

BIM veemajanduses

BIMi ehk ehitusinfo modelleerimise vajadust veesektorile on hiljuti kajastatud mitmes raportis/juhendmaterjalis. Olgu siinkohal esitatud üks rahvusvaheline uuring, mis ennekõike keskendub BIMi rakendamisele saadavale ärilisele kasule (*The business value of BIM for water projects*, 2018, *SmartMarket Report*). Samas võib tutvuda ka Suurbritannia, British Water all tegutsevale initsiatiivgrupi, *BIM4Water* poolt avaldatud eesmärkide/sihtidega, kuidas BIMi veesektoris juurutada (<https://www.britishwater.co.uk/page/BIM4Water>).



Joonis. BIMi kasutus veemajanduses.

Kui püüda teha kokkuvõtte nendest raportitest, siis "*The business value of BIM for water projects*" analüüsib BIMi rakendamist üsna universaalsel viisil, ehk siis paljuski räägime siin samadest asjadest, millega oleme tutvunud juba BIMi sissejuhatavas osas, kus räägitakse BIMi eelistest lähtuvalt projekti staadiumist või osalejast. Teiselt poolt tasub tähelepanu juhtida, et veevõrgu opereerimine on väga pikalt kasutanud erinevaid GIS rakendusi aga ka sensorpõhist automaatikat (nt SCADA juhtimis-süsteemid - ingl *supervisory control and data acquisition*). Kui siia juurde panna ka veesüsteemide mudelid, mis on kalibreeritud lähtuvalt reaalse veevõrgu peal teostatud mõõtmistega, siis justkui "*polekski millestki enam rääkida?*". Siiski on, sest tänu tehnoloogiliste vahendite arengule (sh tarkvarad/rakendused ja nende omavaheline integreerimine) on muutunud ka põhimõtted, kuidas efektiivsemalt koos töötada nii, et sellest kõigile kasu tõuseks. Selle "kasu" mõõtmine ei tähenda lihtsalt "mida odavam, seda parem", vaid arvesse võetakse ka nt sotsiaalmajanduslike-, keskkonnaga- kui ka kvaliteedinäitajatest lähtuvaid parameetreid.

Kuidas analüüsida BIMi tänast rakendust veemajanduses? Siinkohal võiks püüda vastata alljärgnevale küsimustele:

- Kuidas tehakse tänaseid projektjooniseid, kas seda tehakse 3D-s?
- Kuidas analüüsitakse projekteeritud olukorda olemasolevaga? Kas viiakse läbi 3D-põhist vastuolude kontrolli? Eeldab muidugi 3D mudelite kasutamist.
- Kuidas leitakse mahud? Näiteks, kas kasutatakse mõnda spetsiaalset tarkvara, et leida torude pikkused (kaevude/liitmike arv). Kas need mahud on automaatselt klassifitseeritud tüübi järgi (kui palju mingite omadustega komponente või jooksvat meetrit). Kui selleks kasutatakse käsitsi kokku liitmist (nt sh 2D joonte pikkuste summeerimine), siis on siin veel vaja teha suur hüpe ja üle vaadata tänased töövahendid.

Teisisõnu kui vastused eelnevatele küsimustele oli jaatavad (kasutatakse 3D mudeleid nii jooniste loomisel, vastuolude kontrollis kui ka mahtude väljavõtteks), siis läheb see üsna hästi kokku BIMi osalise rakendamise suutlikkusega. Ja need on ka tüüpilised küsimused, mida kasvõi küsitakse uuringutes (sh mainitud raportites).

Kui eelnevad küsimused olid ennekõike suunatud projekteerijale, siis opereerimist me SCADA tähenduses juba korra mainisime, kuid siin tasub samuti analüüsida tänast seis:

- Kas mudeleid kasutatakse varahaldussüsteemis, GISi rakendustes?
- Kuidas toimub hüdraulilise mudeli koostamine, kas eksisteerib link GIS süsteemi ja hüdraulilise mudeli vahel, kuidas andmeid edasi/tagasi liigutatakse?
- Kas hüdrauliline mudel on kaasatud veevõrgu igapäevasesse töösse, teisisõnu, kas arvutus toetab igapäevaseid otsuseid?
- Kas SCADA süsteemides on rakendatud automatiseeritud, näiteks sensorpõhist, juhtimist? (*Internet of Things - IoT, Digital Twin* valdkond)

Siin on peamiseks takistuseks juba esimeses plokis esitatud. Ehk siis kui puudub terviklik 3D info, siis on keerukas omada töötavat GIS/SCADA rakendust (või see töötab väga üldisel tasandil). Tihtipeale silutakse GIS rakenduses olevad vead just hüdraulilise mudeli koostamise kaudu ja kontrollitakse erinevaid stsenaariume enne kui neid rakendatakse realsel veesüsteemil.

Kui vaadata aga tellija poolset teadlikkust BIMist, siis siinkohal võiks otsida vastust alljärgnevatele küsimustele:

- Kuidas korraldatakse täna hankeid ja mismoodi on korraldatud erinevate projektlahenduste omavaheline võrdlus (mudelpõhine, mitme-sihiline optimeerimine, kus on kaasatud nii hind kui lahendusest saadav kasu)?
- Kas hankes on nõutud projektlahendi ning olemasoleva olukorra hindamine võimalike vastuolude tähenduses? Eeldab 3D mudeleid ja 3D mudelpõhiseid töövõtteid.
- Kuidas on esialgne projektlahend mõjutanud ehituse käigus ettetulevaid muudatusvajadusi? Kui neid on palju või neid võetakse justkui liiga iseenesest mõistetavatena, tasub tähelepanu pöörata eelnevatele punktidele ja näiteks vastuolude kaudu tõsta projektlahendite kvaliteeti ja ka nende ehitatavust analüüsida enne kui realselt see jõuab ehitaja kätte.

Peatöövõtja (aga ka tellija) seisukohast tasub analüüsida, kuidas pannakse kokku projektmeeskond ja kas neile seatakse nõuded, mis eeldavad BIMi kasutuse oskust. Kas hankes kirjeldatud täpsustused on põhjutanud hiljem probleeme, et ei ole nõudest täpselt aru saadud? Teisisõnu, hanke võitja ei teadvusta 3D mudeli olemust ja esitab ikkagi 2D jooniseid või siis ei tagata lahendite läbi modelleerimist (hüdrauliline arvutus). Seega tasub siinkohal silma peal hoida ja analüüsida kui palju muudatusi on ehitamise käigus olnud vaja teha, mis on selle põhjutanud ja kas kvaliteetsem projekt oleks selle välistanud? Kas projektlahendit on olnud vaja oluliselt muuta ehitamise käigus? Mis on sellega kaasnev lisakulu? Kas kvaliteetsem projektlahend oleks seda suutnud vältida, kas selleks oleks olnud vaja teha lisamõõtmisi (-arvutusi) või tegemist oli n-ö musta auguga, mis tulenes infost, mida ei saanud kuidagi eelnevalt teada/arvesse võtta? Siinkohal tasub meenutada, et BIM ei ole võluvits, mis lahendab kõik puuduoleva. See aitab projektlahendite analüüsida nende andmete ulatuses, mida me kaasame ja just sellise täpsusega, mida oleme eeldanud. Samas võib ka osaline või puuduliku täpsusega info sisestamine anda meile palju uut ja olulist infot, et pigem teatud lahendit vältida kui riskida ehituse käigus ettetuleva probleemiga.

Tulles tagasi nüüd raporti "*The business value of BIM for water projects*" juurde, siis lõviosa raportist peegeldab küsitletud ettevõtete tänast teadlikkust BIM-ist ja selle rakendamise aspekte. On selge, et kui täna küsida lihtsalt "kas sa kasutad BIMi", siis vajab see tihtipeale täpsustamist, et mida täpsemalt selle all mõeldakse või teada soovitakse. Seega võivad nende raportite kokkuvõtted olla osalt ka liiga üldised. Sellest hoolimata tasub see raport enese jaoks korra läbi töötada, et teadvustada erinevaid nüansse.

BIMi rakendamise juures räägitakse tihtilugu ka BIM rakenduskavast, mis sätestab muuhulgas info liikumise ja uuendatavuse küsimused (üks BIMi olulisi aspekte). Seda saab vaadata nii projekti- kui ettevõtte (tellija) tasandil.

BIM vs projektikeskne lähenemine

Ühe projekti tasandil, kus ehk peamine fookus on näiteks survetorustiku rajamisel ja selleks on siiani kasutatud CAD platvormil baseeruvat tarkvara, siis BIMi kontekstis tasub kindlasti mõelda järgmistele küsimustele:

- Kuidas saan võimalikult efektiivselt antud CAD mudeli hüdraulilise modelleerimise paketti, et teostada kontrollarvutusi? Kas see tähendab, et ma pean taaslooma kogu info modelleerimise pakettis või aitaks siin projektjoonise loomine viisil, mis toetab lihtsamini integreeritud lahendusi?

Näiteks võib leida tänastest tarkvarades 3D modelleerimise töövahendeid nii surve- kui isevoolsete süsteemide loomiseks, mis omavad ka linke hüdrauliliste mudelite liidestega. Lisaks saab kaasata sisupakette, mis aitavad meil lihtsustada informatsiooni esitamist, väljavõtete tegemist komponendi/tüübi järgi. Näiteks *Autodesk Civil 3D* kasutaja võiks üksjagu võita järgmiste sisupakettide kasutamisest: (a) [isevoolsete torusüsteemide sisupakett](#) (b) [survetorude sisupakett](#). Üldjuhul võib tuua sellise lihtsa võrdluse. Kui kasutatakse 2D jooniseid ja hiljem selgub, et on vaja luua 3D mudel selle ülekandmiseks hüdraulilise modelleerimise paketti (2D joonist lihtsalt selliselt tõlkida ei saa), siis 50% hüdraulilise modelleerimise tööajast kulub mudeli loomisele, mida saaks vältida kui projektudelina oleks tehtud kohe 3D mudel, mida saab lihtsamini siis erinevate platvormide vahel nihutada. Muidugi sõltub informatsiooni ülekandmine ka tarkvaradest, mida parasjagu kasutatakse. Mõnel juhul saab 2D infot üle kanda ka *shapefile* (levinud formaat GIS rakendustes) kaudu otse hüdraulilise modelleerimise tarkvarasse, kuid seda plaanilise info osas, kuna 2D joonisel ei ole kõrgusinfo atribuudina loetav (või pole seda sisestatud). Just atribuudid, lisaparametrid, mis seda "joont" iseloomustavad omavad väga suurt rolli kui infot vaja üle kanda ühest kohast teise.

- Kuidas saab tellija selle info kõige lihtsamini üle kanda oma GIS rakendusse (kui see peaks olema kasutusel)?

Kas 2D projektinfot saab 1:1-le üle kanda või tuleb see sisuliselt käsitsi GIS süsteemi kanda? See võiks aidata ka tellijapoolseid nõudeid täpsustada, et infovahetus oleks valutum. Igasugune informatsiooni sisestamine (nt projektjoonistelt lugemine) võib põhjustada omakorda vea või siis topelt vea. Kas tellija poolt vaadatuna valmistab probleeme asjaolu, et erinevate projektide juures on saadav informatsioon justkui nii erinev, et selle baasil ei ole võimalik automatiseeritud lahendusi kasutada, et hõlbustada info ülekandmist projektist > ettevõtte GIS süsteemi? Kui see nii on, siis peaks ennekõike keskenduma tellijapoolsete nõuete ülevaatamisele ja neid ootuseid ühtlustama või siis selgelt lahti kirjutama, mismoodi projektinfo (sh teostus) tuleb esitada. Seetõttu on ka varasemalt käsitletud näiteks **Ühtseid BIM nõudeid**, kus peamine eesmärk on tagada erinevate projektide juures ühtmoodi lähenemine. Kuna see kaasab ka infra andmesisu nõudeid, siis sealt lähtuvad ka näiteks VK süsteemide infovajadus ja -nõuded. Seega saab neid tabelleid näidetena kasutada.

BIM ja ettevõtte tasand

Ettevõtte tasandi võiks mängu tuua siis kui soovitakse luua ühtset standardit (nõudeid) või soovitakse välja arendada integreeritud lahendus, mis toetaks tänast GISi süsteemi (või selle kasutusele võtmist) ja arvutusmooduleid (nt hüdrauliline arvutus). Sellisel juhul muutub oluliseks, kuidas ühest süsteemist informatsiooni teise süsteemi üle kanda võimalikult väikese vaevaga (loe: ei pea uuesti sama infot looma/sisestama). Aga mitte ainult. Kui me teostame näiteks arvutusi mõnes hüdraulilise modelleerimise pakettis, tuleb analüüsida, kuidas neid andmeid saab kasutada GISi rakenduses, et neid seal visualiseerida teiste n-ö kaardikihtidega? Kas tänased rakendused toetavad infovahetust või eeldab see süsteemide väljavahetamist või lisaarendusi platvormil. Mõlemad on üsna kulukad ettevõtmised ja väga tihti vajavad pikaajalisi investeeringuid, kuna süsteeme tuleb hooldada, teha pisiparandusi, arvestada asjaoluga, et tarkvarade funktsionaalsused võivad aja jookul muutuda, sisend/väljundformaadid uueneda jne. BIMi kontekstis tasub mõelda, kuidas saame teisi avaandmeid võimalikult otstarbekalt ära kasutada? Näiteks saame suuremate planeeringute juures kasutada Maaameti LiDAR andmeid, et seeläbi luua 3D maapinna mudel, mille baasil VK kavandeid/projekte luua. LiDAR andmestik on laserskaneerimise teel saadud punktipilv, millest tuletatakse maapinna mudel, mis omakorda aitab teha ka täpsemaid torustikega seotud planeeringuid/kavandeid või leida esmaseid kaevemahtusid.

BIM ja investeeringutasuvus

Ilmselt alati tekib küsimus, aga mis see kõik maksma läheb ja kas odavamalt ka saab? Ka sissejuhatavatel slaididel sai toodud investeeringutasuvuse ühte võimalikku arvutust, mis kaasas lisainvesteeringuvajaduse töövahendite/koolituse võtmes. Selleks, et aga arvutus oleks vettpeidav, peaks see kaasama analüüsi, mismoodi jagunesid kulud eelnevalt teostatud projekti juures. Kas sealt tuleb välja mingi ühisnimetaja, mis näitab, et osasid lisategevusi annab vältida või siis ajakulu vähendada kui kasutada teistsugust lähenemist (sh tarkvarade/rakenduste tähenduses)?

Üheks suuremaks takistuseks on siinkohal asjaolu, et sellist analüüsi lihtsalt ei tehta ja seega on väga raske mõõta või põhjendada, et mingi tarkvara kasutuselevõtt eeldab nt 2000 € või ka 10000 € lisainvesteeringut. Neid kulusid tuleb aga vaadata pikema perioodi vältel ja arvestusega, et ühel hetkel muutub see justkui püsikuluks, kuna moodustab igapäevase tööruutiini aga vähemate tundidega kui seda tänane, näiteks 2D projekteerimine. Tulles tagasi raporti "*The business value of BIM for water projects*" juurde, siis ka selles on investeeringutasuvuse alapeatükk, milles on muuhulgas märgitud, et BIMi kontekstis on investeeringutasuvust uuritud ja kokkuvõttena saab tuua, et **vaid 20% vastanutest on märkinud, et nad mõõdavad seda enamike (rohkem kui poolte) projektide juures**. Samas kui ca 50% vastanutest ei tee seda üldse või siis vaid veerand projektide juures. Me võime mõelda, et need vastused võivad osalt olla tingitud ka sellest, kes on piloteerinud või kes teab eeliseid ja seega ei mõõda enam BIMist saadavat tulu. Eriti olukorras, kus BIMi rakendamine on juba niivõrd juurutatud, et seda ei saagi enam eelnevalt kasutatud tavapraktikaga võrrelda. Teiselt poolt tasub mõtiskleda, kas see, et me ei mõõda, tähendab ikka seda, et me oleme kõik ideaalis välja arendanud? Ilmselt mitte. Ja seda ka mitte kontekstis, kus me oleme rakendanud BIMi põhimõtteid, sest rakendusi ja uusi võimalusi tuleb alati peale. Lisaks tuleb uusi muutujaid ka partnerite poolt vaadates, kellega me ehk koostööd veel teinud pole.

Seega kokkuvõtvalt, "mõõtmine on oluline"! Ja seda saab teostada väga paljudest aspektidest lähtuvalt:

- ümbertegemise vajadus (ajakulu);
- muudatuste arv tervikuna (projekti kvaliteet);

- töötaja ajakulu, efektiivsus (saab tegeleda rohkemate projektidega ja seega mõjutada ka ettevõtte kasumit);
- paremad projektlahendid (tellija usalduse võitmine);
- parem ülevaade kuludest ja nende ennustatavus;
- parem kasumlikkus (investorite huvi);
- parem koostöövalmidus;
- andmete kvaliteedi kasv ja taaskasutus;
- vähenev ehituskulu;
- kiirem projekti elluviimine (mõjutab ju kogu elukeskkonda/kommuuni kui projekti valmimine on kiirem);
- planeeringute kiirem menetlemine.

Edasistes alalõikudes vaatame juba lähemalt mõnda siin mainitud rakenduslikku aspekti. Muuhulgas vaadatakse, kuidas projekti staadiumist lähtuvalt töövahendi valimine aitab kiirelt üldplaneeringutega seotud otsuseid vastu võtta (ruumiline planeerimine, mis kaasab erinevaid avaandmeid, sh kõrgusandmeid). BIMi rakendamise juures tasub tähele panna, et osad töövahendeid on mõeldud ennekõike eskiislahendustega töötamiseks ja võrdlemiseks aga kuna nende kasutamine on oluliselt lihtsam ja kiirem, saabki esmased vastused oma üldistele küsimustele ka kiiremalt kätte. Traditsiooniline, n-ö põhiprojekti loomiseks kasutatav tarkvara tuleb mängu siis kui on vaja edasi liikuda juba esialgse lahendi täpsustamisega.

Tarkvara valiku olulisust lähtuvalt projekti staadiumist ja küsimustest, millele vastust otsitakse, annab võrdleva analüüsi ka allolev ingliskeelne video, mis on eestikeelsena kokkuvõetud allpool.



Video. [Sademeveesüsteemi esialgne arvutus](#)

Eesmärk ei ole promoda üht või teist tarkvara, vaid näidata, et teatud esmaste otsuste vastuvõtmiseks ei ole meil vaja ülemäära aega kulutada detailsuste lisamisele kui sellest otsus ise ei sõltu. Ja mis peamine, meil on peale eskiisi valmimist võimalik jätkata tööga juba teises pakettis, ja mitte kaotada efektiivsuses, kuna kasutame mitut erinevat tarkvara.

Sademeveesüsteemi eskiis

Eesmärk: Loo operatiivselt äravoolusüsteem (restkaevud, kaevud ning torud) tegemaks esialgset hinnakalkulatsiooni.

- Peaks lähtuma insenerialastest põhitõdedest (kalded, kõrgused)
 - Peaks esitama läbimõõdud/suurused, et kalkulatsiooni oleks võimalik teha
 - Kui kaua sellele võiks aega kuluda?
 - Milliseid oskuseid on selleks vaja?
- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Leia madalaimad punktid
2. Määra vahekaugused
3. Lisa restkaevud, torud
4. Restkaevude ümberpaigutamine
5. Muuda torude läbimõõdusid
6. Loo lisatorud, -kaevud
7. Arvuta mahud

Tulemus: Äravoolusüsteem ühes inseneriliku vaistuga valitud läbimõõdudega.

Autodesk InfraWorks

1. Käivita "Add Pavement Drainage"
2. Käivita "Quantities"
3. Käivita "Size Pavement Drainage"

Tulemus: 3D sõidutee ühes sõiduradadega, äärekivi, kõnnitee, ristmik + 3D äravoolusüsteem.

Autodesk InfraWorks mudelit saab avada *Autodesk Civil 3D* tarkvaras. *Autodesk Civil 3D* tarkvara saab seejärel kasutada põhiprojekti arendusteks, dokumentatsiooni loomiseks. Põhiprojekti info saab aga üle kanda uuesti *InfraWorks* tarkvarasse, et seda kiirelt ja lihtsa vaevaga visualiseerida ning teha arusaadavaks väga erineva taustaga osalistele (kes ehk tehnilist 2D joonist ei peagi oskama lugeda). Samas kui *Autodesk Civil 3D* on vajalik: (a) tööjooniste ettevalmistamiseks; (b) sildistamiseks (plaan, profiil); (c) ristlõigete loomiseks; (d) detailsuste ning märkuste lisamiseks ning (e) hinnapakumuse ning ehitusjooniste koostamiseks.

Kokkuvõtte videost, kus on toodud ajaline võrdlus kahe erineva tarkvara kasutamisel, mille baasil tehakse sama kaaluga otsus.

| Autodesk Civil 3D | Autodesk Civil 3D + InfraWorks |
|--|--|
| Eskiis | |
| Piinlikult täpne, detailne protsess | 3-sammu, 1 minut |
| Eeldab eksperdi tasemel oskuseid ning kogemust | Lihtne protsess – vähene ajakulu koolitusele |
| Detailsem kui eelprojekti jaoks vajalik | Paraja detailsusega eelprojekti tarvis |
| Eelduseid ei tehta, 100% projekteerija otsus | Eeldused = kiirem projekteerimine aga nutikalt |
| Põhiprojekt | |
| Põhiprojekt jätkub Autodesk Civil 3D tarkvaras | InfraWorks mudelit saab avada Autodesk Civil 3D tarkvaras – tööprojekti sammud |
| Tulemus | |
| Põhiprojekt ning ehitusdokumentatsioon | Põhiprojekti mudel, konstruktsiooni dokumentatsioon, kontekstipõhine 3D mudel |

Vooluveekogu ületamise analüüs (eskiis)

Eesmärk: Leia vooluhulk ning projekteeri truup.

- Peaksid kasutama usaldusväärseid hüdroloogilisi meetodeid / arvutusi, et leida vooluhulk
 - Peaksid kaasama insener-spetsiifilist lähenemist leidmaks kalded/kõrgused
 - Kui kaua sellele võiks aega kuluda?
 - Milliseid oskuseid on selleks vaja?
- Sõltuvalt tarkvara valikust võivad sammud olla järgmised:

Autodesk Civil 3D

1. Määra truubi asukoht
2. Loo valgala
3. Sisesta põhiparameetrid *Hydraflow* moodulisse ning arvuta vooluhulk
4. Määra truubi kõrgusmärgid ning pikkus
5. Sisesta väärtused, et dimensioneerida truup
6. Loo toru ning truubi otsasein

Tulemus: Truubi põhiprojekt

InfraWorks

1. Loo valgala
2. Loo truup
3. Arvuta vooluhulk valgalt
4. Kliki truubil, et see dimensioneerida

Tulemus: Truubi põhiprojekt ühes kontekstiga 3D-s

Autodesk Civil 3D tarkvara saab kasutada truubi põhiprojekti loomiseks ning dokumenteerimiseks. Täpsemaid hüdroloogilisi arvutusi saab teostada täpsema maapinnamudeliga.

| Autodesk Civil 3D | Autodesk Civil 3D + InfraWorks |
|--|---|
| Protsess | |
| Piinlikult täpne, detailne protsess | 4-sammu |
| Eeldab eksperdi tasemel oskuseid ning kogemust | Lihtne protsess – vähene koolitusvajadus |
| Vajalik lisatarkvara (andmete käsitsi ülekandmine) | Kõik tehtav ühes programmis, andmed saadakse samast mudelist |
| Eelduseid ei tehta, 100% projekteerija otsus | Eeldused = kiirem projekt aga nutikalt |
| Tulemus | |
| Truubi põhiprojekt ning dokumentatsioon | <ul style="list-style-type: none"> • Truubi põhiprojekt ning dokumenteerimine • 3D model ümbruskonna kontekstis • 3D graafiline analüüs truubi suutlikkusest |

Kokkuvõtteks, teadlik tarkvara valik lähtuvalt selle sobitumisest teatud otsuste kiiremaks analüüsiks, on üks võimalik ajakokkuhoiu kohtasid, mistõttu silmaringi avardamiseks tulebki erinevaid rakendusi katsetada, proovida, piloteerida.