

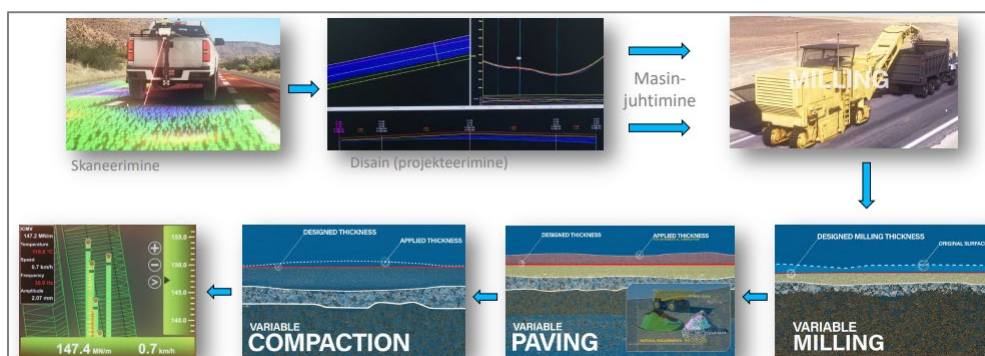
BIM vs tööprojekt (masinjuhtimine)

Sissejuhatus tööprojekti kui mudelpõhisesse ehitusinfosse

BIMi kasutusvaldkond tööprojektide koostamiseks teedehituses on väga lai. Ja on selge, et osad võimalused on Eestis täna rohkem kasutusel kui ehk teised, kuna nende proovimine, piloteerimine alles käib ja seega laialt kasutust pole veel leidnud, samas kui nt Põhjamaades ollakse sammu võrra ees. Sellest hoolimata saame siinkohal rääkida mõnest olulisemast võimalusest, mida tänane mudelprojekteerimine pakub.

Mudelpõhine sõidutee rekonstrueerimine

Mudelpõhise sõidutee rekonstrueerimine lähtub eeldustest, et esmalt kogutakse täielik sõidutee pinnainfo 3D mudelina, laserskaneerimise teel. Seejärel kasutatakse seda andmestikku, et luua projektimudel (esmalt freesimudeli tähenduses). Oluline kokkuhoid võidakse saavutada juba freesimismudeli optimeerimise kaudu, kuna sellisel juhul kasutatakse olemasoleva materjali optimaalset eemaldamist ja kuna tegemist on ära veo kuluga, siis täpsem freesimismudel aitab kulusid ka kokku hoida. Aga seeläbi peame me ka vähem uut materjali peale tooma, mis on jällegi kulude kokkuhoid. Põhimõtteline mudelpõhine freesimise diagramm on esitatud alloleval joonisel.



Joonis. Ülalt paremale liikudes: laserskaneerimine, freesimismudeli loomine, asfalteerimine läbi muutuva kihi paksuse (allikas: Topcon).

Muidugi tuleb siia juurde ka sõiduteede seisukorra hinnang, millal tasub üht või teist sõiduteed rekonstrueerida. Tullas aga tagasi mudelpõhise reki juurde, siis tasub rõhutada, et tavapärase mõõdistus (nt 150-300 m sammuga) ei ole piisav, et täpset 3D mudelit luua ja seeläbi freesimismudelit optimeerida. Mistõttu viib klassikalise meetodi rakendamine "igaks juhuks rohkem" lahendi kasutamise juurde, kus freesitakse rohkem kui vaja ja seega on vaja ka katendit taastada justkui rohkem kui vaja. Sealjuures ei ole selliselt freesides lihtne arvestada juba hilisemate nõutud kalletega. Teisisõnu, meil on täpse freesimudeli võimalik arvestada ka lõppkalletele esitavate nõuetega ja seega ristlõike tähenduses erinevalt freesida.

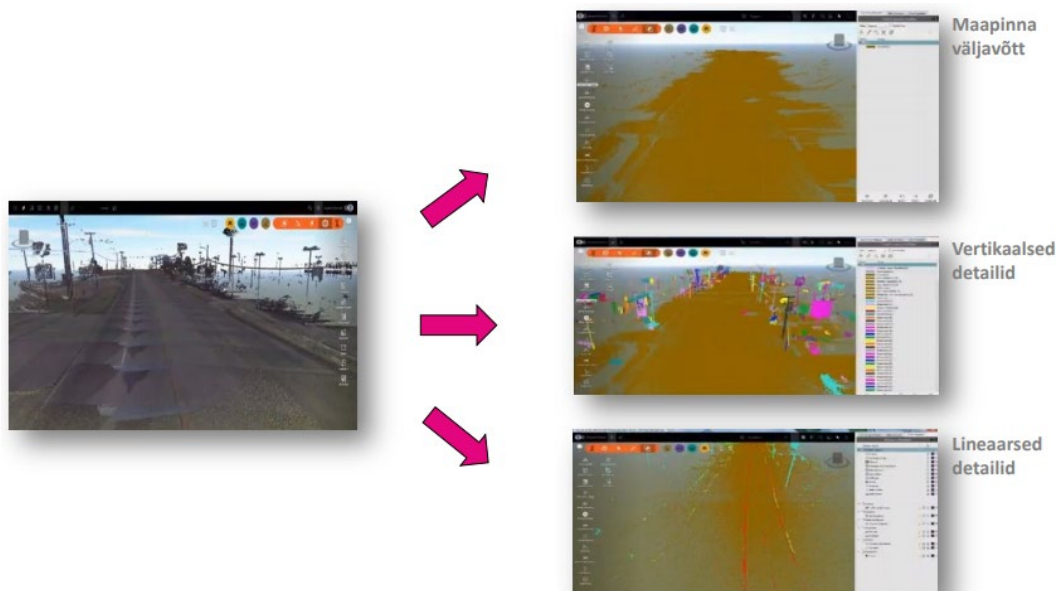
Klassikalist meetodit kasutades tuleb arvesse võtta ka mõõdistusega kaasnevad ohud (geodeet avatud liiklusega teel), ja liiga pikast mõõdistussammust tekkiv ebatäpsus või siis inseneri "kogemuslik" lähenemine: ühe inseneri "kogemuslik" lähenemine annab ühe tulemuse ja teise inseneri "kogemuslik" lähenemine annab teise tulemuse aga kumbki neist pole optimaalse lahendi läheduses, kuna ebapiisavast mõõdistustäpsusest tingituna on tehtud erinevaid järeldusi.

Seega ei saa me ka rääkida optimaalsest või siis kuluefektiivsest lahendist. Siinkohal on oluline mõista, et "odavam lahend" ei ole automaatselt kuluefektiivne kui seda pole võrreldud teiste võimalike lahenditega. Optimaalse lahendi leidmiseks on meil vaja piisavalt täpseid algandmeid ning võtta

arvesse ka sõidutee kestvusega seotud aspektid, mistõttu väike lisakulu võib tõsta sõiduteel liikumise turvalisust, tagada sõidutee pikema ajalise kestvuse jne.

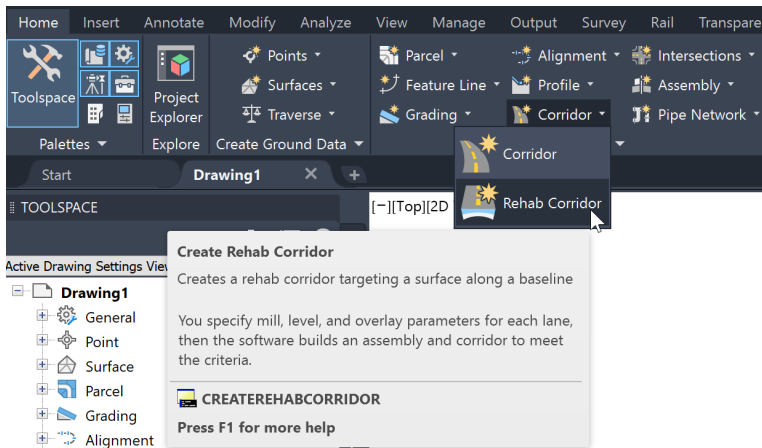
Muidugi räägib tänase päeva kasuks ka asjaolu, et riist- ning tarkvara on teinud hüppe ja meil on võimalik kasutada erinevaid rakendusi, et kogu sõidutee kohta see mudel kiirelt saada (auto peal olev LiDAR ehk laserskaneerimise seade ning auto tavakiirusel toimuv sõidutee kaardistamine annab meile punktmassiivi, mille baasil loome millimeetritäpsusega 3D mudeli).

Punktmassiiv, mis LiDAR mõõdistusest saadakse, annab meile võimaluse luua sõidutee koridormudel, kusjuures sellest punktmassiivist saame sobivaid algoritme kasutades leida sõidutee iseloomulikud jooned (telgjoon, servajoon, sõiduradade eraldusjooned jne). Ja seeläbi taasluua ka koridormudeli. Need, kes on sõidutee projekteerimisega kokku puutunud, üldjuhul teavad, et kasutusel on mõiste koridormudel (ingl *corridor*, nt *Autodesk Civil 3D* kasutab seda sama mõistet). Kui uue sõidutee koridormudel sõltub ennekõike sõidutee telgjoonest, profiilist, maapinnast ning sõidutee ristlõikest, siis vastupidisel juhul, kus olemasolevast sõiduteest on vaja saada koridormudel, leitakse see just nimelt iseloomulikest sõidutee joontest (tuletatud punktivilvest). Punktivilvest on võimalik leida ka maapinnamudel ja muud vertikaalsed detailid nagu näidatud alloleval pildil *Autodesk InfraWorks* näitel.



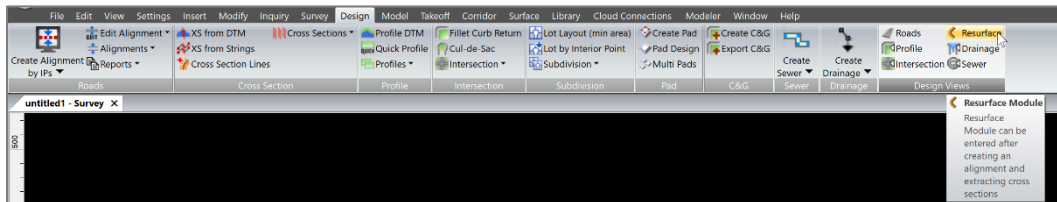
Joonis. *Autodesk InfraWorks* (punktivilvest sõidutee iseloomulike joonte automaatne leidmine)

Seejärel saame selle info juba eksportida näiteks *Civil 3D* tarkvarasse, et luua rekonstrueeritava sõidutee esialgne mudel. Üldjuhul on selleks kasutusel omaette töövahendid. Näiteks alloleval pildil on näha *Autodesk Civil 3D* koridormudeli loomise variandid, millest (a) **Corridor** - seda kasutatakse uue sõidutee koridormudeli loomiseks, mis eeldab telgjoont, profiili, ristlõiget ning maapinda, millele see rajatakse ning (b) **Rehab Corridor** - rekonstrueeritava koridormudeli loomise töövahend, mis lähtub mõõdistusandmetest saadud infost.



Joonis. Autodesk Civil 3D koridormudeli loomise töövahendid.

Analoogseid näiteid võib tuua ka teistest tarkvaradest, kus siis rekonstrueeritava koridormudeli loomise töövahendid eksisteerivad. Näiteks *MAGNET Office*.

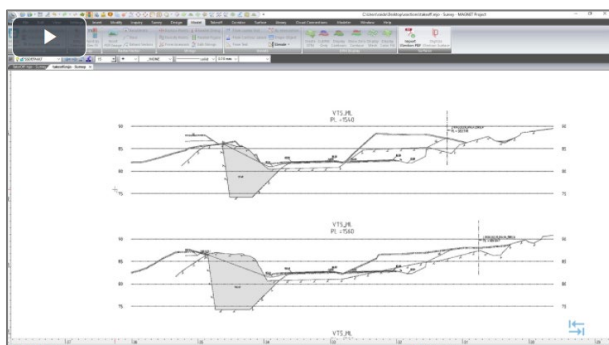


Joonis. *MAGNET Office* - Resurface töövahend, et luua rekonstrueeritava sõidutee koridormudel.

Mudelpõhise koridormudeli loomine (sh selle eelnev mõõdistus) on mõeldud just nimelt ajakriitiliste projektide elluviimiseks, kus tänu efektiivsuse kasvule kaetakse ka meetodi kasutuseks vajalike lisaresursside kasutus (on siis selleks mõõdistustehnoloogia kasutus, tarkvara/koolituskulu või tellijapoolsed lisanõuded). Seetõttu on neid ka piloteerimise juures just keerukamate projektide juures testitud, mis aga peale juurutamist võimaldab mistahes keerukusega projektile samaväärselt läheneda (eeldusel, et ettevõttel on ligipääs vastavale tehnoloogiale igapäevaselt).

Mahtude väljavõtted 2D info konverteerimisel 3D mudeliteks

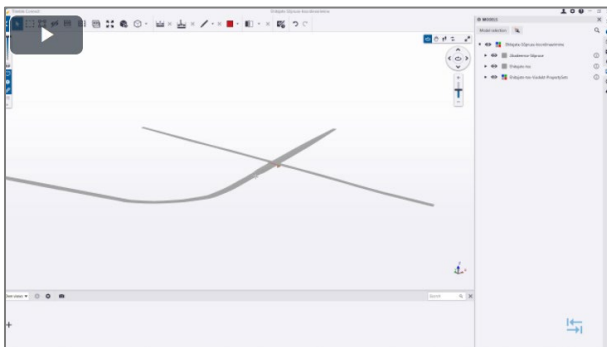
Mõnel juhul on vaja aga hinnapakumise teha 2D jooniste baasil, kuna lisakulutusi pole ette nähtud ning tellijapoolselt või siis projektjoonistena on saadaval vaid 2D joonised (sh selle projekti kohta ei ole lihtsalt 3D infot olemas). Eeldades, et see info on piisava täpsusega, saab ehitaja selle info baasil luua 3D mudeli läbi spetsrakenduste. Allolevas videos on toodud *MAGNET Office* näitel mahtude eelarvestamiseks vajaliku 3D mudeli loomise tööprotsess.



Video. [Mahtude eelarvestamine 2D ristlõigetelt](#)

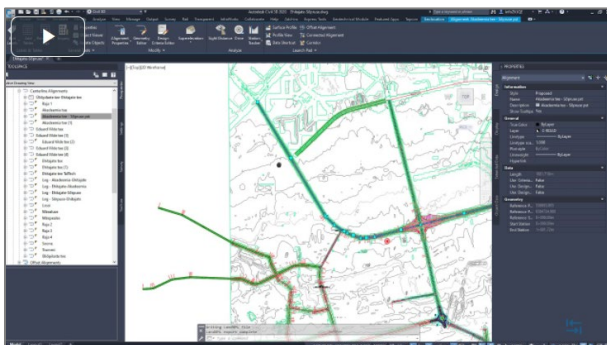
BIM ja masinjuhtimine

Olles loonud uue sõidutee koridormudeli, siis selle kasutamine masinjuhtimises eeldab, et me eraldame sellest koridormudelist erinevad sõidutee konstruktsioonikihid (sh näitame, mis mahus tuleb maapinda tasandada, täita jne). Seda infot saame masinjuhtimisseadmetega jagada läbi avatud formaadi, milleks enamjaolt on LandXML (Soomes ka näiteks *Inframodel*, mis baseerub LandXML formaadil). Samas lähtuvalt erinevatest projekteerimistarkvarast võib see info olla just masinjuhtimisseadmetele jagatud ka nn konteinerfailidena (see on kokkupakitud fail, mis sisaldab endas erinevat infot, sh ka maapinda ja/või konstruktsioonikihte - nt *Topcon* kontserni tarkvarade/riistvara vahel toimetatakse konteinerfailiga *.tp3). Sellest lähtuvalt tuleb siis vabalt valitud projekteerimistarkvaras need ekspordid esmalt teha (lähtuvalt tellijapoolsetest nõuetest), mida esitab *Autodesk Civil 3D* ja LandXML faili näitel allolev video.



Video. [Konstruktsioonikihtide pindade loomine/eksport](#)

Sarnaselt saame eksportida ka sõidutee telgjooned.



Video. [Sõidutee telgjoone eksport LandXML formaati](#)

Peale eksporti tuleb alati teostada ka kvaliteedikontroll, et veenduda ekspordi õnnestumises ja ka pinnaobjektide pidevuses ja/või nendele esitatavates täpsusnõuetes, mis tihtipeale pannakse paika tellija nõuetes või siis viitega mõnele BIM juhendile (nt infrastruktuuri projektide juures võib tänasel päeval leida viited Soome YIV 2019 või 2015 nõuetele, mis on tõlgitud ka eesti keelde, vt <https://www.evs.ee/et/tasuta-juhendmaterjalid>).

Seejärel saab juba kasutada ennekõike ehitusetapis kasutatavat rakendust, milles hallatakse ehitusprojekti kulgu, teostatakse järelevalvet ning tagatakse ühtne keskkond kõikidele projekti osapooltele, milles kajastatakse muuhulgas kõige värskem projektinfo. Näiteks allolevas videos on esitatud ülevaade [Infrakit](#) rakendusest.



Video. [Sõidutee pindade koordineerimine ja masinjuhtimine](#) (InfraKit)

Kokkuvõtvalt

BIMi kasutus teedehituses on ehk märkamatult toimunud juba aastaid, seda ennekõike just masinjuhtimise tähenduses (kasutades avatud formaate nagu LandXML). Samas on tehnoloogia areng andnud meile võimaluse viia mudelpõhine projektide läbiviimine täiesti teisele tasandile, mis tähendab, et sellest kasu saamine eeldab juba ettevõttesisest piloteerimist ning väga selget arusaama oma kuludest ning ka sellest, mismoodi efektiivsust on võimalik tõsta läbi uute võimaluste rakendamise. Vähemolulisem ei ole ka fakt, et efektiivsus tähendab ka koostöötamisega seotud protsesside ülevaatamist ning sõna otseses mõttes, teistega arvestamist (meenutades kasvõi rollikeskset lähenemist varasemast sektsioonist).