu kasv. Põhjus on selles, et ressursid on piiratud ja osa tooteid seisab märkimisväärselt kasutult poodides, ladudes, laoplatsidel ja majapidamistes luku taga, põhjustades tehislisku nappust. Kuigi neid kasutult seisvaid tooteid saaks tõhusamalt kasutusse võtta seal, kus neid on vaja. Sellel on lisaks sotsiaalsele kahjule ka hariduslik kahju. Võime mõelda näiteks teleskoopidele, mikroskoopidele ja muudele haridussüsteemis vajalikele vahenditele, mida hoitakse rahalisel eesmärgil luku taga, selle asemel et rakendada neid haridusasutustes, mille tulemusel kahjustatakse inimeste hariduslikku potentsiaali. Tehislisku nappuse alla läheb ka süsteemne raiskamine, mis tähendab, et asju toodetakse mitte täpse vajaduse järgi, vaid osaliselt konkurentsipärast, et võita mõnda turuosalist, mille tõttu jääb osa kaubast müümata. Ja kui selleks on toit, siis see võib rikneda ja olla liiga ohtlik, et annetada. Targas linnas saab pideva kasvu asemel olla võimalikult täpse vajaduse ja pakkumise tasakaal, ja pidev tootmise tõhusamaks muutmine.

3.1 Targa linna definitsiooni parendamise võimalused

Targa linna definitsiooni saab parendada selliselt, et see kirjeldab täpsemalt, et tark linn:

1. on suhteline ja selle tarkust on vaja hinnata regulaarselt võimalikult universaalsetel alustel automaatselt;
2. ei tekita mikro- ja nanoplasti ega muid olulisi reostuseid, vaid rakendab võimalikult tõhusalt parimaid ökoloogilisi tehnoloogiaid igas eluvaldkonnas;
3. taaskasutab plastivabu pakendeid (mis ei tekita MNP reostust) selliselt, et linnas asuv tehas, mis toote toodab ja pakendab, toodab ka taaskasutatava pakendi ja pärast kasutust – kogub kokku, hooldab ja kasutab uuesti pakendamiseks, kui see pole võimalik ja/või põhjendatud, siis töötleb ümber, sest nii peab minimaalselt kulutama energiat ja ressursse transpordile ja ümbertöötlemisele;
4. minimeerib pidevalt jäätmete teket, ja need jäätmed, mida veel ei oska või pole võimalik vältida – ei ladesta, ei mata maha ega põleta, vaid taaskasutab. Ja kui see pole võimalik ja/või põhjendatud, siis töötleb ümber ja võtab siis uuesti kasutusele, või kui see pole võimalik, siis vabaneb nii, et põhjalikul teaduslikul uuringul selgitatakse välja, kuidas kõige keskkonnasäästlikumalt seda teha;
5. ei põhjusta kliimamuutusi välditava kasvuhooonegaaside heitega, vaid toodab kogu vajamineva taastuenergia (mis ei tekita MNP reostust) kohapeal ja/või linnast väljaspool riiklikus ja/või rahvusvahelises koostöös;
6. toodab kogu vajamineva ökoloogiliselt puhta toidu võimalusel kohapeal või rahvusvahelises koostöös vastavalt põhjalikule teaduslikule ja tehnilisele uuringule;
7. ei hoia alal planeeritud iganemist, kiirmoodi, üldiselt tehislukku nappust ega majanduslikku konkurentsi – vaid tooteid disainitakse ja toodetakse linnaelanike ühises ja ülemaailmses koostöös universaalselt nii, et need võimalikult kestlikud oleksid ja et neid põhjendatud vajadusel võimalikult lihtne parandada ja täiustada oleks; et targas linnas luuakse intelligentne jätkusuutlik universaalne küllus; tehakse kohalikul, riiklikul ja rahvusvahelisel tasemel teaduslikku tehnilist majanduslikku koostööd, et kõigi elu oleks väga kõrge kvaliteediga kooskõlas ressursside jätkusuutliku kandevõimega;
8. teeb kogu olemasoleva asjakohase informatsiooni lihtsalt kättesaadavaks järgneva kohta: kuidas jõutakse otsustele; (potentsiaalselt) olemasolevad ressursid; teaduslik, tehnoloogiline ja majanduslik potentsiaal ja hetkeline võimekus reaalsajas; riskid; kuidas asju toodetakse ja kättesaadavaks tehakse;

9. suurendab pidevalt enda võimekust pakkuda linnaelanikele erinevaid vajalikke tooteid ja teenuseid linna automatiseeritud kommunaalrõistiku osana, mida saab vastavalt, kas tasuta või suhteliselt madala hinna või muu panuse eest laenutada/tarbida;
10. jõuab otsustele teaduslikul, tehnilisel ja eetilisel meetodil, ja sh vastab kõigi inimeste asjakohastele küsimustele võimalikult kiirelt ja piisavalt põhjalikult; kaasab inimesi töökohtadele ja otsustele jõudmisele pädevuse alusel vabatahtlikult; võtab vastu kõigi inimeste asjakohaseid ettepanekuid ja uurib, kaalub, simuleerib, testib neid, ja kui ettepanek teeb midagi majanduslikult, keskkondlikult ja ühiskondlikult paremaks, siis rakendab neid;
11. automatiseerib kõik linna funktsioonid ja manuaalse töö, mis on teaduslikult/tehniliselt/eetiliselt põhjendatud;
12. loob sellise elukeskkonna, mis on ökoloogiliselt mitmekesine ja jätkusuutlik; mis motiveerib kõiki olema kehaliselt, hariduslikult ja sotsiaalselt iseenda parimad võimalikud versioonid pidevas enesearengus;
13. lahendab ja ennekõike ennetab kõiki probleeme teaduslikul, tehnilisel ja eetilisel meetodil.

Vahetusmeediumide kasutamise vajaduse vähendamist on praeguse autori arvates väga hästi põhjendanud The Venus Project [26]. On teada, et World Economic Forum käsitleb maailmavaadet, kus inimesed ei pea asju omama, vaid saavad asju rentida ja laenutada. Üks paremaid näiteid eelneva põhjenduseks on see, et targas linnas, kus on automatiseeritud autod, ei pea inimene omama sellist autot, vaid saab selle näiteks mobiili rakenduse abil endale tellida. Ja kui sõit on lõppenud, siis mainitud auto teenindab järgmist linnaelanikku, mitte ei jää tundideks kasutult seisma omaniku garaažis või mujal parklas.

Vahetusmeediumide kasutus muutub teatud hetkel mittevajalikuks, kui ühiskondlik sidusus ja kogukondlik koostöö on arenenud nii kõrgele, et enamus põhilisi töid on automatiseeritud, ja põhilised ressursid, tooted ja teenused tehakse kõigile vabalt kättesaadavaks. Mida rohkem planeeritud iganemise vabalt ehk kestlikult tööprotsesse automatiseerida, seda vähem on maksumaksjaid, mis viib maksutulu vähenemisele. Seega saab üha raskem olema sotsiaalseid ja keskkonna teenuseid pakkuda. Vastuolu on aga selles, et praegust veel pole midagi sellist märkimisväärselt näha, sest turumajandusliku kapitalistliku süsteemi põhimõtetest tulenevalt ei toetata sellist arengut. Põhjus on osaliselt selles, et need, kes on tööstustes ja valitsustes võimupositsioonil, soovivad, et olemasolev süsteem tagaks nende positsiooni ja oluliselt kõrgema elukvaliteedi võrreldes ülejäänud ühiskonnaga. Lisaks mängib olulist rolli see,

et, kui ettevõtted, mis toodavad sisuliselt sarnaseid asju ja üritavad enda tootmist automatiseerida, siis nad põhimõtteliselt dubleerivad tööd ja selle automatiseerimine vajab rohkem ressursi, aega ja energiat, võrreldes sellega, kui oleks ühtne ühiskondlik koostöö ja ühtne tootmine, mis vähendaks mainitud kulutusi olulisel. Seega praegune konkurents takistab automatsiooni suuremat potentsiaali.

3.2 Targa linna MNP reostust käsitlevad indikaatorid

Praeguses töös on selgunud, et uuritavate autorite indikaatorid (tabelid 2.1-6, lk 26-32) ei käsitle MNP reostust. Ainukesed indikaatorid, mis kaudselt käsitlevad, on seotud tahkete jäätmete sorteerimisega, kui mõelda, et võidakse arvata, et kui sorteerida plastijäätmeid korrektselt, siis neid ei viida prügimäele ja ei hakka seal lagunema ja MNP reostust tekitama. Eelnevas kontekstis on see tõsi, aga nagu on välja toodud antud töös, siis see probleemi täielikult ei lahenda, eriti kuna sorteerimise eesmärk on põhiliselt uusi plastpakendeid toota, aga nende käsitus, sh purustamine, kriimustamine, rebimine, lõikamine, sh ka plastpudeli korgi avamine põhjustab MNP reostust (lk 17). Samas kui otsida nt ScienceDirect ja GoogleScholar abil MNP indikaatoreid targale linnale ja jätkusuutlikule linnale märksõnadega „smart sustainable city evaluation index indicator microplastic nanoplastic“, siis ei saa ühtegi vastet tööst, kus MNP reostust käsitletakse targa ja jätkusuutliku linna indikaatorite kontekstis. Seega on ilmselt praegune töö esimene, mis sellega on alustanud.

Kui võtta aluseks Hann jt-te [22] töö, siis Euroopa kõige suurem MNP allikas, mis tuleneb otsesest inimtegevusest (*primary microplastics*), on rehvid, siis järgnevad teedemärgistused, plastipelletid ja sünteetiliste riiete pesemine. Samas pole praeguses töös käsitletud veel ühte väga suurt MNP reostuse allikat – ja see on suuremad plastobjektid nagu näiteks pudelid, kotid ja kalavõrgud, mis lagunevad ookeanis ja mujal keskkonnatingimuste tõttu. Eelnevat reostuse allikat nimetatakse ühise nimetusega *secondary microplastics* [44]. Euroopa Parlamendi (EP) kodulehel [44] on kirjas, et *primary microplastics* moodustab 15-31 %, ja sh sünteetiliste riiete pesu moodustab omakorda 35 % ja rehvide kulumine 28 % mikroplastikutest ookeanis, ja *secondary microplastics* 69-81 %. Samas tuleb arvestada, et pole arvestatud maismaaga ja muude kohtadega. Kuid praeguses töös polegi niivõrd oluline, milline on täpselt esimene ja milline teine kõige suurem MNP allikas. Seega saab võtta üldiselt, et ühed suurimad on *secondary microplastics*, rehvid, sünteetilised riided ja teedemärgistused. Antud töös prooviti ka otsida targa ja jätkusuutliku linna hindamise

indikaatoreid, mis käsitleks, kuidas linn panustab linna ja maailma koristamisse suurematest plasti jäätmetest, aga ka neid ei näi olevat vastavas kirjanduses.

Eelnevalt käsitletud EP kodulehel olevas artiklis [44] on kirjas, et EP kutsus a 2018 EKd üles aastast 2020 keelustama üleeuroopaliiduliselt sihilikult lisatud mikroplastikud kosmeetika toodetes ja pesuvahendites, aga millegi pärast kõigest minimeerima mikroplastiku eraldumist tekstiilidest, rehvidest, värvist ja suitsufiltritest. Samas on see vastuoluline suhtumine, sest see tähendab, et vastutavate EP poliitikute arvates võib sisuliselt väga suurtes kogustes MNPga reostamist jätkata, mitte aga ei pea seda mingiks tähtjaks lõpetama. Seega pole enam tegemist teadmatusest põhjustatud reostusega, vaid EP ja EK poolt lubatud sihiliku reostamisega. Mainitud EP üleskutse on aastast 2018, aga endiselt pole EL-i tasemel arengut, mis oleks andnud EL-i elanikele ökoloogilised ehk mittesüntheetilised rehvid. Sigaretifirmad müüvad endiselt sünteetiliste filtritega sigarette. Sünteetilisi riideid müüakse endiselt massiliselt. Seega üldistades võib öelda, et väga palju oluliselt pole muutunud ja sellist olukorda ei saa targaks nimetada, sest on ilmne, et sigaretifiltreid ja riideid saab teha sünteetiliste polümeeride vabalt. Puhtalt füüsiliselt võttes, ei ole ka mingit põhjust, miks ei peaks saama rehve teha naturaalsest materialidest. Seega seda peab tegema, sest vastupidine olukord – et jätkatakse rehvidega MNP reostust massiliselt, kuigi see kahjustab loodust märkimisväärselt (tabel 1.3; lk 18) – pole vastuvõetav. Seega peavad valitsused ja tööstused koondama jõud, et kiirendatud korras välja töötada ökoloogilised rehvid.

Arvestades, et enamus inimesi elavad linnades, mis tekitavad MNP reostust, kasutades sünteetilisi rehve, mis on üks suurimaid MNP reostuse allikaid [22], mida inimesed otseselt tekitavad, siis praeguse töö raames luuakse targa linna tarkuse mõõtmiseks rehvide kasutamisest tekkiva MNP reostuse indikaator. Rehvidest tekkiva MNP reostuse kohta saadakse andmed põhiliselt mudelarvutustega, sest erinevaid tegureid ja muutujaid on palju [45]. Praeguses töös kasutatakse ka ühte sellist uuringut. Kole jt [46] on toonud välja enda 13. tabelis erinevate riikide kohta rehvi kulumise osakeste (RKODE) kogused ja määrad inimese kohta aastas. Ka praeguses töös käsitletud autorite indikaatorite hulgas on indikaatoreid, mis on riikliku tasemega. Giffinger jt-ed [7] on kasutanud enda töös 26te riikliku tasemega indikaatorit. Saarepuu jt-ed [2] kahte otseselt e-riiki käsitlevat indikaatorit, nagu on näha ka tabelis 2.1 (lk 26). Kuigi eelnev töö on aastast 2017, siis pole nii oluline praeguses töös andmete võimalik uudsus. Tähtsam on proovida, kas uut loodavat indikaatorit saab käsitleda targa linna hindamisel.

Kui põhjalikumalt uurida, siis eririikide andmetes on arvestatud erinevate sõidukite liikidega nagu näiteks sõiduauto, buss ja veok. Seega võrreldavuse ja tarkade linnade ühetaoliseks hindamiseks on vaja andmeid Kole jt-te [46] tabelist 13 korrigeerida. Praegusesse töösse tuuakse sõiduautode vastavad andmed riigi kaupa. Tulemused on välja toodud Tabelis 4.1.

Kuna rehvid on tehtud erinevatest materjalidest, sh looduslik ja sünteetiline kumm [47], siis RKOd ei võrdu otseselt MNPGA. Arvestades et 60 % rehvitööstuses kasutatavast kummist on sünteetiline [48], ja rehvide kuluvas osas turvises kasutatakse ka teisi komponente [48], siis on vaja arvutada ligikaudne MNPide koguse osakaal. Arvutuskäik on järgnev ja arvestab kahte rehvitööstuse allikat [47] [48]:

1. sõiduautode rehvide turvis on tehtud 40 % mitte kummist ainetest;
2. seega sünteetilise ja naturaalse kummi osakaal on 60 %;
3. sünteetiline kumm on 60 % 60 %-st, seega 36 %;
4. seega MNP on 36 % kogu rehvi kulumise osakekestest.

Arvutatud tulemused on välja toodud Tabelis 4.2.

Tabel 4.1 Sõiduautode rehvide kulumise osakeste (RKODE) kogused inimese kohta aastas (seisuga juuli 2017) [46]

Riik	Populatsioon	RKOD kokku (tonni/a)	RKOD inimese kohta/a (kg)
Holland	17 016 967	5 500	0,32
Norra	5 265 158	4 320	0,82
Rootsi	9 880 604	3 147	0,18
Taani	5 593 785	4 153	0,74
Hiina	1 373 541 278	352 000	0,26
India	1 266 883 598	51 998	0,04
Ameerika Ühendriigid	323 995 528	586 800	1,8
Brasiilia	205 823 665	143 023	0,69

Allikas: koostatud praeguse töö autori poolt Kole jt-te [46] töö tabelite 1-13 põhjal (andmed korrigeeritud, mille põhjendus on lk 38 viimane lõik)

Tabel 4.2 Sõiduauto rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti osakeste (MNPide) kogused inimese kohta aastas (seisuga juuli 2017) [46]

Riik	Populatsioon	MNP kokku (tonni/a)	MNP inimese kohta/a (g)
Holland	17 016 967	1 980	115,2
Norra	5 265 158	1 555,2	295,2
Rootsi	9 880 604	1 132,92	64,8
Taani	5 593 785	1 495,08	266,4
Hiina	1 373 541 278	126 720	93,6
India	1 266 883 598	18 719,28	14,4
Ameerika Ühendriigid	323 995 528	211 248	648
Brasiilia	205 823 665	51 488,28	248,4

Allikas: koostatud praeguse töö autori poolt Kole jt-te [46] töö tabelite 1-13 ja praeguse töö lk 38 ja tabel 4.1 põhjal

Tabelist 4.1 on näha, et Eesti kohta andmed puuduvad. Selletõttu sooritati otsing GoogleScholaris ja ScienceDirectis inglise keeles: „estonian tyre wear particle emission“, ja ESTERis eesti keeles: „rehvide kulumisest tekkinud osakesed“, et leida vastavaid andmeid, kuid neid ei leitud. Rahvuslike andmete mudelarvutamine rehvide kulumisest tekkivate osakeste kohta on suhteliselt ajamahukas. Ja see ei mahu praeguse töö ajaraamidesse. Seega jäetakse see kõrvale. Kole jt [46] töös oli rohkem riike, kui tabelites 4.1 ja 4.2. Välja on jäetud riigid, mille puhul polnud võimalik eristada sõiduautosid kogu rahvuslikust RKO summast.

Kole jt [46] toovad enda töös välja, et eksisteerib kaks põhilist meetodit, et arvutada RKO kogust. Üks meetod kasutab rehvide kulumise faktoreid sõiduki ühe läbitud km kohta korrutades kogu läbitud teekonna pikkusega [46]. Teine kasutab rehvide koguarvu korrutades rehvide kogu kaalu kaotusega [46]. Esimene meetod on subjektiivsem, kui teine, sest iga läbitud kilomeeter võib olla erinev ilmastikuolude ja sõiduteetüübi ja sõiduki koormatuse või veel mõne faktori poolest. Seega soovib praeguse töö autor kasutada teist varianti, mis on oluliselt täpsem, sest arvestab otse, kui palju rehve on ära kasutatud ühe aasta kohta ja korrutab selle kaotatud kaaluga aasta kohta. Teist meetodit on võimalik suhteliselt väga täpselt teha, kui valitsused motiveerivad inimesi kas pandisüsteemi või mõne muu süsteemi abil. Näiteks kui inimene tagastab kasutatud rehvid, siis saab uued rehvid soodsamalt riigi või KOVi toel, et välistada rehvi metsa või mujale mittesoovitud kohta viimist. Võimalik et parem on kasutada mõlemat süsteemi korraga, et minimeerida veelgi rohkem mittesoovitud käitumine. Targale linnale omaselt on kõige parem, kui kogu protsess on võimalikult automatiseeritud. Ja ennekõike muidugi see, kui rehvid, nagu ka kõik muudki tooted, mis võivad kuluda, ei sisaldaks sünteetilisi polümeere ja üldse igasuguseid sünteetilisi aineid, mis ei komposteeru.

Eelnevad tabelid autorehvide RKO/MNP osas on kitsam näide, mis ei tähenda, et ei peaks iga sõiduki liigi käsitluses hinnangut andma linna tarkusele. Eelnev on oluline, sest on võimalik tuvastada tarkus/hinnang kõigi sõidukiliikide käsitluses. Enne uue indikaatori sõnastamist on oluline arvestada, millist tüüpi indikaator see olema peab, et sellest kõige rohkem kasu oleks.

Toetudes Bosch [6] jt-te tööle, saab järeldada, et kõige kasulikum on mõjupõhine indikaator, sest see näitab, kui positiivset mõju on linn saavutanud mingis aspektis. Seega sõnastatakse järgnev indikaator: „Riigis kõigi rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti (MNP) reostuse aastane vähenemine (%)“.

Eelnevat indikaatorit saab kasutada linna hindamisel järgnevalt:

1. võtta jooksva aasta väärtus ja korrutada 100ga;
2. saadud tulemus jagada eelmise aasta väärtusega;
3. saadud tulemus lahutada 100st.

Saadud tulemuse alusel saab riigid ritta seada selle alusel, mis riik on kõige rohkem vähendanud MNP heidet rehvide kulumisest. Siis saab 10 palli süsteemis punktid jagada. Vähenemise vahemikud peavad olema realistlikud ja kohanema vastavalt seatud eesmärgile, mida saab iga aasta muuta, mida praeguses töös ei hakata välja arendama, sest see väljub antud töö ajaraamidest.

Kui aga on probleemiks MNP reostus, siis võib mõjupõhisele indikaatoriga võrreldes olla vähemalt sama hea või isegi parem indikaator: „Kas linnas kasutatakse MNP reostust tekitavaid rehve?“ Antud indikaator on kõige otsesem ja selgem. Hinde/skoori määramine saab olla jaatava vastuse puhul näiteks -1 või eitava vastuse puhul +1, kui MNP reostus on üks alamkategoriat suuremas MNP peakategorias, kus iga alamkategoriat saab olla kas -1 või +1, et siis hiljem kokku liita alamkategoriad ja saada MNP peakategoriale tervikhinne. Kuid on ka oluline kõigi rehvide MNP reostuse osas hinnangu arvutamine kogusummas (tonni/a) ja ka (per capita/a(g)). Nendele kahele vastavad indikaatorid on: „Riigis kõigi rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti (MNP) reostuse aastane kogusumma (tonni/a)“ ja „Riigis kõigi rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti (MNP) reostuse aastane kogusumma (per capita/a(g))“. Näitlikustamiseks, et viimase variandi alusel saab hinnata linna tarkust, moodustatakse tabel 4.3. Tabelisse on järjestatud tabelist 4.2 saadud vajalikud andmed riigi nime ja MNP inimese kohta/a (g). Selle alusel on juba näha, millises riigis tekib inimese kohta grammides kõige rohkem ja vähem MNP reostust.

Tabel 4.3 Sõiduauto rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti osakeste (MNPide) kogused inimese kohta aastas (g) (seisuga juuli 2017) [46]

Riik	MNP inimese kohta/a (g)
India	14,4
Rootsi	64,8
Hiina	93,6
Holland	115,2
Brasiilia	248,4
Taani	266,4
Norra	295,2
Ameerika Ühendriigid	648

Allikas: Koostatud antud töö autori poolt, tuginedes Kole jt-te [46] algandmetele ja praeguse töö tabelitele 4.1-2

Linnade tarkuse mõõtmiseks saab väärtuseid panna ühtlaselt jaotatud vahemikesse 10 punkti alusel. Antud juhul otsustatakse teha miinuspunktid, sest see vastab reaalsusele, et tegemist on loodust kahjustava reostusega ja ühe suurima ülemaailmse

probleemiga. Eelneva tarbeks moodustatakse tabel 4.4. Vahemike saamiseks võeti suurim väärtus 648 ja jagati seitsmega.

Tabel 4.4 Skoori tabel sõiduauto rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti osakeste (MNP) reostuse hindamiseks inimese kohta aastas (g)

MNP inimese kohta/a (g)	Skoor
0	4
0-93	-1
94-188	-2
189-282	-3
283-376	-4
377-470	-5
471-564	-6
565-658	-7

Allikas: Koostatud antud töö autori poolt, tuginedes Kole jt-te [46] algandmetele ja praeguse töö tabelitele 4.1-3

Tabel 4.5 Hinnatud riikide tabel sõiduauto rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti osakeste (MNP) reostuse põhjal inimese kohta aastas (g)

Riik	MNP inimese kohta/a (g)	Skoor
India	14,4	-1
Rootsi	64,8	-1
Hiina	93,6	-2
Holland	115,2	-2
Brasiilia	248,4	-3
Taani	266,4	-3
Norra	295,2	-4
Ameerika Ühendriigid	648	-7

Allikas: Koostatud antud töö autori poolt, tuginedes Kole jt-te [46] algandmetele ja praeguse töö tabelitele 4.1-4

Tabelis 4.5 on näha, et kõige parem hinne, kuigi negatiivne, on India: -1. Kõige halvem hinne on Ameerika Ühendriikidel: -7, mis on saadud sõiduauto rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti osakeste (MNP) reostuse põhjal inimese kohta aastas (g). Samas tuleb arvestada, et kuigi see on suhteliselt väike näitaja suures MNP reostuse pildis, siis kirjeldab see antud olukorda suhteliselt hästi. Samas tuleb arvestada sellega, et Indias on võrreldes kõigi teiste riikidega tabelis 4.5, inimese kohta kõige vähem sõiduautosid. Samas nagu öeldud, on tabelitel 4.1-5 pigem näitlikustamise funktsioon, et on võimalik kasutatud indikaatori alusel riikide tarkust hinnata. Samas annavad mainitud tabelid kokku suhteliselt hea pildi olukorrast rahvide kulumisest tekkinud MNP reostuse osas.

KOKKUVÕTE

Antud töö juhatas targa linna definitsiooni ja indikaatorite süsteemide ülevaatusse ja kriitilisse analüüsimisse lühiülevaatega olulisematest ülemaailmsetest probleemidest nagu näiteks mikro- ja nanoplasti reostus. Selgitati, et tark linn on selleks, et lahendada erinevaid urbaniseerumisega probleeme, aga pole selge kui hea on targa linna definitsioonid ja indikaatorsüsteemid. Toodi näide antud teemaga seotud olulisest tööst, mis oli tehtud praeguse töö autori kodulinna Tartuga seoses. Mainitud töö andis põhjust arvata, et loodud definitsioonid ja indikaatorite süsteemid vajavad parendusvõimalusi. Anti ka ülevaade, kuidas praegune töö on autori erialaga seotud. Ja toodi välja, et antud töö on suhteliselt väga oluline küberfüüsikaliste sotsiaalsete süsteemide süsteemi (KFSSS) loomisel ja parendamisel erinevate teaduste integreeritud käsitluses. Seega jõuti antud töö eesmärgini sõnastuseni – analüüsida kriitiliselt targa linna definitsioone ja indikaatorite süsteeme, et pakkuda parendusvõimalusi.

Materjali ja metoodika peatükis anti ülevaade, et sisendiks olid olulised nii teaduslikud artiklid, kui ka rahvusvahelise mõjuga poliitilised ja tehnilised organisatsioonid. Ja selgitati, kuidas käsitletud definitsioonid ja indikaatorite süsteemid olid osaliselt samade oluliste autorite poolt välja töötatud. Ja et eelneva käigus leiti väga olulisi sisendeid nii Eli, ÜRO, Rahvusvahelise Telekommunikatsiooni Liidu, tehnilise raporti ja ka teaduslike artiklite osas.

Järgmisena tehti ülevaade ja kriitiline analüüs definitsioonidele ja indikaatorite süsteemidele. Ja selle tulemusel leiti nii tugevusi, kui ka suuremaid puudujääke. Näiteks ei olnud käsitletud MNP reostust, planeeritud iganemist ja ka konkurentsi olulist negatiivset mõju ressursside ja energia raiskamise käsitluses. Leiti, et MNP reostust polnud ei jäätmete, õhureostuse, toiduohutuse, veekvaliteedi, inimeste ega ka terviklikult loodushoiu käsitluses.

Enne töö lõppu pakuti välja mitmeid meetmeid, kuidas saab targa linna definitsiooni edasi arendada. Soovitati definitsiooni parendamisel arvestada kolmeteistkümne punktiga, mille osas olid ettepanekud rõhutada targa linna definitsioonis, et linna tarkus on suhteline ja seda on vaja universaalsetel alustel järjepidevalt hinnata; et targas linnas ei tekitataks MNP reostust; et pandaks suur roll toodete kestlikkusele ja planeeritud iganemise kaotamisele ja plastivabade pakendite taaskasutusele; et jäätmete teket võimalikult minimeerida; et toit oleks võimalikult ökoloogiliselt puhas; et minimeeritaks võimalikult kasvuhoonegaaside paiskamist atmosfääri ja kasutataks võimalikult palju taastuvenergialahendusi; et linn avalikustaks võimalikult palju erinevat

asjakohast informatsiooni; et linn võimalikult palju automatiseeriks linnaprotsesse ja muid töid; ja ennetaks/lahendaks probleeme ja jõuaks otsustele linnaelanikke teaduslikult, tehniliselt ja eetiliselt kaasates; ja looks võimalikult looduslähedase ja motiveeriva elukeskkonna.

Viimasena uuriti ühte suhteliselt põhjalikku teaduslikku artiklit, mis käsitles erinevate riikide sõidukirehvide kulumisest tekkinud reostust. Antud uuringu põhjal arvatati MNP osakaal rehvide kulumise osakekestest ja pandi tabelisse, et saaks käsitleda uue MNP reostuse indikaatori näitlikku kasutamist targa linna hindamisel. Loodi kokku kolm uut MNP reostuse indikaatorit:

1. „Kas linnas kasutatakse MNP reostust tekitavaid rehve?”
2. „Riigis kõigi rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti (MNP) reostuse aastane kogusumma (tonni/a)”
3. „Riigis kõigi rehvide kulumisest tekkinud mikro- ja nanoplasti (MNP) reostuse aastane kogusumma (per capita/a(g))”.

Eesmärgid said suhteliselt olulises osas täidetud, kuigi palju rohkem on veel tööd tulevikus, et tarkasid linnu hinnataks oluliselt objektiivsemalt võttes arvesse integreeritult ja süsteemselt nii sotsiaalseid, majanduslikke, keskkondlikke ja tehnilisi aspekte. Kindlasti on vaja tulevikus veel rohkem rõhku panna MNP ja muude sünteetiliste reostuste osas, sest need ei komposteeru keskkonnas, ja on ühed suurimaid probleeme hetkel maailmas. Ja ka planeeritud iganemist ja konkurentsi põhjustatud ressursside raiskamist on vaja KFSSSide ja sealhulgas tarkade linnade hindamisel käsitleda, et nende parendamine oleks tõhusam ja et inimkond tegelikult jätkusuutlikult elada saaks.

SUMMARY

This study led to a review and critical analysis of definitions and systems of indicators related to smart city, with a brief overview of major global issues such as micro and nanoplastic pollution. It was explained that a smart city aims to address various challenges arising from urbanization, but the quality of definitions and systems of indicators for smart cities remains unclear. An example was provided of relevant work conducted in the author's hometown of Tartu. The work gave reason to suspect the need for improvement in the created definitions and indicator systems. Current study also highlighted the relevance of the author's work specifically for the development and enhancement of cyber-physical social system of systems (CPSSS) through an interdisciplinary approach. Thus, the study arrived to its wording of goal to critically analyze smart city definitions and system of indicators to provide improvement possibilities.

The materials and methods chapter provided an overview of important politically and technically influential international organizations as well as scientific articles. It was explained that the discussed definitions and indicator systems were partially developed by the same significant authors. Valuable inputs were obtained from sources such as EU, UN, International Telecommunication Union, technical report and scientific articles.

Next, an overview and critical analysis of definitions and indicator systems were conducted, revealing strengths and significant shortcomings. For instance, the study found that micro and nanoplastic pollution, planned obsolescence, and the negative impact of competition on resource and energy usage were not addressed. Micro and nanoplastic pollution was not considered in the context of waste management, air pollution, food safety, water quality, human health aspects, or environmental conservation.

Before the end of the study, several measures were proposed to further develop smart city definitions. Thirteen points were suggested, emphasizing the relative nature of city smartness and the need for consistent evaluation on universal grounds; avoiding micro and nanoplastic pollution in smart cities, prioritizing product sustainability and eliminating planned obsolescence, promoting the reuse of plastic-free packaging, minimizing waste generation, ensuring ecologically clean food, minimizing greenhouse gas emissions as possible, maximizing the use of renewable energy solutions, publicly sharing relevant information, automating city processes and other tasks, preventing and solving problems while involving city residents in scientific, technical and ethical

decision-arriving processes, and to create a nature-oriented and motivating living environment.

Lastly, a relatively comprehensive scientific article focusing on pollution from the wear of tires in different countries was examined. Based on this study, the proportion of micro and nanoplastic particles resulting from tire wear was calculated and presented in a table to handle and exemplify the use of a new micro and nanoplastic pollution indicator in smart city evaluations. Three new indicators were developed:

1. "Does the city use tires that cause micro and nanoplastic pollution?";
2. "Annual total amount of micro and nanoplastic pollution resulting from tire wear in the country (tons/year)";
3. "Annual per capita amount of micro and nanoplastic pollution resulting from tire wear in the country (per capita/year (g))".

The objectives of the study were mostly fulfilled, but there is still much work to be done in the future to assess smart cities more objectively, considering social, economic, environmental, and technical aspects in an integrated and systemic manner. Greater emphasis should be placed on addressing micro- and nanoplastic pollution and other synthetic pollutants, as they do not decompose in the environment and remain significant global issues. Additionally, planned obsolescence, resource waste due to competition should be incorporated into evaluations of CPSSS's incl smart city to effectively improve them so that humanity could actually live sustainably.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. F. Pelletier jt, „World Urbanization Prospects: The 2018 Revision”, New York, USA, 2019. [Online]. Loetud aadressil: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Kasutatud: 21.04.2023.
2. K. Saarepuu, „Targa linna indikaatorite parendusvõimalused Tartu linna näitel”, [Bakalaureusetöö], Majandusteaduskond, Tartu Ülikool, Tartu, Eesti, 2020, [Online]. Loetud aadressil: <https://dspace.ut.ee/handle/10062/67726>. Kasutatud: 25.03.2023.
3. European Commission. *Smart cities*. [www] https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en. Kasutatud: 24.10.2022.
4. ITU. *Smart sustainable cities*. [www] <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/smart-sustainable-cities.aspx>. Kasutatud: 07.06.2023.
5. C. M. T. Lai & A. Cole, „Measuring progress of smart cities: Indexing the smart city indices”, *Urban Governance*, 2022, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2664328622000699>. Kasutatud: 07.06.2023.
6. P. Bosch jt, „CITYkeys indicators for smart city projects and smart cities”, *CITYkeys*, 2016, [Online]. Allalaetav aadressil: https://www.researchgate.net/publication/326266723_CITYkeys_indicators_for_smart_city_projects_and_smart_cities. Kasutatud: 07.06.2023.
7. R. Giffinger jt, „Smart cities - Ranking of European medium-sized cities”, Centre of Regional Science, Vienna UT, 2007, [Online]. Loetud aadressil: https://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. Kasutatud: 07.06.2023.
8. OECD. 2nd OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth, 2020, [Online] <https://www.oecd.org/cfe/cities/Smart-cities-measurement-framework-scoping.pdf>. Kasutatud: 07.06.2023.
9. J. Smiciklas jt, „Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities”, United for Smart Sustainable Cities (U4SSC), Switzerland, Geneva, 2017, [Online] <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-U4SSC-Collection-Methodology/index.html#p=1>. Kasutatud: 07.06.2023.
10. U4SSC. *About*. <https://u4ssc.itu.int/about/>. Kasutatud: 27.05.2023.
11. ISO. „ISO 37122:2019 - Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities”. ISO.org. <https://www.iso.org/standard/69050.html>. Kasutatud: 26.05.2023.

12. L. Mundula jt, „Defining Smart Cities: a Relative and Dynamic Approach“, in *Real Corp 2016*, M. Schrenk jt-ed, Eds, 2016. [Online]. Loetud adressil: https://www.corp.at/archive/CORP2016_10.pdf. Kasutatud: 02.06.2023.
13. A. Sharifi, „A typology of smart city assessment tools and indicator sets“, *Sustainable Cities and Society*, vol. 53, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101936>. Kasutatud: 02.06.2023.
14. Z. Sobhani jt, „Microplastics generated when opening plastic packaging“, *Scientific Reports*, vol. 10, no. 4841, 2020, url: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61146-4>. Kasutatud: 20.02.2023.
15. P. M. Coelho jt, „Reusable vs single-use packaging: a review of environmental impacts“, *Reloop & Zero Waste Europe*, lk 49 ja 63, 2020. [www] https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2020/12/zwe_reloop_report_reusable-vs-single-use-packaging-a-review-of-environmental-impact_en.pdf. Kasutatud: 21.04.2023.
16. I. J. Gatti & P. Refalo, „Reusability and recyclability of plastic cosmetic packaging: A life cycle assessment“, *Resources, Conservation & Recycling Advances*, vol. 15, 2022, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667378922000360?via%3DIhub>. Kasutatud: 21.04.2023.
17. R. Hamade jt, „Making the Environmental Case for Reusable PET Bottles“, *Procedia Manufacturing*, vol. 43, 2022, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920307174>. Kasutatud: 21.04.2023.
18. J. M. Donkers jt, „Advanced epithelial lung and gut barrier models demonstrate passage of microplastic particles“, *Microplastics & Nanoplastics*, vol. 2, 2022, doi: <https://doi.org/10.1186/s43591-021-00024-w>. Kasutatud: 18.05.2023.
19. J. Zaheer jt, „Pre/post-natal exposure to microplastic as a potential risk factor for autism spectrum disorder“, *Environment International*, vol. 161, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107121>. Kasutatud: 18.05.2023.
20. T. Roy jt, „Microplastic/nanoplastic toxicity in plants: an imminent concern“, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 195, 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10654-z>. Kasutatud: 18.05.2023.
21. University of Birmingham. [www] <https://www.birmingham.ac.uk/research/quest/sustainable-environments/microplastics.aspx>. Kasutatud: 24.05.2023.
22. M. Hann jt, „Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products“, *Eunomia, ICF*, lk. 2, 2018. [www] <https://bmbf-plastik.de/sites/>

- default/files/2018-04/microplastics_final_report_v5_full.pdf. Kasutatud: 11.05.2023.
23. M. Thamarai & V. S. Naresh, „Smart self-power generating garbage management system using deep learning for smart cities“, *Microprocessors and Microsystems*, vol. 98, 2023, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141933123000625>. Kasutatud: 23.03.2023.
 24. X. Chen, „Machine learning approach for a circular economy with waste recycling in smart cities“, *Energy Reports*, vol. 8, 2022, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722001937>. Kasutatud: 25.03.2023.
 25. C. Wang jt, „A smart municipal waste management system based on deep-learning and Internet of Things“, *Waste Management*, vol. 135, 2021, url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21004621>. Kasutatud: 25.03.2023.
 26. THE VENUS PROJECT. [www] <https://www.thevenusproject.com/>. Kasutatud: 01.06.2023.
 27. L. Bisschop jt, „Designed to break: planned obsolescence as corporate environmental crime“, *Crime, Law and Social Change*, vol. 78, 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s10611-022-10023-4>. Kasutatud: 25.05.2023.
 28. J. Malinauskaite & F. B. Erdem, „Planned Obsolescence in the Context of a Holistic Legal Sphere and the Circular Economy“, *Oxford Journal of Legal Studies*, vol. 41, no. 3, 2021, doi: <https://doi.org/10.1093/ojls/gqaa061>. Kasutatud: 06.06.2023.
 29. W. C. Satyro jt, „Planned obsolescence or planned resource depletion? A sustainable approach“, *Journal of Cleaner Production*, vol. 195, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.222>. Kasutatud: 25.05.2023.
 30. J. Bai jt, „Fiscal Pressure, Tax Competition and Environmental Pollution“, *Environmental and Resource Economics*, vol. 73, 2019, doi: <https://doi.org/10.1007/s10640-018-0269-1>. Kasutatud: 27.05.2023.
 31. NATIONAL WIND WATCH. [www] https://docs.wind-watch.org/Leading-Edge-erosion-and-pollution-from-wind-turbine-blades_5_july_English.pdf. Kasutatud: 30.05.2023.
 32. J. Gasperi jt, „Microplastics in air: Are we breathing it in?“, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 1, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002>. Kasutatud: 31.05.2023.

33. T.M. Karlsson jt, „Microplastic in marine biota compared to surrounding sediment and water: method development and accumulation“, *Marine Pollution Bulletin*, vol. 169, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112540>. Kasutatud: 31.05.2023.
34. D. Schymanski jt, „Analysis of microplastics in drinking water and other clean water samples with micro-Raman and micro-infrared spectroscopy: minimum requirements and best practice guidelines“, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, vol. 413, 2021, doi: <https://doi.org/10.1007/s00216-021-03498-y>. Kasutatud: 31.05.2023.
35. G.E. De-la-Torre, „Microplastics: an emerging threat to food security and human health“, *Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04138-1>. Kasutatud: 31.05.2023.
36. L. C. Jenner jt, „Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy“, *Science of The Total Environment*, vol. 831, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>. Kasutatud: 31.05.2023.
37. J. C. Prata, „Microplastics and human health: Integrating pharmacokinetics“, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 53, no: 16, 2023, doi: <https://doi.org/10.1080/10643389.2023.2195798>. Kasutatud: 31.05.2023.
38. EESTI VÄLISÕHU KVALITEET. [www] <http://ohuseire.ee/?zoomLevel=8&lat=58.88711&lng=25.569944>. Kasutatud: 31.05.2023.
39. B. Kirchsteiger & D. Materić, „Fine micro- and nanoplastics particles (PM_{2.5}) in urban air and their relation to polycyclic aromatic hydrocarbons“, *Atmospheric Environment*, vol. 301, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2023.119670>. Kasutatud: 31.05.2023.
40. WHO. *Guidelines for Drinking-water Quality*. [www] <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf?sequence=1>. Kasutatud: 31.05.2023.
41. M. Foth jt, „A capitalocentric review of technology for sustainable development: The case for more-than-human design“, in *Global Information Society Watch 2020: Technology, the environment and a sustainable world: Responses from the global South*. Association for Progressive Communications, Melville, South Africa, pp. 78-82, 2021, url: https://eprints.qut.edu.au/203186/8/gisw2020_australia.pdf. Kasutatud: 01.06.2023.
42. T. Yigitcanlar & Md. Kamruzzaman, „Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature“, *Sustainable Cities and Society*, vol. 45, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>.

- Kasutatud: 01.06.2023.
43. EAPFOUNDATION.COM. [www] <https://www.eapfoundation.com/writing/other/definitions/>. Kasutatud: 02.06.2023.
 44. News – European Parliament. *Microplastics: sources, effects and solutions*. [www] <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20181116STO19217/microplastics-sources-effects-and-solutions>. Kasutatud: 02.06.2023.
 45. Põllumajanduse Registrate ja Informatsiooni Amet. [www] <https://shorturl.at/gkvDK>. Kasutatud: 03.06.2023.
 46. P. J. Kole jt, „Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 14, 2017, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph14101265>. Kasutatud: 03.06.2023.
 47. The U.S. Tire Manufacturers Association. *WHAT'S IN A TIRE*. [www] <https://www.ustires.org/whats-tire-0>. Kasutatud: 03.06.2023.
 48. MICHELIN. *MATERIALS*. [www] <https://thetiredigest.michelin.com/an-unknown-object-the-tire-materials>. Kasutatud: 03.06.2023.