



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond



Eesti
tuleviku heaks

Tellijä:
Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet

Turuanalüüs

Tallinna avalike teede-tänavate maa-aluste ja
maapealsete 3D andmete hõivamiseks,
haldamiseks ja hoidmiseks



Koostas: Georadar OÜ

Tallinn 2020

Sisukord

1.	Sissejuhatus	3
2.	Hankija olukorra analüüs.....	3
	Tallinna Linnavaaramet	5
	Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet	7
	Tallinna Transpordiamet	9
	Vajadus uue lahenduse järele	11
	Vajadus teistele linnadele	11
	Vajadus väljaspool teemaad.....	12
	Vajadus targa linna kontekstis.....	12
	Turu üldine suundumus hankijate poolt vaadates sektoris tervikuna	13
	Tallinn 2035 arengustrateegia.....	13
	BIM ja InfraBIM	13
	Vajadus ehitussektori digitaliseerimise kontekstis.....	15
3.	Kasutatavate lahenduste sobivuse analüüs	15
	Hankija vajadustele vastava tehnoloogilise lahenduse olemasolu turul	15
	Komplekslahendus maa-aluste tehnovõrkude andmehõiveks	16
	Fotogramm-meetria	17
	Laserskaneerimine.....	18
	Lidar	20
	Kombineeritud lahendused	20
	Visualiseerimine	22
	Kaardirakendused.....	22
	Asjade Internet – IoT	23
	Tarkvarad.....	23
	Tallinna linna olemasolevad infosüsteemid	23
	Läbiviidud kohtumised turuosalistega	24
4.	Innovaatiline lahendus	25
	Uue lahenduse pakkujad	28
	Uue lahenduse pakkujate poolsed takistused ja riskid	28
5.	Kasutatud allikad	29

1. Sissejuhatus

Kaasaegse pealinnana on Tallinn pidevas muutumises. Avalikku ruumi kujundatakse järjepidevalt ümber ja muudetakse tänapäeva ühiskonna vajadustele vastavaks. Nii nagu muutuvad inimesed ning nende soovid ja hoiakud, nii peab muutuma ka linn.

Tehnoloogiate arenedes on tekkinud palju uusi võimalusi linna avaliku ruumi planeerimiseks, ehitamiseks ja haldamiseks. Mitmed tehnoloogiad on Tallinnas täna juba kasutusel, kuid on ka valdkondi, kus põnevad arengud ootavad alles ees.

Tallinna linna omanduses on 989 km sõiduteid, 995 km kõnniteid sh 293 km kergliiklusteid. See teemaa on ühine avalik ruum, mida jagavad omavahel nii linnakodanikud kui ka transport ning seal paikneb suurem osa kommunikatsioonidest.

Peamine osa Tallinna linna poolt teostavast avaliku ruumi ehitusest ja remondist toimub just teemaal. Ühelt poolt on see tingitud ühiskonna arengust, muuta teemaa tänapäeva vajadustele vastavaks. Teisalt on vajadus praktiline, kuna teed ja tänavad aja jooksul amortiseeruvad ning vajavad remonti ja renoveerimist.

Ühiskonna areng on tekitanud vajaduse teostada teemaa arendust ja remonti teisiti, kui seda on tehtud siiani. Tallinna elanikud tahavad olla arendustesse kaasatud, kõik ehitustööd peavad toimuma kiiresti ja võimalikult vähe häirima igapäevast elu, töö lõpptulemus peab olema kvaliteetne, ning see kõik peab olema saavutatud võimalikult soodsalt.

Tänu infotehnoloogia arengule on see peagi võimalik. Infotehnoloogia võimaldab juba täna digitaliseerida protsessid, kõrvaldada „silotorid“, standardiseerida ja automatiseerida tüüpsegevused, kaasata huvigrupid ja palju muud. Infotehnoloogilise arengu aluseks on adekvaatne ja kvaliteetne info – täpsed ja piisavad andmed.

Tallinna linnale kuuluva teemaa ja teemaal olevate objektide kohta on olemas palju erinevas formaadis andmeid. Paraku ei ole nendest saadava info kvaliteet ja kvantiteet piisav ning selle usaldusväärsus on sageli madal. Sellise info digitaliseerimine ei ole piisav, et vastata uutele väljakutsetele.

Selleks, et Tallinna teede, tänavate ja tehnovõrkude planeerimine, ehitamine ja haldamine viia uuele tasemele, tuleb muuta seniseid praktikaid ja hakata kõiki teemaal olevaid maa-alaaluseid objekte kirjeldama kolmemõõtmelistena. Sealjuures on väga oluline asukohaandmete täpsus ja atribuutandmete piisavus.

Kvaliteetsete kolmemõõtmeliste andmete olemasolu võimaldab digitaliseerida kogu teemaa ja sellel olevate objektide elukaare, mis omakorda tagab selle majandamise kuluefektiivsuse ning vastavuse linnakodanike vajadustele.

Ülaltoodust lähtuvalt on Tallinna linn otsustanud alustada innovatsiooniprojektiga, leidmaks lahendusi teemaal asuvate objektide kolmemõõtmeliseks (3D) andmehõiveks, kirjeldamiseks, töötlemiseks ning kasutamiseks linnaruumi planeerimisel, arendamisel ja haldamisel.

2. Hankija olukorra analüüs

Tallinna linna avaliku ruumi oluliseks osaks on kohalike teede ja tänavate koridorid (teemaa).

Teemaa on piiratud ressurs: see on aktiivselt kasutusel paljude osapoolte poolt ning paljude taristute (objektide) jaoks.

- Teemaal liigub kogu maismaatransport. Seda kasutab ühistransport: bussid, trammid, trollid ja taksod. Seda kasutavad ka kõik muud sõidukid: autod, mootorrattad, kaubaautod ja muud sõiduvahendid.

- Järjest enam on linnakeskkonnas kergliiklust: jalgrattaid, tõukerattaid, rulasid jms.
- Teemaal liiguvad inimesed. On tugev surve vabastada avalikku ruumi just inimeste jaoks ning luua teemaale mitmesuguseid rajatiseid ja vahendeid.
- Teemaal asuvad kõik maa-aluste ja maapealsete tehnovõrkude postid, mastid, trassid, kaevud,apid, künad jne.

Teemaal asuvad kõigi teemaa kasutajate jaoks mõeldud rajatised:

- Liikluskorraldusvahendid: valgusfoorid, liiklusmärgid, piirded, tänavate jooned
- Jalakäijate ülekäigukohad
- Ohutussaared
- Ühistranspordi ootepaviljonid
- Tänavavalgustus (postid, ripuvad, süvistatud)
- Linnamööbel: pingid, mänguväljakud, rattahoidjad, prügikastid jne
- Piirded, aiad, liikumistakistused
- Välireklaamid
- Haljastus (kõrg, madal)
- Putkad, kioskid, paviljonid
- Ajutised rajatised



Pilt 1: Teemaa maapealsed objektid Reidi teel

Tallinn on teemaa omaniku ja haldajana pidevas konfliktis reguleerija rollis. Kõik teemaa kasutajad soovivad saada endale rohkem ruumi, aga teemaa on piiratud ressurss.

Erinevate sotsiaal-majanduslike protsesside (nt linnastumise) tulemusena on Tallinnas järjest suurem liikluskoormus. Tekivad sagedased ummikud ja autojuhid on rahulolematud, et nad on sunnitud oma väärtuslikku aega kulutama. Transpordi paremaks korraldamiseks tuleks anda teemaal rohkem ruumi transpordivahenditele, ehitada sõidutee osa laiemaks ja muuta liikluskorraldusvahenditega liiklus sujuvamaks.

Tallinnas on järjest rohkem ka kergliiklust. Kasvanud on inimeste jalgrattakasutus ning lisandunud on täiesti uus kergliiklusvahend – elektriline tõukeratas. Transport ja kergliiklus liiguvad erineva kiirusega

ning neil on erinev turvalisuse aste, sellepärast ei saa neid teemaal kokku panna. Järjepidevalt kasvav kergliiklusvahendite kasutus nõuab järjest suuremat osa teemaast.

Ühiskondlik ootus on, et avalik ruum, sealhulgas teemaa, peab olema aina enam kohaldatud inimestele. Inimesed peavad saama turvaliselt ja kiiresti teemaal liikuda punktist A punkti B. Nad peavad saama teemaal ka lihtsalt jalutada ja aega veeta. Inimeste jaoks on oluline rohkem viibida õues ning selleks tuleb kujundada teemaa neile sobivaks.

Tallinnas on teemaa maa-alune osa täis erinevaid teenusepakkujate torusid ja kaableid, sealhulgas peremehetuid ja mittekasutuses olevaid. Teemaa kohal ripuvad trammi- ja trolliliinid, tänavavalgustuse kaablid ning väljaspool südalinna ka elektri- ja sidekaablid. Kõik teenusepakkujad arendavad ja renoveerivad pidevalt oma tehnovõrke ning soovivad saada selleks rohkem ruumi teemaal. Samad teenusepakkujad seavad enda tehnovõrkudele kaitsevööndi, millest lähemale ei tohi teisi tehnovõrke paigaldada. Paljudes kohtades kehtib ka nõue, et maa-aluste tehnovõrkude kohale ei tohi istutada puid ega põõsaid.

Tallinna linn peab teemaad, kui keskkonda, arendama ja haldama selliselt, et kõikide teemaa kasutajate vajadustega oleks arvestatud. Selleks on vaja täpset ja piisavat infot kõikide teemaal paiknevate rajatiste (objektide) kohta. See tähendab, et kogu teemaa ja kõik teemaal püsivalt asuvad objektid – nii maa-alused kui maapealsed – peavad olema kirjeldatud täpsete asukoha- ja atribuutandmetega. Tuumprobleem on, et praegu vajalik info puudub.

Turuanalüüsi koostamise käigus koguti infot ja soovitusi paljudest Tallinna linna ametitest. Lisaks tutvuti antud valdkonda puudutavate dokumentide ja avalikkusele kättesaadava infoga. Kohtumiste ja dokumentidega tutvumise eesmärk oli välja selgitada, millised andmed on täna teemaal asuvate objektide kohta olemas, milliseid tegevusi nende objektidega tehakse ning millised on linna vajadused.

Tallinna linna teemaa haldamise ning seal asuvate objektide andmete seisukohalt on oluline roll peamiselt kolmel linnaametil: Tallinna Linnavaraamet, Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet ja Tallinna Transpordiamet.

Tallinna Linnavaraamet

Tallinna Linnavaraamet (LVA) korraldab linnale vara omandamist ja kasutusse võtmist, linnavara kasutamist ja käsutamist, maa kasutamiseks vajalike asjaõiguste omandamist, linna kinnistutele hoonestusõiguse ja teiste piiratud asjaõiguste seadmist, samuti ameti valitsemisel olevate ehitiste haldamist ja tehnohooldust.

Linn omandab vara:

- omandireformi käigus riigi vara munitsipaalomandisse üleandmise-vastuvõtmisega (omandatud esmalt hooned ja rajatised, seejärel ehitiste alune maa);
- tasuta võõrandamise tehingute alusel (nt omandatakse riigimaa);
- ostu-müügilepingute alusel;
- sundvõõrandamisega;
- pärimismenetlusega;
- peremehetu vara hõivamisega,
- ehitamise, rekonstrueerimise ja renoveerimise tulemusel.

Linnale omandatud vara antakse üle vara valitsejatele – ametitele ja linnaosa valitsustele.

Linnale omandatud teemaa kinnistud antakse üle Keskkonna- ja Kommunaalametile (KKA) või mõningatel juhtudel asukoha järgsele linnaosavalitsusele.

Üleandmine vormistatakse üleandmise-vastuvõtmise aktidega juhtudel kui kinnisasja on LVA omandanud tasu eest või kui tänavamaa kinnisasi on tekkinud LVA valitsemisel oleva linnamaa jagamise tulemusel. Kinnistul asuvate rajatiste kohta aktis eraldi andmeid ei esitata. Teemaa kinnistute üleandmisel lähevad KKA-le üle ka maaomaniku õigused ja kohustused.

LVA-s tekivad esimesena linna bilansis olevate maade (ja nendel asuvate ehitiste või rajatiste) andmed (sh vara valitseja), andmete töötlemisel kasutatakse erinevaid andmekogusid (Tallinna maaregister - TMR, Tallinna kinnisvararegister - TKVR, Exceli tabelid, kaardirakendused) ja dokumendihaldussüsteemi (Postipoiss, TEELE). Osa andmeid on veel ka paberkandjal, kuid need peaks olema kõik digitaliseeritud (DHS). Põhivarana võetakse varad üles ka finantsinfosüsteemis (SAP). Hoolduspäevikute, tööde jm korrashoiuga seotud infovahetuse paremaks korraldamiseks käib hetkel uue infosüsteemi loomise analüüs (KIIS).

LVA korraldab Tallinna linna omandis olevale kinnisasjale projekteeritud tehnovõrgu ehitamiseks isikliku kasutusõiguse ja realservituudi seadmist. See tähendab, et LVA korraldab suhteid teemaal paiknevate tehnovõrkude omanikega. Suuremad tehnovõrgu valdajad on:

Vee-ettevõtjad

- Aktsiaselts Tallinna Vesi
- Esmar Vesi OÜ
- AS Viimsi Vesi
- Tehnovõrkude Ehituse OÜ
- OÜ Spaco Group (Mähe Vesi)
- Pääsküla Vesi OÜ

Elekter

- TA – valgusfooride toitekaablid
- Elektrilevi OÜ – madal- ja keskpinge maa- ja õhukaabelliinid
- ELERING AS – kõrgepinge maa- ja õhukaabelliinid, alajaamad
- LEONHARD WEISS ENERGY AS – Elektrilevi OÜ esindajana
- Eesti Energia AS
- OÜ Merirahu Võrgud

Gaas

- AS Gaasivõrk
- OÜ TALLINNGAAS
- Esmar Gaas OÜ
- Tehnovõrkude Ehituse OÜ
- Gaasienergia AS

Telekommunikatsioon

- TA – valgusfooride sidekaablid
- Telia Eesti AS
- Elisa Teleteenused AS
- Tele2 Eesti AS
- AS Telset
- AS STV
- Televõrgu AS
- RIA ja RIKS

Kaugkütte

- AS Tallinna Soojus
- AS Utilitas Tallinn
- Adven Eesti AS
- OÜ Merirahu Võrgud



Pilt 2: Maa-alused tehnovõrgud teemaal

Peamised tehnovõrkudega ja tehnovõrgu valdajatega seotud probleemid ja küsimused on:

- Maa-aluste ja maapealsete tehnovõrkude kohta puuduvad sageli tõesed, piisavad ja usaldusväärsed andmed. Tehnovõrkude valdajad ei võta endale vastutust nende tegeliku paiknemise osas. Samuti ei ole nad motiveeritud andmeid tegelikkusega vastavusse viima.
- Tehnovõrkude kaitsetsoonid ei ole õiged, kuna puudub tõene ja täpne info tehnovõrgu asukoha kohta. Kaitsetsoonide ebatäpsus ja ulatus XYZ tekitavad konflikte ülejäänud objektide paiknemisele teemaal.
- Linn ei saa erafirmat kohustada esitama tehnovõrkude kohta õiged ja piisavaid andmeid.

Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet

Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet (KKA) on Tallinna teemaa haldaja. KKA vastutab praktiliselt kogu Tallinna teemaa haldamise ja arendamise eest. KKA-le kuulub suurem osa linna omandis teemaal olevatest objektidest, välja arvatud liikluskorraldusvahendid.

KKA haldab Tallinna Teeregistrit. Teeregistrisse on kantud kõik Tallinnas avalikus kasutuses olevad teed ja tänavad sõltumata omandivormist. Registris on ruumiandmed teerajatiste kohta (teed, tänavavalgustus, liikluskorraldus). Andmed on jagatud täpsusklassidesse vastavalt nende mõõdistamise meetodile. Teeregistri koosseisus on remondi- ja kaevetööde andmebaas, kus on andmed tee konstruktsioonide kohta. Teemaal asuvate muude rajatiste kohta teeregistris info puudub.

KKA haldab 2020. a alguses valminud hooldus-, haljastus- ja heakorratööde infosüsteemi, mis peaks asendama paljusid erinevaid selle valdkonna infokogusid, sealhulgas Tallinna Haljastute Infosüsteemi (HIS). Uus loodud infosüsteem muudab nimetatud tööd paremini hallatavaks. Selle abil lihtsustuvad linnas tehtavate hooldus-, haljastus- ja heakorratööde korraldamisega seotud protsessid, sh hangete läbiviimised tööde teostajate leidmiseks ning tööde teostamise ja selle kvaliteedi üle arvestuse pidamine, objektide kohta vajalike andmete kogumine, et vältida dubleerimist, linnakodanike kaasamine üksiktööde toimumise kohta. Ühtse rakenduse vahendusel jõuavad avalikkuse poolt edastatud heakorraprobleemid õige ametniku töölauale. Hangete korraldamise lihtsustamise aluseks

on oluliste andmekihtidega kaardirakendus, mis hõlbustab tuntavalt hangete ettevalmistamist, objektide üle arvestuse pidamist, kaebustega tegelemist.

Teemaal asuvate objektide kohta ühtne andmebaas puudub.

Linnamööbel, prügikastid, lillepotid jms kuuluvad sageli linnaosavalitsustele. Nende kohta puudub andmebaas ning nad on registreeritud pigem põhivarana kui infotundliku objektina teemaal.

Bussiootepaviljonid ja välireklaamid kuuluvad suures osas kolmandatele isikutele. Välireklaame menetletakse Ettevõtlusameti (EA) andmekogus TERA. Transpordiamet teostab järelevalvet bussiootepaviljonide üle.

Suurim väljakutse KKA-le on teemaal asuvate sõiduteede, kergliiklusteede ja kõnniteede renoveerimine ja uute teede rajamine. Suur osa problemaatikast on seotud teemaal paiknevate tehnovõrkudega. Tehnovõrkude ebatäpsete andmete ja mittenõuetekohase paiknemise tõttu kallinevad teede renoveerimised KKA andmetel sageli kuni 7%. Objektid on erineva iseloomu ja profiiliga, aga kui arvestada Tallinna linna välisrahastusega teede viimaste aastate tööde kogumahtu, jääb lisatööde maht samasse suurusjärku. Arvestades, et linna välisrahastusega teede ja tänavate rekonstrueerimise kogumaht oli 2018. ja 2019. aastal ca 30 mln eurot, võib väita, et keskmiselt teostatakse aastas **üle ühe miljoni euro** väärtuses ebatäpsetest tehnovõrgu ruumandmetest tekkinud lisatöid.

Peamised tehnovõrkudega seotud probleemid ja küsimused teede ehitamise ja renoveerimise protsessis:

- Projekteerimisele eelnevate ehitusuuringute käigus ei õnnestu sageli selgitada välja maa-aluste tehnovõrkude tegelikku paiknemist ega ulatust. Sellest lähtuvalt koostatakse tegelikkusega mitteametav projekt, mis sisaldab puudulikke lahendusi ja mis tingib ehituse kallinemise ja ehitusaja pikendamise.
- Kuidas lahendada probleem seoses Tallinna linnale kuuluva teemaa all asuvate tehnovõrkudega, mille kohta info puudub või mille asukoha andmed on ebatäpsed, mistõttu tekib tee-ehituse käigus vajadus tehnovõrkude ümbertõstmiseks ja kanda sellega seotud kulud? Mille alusel saaks tehnovõrgu omajalt nõuda ümbertõstmisega seotud kulude täielikku või osalist hüvitamist?
- Milliste õiguslike meetmete kaudu tagada tehnovõrkude valdajate vastutus nende poolt Tallinna linnale edastatavate tehnovõrkude ruumiandmete õigsuse eest, sh vastutus olukorras, kus teede ehitamise käigus selgub ruumiandmete ebatäpsus ning sellega seoses täiendavad kulud ehitamisel? Ehitusseadustiku § 70. Ehitise kaitsevöönd on seadnud võrguvaldajatele kohustused, mida suurem osa valdajaist paraku ei täida, sest puudub konsensus esitatavate andmete kvaliteedi ja koosseisu osas ning meetmed ja protseduur ei toimi, samuti ei rakendata sanktsioone.
- Kuidas reguleerida Tallinna linna ja tehnovõrgu valdaja suhteid teede ehitamisel ja tehnovõrkude rekonstrueerimisel selliselt, et linna huvid oleksid kaitstud:
 - esiteks seeläbi, et tehnovõrgu valdaja ei teeks linnale õiguslikke takistusi soovitud ehitustööde tegemiseks ja vajadusel tehnovõrgu ümbertõstmiseks ja teiste tehnovõrkude rajamisega tema võrgu kaitsetsooni;
 - teiseks seeläbi, et tehnovõrgu valdaja oleks teatud tingimustel kohustatud teostama tehnovõrgu rekonstrueerimistööd samaaegselt linna ehitustöödega;
 - kolmandaks seeläbi, et tehnovõrgu valdaja peaks oma tehnovõrkude rekonstrueerimistööde planeerimisel arvestama linna tegevusega teede ehitamisel ning valima tehnovõrgu rekonstrueerimiseks aja ja meetodi, mis kahjustaks olemasolevat teed kõige vähem.



Pilt 3: Gonsiori tänava rekonstrueerimine

Tallinna Transpordiamet

Tallinna Transpordiameti (TA) teemaaga seotud ülesanded on muuhulgas alljärgnevad:

- Korraldada liiklusohutusala tööd ja liikluskasvatust;
- Korraldada linnaliiklust liikluskäitumise, teemärgiste, fooride, piirete ja teiste liikluskorraldusvahenditega, tellida liikluskorralduse tehnilisi vahendeid ning korraldada nende paigaldamist ja hooldamist;
- Tagada valgusfooride ja foorijuhtimiskeskuse töö;
- Kooskõlastada geoalused, mille töömaa piiresse jääb valgusfooride infrastruktuur;
- Teostada järelevalvet liikluskorraldusvahendite ja liiklusväliste teabevahendite nõuetekohase paigaldamise üle;
- Lahendada liiklusväliste teabevahendite ülespanekuga seotud küsimusi ning kooskõlastada liiklusväliste teabevahendite asukohad;
- Korraldada ühistranspordi infrastruktuuri objektide planeerimist, rajamist, korrashoidu ja kasutamist;
- Kontrollida ühissõidukipeatuste tehnilist varustatust ja korrashoidu;
- Korraldada sõidukite parkimist;
- Kooskõlastada tee ja tänava liikluse ajutise sulgemise taotlusi, väljastada sulgemislubasid ja teostada järelevalvet;
- Kooskõlastada avaliku ürituse lubasid ja tänavakaubanduse taotlusi;
- Korraldada teede ja tänavate sulgemise maksu haldamist vastavalt maksukorralduse seadusele, kohalike maksude seadusele ning linnavolikogu kehtestatud teede ja tänavate sulgemise maksu määrasele;
- Kooskõlastada tee- ja tänavavalgustuse rajamise projekte;
- Kooskõlastada liiklusskeeme ja teha nende parendamise ettepanekuid;
- Korraldada linnatranspordi- ja liiklusuuringuid ning projektide koostamist;
- Pidada linnatranspordi-, parkimis- ja liikluse andmekogusid ning muid ameti põhiülesannete täitmiseks vajalikke andmekogusid;

Tallinna Transpordiametil (TA) ei ole täna piisavat infot tema vastutusalas olevate objektide kohta, mis asuvad teemaal ega võimekust seda hallata.

TA on linna teeregistri märkide, fooride infrastruktuuri ja tänavakatete volitatud töötleja. Andmebaasis on ca 37 000 märki koos asukohaandmetega ning kõik fooride infrastruktuur sh kaablid teostusjoonistelt. Kokku on liikluskorraldusvahendite andmebaasis lisaks asukohale ca 200 atribuuti. Andmebaasi täidab TA lepingupartner AS Signaal TM.

Renoveeritud ja hiljuti rajatud teede kohta on liikluskorraldusvahendite info olemas teostusjoonistel ning seeläbi olemas dokumendiregistris.

Valdav enamust infost on kahemõõtmeline ning info täpsus ja usaldusväärsus on erinev. Kolmemõõtmelist infot liikluskorraldusvahendite kohta praktiliselt ei ole.

Liikluskorraldusvahendite kohta kolmemõõtmelised andmed peavad alguse saama juba teede planeerimise etapist, et näha erinevate teemaal olevate ja sinna planeeritud objektide ühismõju ning tuua välja konfliktikohad. Samuti peab projekteerimine toimuma kohe algusest peale kolmemõõtmelisena. See tagab ühtse arusaamise ning visuaalse ja automaatse kontrolli võimaluse.

Kolmemõõtmelisena peab toimuma ka teostusmudeli loomine ning objektide vastuvõtmine. Selleks tuleb projekti järelevalvele tagada vajalike tehniliste vahendite ja oskuste olemasolu.

Suurem osa liikluskorraldusvahenditest on tüüplahendused. Seega on võimalik neist luua kolmemõõtmelised tüüpmodelid, mida saab kasutada kogu elukaare vältel. See kiirendab ja lihtsustab oluliselt liikluskorraldusvahendite haldamist. TA on välja töötanud juhendi, kuidas kirjeldada liikluskorraldusvahendeid kahemõõtmelisena, aga kolmemõõtmelise kirjelduse lahendust ei ole.



Pilt 4: Liiklismärgid

Liikluskorraldusvahendite kandurite paigaldamisele on kindlad nõudmised, mis tulenevad liiklusseadusest ja liikluskorraldusvahendite standarditest. Seetõttu saab neid paigaldada väga piiratud alale. Probleemiks on kanduri kannude paigaldamise vajadus maa-aluste tehnovõrkude trasside peale. Liikluskorraldusvahend tuleb paigaldada täpselt õigesse asukohta, sest vastasel korral ei ole liikluskorraldus kehtiv.

Kõikidel liikluskorraldusvahenditel on olulised andmed nende suund ja ulatus. Tihti on oluline ka liikluskorraldusvahendi paigaldamise ja kehtivuse aeg. Seega peab andmebaasis lisaks objekti füüsilistele andmetele, olema ka andmed, mis kirjeldavad tema suunda, ulatust ning aega.

Liikluskorraldusvahendid asuvad teemaal, kus pidevalt toimub tegevus. Sellepärast ei püsi need alati turvaliselt oma kohal. Liiklusõnnetuste, vandalismi või loodusjõudude mõjul liikluskorraldusvahendid hävivad või muudavad asukohta. Linnakodanikud võivad paigaldada ebaseaduslikke liikluskorraldusvahendeid või liiklusväliseid teabevahendeid enda huvist lähtuvalt. Liikluskorralduse muudatusega võib tekkida segadusi liikluskorraldusvahendite paiknemises.

Vajadus uue lahenduse järele

Linna avaliku ruumi ja sealhulgas teemaa planeerijaid, projekteerijaid, ehitajaid, haldajaid, kasutajaid ja hooldajaid on palju. Sellest tulenevalt on uue lahenduse potentsiaalseid kasutajaid palju. Neil kõigil on erinevad vajadused ning erinevad pädevused.

Uue lahenduse väljatöötamisel ja hilisemal juurutamisel peab nende kõikidega arvestama.

Tallinnas läheb uut lahendust vaja järgnevale subjektidele:

- Linnakodanikele
 - kvaliteetsem avalik ruum ja paremad avalikud teenused
 - linna arengus kaasaráákimiseks
 - probleemide väljatoomiseks ja teavitamiseks
- Geodeetidele
 - ehitusuuringute tegemiseks
 - teostusmöödistuse tegemiseks ja säilitamiseks
 - andmete korduvkasutuseks
- Projekteerijatele
 - tegelikkusele vastava projekti koostamiseks
- Ehitajatele
 - ohtude vältimiseks
 - eelarves ja ajagraafikus püsimiseks
 - ehituskvaliteedi tagamiseks
- Taristu ja tehnovõrkude haldajatele
 - tehnovõrkude kaitsemiseks
 - uute tehnovõrkude planeerimiseks
- Linna töötajatele
 - planeerimiseks
 - järelevalveks
 - haldamiseks
 - hoolduse korraldamiseks
 - avalike teenuste pakkumiseks
- Linna juhtidele
 - argumenteeritud juhtimisotsuste tegemiseks
 - otsuste selgitamiseks
 - linna turunduseks

Vajadus teistele linnadele

Piisavate ja usaldusväärsete 3D andmete ning kaasaegsete protsesside puudumine ei ole unikaalne Tallinna probleem. Sarnaselt Tallinnaga on vajadus teemaa arendada, ümber kujundada ja hooldada kõigil teistel linnadel nii Eestis kui mujal maailmas.

Linnad on erineva suurusega ning nende teemaa kasutuse intensiivsus varieerub. Samuti on erinev teemaa jaotus sõidutee, kõnnitee ja kergliiklustee vahel. Liikluskorraldusvahendite kasutatavus varieerub linnades ka suures mahu.

Erinevate linnade teemaal olevad maa-alused ja maapealsed objektid on samas piisavalt sarnased, et neid on võimalik ühesuguste parameetrite järgi kirjeldada. Tallinnas väljatöötatud meetodid, protsessid ja andmemudelid sobivad andmehõiveks ja -töötamiseks ka teiste linnade teemaal. Loodava 3D andmebaasi prototüübi järgi on võimalik teistel linnadel endale andmebaas ja vajalikud rakendused luua.

Seega on teistel linnadel samasugused vajadused kui Tallinnal ning antud projekti abil on lisaväärtusena võimalik alustada ka nende lahendamist.

Vajadus väljaspool teemaad

Kui teemaal esinevate objektide osas jõutakse kaasaegsel kujul 3D andmeteni, katab see ühtlasi ära peaaegu täielikult sama vajaduse väljaspool teemaad (parkides, haljasaladel, linna asutuste kinnistutel jne). Praktiliselt kõik objektid ja nähtused, mis esinevad väljaspool teemaad, esinevad ka teemaal. Seega projekti tulemuse laiendamine kogu munitsipaalmaale on lihtne ja piirdub peamiselt andmehõiveala suurendamisega.

Vajadus targa linna kontekstis

Teemaa on oluline osa Tallinna avalikust ruumist. Samuti on teemaa arengud osa Tallinna kui terviku arengutest. Tallinna eesmärk on olla tark linn.

Tark linn kasutab uusi tehnoloogiaid ja kvaliteetseid andmeid, et tagada kvaliteetse linnaruumi kavandamine ja planeerimine, tõhustada linnakeskkonna planeeringuprotsessi, välja kujundada intelligentne transpordisüsteem, saavutada keskkonnavaldkonna eesmärke, kaasata linnaelanikke linna juhtimisse ja palju muud.

Loodav lahendus toetab targa linna kontseptsiooni. Läbi teemaal olevate objektide 3D digitaliseerimise, on võimalik rakendada uusi tööriistu ja teadmisi, mille abil saab muuta linna atraktiivsemaks ja selle majanduskeskkonda elujõulisemaks. Samuti võimaldavad loodud protsessid ja kogutud andmed uurida ja arendada targa linna kontseptsiooni laiemalt kui ainult Tallinna kontekstis.



Pilt 5: IseAuto Targa Linna osana

Targa linna kontseptsiooni üleriigiliseks arendamiseks on loodud Tallinna Tehnikaülikooli juurde Tuleviku Linna professor. See loodi TalTechi, Mainori, Technopolis Ülemiste, Mainor Ülemiste, Tallinna linna, Ericssoni ja Telia koostöös. Tuleviku Linna professoriks valiti tiheda konkurentsiohela läbinud Tampere Tehnikaülikooli ja Aalto Ülikooli taustaga Jenni Partanen.

Partaneni sõnul toimub praegusel ajastul maailmas väga palju muutusi, mis tema kui uurija jaoks loob põneva pinnase. „Olles pühendunud linnade uurimisele, näen, et linnad ise mängivad nende muutuste tekkimisel suurt rolli, sest just linnades on suurem osa tootmisest, innovatsioonist ja inimestest,“ märkis ta. „Nutika ülemineku all pean silmas drastilisi muutusi, mis tehnoloogia arengu tõttu tõenäoliselt peagi aset leiavad. Tehnoloogial on võime muuta kardinaalselt seda, kuidas me linnas elame, kus liigume ja üksteisega kohtume.“

Digitaliseerimisega seonduvalt muutub igapäevaselt inimeste liikumisvajadus ja üha ettearvamatumaks. Näiteks mõjutab liikumist uute ja arenevate transpordiliikide (isesõitvad liikumisvahendid, kergliiklusvahendid jmt) kasutuselevõtt. Mobiilse linnaku uurimissuunaga on Targa Linna professoris plaanis rakendada erinevaid arvutusmudeleid, et hinnata linna liikumisega seotud otsuseid ning seejuures analüüsida ka näiteks Rail Balticu terminali ja sellega seotud arenduste mõju piirkonna liikumisvõimalustele ja -koormusele. Funktsionaalse linnaku puhul on tegevuse eesmärgiks kokku leppida linnade arendamiseks vajalikud põhimõtted ja tööriistad ning lahendada linnaku elanike käitumise muutustega seotud väljakutseid: uued käitumisharjumused, uued tõmbekeskused ja jätkusuutlikkus. Tulemusena on plaanis luua mudel uute arenduste mõju hindamiseks piirkonna ligipääsetavusele ja liikumisvõimalustele.

Turu üldine suundumus hankijate poolt vaadates sektoris tervikuna

Tallinn 2035 arengustrateegia

Tallinn 2035 arengustrateegia kuue sihi alameesmärgid hõlmavad inimsõbraliku linnakeskkonna kujundamist, linna merele avamist, rohevõrgustiku ühendamist, tarka majandust, õppimise väärtustamist, teadust ja innovatsiooni, kultuuri ja sündmusi, tervislike eluviiside toetamist, uuel tasemel linnaliikuvust, ringmajanduse arendamist, elurikka looduskeskkonna toetamist linnas, kultuuripärandi hoidmist, turvalist ja sõbralikku keskkonda, üksteisega arvestamist ning tugevat kodanikuühiskonda.

Täpsete 3D andmete kasutuselevõtmine, protsesside digitaliseerimine ning nutikad lahendused teemaa arendamisel ja haldamisel on kooskõlas Tallinn 2035 arengustrateegiaga ning toetab mitmete strateegia alameesmärkide saavutamist.

BIM ja InfraBIM

BIM (*Building Information Modelling*) ehk ehitise infomudel on tõhus viis ehitise elukaarega seotud informatsiooni digitaliseerimiseks ning see on praktika levimas ka Eestis. Tallinna linnas on BIM juba laialdaselt kasutusel.

Samas erinevad BIM nõuded ja nende tõlgendamise viisid vähendavad BIM-st saadavat kasu ja tekitavad turul segadust. Ühtlasi teeb see keeruliseks masinloetavate BIM mudelite liidestamise erinevate infosüsteemidega, mis võimaldaks mitmeid protsesse automatiseerida ja tõhusamalt juhtida. Tallinn on selle olukorra lahendamiseks valinud kindla ja järeleproovitud tee ning kasutab Riigi Kinnisvara AS-is kasutusel olevat BIM mudelit.

Tallinnas korraldab hoonete projekteerimis- ning ehitushangete läbiviimiseks BIM-tehnoloogiat LVA, kelle korraldada on see valdkond.

Tallinnas uute majade projekteerimine ja ehitamine kasutades BIM tehnoloogiat on kohustuslik projektides maksumusega üle 2 miljoni euro ning rekonstrueeritavate majade projekteerimisel ja ehitamisel alates 4 miljonist eurost. Näiteks Tallinna Rõõmupesa Lasteaia (A.H. Tammsaare tee 142) ning Lasnamäe Sotsiaalkeskuse (Killustiku tn 16) projekteerimistööde lepingud, Kari tn 13 multifunktsionaalse administratiivhoone ehitushange.

Maleva tn 18 ehitamine algas 2019. aasta juunis. 19.12.2019 allkirjastati kokkulepe OÜ-ga TuliTEC BIM pilootprojekti mudelipõhise suhtlusplatvormi DALUX Field teenuse kasutamiseks. Teenus sisaldab tarkvara renti, seadistamist, haldamist ja personali koolitamist. Süsteemi juurutamine võimaldab sealhulgas liitreaalsuse kasutamist ehitusplatsil ning interaktiivset mudeli läbivaatamist kõikide osapoolte vahel. Tallinnal on tihe koostöö BIM valdkonnas ka välispartneritega nagu näiteks Cambridge'i Ülikool, Soome KOVID ja Tartu linn.

InfraBIM on mudelprojekteerimise kohaldamine infrarajatistele.

Tallinnas on InfraBIM valdkonnaga tegeletud üle kümne aasta. Aastal 2016 valmis uuring „Tallinnas InfraBIM modelleerimise (infrarajatiste mudelprojekteerimise) lahenduste väljaarendamine ja rakendamine. 1. staadium“. Uuringu kohaselt on:

- BIM tehnoloogias kasutatav andmemudel on digitaalses vormingus oleva infraobjekti kolmemõõtmeline (3D) kirjeldus koos omadusandmetega. InfraBIM tehnoloogia sisuks on tee-ehitusprotsessi organiseerimine ja haldamine kasutades selleks digitaalse 3D mudeli infot. Protsess hõlmab jätkusuutlikku ja efektiivset projekteerimist ning ehitusprojekti osapoolte tõhusat integreerimist, ehitusplatsi korraldust ja kavandamist, dokumentide haldust jne. Eesmärk on viia miinimumini juba loodud info uuesti sisestamine, mis võib suurendada vigade tõenäosust. Oluline on ehitusprotsessi kui terviku käsitlemine.
- Kõrgendatud huvi BIM tehnoloogia suhtes on põhjendatud säästuefektiga: Suurbritannia ekspertide arvutuste kohaselt on tee elutsükli võimalik sääst 15–20%. BIM sisaldab endas nii ehitise (tee, tänav) info modelleerimist (tegusõna) kui ka tee-ehitusinformatsiooni mudelit (nimisõna). Säästupotentsiaali nähakse peamiselt korduva info sisestamise vähendamises.
- InfraBIM tehnoloogia võimaldab lähtudes 3D mudelist ning automatiseeritud infovahetusprotsessi kaudu lahendada projekteerimisprotsessis vajalikud nõuded, koostada töömahtude tabelid, maksumuse tabelid, tööde ajalise graafiku. Ehitaja saab kasutada InfraBIM-i masinjuhtimise protsessides. Tellija ja rajatise omanik saavad kasutada InfraBIM-i hangete läbiviimisel, teehoiu infosüsteemi haldamisel, ehitusaegse haldussüsteemi korraldamisel, kontrolli ja järelevalve organiseerimisel jne.
- 3D modelleerimine võimaldab luua visuaalse mudeli, analüüsida võimalikke ehitise konfliktipunkte, avastada projekteerimise vigu, võrrelda erinevaid variante ja nende maksumusi, samuti on 3D modelleerimine abiks teehoiu infosüsteemi haldamisel.



Pilt 6: Teemaa mudeli visuaal

Tallinnas on näide InfraBIM kasutusest teemaa renoveerimisel Suur-Sõjamäe tn rekonstrueerimise projekt, mis on koostatud mudelprojekteerimise nõudeid järgides.

Nagu pilootprojektides on selgunud, muutuks InfraBIM rakenduste kasutamine palju sujuvamaks ja tõhusamaks, kui suudetaks ületada tarkvaralised barjäärid. Need seisnevad selles, et tarkvarade elemendiloendid (kataloogid) on mõeldud eelkõige uute tehnorajatiste projekteerimiseks, mitte olemasoleva, kohati ebakorrapärase ja ebastandardse olukorra kirjeldamiseks.

Mudelprojekteerimisele üleminekul Tallinnas teemaa kontekstis tervikuna on vältimatuks eelduseks vajalikus kvaliteedis ja detailsuses ning tegelikkusele vastavate (sageli just ebakorrapäraste ja ebastandardsete) andmete olemasolu. Seega on InfraBIM-i rakendamine Tallinnas otseselt seotud käesoleva projektiga.

Vajadus ehitussektori digitaliseerimise kontekstis

Ehitussektori tootlikkus nii Eestis kui maailmas tervikuna on madal ja viimaste aastakümnetega pigem kahanenud. Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi (MKM) eestvedamisel on seatud eesmärgiks jõuda ehitussektori tootlikkuse osas EL keskmise tasemeni aastaks 2030.

Tootlikkuse tõusuks on vaja ehituse lisandväärtuse tõstmist sektori töötaja kohta. Seda saab eelduslikult teha tehnoloogia (sh digitaliseerimine, standardiseerimine, automatiseerimine, robotiseerimine) ja juhtimise (sh digitaalne andmevahetus, juhtimisvõimekus, koostöövõimekus, hangete läbipaistvus, kvaliteeti väärtustavad lepingud) arendamisega. Ühiseks nimetajaks on digitaalehitus.

Digitaalehituse edendamisel mängivad kõige olulisemat rolli tellijad, sest nemad defineerivad nõuded projekteerijatele, ehitajatele ja haldajatele. Tallinna linn on üks olulisemaid taristutööde tellijaid. Viies teemaa arendamise ja haldamise uuele tasemele saab Tallinn olla suunanäitajaks teistele tellijatele.

MKM-i sõnul on kaugem eesmärk digitaalehituse abil parandada sektori protsesside juhtimist, tõhustada koostööd elukaare osaliste vahel, oluliselt säästa ressursse ning kasvatada ehituse tootlikkust aastaks 2030 vähemalt EL-i keskmisele tasemele. Uudsete digitaalsete teenuste teke koos IKT sektoriga annab võimaluse ekspordi suurendamiseks ning uute turgude võitmiseks. Eesti digitaalse 3D-kaksiku sidumine reaalarja andmetega (IoT) võimaldab paremini analüüsida ja arendada meie elukeskkonda. Lubade menetlemine toimub digitaalsete mudelite põhjal, tehisintellekti kasutatakse info kogumiseks ja paremate otsuste tegemiseks, *blockchain*-tehnoloogia tagab andmete ühtsuse ning turvalisuse. Pikaajaline perspektiiv majandusele tervikuna on ehitatud keskkonna integreerimine erinevate majandusharudega, uudne lisandväärtus ja digitaalsetel andmetel põhinevad teenused kogu ehitise elukaare — planeerimise, tellimise, projekteerimise, ehitamise ja korrashoiu — vältel.

3. Kasutatavate lahenduste sobivuse analüüs

Hankija vajadustele vastava tehnoloogilise lahenduse olemasolu turul

Tallinna linnale sobivat platvormi teemaa 3D andmete haldamiseks täna turul ei ole.

Käesoleva turuanalüüsi koostamise käigus ei õnnestunud leida maailmast ühtegi sellist näidet, kus oleks terves linnas kasutusel sarnane platvorm ning kus kõik teemaal asuvad objektid oleksid kolmemõõtmeliselt kirjeldatud. Samuti ei leidunud teenusepakkujat, kes oleks suuteline täna sellist tervikteenust pakkuma.

Kiire tehnoloogia areng on kaasa toonud suure arenguhüppe andmehõive valdkonnas. On mitmesuguseid tehnoloogiaid ja seadmeid, mis võimaldavad koguda 3D andmeid nii maa-aluste kui ka

maapealsete objektide kohta. Digikaamerad, laserskannerid, lidarid, georadarid, droonid ja muud seadmed võimaldavad järjest parema kvaliteediga andmeid koguda.

Samuti on kiire areng toimunud andmetöötluse osas. Erinevad andmetöötlusprogrammid suudavad järjest kvaliteetsemalt ja tõhusamalt kogutud andmetest infot kätte saada.

Terviklikku lahendust, mis võimaldaks kogu teemaa digitaliseerida, turul ei pakuta.

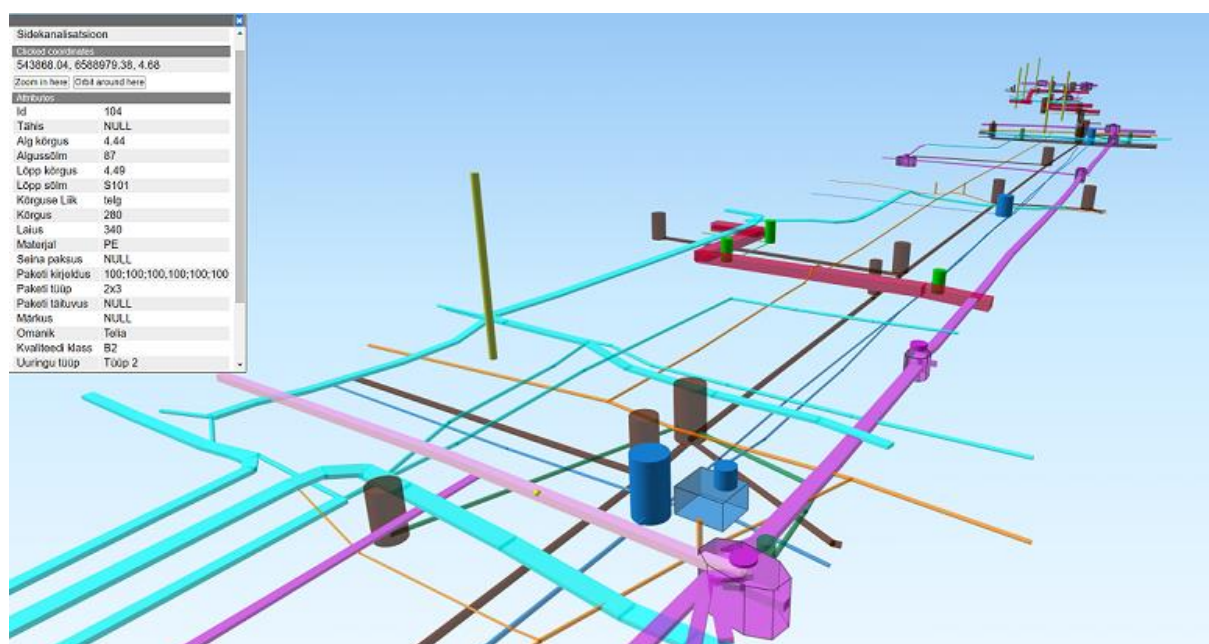
Komplekslahendus maa-aluste tehnovõrkude andmehõiveks

Tallinna linn soovib leida lahendusi teemaal asuvate maa-aluste ja maapealsete objektide terviklikuks kolmemõõtmeliseks (3D) andmehõiveks, kirjeldamiseks, töötlemiseks ning kasutamiseks linnaruumi planeerimisel, arendamisel ja haldamisel.

Maa-aluste tehnovõrkude osas valmis Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti tellimusel 2019. aastal projekt „Tehnoloogilise lahenduse prototüübi loomine maa-aluste rajatiste 3D andmeseireks“.

Projekti eesmärk oli välja töötada kaasaegsetel tehnoloogiatel põhinev lahendus **maa-aluste tehnovõrkude** kolmemõõtmeliseks andmehõiveks ja töötlemiseks. Selle projekti raames töötati välja lahendused kuidas koguda andmeid maa-aluste tehnovõrkude kohta.

KKA tellis selle projekti käigus väljatöötatud lahenduste järgi pilootprojektidena uuringud kolmel teemaa objektil: Vase tn, Tina tn ja Pikk tn. Kõigil nendel objektidel kaardistati olemasolevad maa-alused tehnovõrgud vastavalt väljatöötatud lahendustele.



Pilt 7: Geospatial OÜ poolt loodud Vase tänava maa-aluste tehnovõrkude mudel

<https://3d.geospatial.ee/vase/>

Pilootprojektide teostamise käigus toodi välja mitmeid lahenduse kitsaskohti ning tehti ettepanekuid, kuidas väljatöötatud lahendust parendada. Oluline on kohandada väljatöötatud teoreetilisi lahendusi turuosaliste võimalustele vastavaks.

Edasise töö käigus tuleb viia protsessides sisse pilootprojektide käigus tehtud muudatusettepanekud ning samuti täpsustada atribuutandmete hulka ja detailsust.

Maapealsete objektide kohta ei ole lahendusi küll välja töötatud, kuid on mitmeid tehnoloogiaid, mis võimaldavad teostada kvaliteetset andmehõivet. Kuna maapealne keskkond on palju mitmekesisem kui maa-alune, siis on üheks peamiseks väljakutseks andmehõivega kogutud andmetest vajaliku info kättesaamine (nt punktipilvest objektide tuvastamine).

Fotogramm-meetria

Fotogramm-meetria on tehnoloogia, mis võimaldab objekti kuju, mõõtmeid ja asendit määrata fotode järgi.



Pilt 8: Fotogramm-meetria abil loodud Tartu kesklinna 3D lahendus
<https://sketchfab.com/3d-models/tartu-kesklinn-test-a5e0cac85a4845d9b7161809b753fa3a>

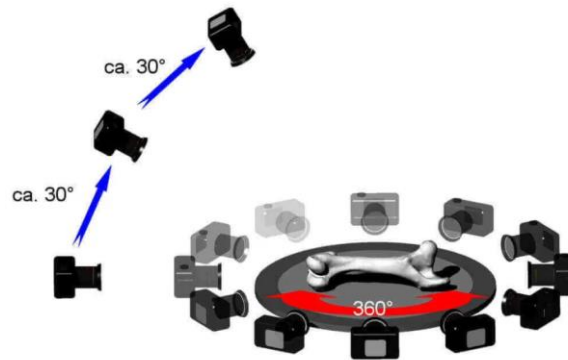
Fotogramm-meetrial on mitmeid väljundeid, kuid põhiline neist on punktipilv.

Punktipilv on üksikutest punktidest koosnev andmekogum, kus igale punktile on määratud X-, Y- ja Z-koordinaadid ning lisaks ka punkti värv/värvitoon. Sõltuvalt objekti ulatusest võib punktipilv koosneda miljonitest punktidest.

Ühe punkti koordinaatide määramiseks on vaja, et see oleks kujutatud vähemalt 3–5 fotol. Fotol paiknevale punktile saab koordinaadi määrata aerotriangulatsiooni põhimõttel. Teades fotode või maapinnal asuvate kontrollpunktide koordinaate ja pildistamise suunda on võimalik määrata ühe punkti koordinaate teatud koordinaatsüsteemis. Algkoordinaate mitte teades saavutatakse ühe punkti koordinaadid suvalises koordinaatsüsteemis ja mõõtkavas.

Fotogramm-meetria jaguneb pildistamismeetodi järgi kolmeks põhiliseks suunaks:

- aerofotogramm-meetria – fotod tehakse lennuki või mehitamata lennuki (drooni) pardalt;
- terestiline fotogramm-meetria – fotod tehakse maapinnalt kas pildistamisest kaes või statiivil hoides;
- ekstraterestiline fotogramm-meetria – fotod tehakse satelliitidelt.



Pilt 9: Fotogramm-meetria põhimõte

Laserskaneerimine

Laserskanner kasutab laserimpulsse, et määrata vahekaugus laserskanneri ja mõõdistatava pinna vahel. Samal ajal salvestab laserskanner iga laserimpulsi puhul veel horisontaal- ja vertikaalnurga (polaarkoordinaadid). Impulsside lähetamine ja töötlemine toimub väga kiirelt, mille tulemusena saadakse kuni miljonitest punktidest koosnev punktipilv.

Laserskannerid jagunevad tööpõhimõttelt kaheks – laserimpulss-skannerid ja faasinihke skannerid. Faasinihke skanneri erinevus laserimpulss-skannerist tuleneb vahemaa mõõtmisest. Faasinihke skanneritel ei mõõdeta mitte laserimpulsi liikumise jaoks kulunud aega vaid faasinihet. Faasinihke skanner võimaldab mõõta tunduvalt rohkem punkte sekundis kui laserimpulss-skanner. Laserimpulss-skannerid mõõdavad tavaliselt umbes 50 000 – 200 000 punkti sekundis, samas faasinihke skannerid kuni 1 000 000 punkti sekundis. Faasinihke skanneri miinuseks laserimpulss-skanneri ees on piiratud mõõtekaugus – mõõteulatus umbes 120 m, laserimpulss-skanneritel võib mõõteulatus küündida mitme kilomeetrini.

3D laserskannerite tootjad on maailmas palju. Populaarsemad tootjad on Faro, Leica, Trimble, Topcon, Riegl, Surphaser ja Stonex.



Pilt 10: Laserskanner Leica RTC360 3Dr

Terrestriliseks laserskaneerimiseks (TLS) nimetatakse ruumiandmete hõivamist staatilise laserskanneri abil. Skaneerimise tulemusena saadakse kõrge resolutsiooniga punktipilv, mille koordinaatsüsteem on instrumendikeskne, see tähendab, et koordinaatsüsteemi keskpunktiks on laserskanner. TLS-i staatilise iseloomu tõttu tuleb mõõdistatava objekti täieliku katvuse tagamiseks laserskaneerimist teostada mitmest erinevast jaamast. Jaamade vahel peab olema tagatud mõõdistatavate pindade vaheline ülekattuvus või ühiste tähistega olemasolu.

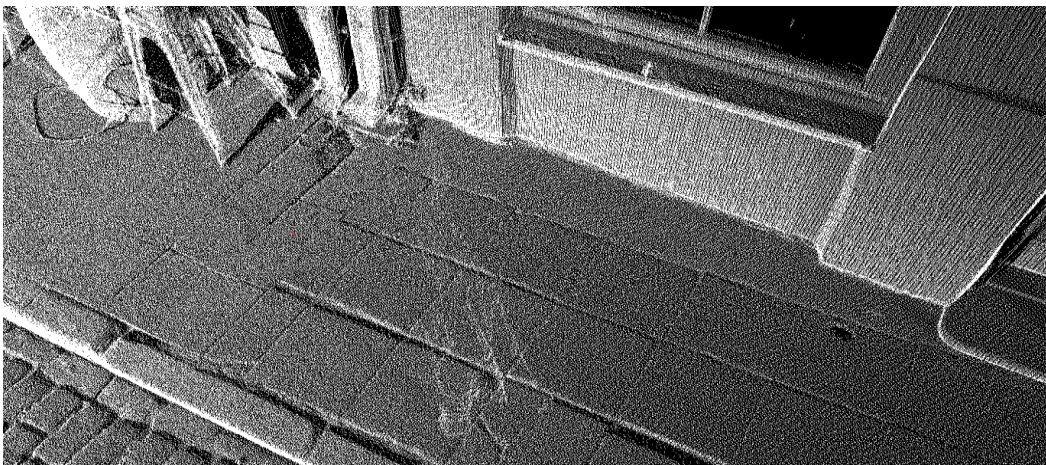
Kahe erineva punktipilve omavaheline registreerimine on punktipilvede transformeerimine ühtsesse koordinaatsüsteemi. Punktipilvede omavaheline sidumine toimub vähemalt kolme ühise (kahe, kui punktid on samas kõrgussüsteemis) punkti kaudu. Ühised punktid aitavad selgeks teha kahe punktipilve vahelise pöördenurkade erinevuse ning plaanilise/kõrgusliku nihke. Nende andmete alusel saab kindlaks teha ühe punktipilve asetsemise teise suhtes ja andmestikud omavahel ühildada. Punktipilve registreerimiseks on kaks võimalust: tähistega või pilv-pilvega. Tähistega registreerimisel kasutatakse punktipilve registreerimiseks objektile lisatud tähiseid, millele on määratud 3D-koordinaadid. Pilv-pilvega registreerimisel kasutatakse kahe punktipilve kattuvus osas ühiste punktide, joonte ja eeskätt pindade omavahelist sobitamist. Kahe punktipilve omavaheline ülekattuvus peaks olema minimaalselt 30 %.

Mobiilseks laserskaneerimiseks (MLS) nimetatakse skaneerimist, mida tehakse liikumise pealt. Liikuvaks platvormiks võib olla auto, maastikusõiduk, rong, veesõiduk, kõndiv inimene, droon jne. Sisuliselt on mobiilne ka aerolaserskaneerimine (ALS), kus platvormiks on lennuk või helikopter. Vahel liigitatakse aerolaserskaneerimise alla ka skaneerimine droonilt. Linntänavate seisukohalt on kõige otstarbekamaks skaneerimisviisiks mobiilne laserskaneerimine autolt, kuid vastavalt olukorrale on seda mõistlik kombineerida teiste andmehõive tehnoloogiatega.

Mobiilse laserskaneerimise tehnoloogiate puhul on täpsuse seisukohalt olulisim väljakutse lahendada ära positsioneerimine olukorras, kus mõõdistusseade ei seisa paigal ega ole loodis, vaid liigub ning sealjuures ebaühtlaselt. Selleks kasutatakse IMU (*Inertial Measurement Unit*) sensoreid, koos GNSS antennide ja vastuvõtjatega. Taolised kombineeritud sensorid, mis tagavad täpsuse, on kallid, seetõttu mobiilse laserskaneerimise tehnoloogia ei ole veel laialt levinud. Oluline roll on ka liikumistrajektooride arvutusel, mis eeldab professionaalset tarkvara ja arvutajat. Sõidu pealt skaneeritud pilv registreeritakse tervikuks kokku tuginedes platvormi täpsele liikumistrajektooriga. Olenevalt seadmest, liikumiskiirusest, korduste arvust ja mõõdistatava elemendi kaugusest saavutatakse punktipilve tiheduseks tuhandeid punkte 1 m² pinna kohta.

Aerolaserskaneerimisi teeb üle terve Eesti Maa-amet, omades selleks spetsiaalset lennukit ja kaasaegset tehnoloogiat Riegl 1560i. Tallinna linn skaneeritakse (ja samaaegselt ka pildistatakse) aerolaserskaneerimisega kord aastas. Punktitiheiduseks saavutatakse olenevalt lennukõrgusest kümnetest mõnesaja punktini 1m² kohta.

Viimastel aastatel on turule tulnud SLAM algoritme (*Simultaneous Localization and Mapping*) kasutavad skannerid, mis suudavad 3D-punktipilve esialgse registreerimise ära teha reaalajas, mõõtmiste ajal ning anda mõõdistajale tagasisidet saavutatud täpsuste kohta. Need tehnoloogiad võeti eeskätt kasutusele siseruumides ja allmaakaevandustes, aga järjest rohkem paigaldatakse SLAM tehnoloogiat ka väljas liikuvatele seadmetele. Täpsus ja detailsus, mis täna saavutatakse SLAM abil, varieerub, jäädes enamasti veel alla terrestrialse ja mobiilse laserskaneerimise omale.



Pilt 11: Fragment Reib OÜ poolt tehtud punktipilvest Pika tn uuringus

Lidar

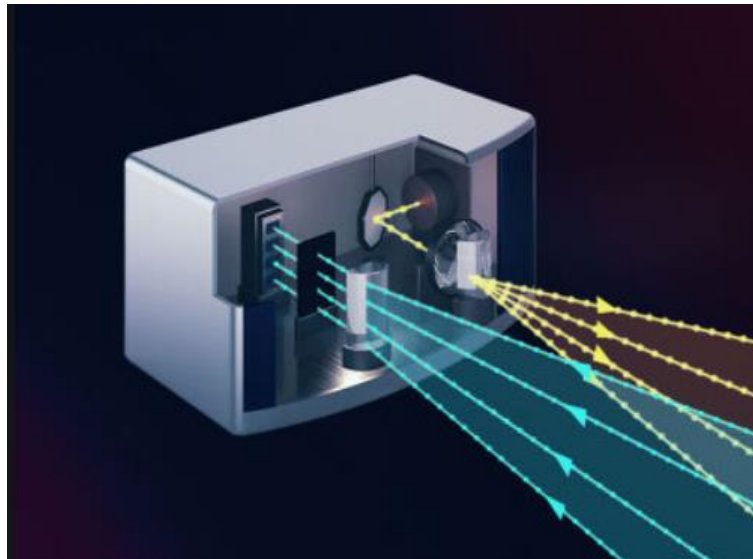
Kompaktsete lidarite kasutusele võtmine teemaa maapealsete objektide kohta info kogumiseks, muudab võimalikuks objektide tegeliku olukorra võrdlemise andmebaasiga.

Liikluskorraldusvahendite üle tuleb teostada regulaarset järelevalvet ning jälgida nende paiknemist ja korrasolekut. Arvestades Tallinna teede ulatust ja liikluskorraldusvahendite hulka, peab olema see tegevus väga efektiivne.

Kõikidel Tallinna suurematel tänavatel liigub ühistransport ning praktiliselt kõikidel väiksematel teedel liiguvad prügiautod. Mõlemad liiguvad regulaarse graafiku alusel ning mööda kindlat marsruuti.

Paigaldades osadele ühistranspordivahenditele ja prügiautodele lidarid, on võimalik regulaarselt saada värsket infot maapealsete objektide asukoha ja korrasoleku kohta.

Lidari töö põhineb tagasipeegeldunud laserimpulsilt kolmemõõtmeliste koordinaatide arvutamisel. Lidar saadab välja valgusimpulsi, mis sihtkohta jõudes peegeldub tagasi seadmesse. Tavaliselt on lidarites kasutusel 905 nm lainepikkusega laserid, pikema vahemaa jaoks kasutatakse 1550 nm lainepikkust. See lubab sensoril opereerida suuremal võimsusel ning samas jääda silmakahjustusi vältivate reeglite piires. Kuna impulss liigub valguse kiirusel, mis on ligikaudu 0,3 m/ns, on võimalik arvutada valguskiire levimise teekonna pikkus seadmest pinnani, millelt valguskiir tagasi peegeldub.



Pilt 12: Lidari tööpõhimõte

Lidarite areng on seoses isesõitvate transpordivahendite väljatöötamisega kiire ning seadmete hinnad langevad pidevalt. Suurimad lidarite tootjad on IBEO, SICK, Velodyne, Qanergy, Luminar, Quanergy, Innoluce ja Innoviz.

Kombineeritud lahendused

Suur väljakutse on siduda maa-aluste objektide andmed maapealsete objektide andmetega. Käesoleva uuringu koostamise käigus ei leitud ühtegi reaalselt toimivat lahendust.

Andmehõiveks on võimalik kokku panna georadar ja laserskanner. Tänu sellele on näiteks maanteel sõites võimalik skaneerida ja tuvastada teekonstruktsioonis olevad anomaaliad ning samal ajal salvestada punktipilv maapealsest osast.

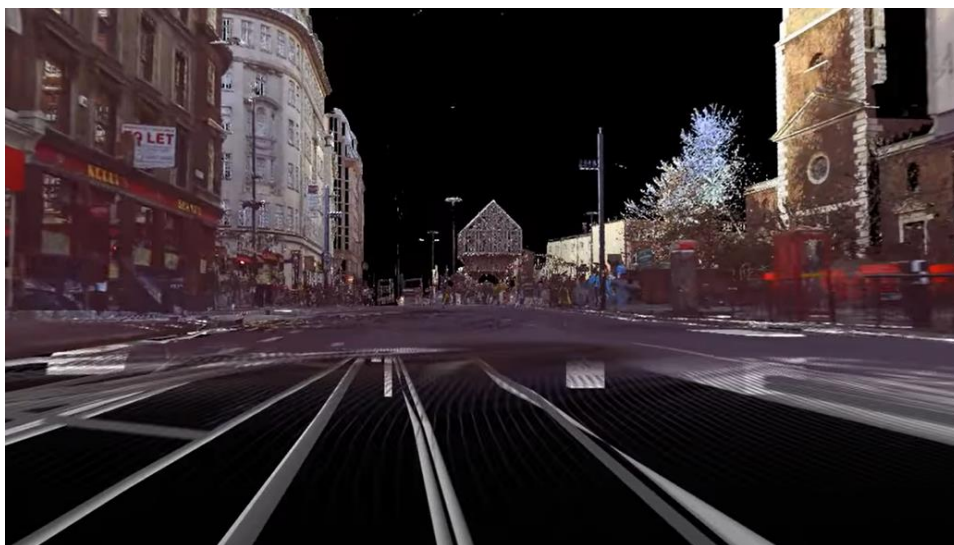


Pilt 13: ImpulseRadari georadar koos Riegl 3D mobiilse laserskanneriga

Linnakeskkonnas teemaal ei ole see lahendus siiski praktiline. Maa-aluste objektide kaardistamiseks peab georadar skaneerima kogu teemaa, mis tähendab korduvalt edasi-tagasi sõitmist. Maaepalse osa jäädvustamiseks piisab laserskanneril enamasti ala 2–4-kordsest läbimisest.

Maa-aluste objektide ja maaepalse keskkonna üheks visuaalseks tervikuks kokkupanekuks on teostatud mitmeid projekte. Need on paraku siiski ainult visualiseeringud ilma andmeteta.

Näiteks on mitmeid tehnilisi lahendusi, kuidas siduda georadariuuringu käigus saadud andmed 3D laserskanneriga kogutud andmetega. Eestist ühtegi näidet selle kohta veel ei ole peamiselt maa-aluste tehnovõrkude vähese 3D kaardistamise pärast. Ühendkuningriigis on näiteks Macleod Simmonds Ltd ühendanud maa-alused tehnovõrgud maaepalse punktipilvega.



Pilt 14: Georadariuuringust saadud maa-alused tehnovõrgud koos laserskaneeritud punktipilvega

https://www.youtube.com/watch?v=fE6E6awC_eI

Visualiseerimine

3D andmete visualiseerimiseks teemaal on välja töötatud mitmeid lahendusi ning see valdkond areneb kiiresti. Paljud rakendused on mõeldud 3D andmete visualiseerimiseks kontoris, kuid on ka lahendusi, mis muudavad andmed ja tegelikkuse terviklikuks laiendatud reaalsuseks.

[Trimble Mixed Reality](#) platvorm pakub terviklikku lahendust seadmetest ja tarkvarast. Trimble kasutajad saavad koguda, töödelda ja visualiseerida andmeid ühtse protsessina.

Maailmas üks levinum laiendatud reaalsuse (XR) visualiseerimise platvorm on vGIS. [vGIS](#) abil on võimalik GIS, CAD, BIM või muud tüüpi ruumiandmed panna kokku reaalsusega ning seeläbi ühendada terviklikuks visuaaliks andmed ja tegelikkus. Kasutades täpseid alusandmeid on tulemuseks liitreaalsus koos sentimeetri tasemel positioneerimistäpsusega.



Pilt 15: Liitreaalsuse näide vGIS

Kaardirakendused

Maailmas on mitmeid kaardirakendusi, mis võimaldavad interaktiivsust.

Näiteks rahvusvahelised Google Streetwiev, Google Earth, OpenStreetMap ning Eesti Maa-ameti kaardirakendused ja ReachU EveVi.

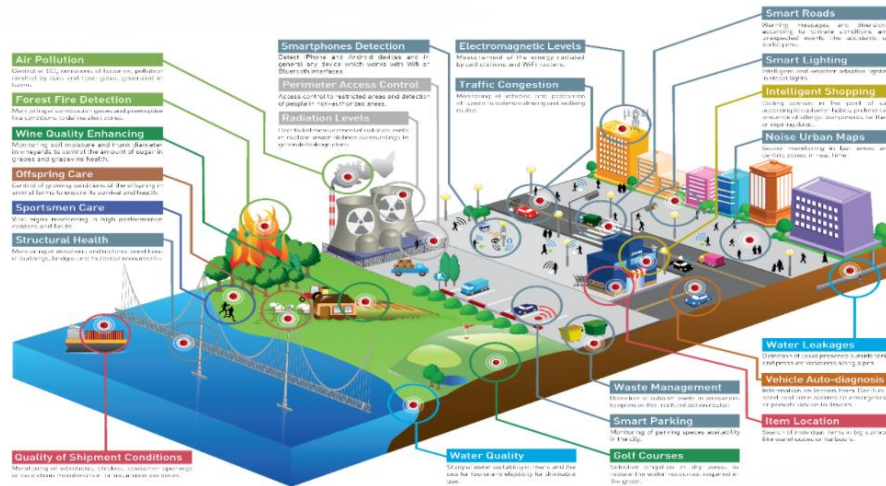
Need võimaldavad saada tegelikkus visuaalset ülevaadet teemaast. Sõltuvalt rakendusest võib see ülevaade olla kas ajakohane või vananenud. Mitmed rakendused võimaldava erinevaid lisafunktsioone nagu näiteks vahemaade või pindala mõõtmine, kohtade märgistamine jms. Kõikidel kaardirakendustel on objektid pildina. Mõnel juhul (näiteks Maa-ameti kitsenduste kaart) võib objektide juures olla ka lisainfot.



Pilt 16: Maa-ameti kitsenduste kaart

Asjade Internet – IoT

Andmehõive tehnoloogiates saab järjest suuremat tähelepanu *Internet of Things* (IoT) ning lähitulevikus kasutusele võetav mobiilside 5G. Tänu nendele tehnoloogiatele on võimalik kasutusele võtta väikseid, odavaid ning minimaalse energiatarbimisega sensoreid. Sensoritega saab varustada kõik linnaruumis olevad objektid, mis ei ole püsivalt samal kohal. Sensorid võimaldavad saada regulaarset ja vajadusel ka reaalajas infot nende asukoha ja oleku kohta.



Pilt 17: IoT ja sensorite kasutamise võimalused linnas

Tarkvarad

Rakenduste valik maa-aluste ja maapealsete objektide andmehõiveks ja andmetöötlemiseks on väga lai. Tüüpiliselt on igal seadmetootjal spetsiaalsed rakendused, mis sobivad selle tootja seadmetega teostavateks operatsioonideks. Sageli on 3D tarkvaradel nn *vendor lock*, mis teeb konkureerivatele tarkvaradele ülemineku keeruliseks või võimatuks.

On saadaval ka kolmandate osapoolte poolt loodud universaalseid rakendusi, mis võimaldavad koguda ja töödelda paljude erinevate seadmetega kogutud andmeid.

Suurimad väljakutsed lähiaastatel on kuidas automaatselt tuvastada georadariga kogutud andmetest või fotogramm-meetriliste vahenditega kogutud punktipilvest objekte. Täna on päeval on küll mitmeid lahendusi, aga need kõik nõuavad palju manuaalset tööd. Tehisintellekt ja andmetöötlemise jaoks arvutuste „pilve“ viimine peaksid seda valdkonda lähiaastatel palju muutma.

Tallinna linna olemasolevad infosüsteemid

Täna kasutusel ja kavandamisel olevad süsteemid:

- Tallinna geomöödistuste infosüsteem (Geoveeb) – geodeetiliste alusplaanide ja teostusjooniste menetlemise süsteem. Selle uus versioon valmis 2020. aastal ja on loodud vabavaralisel PostgreSQL platvormil.
- Linnamudel – Tallinna linnamudel on andmete osas jooksvalt uuenev ning sisu osas täienev kolmemõõtmeline digitaalne mudel Tallinnast. Linnamudel on tasulisel ESRI platvormil ning toob kokku erinevatest andmeallikatest ruumiandmed ja visualiseerib neid kolmemõõtmelisena. Linnamudeli avaliku versiooniga saab tutvuda aadressil <https://gis.tallinn.ee/linnamudel>.

- Hooldus-, heakorra- ja haljastustööde infosüsteem – HHHIS
- Tallinna maaregister – TMR,
- Tallinna kinnisvararegister – TKVR
- Finantsinfosüsteemis – SAP
- Tallinna kaardirakendused – <https://www.tallinn.ee/geoportaal/Kaardirakendused>
- Kinnisvarainfosüsteem – KIIS (loomisel)
- Kaevetööde menetlemine – OP-info
- Tallinna välireklaami- ja teabekandjate ning reklaamimaksu järelevalveliste menetluste andmekogu – TERA

Läbiviidud kohtumised turuosalistega

Turuanalüüsi käigus viidi läbi dialoog potentsiaalsete pakkujatega, et välja selgitada turu valmisolek, võimalused ja probleemkohad uue lahenduse väljatöötamiseks. Dialoog viidi läbi järgmiste ettevõtetega:

- Hades Geodeesia OÜ
- REIB OÜ
- Geospatial OÜ

Läbiviidud dialoogides toodi välja tehnoloogia kiiret arengut, mis juba täna võimaldab väga kvaliteetset andmehõivet ja andmetöötlust. Seadmed muutuvad pidevalt kvaliteetsemaks ja samas soodsamaks. Rakendustesse lisandub järjest enam tehisintellekti komponente, mis lihtsustab oluliselt andmetöötlust.

Koos tehnoloogia kvaliteetsemaks, lihtsamaks ja soodsamaks muutumisega, on tulnud turule palju ettevõtteid, kes pakuvad maapealsete objektide kaardistamist. Kindlasti on nende teenuste kvaliteet varieeruv, aga nende suur hulk näitab turusuundumust.

Valik Eesti ettevõtetest, kes pakuvad selle valdkonna teenuseid:

Ettevõtte/valdkond	Laserskaneerimine	Punktipilv	Fotogramm- meetria	Andmetöötlus	3D mudeldamine	Tehnovõrkude andmehõive
Hades Geodeesia OÜ	X	X	X	X	X	X
Geodeesia24 OÜ	X	X				
Geospatial OÜ				X	X	X
Reaalprojekt OÜ	X	X		X	X	
EXACT Geomark AS	X	X		X	X	
Georadar OÜ						X
Geo S.T. OÜ	X	X	X	X	X	
Sirkel& Mall OÜ	X	X			X	
Insero OÜ	X	X				
Reib OÜ	X	X	X	X	X	X
DataCap OÜ	X	X	X	X	X	
Ankord OÜ	X					
Nordic Engineering Group OÜ	X	X		X	X	
3D Punkt OÜ	X	X			X	
Lidar Mapping OÜ	X	X		X		
3D3 OÜ		X			X	

Pilt 18: Objektide 3D andmehõive ja andmehalduse teenuse pakkujad

Nagu ülaltoodud tabelist näha, siis turul pakutakse enamasti üksikuid komponente. Terviklahenduste pakkujaid on praegu turul vähe.

Nimetatud olukord tuli välja ka KKA poolt läbiviidud pilootprojektide käigus maa-aluste tehnovõrkude kompleksuuringul. Eestis ei olnud ühtegi firmat, kes oleks suutnud üksi terve uuringu läbi viia. Kõigi pilootprojektide kompleksuuringute teostamisel osalesid mitmed ettevõtted üheskoos.

Tallinna linnale tervikliku 3D platvormi kokkupanekuks ei piisa ainult üksikutest andmehõive tehnoloogiatest või andmehalduse vahenditest. See vajab komplektset lahendust. Sellist lahendust ega sellise lahenduse pakkujat täna turul ei ole.

Projekti käigus tuleb kokku panna erinevad tehnoloogiad, välja töötada protsessid ning luua töövahendid, mis tagaks 3D platvormi toimimise.

4. Innovaatiline lahendus

Tallinn soovib luua 3D platvormi avalike teede ja tänavate maa-aluste ja maapealsete objektide andmete hõivamiseks, haldamiseks ja hoidmiseks, mis võimaldab Tallinna konteksti arvestades luua kompleksne ning linna teiste infosüsteemide ja linnamudeliga integreeritud lahendus.

Tallinn soovib lahendust, mis tervikuna kirjeldab ära avaliku ruumi teemaal ning mille abil on võimalik efektiivselt arendada ja hallata teemaal olevaid objekte terve nende elukaare vältel, milleks on:

- Planeerimine
- Projekteerimine
- Ehitus
- Haldus
- Likvideerimine

Tallinna linn soovib tehnilist ja ärilist analüüsi, kontseptsiooni ning platvormi, mis võimaldaks kolmemõõtmeliselt kaardistada kõik teemaal olevad maapealsed ja maa-alused objektid ning luua rakendused ja teenused andmebaasi kogutud 3D andmete kasutamiseks.

Teemaal paiknevate maa-aluste ja maapealsete objektide andmemudelid, andmete kogumine ja haldamine vajab uut ja senisest täiesti erinevat lahendust.

Teemaa planeerimisel ja rajatiste projekteerimisel mudelprojekteerimisele üleminekul ning haldamisel on vältimatuks eeldusteks vajalikud kvaliteedis ja detailsuses kolmemõõtmelise info ja tegelikkusele vastavate andmete olemasolu. Andmed peavad olema usaldusväärsed, kolmemõõtmelistena töödeldavad ning taaskasutatavad ilma moonutusteta ja kadudeta.

Teemaa objektide kohta olemasolevat informatsiooni iseloomustab hetkel suur ebausaldusväärsus ja killustatus, mis väljendub projektipõhiselt loodud, seega ehitusprojektide vajadusi arvestades ja linna poolt struktureerimata ning kontrollimata kahemõõtmeliste andmetena erinevates süsteemides, andmebaasides ja formaatides.

Selle tulemusena on raskendatud andmete kasutamine ja infovahetus, sest andmed on puudulikud ega ole teada nende kvaliteet, süsteemid ei suuda omavahel suhelda ning eksisteerib mitu erinevat andmemudelit ühe ja sama füüsilise objekti kohta. Sageli puuduvad objektide asukoha ja omaduste kohta olulised andmed. Puudub ka keskkond, mis suudaks neid andmeid koondada ja pakkuda objekti elukaarega seotud teenuseid ühest kohast.

Probleemi lahendamiseks on linna eesmärk töötada välja 3D platvorm, mis hõlmab kogu objekti elukaart alates planeerimisest kuni lammutamise ja taaskasutuseni. 3D platvorm on oma olemuselt 3D

andmehoidla ja integratsioonikeskkond. Selle loomisega ei planeerita koheseid muudatusi juba olemasolevatesse ja kasutatavatesse süsteemidesse, vaid luuakse eeldused usaldusväärsetele 3D andmetele üleminekuks.

Tallinna vajadustele vastavat tervikliku lahendusena pakutavat toodet ega teenust teemaal objektide paiknemise kohta 3D andmete kogumiseks ja haldamiseks täna turul ei ole.

Maailmaturul saadaolevad üksikud eraldiseisvad komponendid nagu fotogramm-meetria, laserskaneerimine, georadarid, droonid, kompaktsed lidarid, erinevad infosüsteemid ja andmetöötlusprogrammid on igaüks eraldiseisvana üha laiemalt igapäevasesse kasutusse jõudmas, kuid Tallinnale sobivat ja reaalselt toimivat terviklahendust ei ole Eestis ega mujal maailmas.

Lisaks eraldiseisvate tehniliste komponentide Eesti tingimustele vastavaks tegemisele ja terviklikuks töövooks kokkupanemisele, on terviklahenduses suur osa ka nõuetel ja regulatsioonidel, mida kõik osapooled peavad omaks võtma. Seda kõike on vaja teha terviklikult ja koordineeritult, kaasates protsessi kõik puudutatud osapooled.

- Projekti eesmärgiks on välja töötada kaasaegsetel tehnoloogiatel põhinev platvorm teemaal asuvate objektide kolmemõõtmeliseks (3D) kirjeldamiseks, andmehõiveks, töötlemiseks ja kasutamiseks linnaruumi planeerimisel, arendamisel ja haldamisel.

Teemaal asuvad objektid võib jaotada muuhulgas järgmiselt:

- Püsivad tüüpobjektid
- Ajutised tüüpobjektid
- Liikuvad tüüpobjektid
- Püsivad unikaalsed objektid
- Ajutised unikaalsed objektid
- Liikuvad unikaalsed objektid

Projekti tulemusena saab linn 3D platvormi prototüübi teemaal asuvate maa-aluste ja maapealsete objektide haldamiseks.

Prototüüp koosneb:

- ❖ Tehniliste nõuete kogum ning protsessi kaart teemaal asuvate maa-aluste ja maapealsete objektide andmehõiveks ja andmehalduseks;
- ❖ Andmemudelid maa-aluste ja maapealsete tüüpobjektide kirjeldamiseks;
- ❖ 3D kataloogid maa-alustele ja maapealsetele tüüpobjektidele;
- ❖ Lahendused ja nõuded unikaalsete maa-aluste ja maapealsete objektide kirjeldamiseks;
- ❖ Andmebaas teemaal asuvatele maa-alustele ja maapealsetele 3D objektidele;
- ❖ Vähemalt kolme rakenduse/teenuse prototüübid: visualiseeritud teemaa 3D mudel, mõõdistusandmete vormistamine ja import andmebaasi; eksport andmebaasist projekteerimise ja planeerimise rakendustesse;
- ❖ Näidisobjekt (Reidi tee, Peterburi mnt, vms), kus on kõik teemaal asuvate maa-aluste ja maapealsete objektide andmed sisestatud 3D andmebaasi ning läbi väljatöötatud rakenduste kasutatavad.

Lisaks prototüübile, töötatakse projekti raames välja ettepanekud protsesside ja regulatsioonide muutmiseks, mis aitavad kaasa prototüübi ellu rakendamisele. Koostatakse ettepanekud nõuete muutmiseks ehituseelsete uuringute ja ehitusjärgse teostusmõõdistuste korraldamisele.

Projekti tulemusena koostatakse kava väljatöötatud prototüübi kasutusele võtmiseks linna allüksustes. Koostatakse juurutamise plaan ning pakutakse välja võimalik juurutamise ajakava.

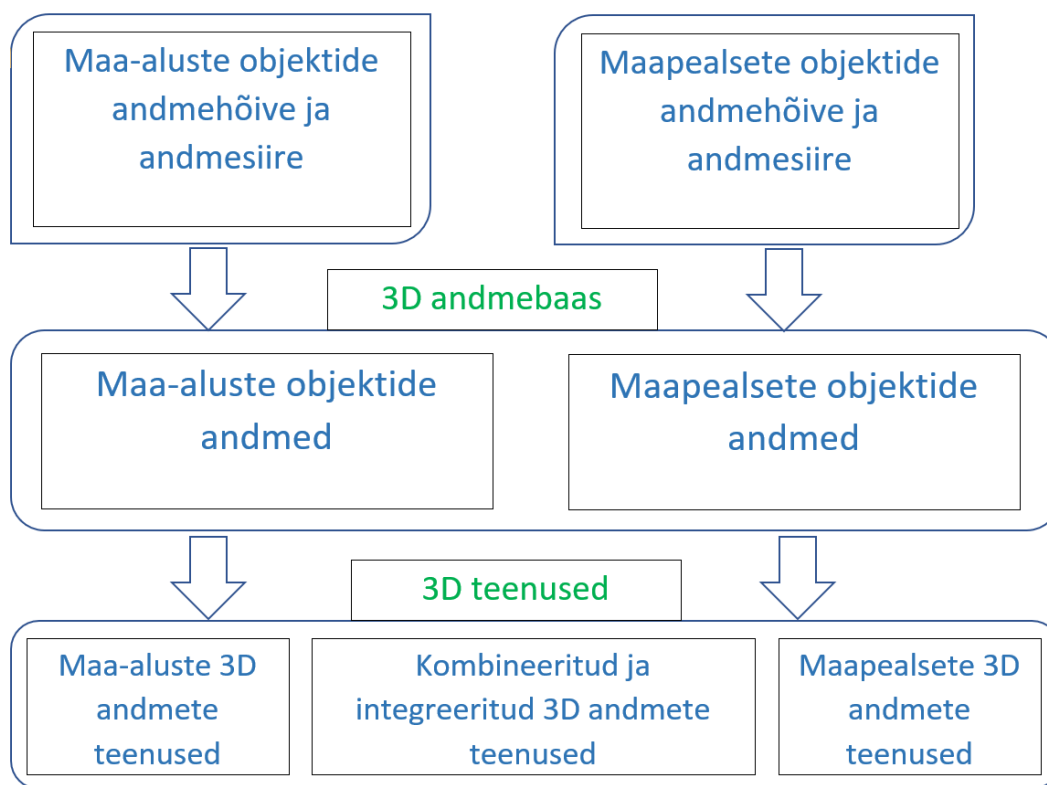
Pärast välja töötatud lahenduste kasutusele võtmist saavad linna allüksused kasutada terviklikku, ajakohast ja tegelikkusele vastavat teemal paiknevate objektide 3D andmestikku. Aktuaalse info kättesaadavuse ja kasutamise tagamiseks luuakse projekti järgselt erinevate ülesannete täitmiseks spetsiaalseid rakendusi, mis baseeruvad 3D andmebaasil ning integreeritakse see olemasolevate rakendusega.

Projekti käigus loodud lahendusi on võimalik võtta kasutusele nii teiste omavalitsuste kui ka teenusepakkujate poolt ning kehtestada normina üleriiklikuks kasutusele võtuks.

Loodud lahendus soodustab mudelprojekteerimise juurutamist igapäevapraktikas teemaa taristute rajamisel ning aitab otseselt kaasa ehitustegevuse lisandväärtuse suurenemisele.

Selle tulemusena tekib uusi ärivõimalusi olemasolevatele geodeesia ja projekteerimise ettevõtetele ning see loob tingimused ka uute ettevõtete ja ärivaldkondade tekkeks.

Teemaa 3D platvormi väljatöötamine ja juurutamine loob tervikliku andmemudeli Tallinna avalike teede-tänavate maa-alusest ja maapealsest ehitatud keskkonnast, mis omakorda loob eeldused Tallinna ruumilise planeerimise ja elukeskkonna kvaliteedi uuele tasemele viimiseks. Luuakse uued võimalused teede-tänavate, haljastuse, valgustuse ja teiste objektide planeerimiseks ning haldamiseks, samuti transpordisüsteemi ja liikluskorraldusvahendite planeerimiseks ning haldamiseks. Lisaks on võimalik välja arendada virtuaalreaalsuse kasutamise ja isejuhtivate transpordivahendite positsioneerimissüsteemiga seotud teenused.



Pilt 19: Teemaa 3D platvormi põhikomponendid

Teemaa maa-alustele ja maapealsetele objektidele 3D elukaare halduse loomiseks ei piisa ainult innovatsiooniprojekti läbiviimisest vaid saadud projekti tulemused tuleb ka ellu rakendada. Teemaa 3D platvormi tervikluseks välja arendamiseks ja kasutusele võtmiseks on vajalik terviklik lähenemine, mis koosneb:

- Andmehõive tehnoloogiad, meetodid, protsessid

- Andmemudelid
- Andmehalduse tehnoloogiad, meetodid, protsessid
- Tüüpobjektide kataloog
- Unikaalsete objektide kirjeldamine
- Andmebaas ja integratsioon teiste andmebaaside ja rakendustega
- Rakendused, teenused
- Juhendid
- Regulatsiooni muutmine
- Protsesside muutmine

Uue lahenduse pakkujad

3D teenuste pakkujate turg on mitmekesine. On palju geodeesia ettevõtteid, kes lisaks traditsioonilistele meetoditele on laiendanud oma teenuste portfelli 3D teenuste osas. Peamiselt pakutakse laserskaneerimise ja punktipilvega seotud teenuseid.

Lisaks geodeesia ettevõtetele on tulnud turule ka täiesti uusi ettevõtteid, kelle põhitegevusalaks on hoonete ja taristu kolmemõõtmeline jäädvustamine kasutades fotogramm-meetriat ja 3D laserskaneerimist ning muud andmehõive meetodid.

Mitmed inseneribürood on asunud pakuma erinevate väiksemate objektide ning tööstuse jäädvustamist kolmemõõtmelisena.

Kõik suuremad projekteerimisettevõtted kasutavad täna hoonete puhul 3D mudelprojekteerimist ning samuti taristute projekteerimisel on osaliselt üle mindud juba mudelprojekteerimisele.

Seega turul on palju ettevõtteid, kes on huvitatud ja suutelised osalema Tallinnale uue lahenduse väljatöötamisel. Uue lahenduse pakkujate leidmiseks on plaanis korraldada hanked, kus on lubatud teha ühispakkumusi. Tänu sellele on võimalik kaasata uue lahenduse väljatöötamisse mitmeid pakkujaid.

Uue lahenduse pakkujate poolsed takistused ja riskid

Tallinna soovib saada terviklikku lahendust andmehõiveks, andmetöötluks ja andmehalduseks. Lisaks peab see lahendus katma ära kogu teemaal paikneva taristu (v.a. teekonstruktsioon). Seega peavad pakkujad omama väga spetsiifilisi teadmisi paljudes valdkondades. Täna ühtegi sellist pakkujat turul ei tegutse, kes üksi suudaks seda kõike ära katta enda ressurssidega. See tähendab, et erinevad teenusepakkujad peavad koostööd tegema koostööd ning pakuma välja ühiseid lahendusi.

Projektile on kehtestatud väga kindlad ajaraamid, kuna tegemist on osaliselt EAS-i toetusmeetmest rahastatava projektiga. Innovaatiliste lahenduste väljatöötamine on aga ettearvamatu. Võib ette tulla mitmeid takistusi, millest ülesaamine tähendab ajakadu. Seetõttu on projektijuhtimisel selles projektis oluline roll, et kõik takistused saaksid kiiresti likvideeritud.

Eelnev kogemus on näidanud, et pakkujad ei pruugi välja pakutud või välja töötatud lahendusi kasutusele võtta ega hakka teenuseid pakuma, kui see neile ei sobi. Peamiselt on põhjuseks uue lahenduse keerukus, vajadus teha kulutusi uue lahenduse kasutuselevõtuks või võtta kasutusele uusi tehnoloogiaid. Mõnikord võib olla põhjuseks ka sisse töötatud protsessid ja rutiinid, mida ei taheta muuta. Seepärast tuleb uue lahenduse väljatöötamise käigus kuulata pakkujate arvamusi ja arvestada nendega.

5. Kasutatud allikad

Andre Künnapuu. Ebatäpsetest tehnovõrguandmetest tekkinud ressursikulu analüüs ning lahendusettepanekud teedeehituse objektidel. 2020

Mairo Leier. IseAuto Sensorikalahenduste valik. 2017

Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium VISIOON 2022+. 2018

CoreGrow OÜ, Pikel OÜ. Tallinna linna hooldus-, heakorra- ja haljastustööde infosüsteemi loomise äri- ja eelanalüüs. 2018

Jürgen Resev. UAV fotogramm-meetria kasutamine hoone välisgeomeetria ja deformatsioonide mõõdistamisel tallinna lennusaadama näitel. 2019

Gravicon EE OÜ. Tallinnas infrabim modelleerimise (infrarajatiste mudelprojekteerimise) lahenduste väljaarendamine ja rakendamine. 1. staadium. 2017

Isabel Sargent, David Holland, Jenny Harding. The Building Blocks of User-Focused 3D City Models. 2015

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. E-ehituse platvormi ja 3D kaksiku arendus, lähteülesanne. 2019

Geospatial OÜ. „Tehnoloogilise lahenduse prototüübi loomine maa-aluste rajatiste 3D andmeseireks“ 2019.

Industry62 OÜ. IT analüüs projektile „Tehnoloogilise lahenduse prototüübi loomine maa-aluste rajatiste 3D andmeseireks“ 2019

Ettevõtete ja organisatsioonide kodulehed internetis.