



Euroopan unionin
osarahoittama



Uudenmaan liitto
Nylands förbund



HÄMEEN LIITTO
Regional Council of Häme

Digipurku-hanke

Tulosraportti

R1.2 Kohteiden 3D-kartoitus

24.3.2025

Kirjoittaja:

Mikko Raikaa, Metropolia Ammattikorkeakoulu
Matias Ingman, Metropolia Ammattikorkeakoulu
Zhongcheng Ma, Hämeen Ammattikorkeakoulu
Ari Laitala, Suomen ympäristöopisto SYKLI



Sisällys

Johdanto	3
Työpaketti TP 1	3
Työpaketti TP 1.3	3
Kokeilukohteiden 3D -kartoitukset	4
Riihimäen kohde	4
Savonkadun kohde	5
Hämeenlinnan kohde	7
Järvenpään kohde	8
Tulokset	10
Keskeiset havainnot	10
Purkukohteen 3D -kartoitus	11
Hyödyt	11
Haasteet	11
Pohdintaa	12



Johdanto

Digipurku hankkeen tavoitteena on tutkia, miten purettavista rakennuksista voidaan helposti tehdä 3D tietomallit ja miten näitä tietomalleja voidaan hyödyntää purkuhankkeen toteutuksessa ja rakennuksen osien kierrätettävyydessä. Tämä raportin osa käsittelee Metropolian Ammattikorkeakoulun työpakettia TP1.3 Kohteiden 3D-kartoitus, jonka tavoitteena on luoda hankkeen kokeilukohteiden mallintamiseen tarvittavat mittaukset, skannaukset sekä lähtötiedot. Kartoittamiseen on osallistunut hankkeen kaikki osapuolet. Metropolia on kartoittanut 2 kohdetta, HAMK on kartoittanut myös kaksi kohdetta ja SYKLI on täydentänyt yhden kohteen kartoittamista.

Työpaketti TP 1

Digipurkuhankkeen työpaketti 1 on Metropolia Ammattikorkeakoulun päätoteutus vastuulla ja sen tavoitteena on saada selvitettyä purkukohteen purettavien materiaalien ja sen osien tärkeimmät ominaisuudet, kuten mitat ja muodot datamuodossa, jotta ne saadaan purkualan toimijoiden käyttöön. Tavoite on saada selvää vaatimuksista ja mahdollisuuksia digitaaliselle alustalle purkumateriaalien, suunnittelijoiden, muiden purkumateriaalien uudelleenkäyttöön ja kierrättämiseen erikoistuneiden toimijoiden näkökulmasta.

Työpaketti 1 sisältää neljä kokonaisuutta, joista tässä raportissa käsitellään yksi.

Työpaketti TP 1.3

Kohteiden 3D-kartoitus.

- Kokeilukohteiden 3D-geometria kartoitetaan soveltuvia digitaalisia menetelmiä hyödyntäen esim. laserkeilaimella tai syvyyskameralla ja autonomista liikkuvaa robottia, joka mahdollistaisi nopealla tavalla purkukohteen datan keräämisen useasta eri tilasta samanaikaisesti
- Geometrian kartoitukseen ja tietomallintamisen liittyviä konkreettisia tehtäviä opinnollistetaan yhteistyössä Metropolian maanmittaukseen ja tietomallintamiseen erikoistuneiden opiskelijoiden ja opettajien kanssa
- Tuloksena saadaan kohteen pistepilvi tai siitä jalostettu kolmioverkko, jotka mahdollistavat kohteen mittojen määrittämisen ja sen visualisoimisen käyttäjille

Työpaketin toteutus tehtiin yhteistyössä muiden hankkeen osatoteuttajien kanssa. Hämeen Ammattikorkeakoulu HAMK otti vastuulleen kahden kohteen kartoituksen sekä robotiikka testauksen. Suomen ympäristöopisto SYKLI täydensi yhden kohteen kartoitusta vertailevalla kartoitus menetelmällä. Metropolia Ammattikorkeakoulu vastasi kahden kohteen kartoituksesta.





Kokeilukohteiden 3D -kartoitukset

Digipurku hankkeeseen valittiin neljä purkukohdetta kokeilukohteiksi. Kaikki kohteet sisälsivät sekä piirustusten kautta tehtävän ennakkosuunnittelun ja kartoituksen sekä kohteessa tehtävän laserkeilain skannauksen.

Metropolian skannauksista toteutettiin pistepilviaineisto, sekä 360-kuvat, joiden avulla kohteiden tietomallit voitiin mallintaa. Skannaukset ja pistepilven käsitteli sama henkilö, joka on Metropolian maanmittauksen lehtori.

HAMK toteutti kahdelle kohteelle skannaukset hyödyntäen omakehittämäänsä ihmisen ohjauksella toimivaa robottiskannausta. Skannauksista tuotettiin pistepilvimateriaalia, jonka perusteella tutkimusavustaja loi tietomallit. Muutamia valokuvia rakennuskomponenteista otettiin tietomallinnuksen avuksi.

SYKLI täydensi yhden kohteen skannausta kevyemmällä Matterport skannauksella, jotta eri skannausmenetelmiä voitiin tutkia ja verrata hankkeessa.

Riihimäen kohde

Ensimmäinen kokeilukohde oli Riihimäen vanhan kaupungintalon purkukohde. Kohde on 6 kerroksinen toimistotalo, jossa on toistuvia kerroksia sekä kellari. Toiminta kohteessa oli jo lopetettu, joten skannaus voitiin toteuttaa häiriöttä. Skannaus tehtiin ennen purkua, joten kaikki rakenteet ja järjestelmät olivat edelleen olemassa skannauksen aikana.

Kohteesta saatiin purkukartoituksen aikaiset piirustukset, joiden avulla kohteen skannauksen suunnitelma voitiin tehdä. Skannauksen ulkopuolelle jätettiin vesikaton skannaus vaikeiden skannaus olosuhteiden takia. Myös kellari skannattiin vain osittain olemassa olevien arkistokaappi rakenteiden vuoksi. Skannauksia tehtiin myös ulkopuolelta julkisivusta. Toistuvista kerroksista 2. 3. ja 4. suoritettiin vain yhden kerroksen skannaus.

Skannauksessa käytettiin Leican RTC360 laser skanneria, joka pystyy pistepilven lisäksi ottamaan skannaus pisteestä 360 asteisen valokuvan. Järjestelmä kolmijalkoineen on helposti yhden henkilön käytettävissä ja soveltuu hyvin tarkkaakin kohteiden skannaukseen.

Kohteesta luotiin yhteensä 85 skannausta. Skannauksen tuottama pistepilvi aineisto käsiteltiin ja rekisteröitiin Leican Cyclone ohjelmistolla, jonka avulla pistepilvestä pystyttiin siivoamaan mallinnukseen ei oleelliset (kalusteet, huonekalut, laatikot ym.) havainnot pois. Ohjelman avulla myös rekisteröitiin erilliset skannaukset selkeiksi kokonaisuuksiksi jatkokäyttöä varten. Jatkokäsittelyyn hyödynnettiin Autodeskin ReCap -ohjelmistoa, joka pystyi kääntämään pistepilven Autodesk Revit -mallinnusohjelmistolle soveltuvaan muotoon.





Kuva: 360-kuva Riihimäen kohteesta

Kohteen skannaus onnistui yhden työpäivän sisällä. Kyseisen kohteen aineiston käsittely kesti noin 2 työpäivää.

Savonkadun kohde

Toinen kokeilukohde oli Savonkadun ammattioppilaitoksen käytöstä poistuva rakennus. Kohteessa on 4 kerrosta ja kellari, jotka kaikki skannattiin sisäpuolelta. Kohteen vesikattoa ei päästy skannaamaan, mutta mallinnukseen saatiin hyödynnettyä kohteen urakoitsijan NCC:n aiemmin tekemää drone skannausta. Ulkopuolisia skannauksia ei pystytty toteuttamaan sijainnin vuoksi. Ensimmäisen kohteen tavoin skannaus suunniteltiin olemassa olevien vanhojen piirustusten pohjalta. Kohteen skannauksessa tuli huomioida, että oppilaitoksessa oli vielä normaalia toimintaa, joten skannaus tuli tehdä ilta aikaan tietyiltä tiloilta, jotta toiminta ei häiriintynyt.

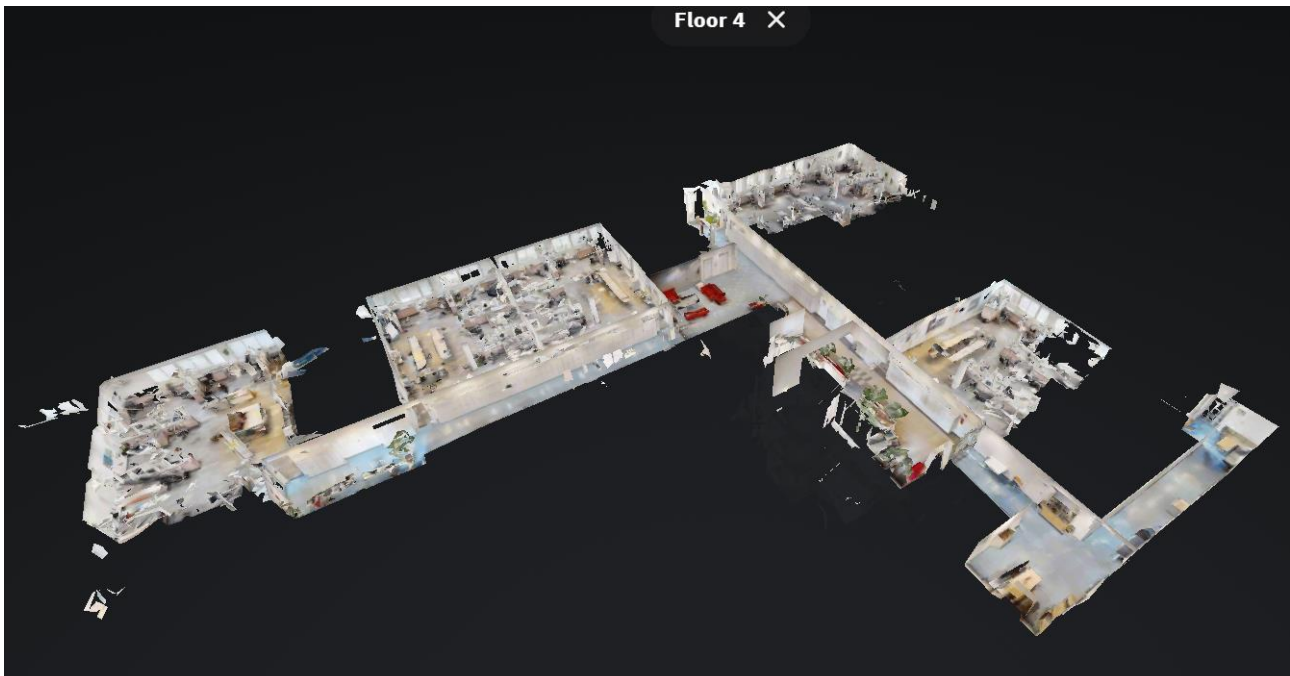
Skannaus toteutettiin samalla tavalla kuin ensimmäisessä kohteessa. Tässä kohteessa skannausta vaikeutti paljon rakennuksessa oleva toiminta. Häiriöiden ja virhe pisteiden määrä kasvoi huomattavasti esimerkiksi erilaisten peilipintojen vuoksi, joita kyseisessä kohteessa oli paljon.

Skannauksia toteutettiin yhteensä 356 kpl. Skannauksien käsittely toteutettiin samaan tapaan kuin ensimmäisessä kohteessa. Suuri määrä käsiteltävää aineistoa sekä paljon häiriö tekijöitä aiheutti merkittävästi enemmän työtä käsittelyn osalta. Kokonaisuudessaan skannaukseen käytettiin 2 työpäivää ja aineiston käsittelyyn yli työviikko.



Kuva: 360-kuva Savonkadun kohteesta

Savonkadun kokeilukohteessa koestettiin myös kevyemmän skannauksen tekniikkaa. Yksi kerros skannattiin Syklin toimesta osittain Matterport skannaus järjestelmällä, joka on nopeampi ja kevyempi käsitellä. Matterport -skannaus pohjautuu kuvantamiseen sekä lidar skannaukseen ja siksi nopeampi kuin laser skannaus, mutta tällöin mittaustarkkuus on selkeästi heikompi. Matterport -skannauksen käsittelystä vastasi ohjelmistotoimittaja ja skannauksesta saatiin automaattisesti mallinnukseen soveltuva formaatti sekä ns. "nukke koti"-malli, jolla skannauksen tulosta voi tarkastella verkkoselaimella.



Kuva: Matterport "Nukke koti" -malli



Kuva: Matterport 360-kuva katseluohjelmalla

Hämeenlinnan kohde

Harakkämäki 5 on nelikerroksinen asuinrakennus, jossa on osat A, B ja E, ja se on rakennettu 1970-luvulla. Osissa A ja B on käytetty asbestia keittiöissä ja eristeissä. Asukkaat ovat muuttaneet pois rakennuksesta ennen skannausta, ja sisäseinien, ovien ja ikkunoiden tahallisia vaurioita voidaan nähdä paikan päällä. Skannaus aloitettiin kerros kerrokselta osasta E (viisi kerrosta), sitten osiin A ja B. Asbesti poistettiin purkutyöntekijä Purkupihan toimesta ennen skannaustoimintojen aloittamista.

Rakennuksen omistajalta Hämeenlinna Asunto Oy:ltä saatiin 1970-luvulla tuotetut pääpiirustukset. Osan E mallinsi tutkimusavustaja A, joka osallistui skannaustoimintoihin. Osat A ja B mallinsi tutkimusavustaja B, joka liittyi projektitiimiin skannaustyön valmistuttua.

Trimble X7 -laserskanneri asennettiin nelipyöräisen robottiajoneuvon päälle erityisellä liittimellä. LIDAR ja kamera oli varustettu ajoneuvon etuosaan. Skannaus suoritettiin tässä tapauksessa intensiivisellä ihmiskontrollilla.



Kuvat: rakennus ennen purkua, skannatut pistepilviaineistot

Järvenpään kohde

Järvenpään vanha poliisiasema sijaitsee Mannilantie 26:ssä ja se on rakennettu vuonna 1977. Rakennusta korjattiin vuonna 1997. Rakennus on nelikerroksinen tiilirakennus, jonka omistaa Senaatti-kiinteistöt. Rakennuksen piirustuksia ei jaettu projektiryhmälle salassapitosyistä.

Skannaus aloitettiin neljännessä kerroksesta ja edettiin kerros kerrallaan alaspäin. Trimble X7 -laserskanneria kuljetti robottiauto, jossa oli LIDAR-laite (kuva alla). Autonomisen robottiskannausjärjestelmän kehitys oli käynnissä ennen skannaustyön alkua, joten skannausta tehtiin osittain käsin. Autonomisen järjestelmän kehitystä jatkettiin skannaustyön jälkeen ja siitä raportoidaan erikseen.

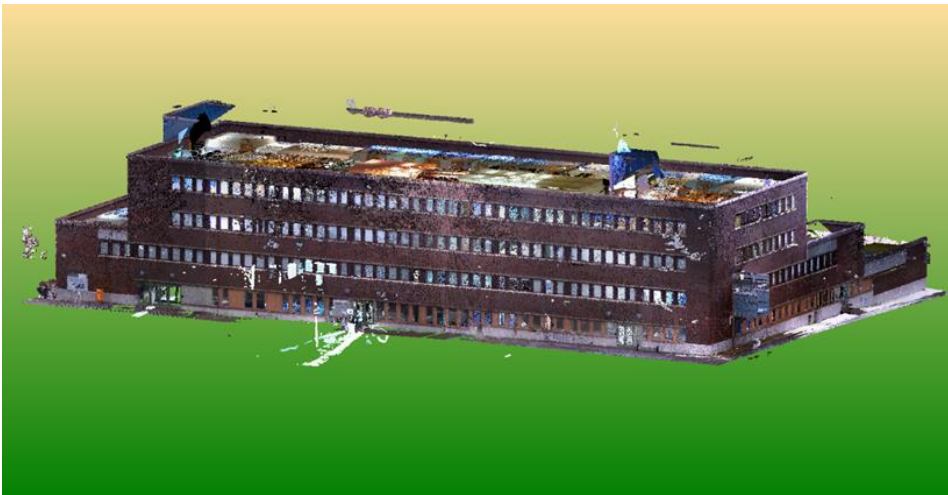
Skannausprosessin aikana ilmeni useita ongelmia, jotka ratkaistiin myöhemmin. Esimerkiksi, kun ajoneuvo ylitti pienen kohouman lattialla, ajoneuvon tietokone sammui ja navigointia piti jatkaa käsin. Tämä lisäsi skannausaikaa merkittävästi. Myöhemmin tietokoneen pohjaan asennettiin iskunvaimennin, joka eristi tärinät.

Paikan päällä mitattiin vain vähän kohteita, kuten palovaroitus- ja lasiovet, jotka aiottiin käyttää uudelleen. Lattiapiirustuksia ei ollut saatavilla, joten suurin osa elementtien mitoista arvioitiin skannausdatan perusteella. Siksi luotu BIM-malli ei välttämättä ole täysin tarkka. Rakennuksesta

puuttuu dokumentaatio käytetyistä materiaaleista, joten tarvittiin sekä tuhoamattomia että tuhoavia mittauksia ja konsultointia paikallisen viranomaisen kanssa. Rakennuksessa oli paljon huonekaluja ja tavaroita, kuten alakatto, jotka häiritsivät skannausprosessia ja tekivät monista seinän osista näkymättömiä. Lisäksi jotkut huoneet olivat saavuttamattomia, mikä teki mallinnusprosessista haastavamman, koska osa skannauksesta puuttui. Siksi on tärkeää varmistaa, että rakennus on tyhjä kaikista esineistä, jotka voivat estää skannerin näkymän seinään, ja että kaikki huoneet ovat saavutettavissa skannausta varten. Lattiapiirustusten ja materiaalitietojen puuttuessa tarvitaan tuhoamattomia ja tuhoavia mittauksia.



Kuva: Trimble X7 skanneri robotin päällä



Kuva: Järvenpään kokeilukohteen skannaus



Tulokset

Tuloksena kaikista kohteista saatiin kattava pistepilviaineisto, joka käsiteltynä voitiin siirtää tietomallinnusohjelmistolle lähtötietomateriaaliksi. Yhdistettynä olemassa olevien piirustusten kanssa saatiin hyvä ja selkeä kuva rakennuksen todellisesta tilanteesta ja dimensioista, jotta purkumallinnus voitiin toteuttaa todellisten mittojen mukaisesti. 360 kuvat sekä tarkat pistepilviaineistot antoivat hyvin tarkan kuvan rakennuksen rakenteiden mitoista ja etäisyyksistä, ja kuvien avulla epäselvät tilanteet voitiin varmistaa.

Skannauksien avulla pystytään myös kartoittamaan mahdollisia uudelleen käytettäviä rakenteita tai materiaaleja. Erityisesti Matterport skannauksen ”nukkekotiti”-malli soveltuu tähän tarkoitukseen hyvin, sillä voit liikkua skannatulla alueella ja visuaalisesti tarkastella ja mitata rakennusta käymättä fyysisesti kohteessa. Tämä mahdollistaa ja nopeuttaa asioiden selvittämistä huomattavasti.

Keskeiset havainnot

Alla nostettu esiin keskeisimmät havainnot kyseisten kohteiden skannauksesta:

- Rakennusten skannauksessa keskeisimpiä aiheita on skannaus tilanne. Kun rakennuksessa on vielä toimintaa niin skannaus on aina epätarkempi ja vaatii enemmän työtä käsittelyssä.
- Hankkeen kohteissa myös skannaus toteutettiin ennen purkamisen aloittamista, joten suuri osa rakenteista ja tekniikasta jäi peittävien rakenteiden alle piiloon, eikä siis tuottanut mitään lisäarvoa näiden aiheiden käsittelyssä.
- Skannauksia voidaan hyvin toteuttaa purettaviin rakennuksiin, ja ne toimivat hyvänä lähtötietona rakennuksen mallintamiselle. Itse skannaus prosessi on helppo ja suoraviivaista toimintaa ja varsinkin kevyemmällä laitteilla skannauksen voi toteuttaa kuka vain pienellä perehdytyksellä. Laser -keilaimella skannatessa työtä tehostaa, jos tehtäviä voidaan jakaa kahdelle skannaajalle. Toinen käsittelee skanneria ja siirtää suunnitelman mukaisiin pisteisiin ja toinen seuraa ja tarkentaa skannauksen tuottamaa aineistoa.
- Suurin työ mikä skannauksen toteuttamisesta syntyy, on aineiston käsittely. On suotavaa, että sama henkilö, joka skannaa, myös käsittelee aineiston, jotta skannauksen aikana tapahtuneet suunnitelma poikkeukset tulee huomioitua rekisteröinnissä.
- Skannauksen tuottama aineisto on hyvin isoa ja sen käsittely vaatii paljon tallennustilaa. Hankkeessa käytetty Microsoft Sharepoint onnistui kyllä siirtämään ja tallentamaan kaiken melkein 400 GB aineiston käsittelyn mutta alustana se aiheutti merkittävää viivettä. Kaikkea aineistoa ei voitu siirtää ja käsitellä kerralla vaan sitä piti tuoda hyvin pienissä paketeissa.
- Matterport-malli on suhteellisen kevyt ja sen selailu on vaivatonta esim. tabletilla työmaalla.





Purkukohteen 3D -kartoitus

Tähän kappaleeseen on kerätty Digipurku hankkeen havainnot ja kokemukset erityisesti purkukohteen 3D -kartoituksesta. Kuinka skannaus tekniikka soveltuu purkurakennuksen kartoittamiseen ja mitä hyötyjä ja haasteita se tuottaa purkuhankkeelle.

Hyödyt

Purkukohteet tarvitsevat aina suunnittelua purun toteutuksen osalta. Tätä voidaan toki tehdä vanhojen piirustusten avulla mutta aina piirustuksia ei ole saatavilla tai niiden kunto ja ajantasaisuus eivät mahdollista luotettavaa purkus suunnittelua. Tällöin skannaaminen pystyy auttamaan saamaan tarkkoja mittoja ja havaintoja kohteesta ja purkus suunnittelu voidaan toteuttaa.

Skannatun materiaalin avulla kohteen purkukartoitusta voidaan tehdä visuaalisesti tarkastelemalla ilman kohdekäyntiä. Tämä mahdollistaa huomattavasti tehokkaamman asioiden uudelleen tarkastamisen ja arvioinnin, kun visuaalisesti pystyy näkemään rakennuksen ja ottamaan siitä tarvittaessa tarkemmittoja. Sellaisenaan skannattu materiaali ei muuta purkurakentamisen tehtäviä mutta skannattu materiaali auttaa ja nopeuttaa monia tehtäviä.

Matterport -mallin hyödyt ovat kahdenlaisia. Toisaalta siitä voi olla hyötyä tietomallia laadittaessa. Toisaalta se voi olla käyttökelpoinen purkutyömaalla erityisesti silloin, jos varsinaista tietomallia ei ole kokoaikaisesti saatavilla.

Robottiskannausjärjestelmä automatisoi reittisuunnittelun ja optimoi skannauspisteiden valinnan rakennuksen skannaustyötä varten. Kehitetty järjestelmä parantaa merkittävästi skannaustyön tehokkuutta.

Haasteet

Skannauksen tekeminen ja aineiston käsittely vaatii omaa osaamistaan. Vaikkakin laitteistot ovat nykyään helposti opittavissa ja käytettävissä, niin varsinkin laser-keilain aineiston käsittely on työtä, joka vaatii tarkkuutta, kokemusta ja ohjelmistojen osaavaa käyttöä. Kevyemmät skannerit ovat hyvin automatisoituneita jo aineiston käsittelyssä mutta näiden mittaus tarkkuus ei ole välttämättä riittävä joka tilanteessa, esimerkiksi rakenteiden kierrätettävyyttä arvioidessa.

Skannauksen toteuttaminen on työvaihe ja tehtävä mitä purkurakentamisessa ei ole aikaisemmin ollut. Tämä tulee siis huomioida esimerkiksi purkukartoitusta hankkiessa.

Monissa tapauksissa huonekaluja ja kattoja ei poisteta skannausta varten ennen purkua. Osa rakennuksista ei ole skannerin näkyvissä. Rakennusosien materiaalitiedot eivät ole aina saatavilla, mikä tekee piirustukset tai paikan päällä tehtävät testit tai mittaukset tarpeellisiksi.





Pohdintaa

Tietomallintaminen mahdollistaa purkurakentamisessa paljon uusia toimintoja sekä tehostaa monia asioita. Tällöin myös purettavan rakennuksen 3D -kartoittaminen skannaamalla tulee hyödylliseksi tiettyyn tasoon saakka. Todella tarkka laser skannaus on raskas järjestelmä ja vaatii paljon työtä ja tulisi tehdä jopa useita kertoja rakennuksen purun aikana. Tämä ei ole järkevää tai kustannustehokasta, joten tarvitaan kevyitä ja mahdollisimman pitkälle automatisoituja ohjelmistoja ja järjestelmiä tuottamaan skannatusta materiaalista hyödyllistä aineistoa.

