

SHARPER

ACCA



AUTOMATIC CORRIDOR CLEARANCE ANALYSIS
AUTOMAATTINEN SÄHKÖVERKON RAIVAUSANALYYSI

MENETELMÄKUVAUS V2.0

SHARPER SHAPE OY

Menetelmäkuvaus

TYÖRYHMÄ:

Jukka Rajala	Elenia Oy
Evgenia Tkachenko	Elenia Oy
Pauliina Salovaara	Elenia Oy
Marcus Gammals	Kyminlaakson Sähköverkko Oy
Tero Heinonen	Sharper Shape Oy
Ekaterina Sukhova	Sharper Shape Oy
Petri Rauhakallio	Sharper Shape Oy
Ville Koivuranta	Sharper Shape Oy

© Sharper Shape Oy
Eteläranta 12, 3. kerros
00130 Helsinki
tero.heinonen@sharpershape.com
+358 40 502 3134

Sisällysluettelo

1	Johdanto	2
2	Tämä dokumentti	3
3	Prosessin yleiskuva.....	4
3.1	Kohteiden tunnistaminen.....	4
3.1.1	Virheellisten pisteiden poistaminen	6
3.1.2	Maanpintamallin tuottaminen.....	7
3.1.3	Johtimien tunnistaminen	9
3.1.4	Johtimien topologian sovittaminen.....	10
3.1.5	Pylväiden, harusten ja pylväsmuuntajien tunnistaminen	11
3.1.6	Rakennusten tunnistaminen	12
3.1.7	Kasvillisuuden tunnistaminen	12
3.1.8	Manuaalinen tunnistaminen.....	13
3.2	Havaintojen muodostaminen.....	14
3.3	Toimenpiteiden valinta	14
3.4	Toimenpidesuunnitelman optimointi	15

1 Johdanto

Automaattinen raivausanalyysipalvelu ACCA on kehittynneeseen teknologiaan perustuva palvelu, jonka soveltuu sekä aluepohjaisen että tarvepohjaisen raivausmenetelmän tueksi. ACCA tuottaa sähköverkosta tehdyistä laserkeilausmittauksista automaattisesti analyysin raivaustarpeesta ja kokonaistarveanalyysiin perustuvan raivaussuunnitelman.

A aluepohjaisessa raivausmenetelmässä raivaus suoritetaan määrävuosina kullekin alueelle. Tässä menetelmässä laserkeilausta ja ACCA-palvelua voidaan hyödyntää raivaustulosten tarkastamiseen raivausta seuraavana vuonna.

Tarvepohjaisessa menetelmässä raivaus voidaan suunnitella ja suorittaa todellisen havaitun tarpeen perusteella huomioonottaen raivauksen kustannustekijät.

ACCA-järjestelmä on laseraineistoa ja verkkotietokantaa hyödyntävä tietojärjestelmä, joka toteuttaa tässä dokumentissa kuvatut tavoitteet ja toiminnallisuuden laseraineiston automaattiseksi analysoinniksi.

ACCA-palvelu on kaupallinen kokonaispalvelu, joka voidaan tuottaa sähköverkkoyhtiöille ACCA-ohjelmiston avulla ja osin henkilötöyönä. ACCA-palvelu vastaanottaa ja käsittelee laserkeilausaineiston verkkoyhtiöiden puolesta ja tuottaa valmiin analyysin ja kokonaistarveanalyysiin perustuvan raivaussuunnitelman:

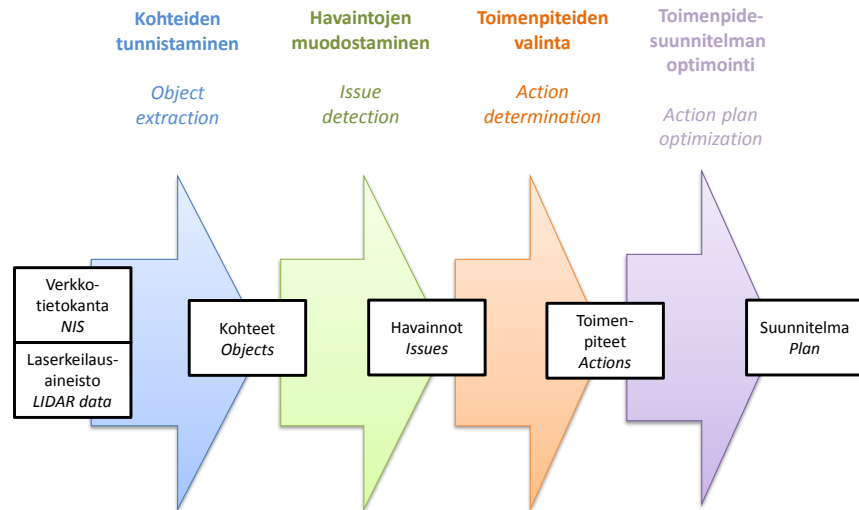
- karttoina ja taulukkoina, ja
- siirtotiedostoina, jotka voidaan viedä verkkoyhtiön verkkotietojärjestelmään (NIS:iin) ja käytöntukijärjestelmään (DMS) toimenpiteitä varten.

2 Tämä dokumentti

Tämä menetelmäkuvaus esittää **tiedon käsittelyn näkökulmasta** sen automatisoidun prosessin, jolla lähtötietona olevasta laserkeilausaineistosta tuotetaan ACCA-palvelun lopputulokset. Lisäksi kuvataan ne vaiheet, joissa mahdollista manuaalista osallistumista voidaan tarvita lopputulosten laadun varmistamiseksi.

3 Prosessin yleiskuva

Tämä menetelmäkuvaus esittää **tiedon käsittelyn näkökulmasta** sen automatisoidun prosessin, jolla lähtötietona olevasta laserkeilausaineistosta tuotetaan ACCA-palvelun lopputulokset. Lisäksi kuvataan ne vaiheet, joissa mahdollista manuaalista osallistumista voidaan tarvita lopputulosten laadun varmistamiseksi.



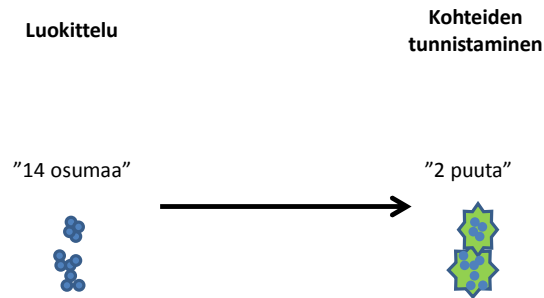
3.1 Kohteiden tunnistaminen

Lähtötietona on laserkeilausaineistolla tuotettu pistepilvi, joka sisältää luokittelemattomia pisteitä, joista laserkeila on heijastunut ja joiden sijainti tiedetään suurella tarkkuudella (<20-50cm) ja joiden sijaintitieto on sidottu johonkin tunnettuun karttakoordinaatistojärjestelmään.

Kohteiden tunnistamisen tavoite on erottaa pistepilvestä ne fyysisen maailman kohteet, joita pistepilven pisteet esittävät. Erotettavia kohteita ACCA-sovelluksessa ovat mm. johtimet, pylväät, aisat, harukset, muuntajat, puut, pensaat ja rakennukset.

Kohteiden tunnistaminen on olennaisesti eri asia, kuin laserkeilausaineiston luokittelu. Luokittelun tarkoitus on määrittää mihin luokkaan kukin piste kuuluu (onko se

esimerkiksi heijastuma puusta, maasta, vai johtimesta). Pistepilviaineiston luokittelu ei yksin tarjoa perusteita ACCA-prosessin myöhempien vaiheiden tekemiselle.



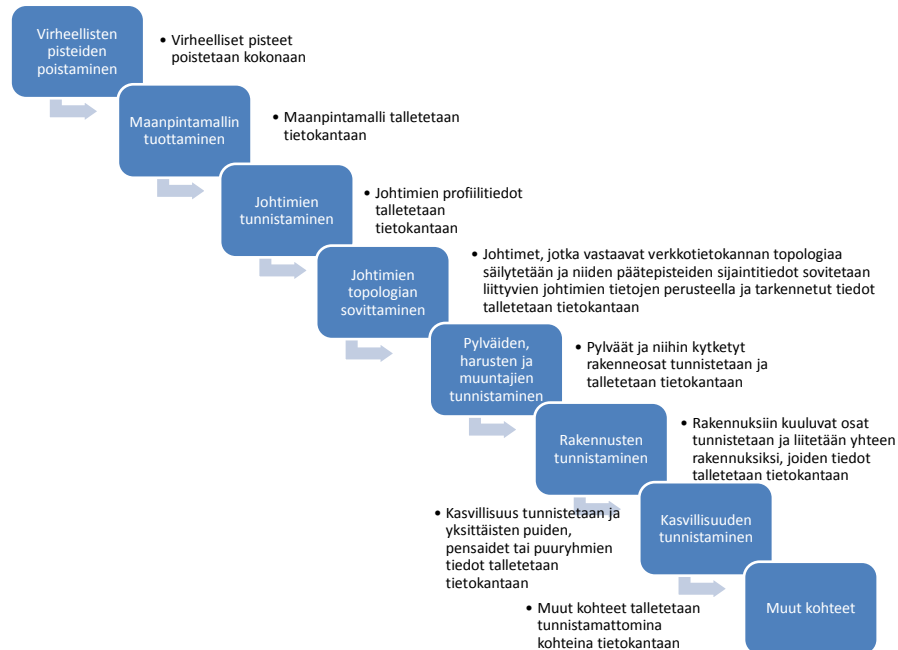
Kohteiden tunnistamisen tarkoitus on tuottaa kohdemalli (objektimalli), joka esittää ne todellisen maailman kohteet, jotka aineiston perusteella on pystytty tunnistamaan, esim. yksittäiset puut (tai puuryhmät) tai yksittäisen johtimen täsmällinen profiili (sijainti, riippuma). Kohteiden tunnistamisen lopputulos on kohde-(objekti-)malli joka sisältää tiedon siitä, mitä kohteita löytyi, mitkä ovat näiden kohteiden ominaisuudet ja geometriatiedot (muoto/sijainti).

Kohteiden tunnistaminen luo perustan ACCA-prosessin myöhemmille vaiheille. Samalla käsiteltävä tietomäärä vähenee olennaisesti, esimerkiksi yksittäinen puu voi sisältää tietoa 24.000 tavua, joka esitettynä puuna supistuu 32:een tavuun (riippuen puun objektiesitystavasta). Tällöin esim. 5 teratavun kokoinen määrä dataa supistuu vain n. 7 gigatavuun tietoa, jonka käsittely on paljon tehokkaampaa tiedon vähäisemmän määrän ja toisaalta tiedon käsiteltävämmän muodon (tunnistetuista kohteista tiedetään, mitä mikäkin tieto tarkoittaa) vuoksi.

Vastaavasti tämä tiedon määrän supistaminen ja tiedon merkityksellisyyden nostaminen tekee mahdolliseksi sen, että myöhemmät vaiheet prosessista ovat nopeasti suoritettavissa ja niiden parametrisointia voidaan muuttaa. Tunnistamalla kohteet,

luomalla ja tallettamalla kohdemalli tietokantaan välitetään lähtötiedon käsittely useaan kertaan, vaikka ACCA-prosessin parametrisointia haluttaisiin muuttaa.

Kohteiden muodostamisen prosessi etenee useassa vaiheessa kohdetyypeittäin. Kunkin vaiheen jälkeen pistepilvestä poistetaan ne pisteet, jotka liittyvät kyseisessä vaiheessa tunnistettuihin kohteisiin. Samaan aikaan tunnistetut kohteet talletetaan ominaisuustietoineen tietokantaan.



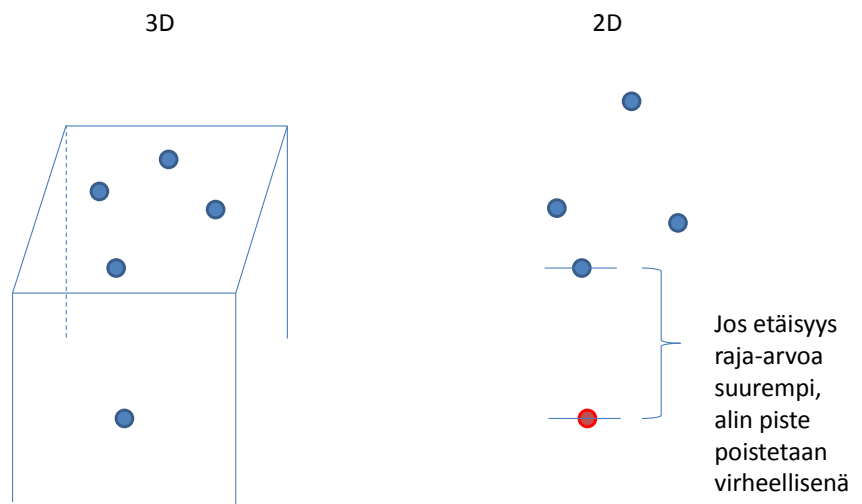
Seuraavassa on kuvattu yksityiskohtaisemmin kussakin vaiheessa käytettävä menetelmä. Kuhunkin vaiheeseen valittu menetelmä on yksi mahdollinen monien vaihtoehtojen joukosta ja tässä esitetyt menetelmät eivät välttämättä ole lopullisia tai edes optimaalisia. ACCA-tutkimusprojektin testiaineistolla ne ovat kuitenkin tuottaneet hyviä tuloksia. Kunkin menetelmän käytännön toteutus sisältää monia toteutusteknisiä yksityiskohtia, joiden oikealla toteutuksella on olennainen vaikutus menetelmän tarkkuuteen ja suorituskykyyn.

3.1.1 Virheellisten pisteiden poistaminen

Virheellisinä pisteinä poistetaan pisteet, jotka ovat olennaisesti lähiympäristöstään korkeusuunnassa selvästi erillään. Tällaisia ovat esim. pisteet, jotka näyttävät olevan maan alla tai ilmassa selvästi erillään muista pisteistä.

Menetelmä poistaa tehokkaasti aidosti virheelliset pisteet, mutta poistaa myös osan pisteistä, jotka eivät ole virheellisiä. Suodatusta on vaikea tehdä täysin tarkasti kohdistumaan vain todellisiin virheellisiin pisteisiin. Kokeellisen tutkimuksen perusteella havaittiin, että tärkeämpi on saada kaikki virheelliset pisteet poistetuksi ja hyväksyä se, että pieni osa muistakin pisteistä tulee suodatettua samalla. Tämän ei

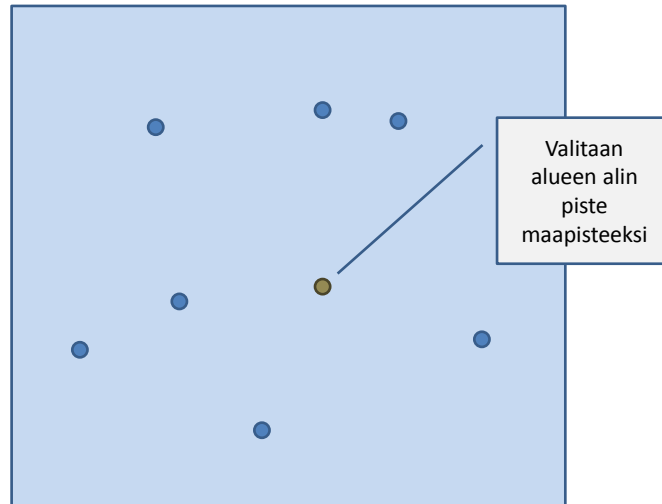
kuitenkaan todettu vaikuttavan kohteiden tunnistamisen kokonaisprosessiin olennaisesti.



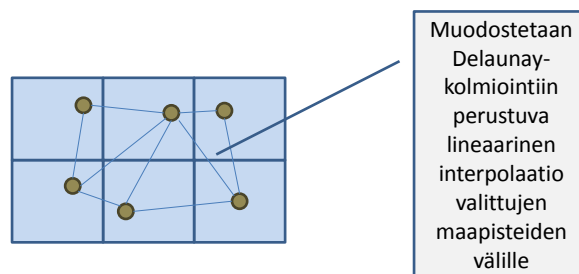
3.1.2 Maanpintamallin tuottaminen

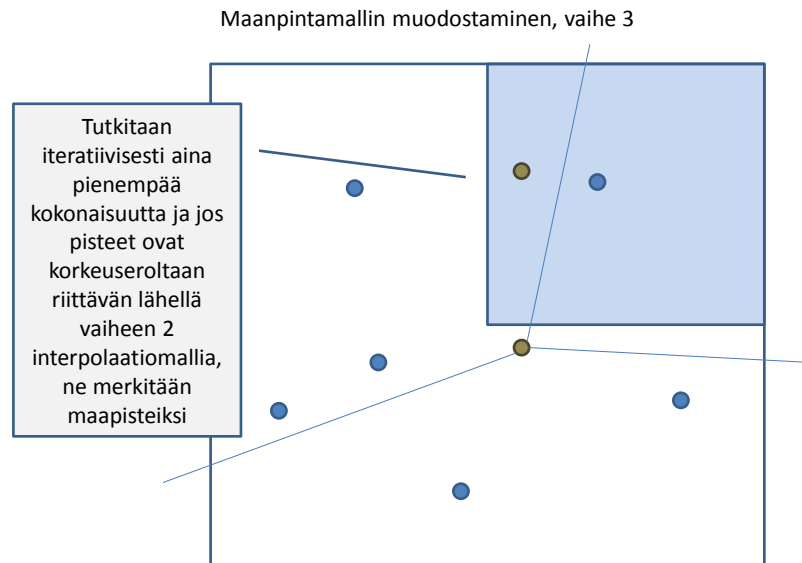
Maanpintamalli tuotetaan iteratiivisella menetelmällä, jonka yleisperiaate on kuvattu seuraavassa:

Maanpintamallin muodostaminen, vaihe 1



Maanpintamallin muodostaminen, vaihe 2





Menetelmä on erittäin toimiva ja luotettava, mutta sen toimivuus ei ole helposti ilmeinen menetelmäkuvauksesta.

3.1.3 Johtimien tunnistaminen

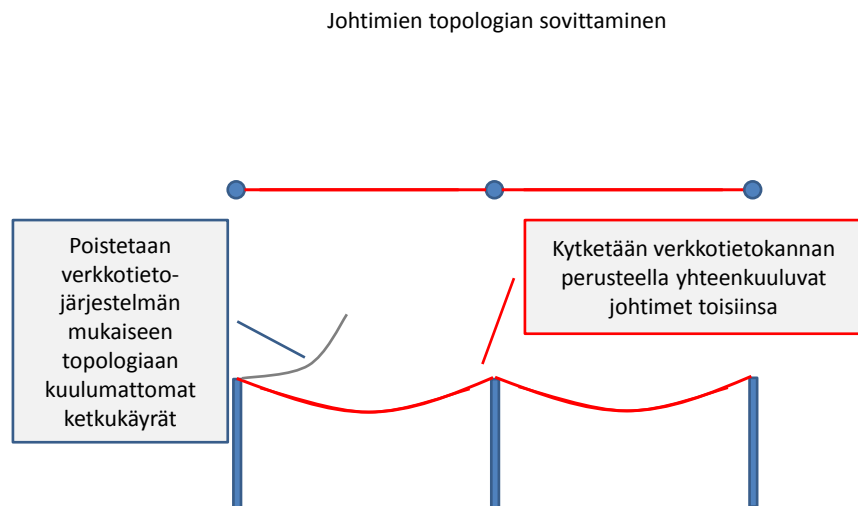
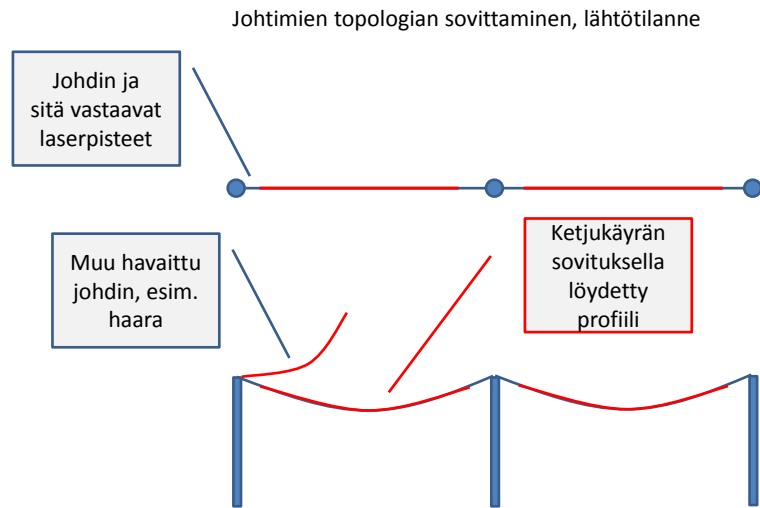
Johtimien tunnistaminen on monivaiheinen prosessi.

1. Suodatetaan Canny Edge Detector-menetelmällä pois suuret rakennelmat, kuten rakennukset ja isot puuryhmät.
2. Valitaan Houghin muunnoksen avulla ne erilliset pistejoukot, jotka muodostavat vaakatasoon projisoituna suoran.
3. Suodatetaan löydettyjä mahdollisia suoria seuraavien kriteerien avulla:
 - a. vähimmäismäärä pisteitä suoralla
 - b. suoran suunnan maksimipoikkeama odotetusta suunnasta (verkkotietojärjestelmän perusteella)
 - c. suoran pisteiden jakauman tasaisuus janalla, jonka päätepisteet muodostaa suoralla keskenään kaksi etäisintä pistettä
 - d. peräkkäisten pisteiden korkeuden muutos suoralla

4. Valitaan edellisten suodatusten perusteella se pistejoukko, joka muodostuu kaikista edellisen kohdan suodatuksessa valituista suorista (ts. niille vaakatasoon projisoituna osuvista pisteistä)
5. Valitaan edellisen kohdan pistejoukosta Houghin muunnoksella ne pistejoukot, jotka muodostavat vaakatasoon projisoituna suoran. Vaihe on sama kuin 2. yllä, mutta lähtötietona oleva pistejoukko on jo olennaisesti vähäisempi (n. 1 : 100).
6. Suodatetaan edellisessä kohdassa löydettyjä mahdollisia suorita seuraavien kriteerien avulla:
 - a. vähimmäismäärä pisteitä suoralla
 - b. suoran suunnan maksimipoikkeama odotetusta suunnasta (verkkotietojärjestelmän perusteella)
 - c. suoran pisteiden jakauman tasaisuus janalla, jonka muodostaa suoralla keskenään etäisimmät pisteet
7. Sovitetaan RANSAC-menetelmällä ketjukäyrän yhtälöä edellisessä kohdassa suodatettuihin mahdollisiin suoriin (ts. niihin pisteisiin, jotka osuvat ko. suoralle).
 - a. valitaan ne ketjukäyrät, joiden virhe koko lähtötietojoukossa oleviin pisteisiin nähden on vähäisin (eli mittaustulokset vastaavat parhaiten) ja joissa on riittävä määrä pisteitä

3.1.4 Johtimien topologian sovittaminen

Johtimien tunnistaminen tuottaa epätarkkuutta ketjukäyrän päissä, esimerkiksi paras sovitus voidaan saada 1 metriä todellista lyhyemmälle tai pidemmälle ketjukäyrälle, jolloin joko osa johtimen pisteistä jää kohdistamatta ketjukäyrälle, tai osa johtimeen tulee kohdistetuksi myös pylvästä edelleen (vastakkaiseen suuntaan) jatkuvan toisenkin johtimen pisteitä. Sovittamalla johtimet yhteen topologiatiedon avulla, saadaan johtimien päät osumaan toisiinsa mahdollisimman täsmällisesti.



3.1.5 Pylväiden, harusten ja pylväsmuuntajien tunnistaminen

Pylväsrakenteiden (ml. pylväät, harukset ja pylväsmuuntajat) tunnistaminen tehdään jo tunnistettujen johtimien perusteella etsimällä johtimen päätepisteen läheisyydestä

toisiinsa kytkeytyneitä pystykohteita (yksi tai useampi pylvä) ja edelleen niihin kytkeytyvät muut rakennelmat (pylväsmuuntajat).

3.1.6 Rakennusten tunnistaminen

Rakennusten tunnistaminen tehdään RANSAC- ja Region Growing-menetelmien yhdistelmällä, joilla haetaan pistepilvestä yhtenäisiä tasoja, joiden kulma vaakasuoraan nähden on enintään suurimman mahdollisen kattokulman suuruinen ja ovat riittävän korkealla maanpinnan tasosta. Näitä tasoja suodatetaan niihin osuvien pisteiden määrällä. Tunnistetut tasot kytketään yhteen samaksi rakennukseksi, jos ne koskettavat toisiaan riittävästi. Kun katot on löydetty, otetaan kaikki (maanpinnan yläpuoliset pisteet) jotka ovat kattotasojen alapuolella ja merkitään ne osaksi rakennusta. Huom! Tällöin räystäiden alla oleva kasvusto tulee tunnistetuksi rakennukseksi, mutta esim. rakennuksessa kiinni oleva puu tulee edelleen tunnistetuksi puuksi siltä osin kuin rakennuksen ääriiviivan ulkopuolelle jää riittävästi puunomaisia pürteitä.

3.1.7 Kasvillisuuden tunnistaminen

Kasvillisuus tunnistetaan seuraavalla menetelmällä:

1. otetaan korkein laserpiste ja oletetaan se puun latvaksi ja luodaan sitä vastaava oletettu puu
2. toistetaan kaikille pisteille
 - a. otetaan jäljelläolevista pisteistä korkein ja mikäli se voisi kuulua jo olemassaolevaan puuhun (puumallin geometrian perusteella), liitetään se siihen; muutoin luodaan uusi puu
3. suodatetaan oletetut puut ja poistetaan ne, jotka eivät ole puita; ja vapautetaan poistettuihin puihin aiemmissa vaiheissa assosioidut pisteet
 - a. riittävä määrä pisteitä
 - b. pisteet ovat pystysuunnassa jakautuneet riittävän tasaisesti
 - c. pisteet ovat jakautuneet riittävän hyvin puun geometriamallin mukaisesti
4. edellisessä vaiheessa vapautuneet pisteet liitetään siihen jäljellä olevaan oletettuun puuhun, johon ne puun geometriamallin mukaan parhaiten ja riittävästi liittyvät; muut pisteet jätetään tunnistamattomiksi
5. toistetaan seuraavia, kunnes puusta toiseen siirrettyjä pisteitä on iteraatiokierroksella enää raja-arvoa vähemmän:
 - a. päivitetään puun geometriamalli siihen assosioitujen pisteiden perusteella

- b. kutakin puuta kohden; kutakin sen pistettä kohden; valitaan se puu, johon piste puun geometriamallin perusteella parhaiten sopii (ja jos puu on eri, kuin mihin piste on assosioitu; piste poistetaan nykyisestä puusta, ja liitetään paremmin sopivaan puuhun)
6. suodatetaan edellisen vaiheen perusteella muodostetut puut ja poistetaan ne, jotka eivät ole puita; ja merkitään poistettuihin puihin aiemmissa vaiheissa assosioidut pisteet muiksi pisteiksi
 - a. riittävä määrä pisteitä
 - b. pisteet ovat pystysuunnassa jakautuneet riittävän tasaisesti
 - c. pisteet ovat jakautuneet riittävän hyvin puun geometriamallin mukaisesti

3.1.8 Manuaalinen tunnistaminen

Siltä osin kuin automaattinen kohteiden tunnistaminen ei onnistu, tarvitaan manuaalista kohteiden tunnistamista ja luokittelua. ACCA-järjestelmä käsittelee tietoa aina pylväsväleittäin ja joko koko pylväsvälin kohteiden tunnistaminen tehdään täysin automaattisesti tai jos se ei (mistä tahansa syystä) onnistu, tuotetaan tietokantaan merkintä, joiden perusteella käyttäjä voi käydä manuaalisesti tunnistamassa kohteet. Kohteiden tunnistaminen on ainoa osa ACCA-kokonaisprosessia, jossa manuaalista varmennusta tarvitaan. Syitä automaation soveltumattomuuteen pylväsvälille voi olla esimerkiksi:

- kokonaan puuttuva laserkeilausaineisto pylväsväliltä
- johtimista (esim. PAS-johdot) ei ole lainkaan heijastumia laserkeilausaineistossa (jolloin luonnollisesti johtimia ja niiden profiilitietoja ei voida tunnistaa)
- täysin umpeenkasvanut johtokäytävä (johtimia ei voida erottaa automaation avulla; tällöin niiden erottaminen on kyllä erittäin vaikeaa myös visuaalisella tarkastetulla)
- virheellinen tieto verkkotietokannassa (todellisuudessa kyseistä pylväsväliä ei maastossa ole, tai pylväiden verkkotietokanta poikkeaa olennaisesti todellisesta sijainnista; ACCA-järjestelmä on sijaintitiedon tarkkuuden osalta joustava, mutta yli 25-35m virheet verkkotietojärjestelmän sijaintitiedossa voivat aiheuttaa tilanteen, että pylväsvälin johtimia ei pystytä erottamaan lainkaan laserkeilausaineistosta tai tunnistettuja johtimia ei osata kohdistaa lainkaan verkkotietokannan kohteille.
- muu poikkeuksellinen maasto- tai ympäristöolosuhde, joka aiheuttaa tilanteen, johon ACCA:n kohteiden tunnistamisen algoritmit eivät sovellu

3.2 Havaintojen muodostaminen

Lähtötietoja havaintojen muodostamiselle on aiemmassa vaiheessa tunnistetut kohteet, niistä luotu ja tietokantaan talletettu kohdemalli.

Havaintojen muodostaminen perustuu kohdemallin tietoihin, jossa olevia kohteita verrataan ACCA-järjestelmään määritettyihin sääntöihin. Sääntöjen ajaminen kohdemallia vasten on erittäin nopeaa, koska yksittäisen säännön suorittamiseen menevä aika on erittäin vähäinen (koska kohdemallista jo täsmälleen tiedetään mitä kohteet esittävät ja tiedon määrää on supistettu pistepilveen verrattuna).

Säännöt on kuvattu yksityiskohtaisemmin ACCA-palvelumäärittelydokumentissa. Sääntöjä voidaan laatia myös lisää tarpeen mukaan.

Esimerkki säännöstä on:

Reunapuu lähellä johdinta, yksittäinen puu johtimen sivulla	Etäisyys: m	Yksittäisen reunapuun etäisyys johtimesta tai pylvästä on alle raja-arvon. Havainnon voi aiheuttaa: <ul style="list-style-type: none">• linjaa päin kallistunut puu• puu, jonka oksisto on kasvanut lähelle linjaa.
-------------------------------------------------------------	-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sääntöjen suorittamisen yhteydessä voidaan hyödyntää kohdetietokantaan liittyviä kasvumalleja. Esimerkiksi, jos sama alue laserkeilattu kahteen kertaan, voidaan näitä kahta keilauskertaa vertaamalla muodostaa tarkka kasvumalli, joka perustuu kasvuston todelliseen kasvuun juuri kyseisellä kohdalla. Sääntöjen suorittamisessa voidaan kasvua ennakoida haluttu aikaväli (1-3v), jonka perusteella saadaan tuotettua Havainnot joko nykyhetkeen tai haluttuun tulevaan tilaan. Kasvumallin hyödyntäminen parantaa raivaustarpeen ennakoitavuutta ja sitä voidaan käyttää esim. arvioimaan päätöksiä raivauksen lykkäämisestä tai aikaistamisesta.

Sääntöjen suorittamisen perusteella syntyy joukko havaintoja (*Issue*), jotka talletetaan tietokantaan siten, että havainnosta selviää sen sijainti, tyyppi, pylväsvälitunniste ja havaintoon liittyvät kohteet (mitkä kohdemallin kohteista aiheuttivat säännön laukeamisen). Esimerkiksi tiedetään, että pylväsvälillä 3426543 on yksilöity puu sijainnissa X,Y, joka on johtimen sivulla ja liian lähellä sähkölinjaa.

3.3 Toimenpiteiden valinta

ACCA-järjestelmään on mallinnettu kullekin havaintotyyppille sitä vastaava toimenpideluokka ja -tyyppi. Esimerkiksi reunapuu lähellä johdinta vaatii oksinnan.

Toimenpiteet muodostetaan ja kohdistetaan pylväsvälille automaattisesti Havaintojen perusteella.

Kuhunkin Havaintotyyppiin liittyvä Toimenpideluokka on kuvattu yksityiskohtaisemmin ACCA-palvelumäärittelydokumentin kohdassa 7.1.

Toimenpideluokat ovat:

- Alustaraivaus
- Oksinta
- Alustaraivaus ja Oksinta yhdessä
- Hakkuu
- Vierimetsän hoito
- Tarkistuskäynti

Havaintoja ja Toimenpiteitä syntyy tavanomaisesta sähköverkosta huomattavia määriä ja näiden käsittely manuaalisesti on työlästä ja aikaavieppää. Tietokantaan talletetut Toimenpiteet toimivat pohjana prosessin seuraavalle vaiheelle.

Toimenpidetietoa voidaan käyttää hyväksi aluepohjaisessa raivausmenetelmässä tuottamaan automaattisesti yksilöity tieto raivauksen tehneeltä urakoitsijalta edellyttävästä takuutyöstä (huolellisen raivauksen jälkeen ei luonnollisesti enää pitäisi olla suoritettua raivausta koskevia toimenpiteitä jäljellä tehtävänä).

3.4 Toimenpidesuunnitelman optimointi

Toimenpidesuunnitelman optimoinnissa otetaan lähtötietona edellisessä vaiheessa talletetut Toimenpiteet. Toimenpidesuunnitelman optimointi tehdään kerralla verkkoyhtiön määrittämälle tarkasteluyksikölle. Tarkasteluyksikkö voi olla:

- sähköasema
- johtolähtö
- ennalta määritetty muu alue

Toimenpidesuunnitelman optimointi on kokonaistarveanalyysiä, jossa otetaan huomioon sekä tarvittavien Toimenpiteiden määrä ja luonne, että eri Toimenpiteille verkkoyhtiön määrittämät kustannustekijät. Kustannustekijöiden määrittäminen voidaan tehdä joko verkkoyhtiökohtaisesti tai tarkemmin tarkasteluüksikkökohtaisesti, esimerkiksi motoriraivauksen hinta voi vaihdella alueittain urakoitsijasta riippuen.

Toimenpidesuunnitelman optimoinnissa päätetään kullekin tarkasteluyksikölle se kokonaistaloudellinen Toimenpidetyyppi tai Toimenpidetyyppejä, joilla tarkasteluüksikön vaatimat Toimenpideluokat saadaan kustannustehokkaimmin tehtyä.

Esimerkiksi:

- johtolähdöllä voi olla Havaintojen perusteella tarvetta Toimenpideluokille oksiminen, alustaraivaus ja hakkuu (yksittäisten puiden poisto)
 - optimoinnin lähtötiedossa on toimenpideluokka, joka pitää suorittaa, mutta ei toimenpidetyyppejä (eli millä menetelmällä toimenpide tullaan suorittamaan)
 - toimenpiteet valinta (eli raivausmenetelmän valinta) tehdään huomioiden tarkasteluüksikön (esim. johtolähtö) kokonaistarve
 - valitaan se Toimenpidetyyppi (eli raivausmenetelmä) tai näiden yhdistelmä, jolla edullisimmin saadaan hoidettua tarkasteluüksikön tarvittavat Toimenpiteet
- optimoituna lopputuloksena voi olla ko. johtolähdön osalta esim. toimenpidetyypit:
 - koneellinen oksinta, MOTO (tarpeen mukaiselta osuudelta johtolähtöä)
 - manuaalinen alustaraivaus (tarpeen mukaiselta osuudelta johtolähtöä)
 - 5:n yksittäisen puun manuaalinen hakkuu (esim. koska nämä eivät satu sijainniltaan yksin muun tehtävän työn kanssa, vaan ne on edullisempi tilata ja hoitaa erillistöinä).

Toimenpidesuunnittelun optimointi tuottaa lopputuloksena kokonaistaloudellisesti laskennallisesti optimoidun suunnitelman eri tarkasteluüksiköiden raivauksesta ja ehdotetusta raivausmenetelmästä. Lisäksi kutakin tarkasteluüksikköä kohden tuotetaan tieto paljonko erityyppisiä Havaintoja ja Toimenpiteitä on kutakin tarkasteluüksikköä kohti. Tämä kertoo esimerkiksi:

- montako kilometriä johtolähdöllä on todellista oksintatarvetta
- montako kilometriä johtolähdöllä on todellista alustaraivaustarvetta
- montako puuta johtolähdöllä on sellaisia, että ne kasvavat johtokadun alueella (liian lähellä johtimia)

- lisäksi voidaan (myöhemmässä versiossa) tuottaa raivaskertymätietoa (runkojen volyymi, oksiston volyymi), jota voi hyödyntää raivausjätteen käsittelyn kustannusten arvioinnissa ja hyötöpuun osalta puun arvon arvioinnissa

Lisäksi kutakin tarkasteluyksikköä kohden annetaan arvio ehdotetun toimenpiteen kriittisyydestä ja kiireellisyydestä. Tämä prioriteettitieto voi tukea päätöksentekoa raivausresurssien kohdentamisessa tilanteessa, jossa kaikkea raivausta ei voida suorittaa heti / seuraavalla kaudella.

Toimenpidesuunnitelman optimoinnissa voidaan lisäksi ottaa huomioon puuston kasvumalli, eli perustaa suunnittelu joko mittaushetken (laserkeilaus) tai tulevaisuuden tilanteeseen.

Toimenpidesuunnitelman optimointia tukemaan tarvitaan käyttöliittymä, jonka avulla voidaan tarkastella automaattisesti laadittuja suunnitelmia ja tehdä niihin manuaalisia muutoksia ja lisäyksiä.