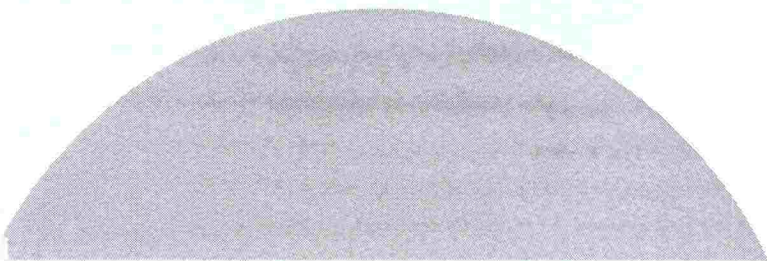
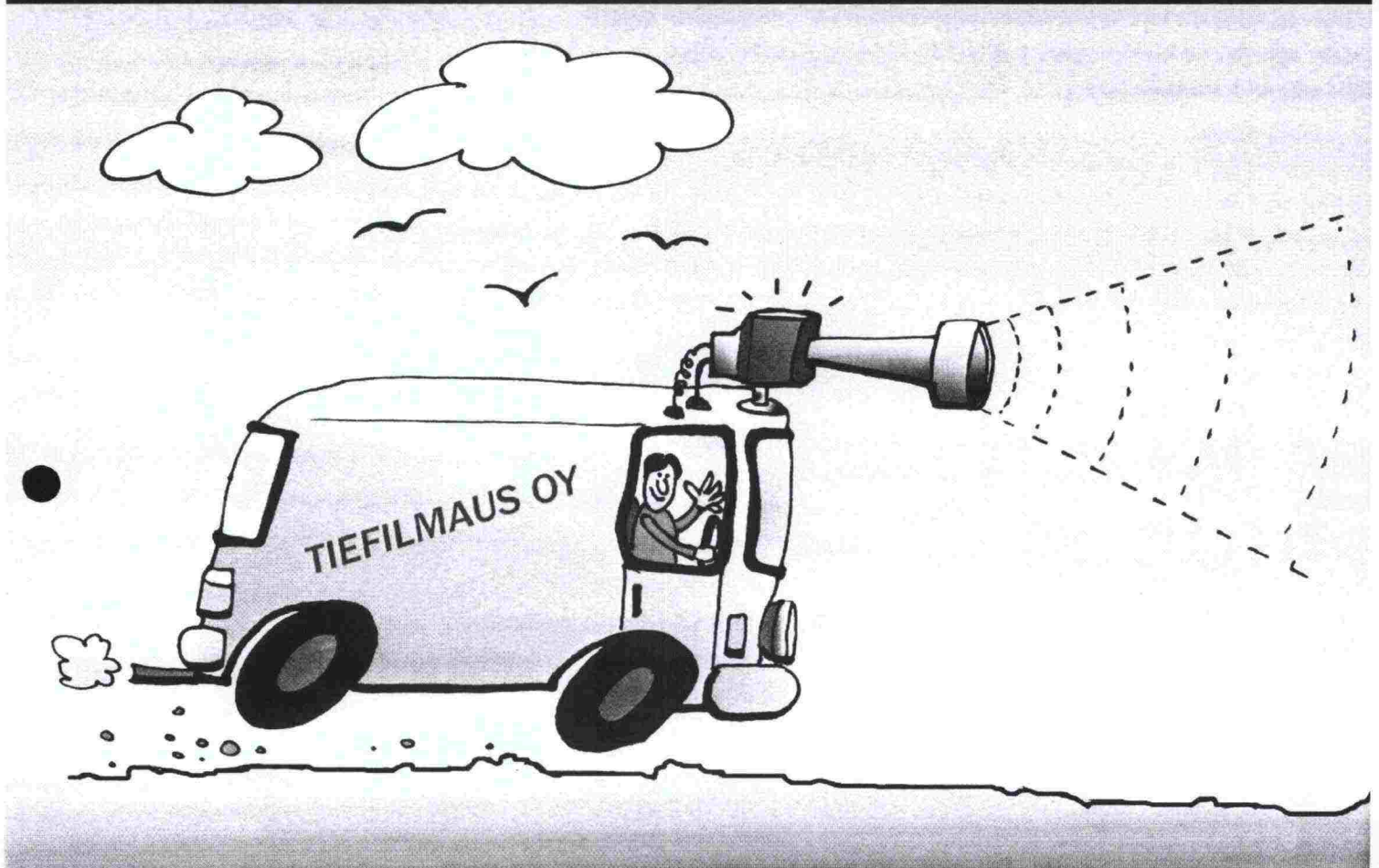


Tieverkon valokuvaus ja valokuvien hyödyntäminen

Tiehallinnon selvityksiä 41/2006



Tieverkon valokuvaus ja valokuvien hyödyntäminen

Tiehallinnon selvityksiä 41/2006

Kansikuvan toteutus: Carita Ahlgren, idea: Kalervo Mattila

Verkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/julkaisut)

ISSN 1459-1553

ISBN 951-803-776-0

TIEH 3201017-v

Helsinki 2007

Tiehallinto

Asiantuntijapalvelut

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelinvaihde 0204 2211

Tieverkon valokuvaus ja valokuvien hyödyntäminen. Helsinki 2006. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 41/2006. 56 s. ISSN 1459-1553, ISBN 978-951-803-776-0, TIEH 3201017-v.

Asiasanat: tieverkko, mittaukset, tienpito
Aiheluokka: 30, 82

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli selvittää valokuvien hyödyntämismahdollisuudet väyläomaisuuden hallinnassa ja erilaisissa tietopalveluissa sekä määrittää väyläomaisuuden hallinnan asettamat vaatimukset kuville, kuvaukselle sekä niistä (erityisesti omaisuuden hallintaa varten) tuotettavalle tietopalvelulle. Tutkimusta laajennettiin lisäksi hiukan väyläomaisuuden hallinnan ulkopuolelle, ja mukaan otettiin hankinnan, liikenteen hallinnan ja tiepiirien asiakaspalvelun tarpeiden selvittäminen.

Suomen tieverkon valokuvausten kehittäminen alkoi jo 1990-luvun loppupuolella, mutta vasta parin viime vuoden aikana on tekniikka antanut mahdollisuuden massiivisten kuva-aineistojen käsittelyyn. Tiehallinto aloitti tieverkon valokuvaukset pohjoisimmasta Suomesta (VOL-tiepiirit) vv.2004–2005 ja vuonna 2006 kuvataan n. 13 000 km tieverkkoa alueurakoiden lähtötiedoksi. Muut väylälaitokset ovat myös edistäneet omien väyliensä kuvauksia, mm. rataverkkoa ja vesiväylien turvalaitteita on kuvattu. Muissa maissa on myös kehitetty kuvauksia ja kuvatietopalveluja. Tässä selvityksessä haettiin esimerkkejä mm. Norjasta, Tanskasta ja USA:sta.

Tiehallinto on ohjeistanut tieverkon kuvauksia, mutta kuvien käyttömahdollisuuksia ei ole pohdittu kovin laajasti. Kaikilla tienpidon osa-alueilla vaikuttaa olevan kiinnostusta valokuva-aineistojen käyttöön. Selvityksessä kysyttiin kokemuksia ja odotuksia joukolta Tiehallinnon asiantuntijoita ja konsultteja. Kommenttien perusteella viime vuosina tehtyjen tieverkon valokuvausten suurimmat käyttökohteet ovat olleet kunnossapito ja hankinta. Tieverkon valokuva-aineistolle koetaan olevan paljon käyttöä erilaisissa asiantuntijatehtävissä. Toisaalta kuvausten suorittamisessa ja kuvatietopalvelun järjestämisessä on monia asioita, joissa on olevan kehitettävää.

Vastuuseen kuvien oikeellisuudesta ja riskeihin kuvausten suorittamisen ja kuvien käytön osalta esitetään alustavaa pohdintaa.

Selvitys antaa suositukset tieverkon yleis- ja erikoiskuvausten suorittamiseen, kuvaustekniikkaan ja tietopalvelujen järjestämiseen sekä ohjeistuksen kehittämiseen. Lisäksi esitetään kehitystarpeita kuvaustekniikan ja erikoiskuvausten edistämiseksi. Suositukset on esitetty seuraavalla sivulla koosteena.

Suosituksset tiivistetysti

Suositus tieverkon kuvauksista sisältää seuraavat pääpiirteet:

- Teiden yleiskuvaus peruskuvauksena
- Erikoiskohteet määritellään ja kuvataan erikseen
- Kuvaukset tehdään päätieverkolla vuosittain, muilla väylillä harvemmin (n. 3 vuoden välein)
- Päälystettyjen teiden ajokaistojen lisäksi ramppien kuvaus
- Kuvaus ajoradoittain alle 6 m leveillä teillä molempiin suuntiin kuvaten ja muuten kaistoittain
- Kuvaus tehdään, kun kuvattava väylä on lumeton ja jäätön

Kuvien käyttö eri toiminnoissa:

- Voidaan käyttää lukemattomiin eri tarkoituksiin

Mihin kuvia ei voi käyttää:

- Pituus- ja sivukaltevuuksien arviointiin
- Ylläpitotoimenpiteiden määrittämiseen ajokaistoilla (kevyen liikenteen väylillä sen sijaan voi)
- Maankäytön arviointiin, mainoslaitteiden havainnointiin tms., johon peruskuvan laajuus ei riitä
- Urakan lähtötilanteen sitovana vaatimuksena, eikä myöskään toimivuus-vaatimusten sitovana dokumenttina

Suositus kuvaustekniikasta sisältää seuraavat asiat:

- Kuvaväliksi suositellaan 20 ± 5 m
- Paikannuksessa Euref-FIN-koordinaatit ja tieosoite
- Kameran suuntaus aiempien ohjeiden mukaisesti
- Sää- ja valaistusolojen huomiointi
- Laatuvaatimuksien syvällisempi pohtiminen, laadun raportointi kuvausprojekteissa
- Kuvien nimeäminen täysin tieosoitejärjestelmän mukaisesti
- Kuvatarkkuuden (leveys/korkeus) tulee olla kuvaruudun täyttävä 4:3 kuvasuhteessa
- Kuvakoon (Kb) tulisi olla mahdollisimman pieni, kaksi eritallennusko-koa
- Objektiivin tulee olla varustettuna sähköisellä himmenninautomatiikalla (nk. autoiiris-toiminto)

Suosituksen ytimen tietopalveluille muodostavat:

- Yksi keskitetty kuvatietopalvelu/tiedontallennus, osana Tiehallinnon yhteistä tietojärjestelmää
- Tierekisteriosoite kuvien paikantamista varten
- Ohjeistus kuvien hallinnointia varten
- Kuvien ominaisuuksien kuvaus tietopalveluja varten, ns. metatieto
- Kuvamateriaalin yhdistäminen muihin tietoihin; indeksointi tierekisterin ID-tunnuksilla
- Karttaliittymä
- Kuvahistorian talletus ja päivitysrutiinien muodostaminen

SAMMANFATTNING

Målsättningen i den här utredningen var att utreda fotonns användningsmöjligheter i förvaltning av trafikledsegendom och olika informationstjänster samt definiera krav som förvaltning av trafikledsegendom ställer på foton, bildtagning och informationstjänster som produceras av dem (särskilt för förvaltning av egendom). Utredningen utvidgades att gälla behov som anskaffning, trafikshantering och vägdistrikts kundservice har.

Utveckling av vägnätets fotografering börjades i Finland redan i slutet av 90-talet men först under senaste år har teknik möjliggjort behandling av stora bildmaterial. Vägförvaltningen började fotograferingen i Norra Finland (Vasa, Uleåborg och Lapplands vägdistrikt) under år 2004–2005 och cirka 13000 km ska fotograferas för områdesentreprenaders ursprungsdata år 2006. Andra verk har också utvecklat fotografering och t.ex. järnvägar och säkerhetsanordningar av vattenvägar har fotograferats. Fotografering och informationstjänster har också utvecklats i andra länder och i den här utredningen finns det exempel bland annat från Norge, Danmark och USA.

Vägförvaltningen har utarbetat anvisningar för vägnätets fotografering men man har inte begrundat utnyttjandet av bilder mycket. Det tycks finnas intresse mot bildmaterial i alla väghållningens delområde. Vägförvaltningens experter och konsulter intervjuades i utredningen. De tyckte att vägfotograferingen har använts mest i underhåll och anskaffning men det kan användas i många olika experttjänster. Det behövs ändå utveckling i bildtagning och informationstjänst.

Det finns också preliminär fundering över ansvaret för korrekta foton samt risker för bildtagning och användning av foton.

Utredningen ger råd för vägnätets grund- och speciell fotografering, bildtagningsteknik, organisering av informationstjänster samt utveckling av instruktioner. Det framläggs också utvecklingsbehov för att förbättra bildtagningsteknik och speciell fotografering. Rekommendations framläggs på nästa sida.

Rekommendation om vägnätets fotografering innefattar följande huvuddrag:

- Vägnätets generell fotografering som grungfotografering
- Speciella objekt definieras och fotograferas separat
- Fotografering görs på huvudvägnätet årligen, på andra vägar mer sällan
- Förutom körfält på belagda vägar också ramper, led för lätt trafik och grusvägar fotograferas
- Foton tas för körbanor på vägar som är smalare än 6 meter, annars för körfält
- Man fotograferar när det inte finns snö eller is på trafikleden
- Viktigaste detaljändringar fotograferas vid inventeringsprojekt

Utnyttjande av foton i olika sammanhang:

- Foton kan användas för många olika mål

Foton kan inte användas:

- För att utvärdera längd- och sidolutning
- För att definiera underhållningsåtgärder på körfält (det här är ändå möjligt på leder för lätt trafik)
- För att utvärdera markanvändning, betrakta reklamutrustning eller dylikt, där grundfotots omfattning inte är tillräcklig
- Som förbindande krav i entreprenadens utgångsläge, inte heller som bindande dokument av funktionalitetskrav

Rekommendation om bildtagningsteknik innefattar följande saker:

- Avstånd mellan bilder 20 ± 5 meter
- Euref-FIN -koordinater och vägadress vid positionering
- Kamerariktning enligt tidigare instruktioner
- Iakttagande av väder- och belysningsförhållande
- Förhandling av kvalitetskrav; kvalitetsrapportering i fotografieringsprojekt
- Nominering av foton enligt vägadress
- Fotons dimensioner (bredd/längd) bör fylla bildskärm, bildformat 4:3
- Fotons storlek (Kb) bör vara så liten som möjligt, två olika inspelningsformat
- Objektivet bör ha en elektrisk bländare, så kallad auto iris -funktion

Rekommendation om informationstjänster:

- Centraliserad sparning av data
- Vägregisteradress för positionering av foton
- Riktlinjer för styrning av foton
- Beskrivning av fotons egenskaper för informationstjänster (så kallade meta-data)
- Anknytning av bildmaterial till andra registerdata; indexering med Väg Register ID symboler
- Karta anslutning
- Sparning av fotohistoria och utformning av uppdateringsrutiner

SUMMARY

The aim of this study was to look into the utilization possibilities of images in the road asset management and in the different kinds of information services and also to define the demands for images, imaging and information services that are produced of them (especially for the road asset management). In addition to road asset management, the study was extended to also cover the needs of purchasing, traffic management and road regions' customer service.

The development of imaging Finnish road network started already in the late 90's but not until during the past couple of years has technology enabled handling of massive image data. The imaging was begun in the Northern Finland (Vaasa, Oulu and Lappi road districts) by the Finnish Road Administration in the years 2004–2005. During 2006 it will be imaged about 13 000 km for the initial data of regional contracts. Fairway and railway administrations have also developed imaging their networks, for example railway network and safety devices of fairways have been imaged. Imaging and image information services have been developed also in other countries. This study covers examples from Norway, Denmark and USA.

Imaging of the road network has been guided by the Finnish Road Administration but its application possibilities have not been discussed very broadly. There seems to be interest in using the image data in all fields of road maintenance. In this study a group of specialists of the Finnish Road Administration and consultants were interviewed. According to their comments, the imaging of the road network done in the recent years has mainly been utilized in maintenance and purchasing. It seems that there could be many possibilities to use imaging data in different tasks of experts. On the other hand, a lot of development is required in taking images and organizing image information services.

Preliminary arguments are represented for the responsibility of image correctness and risks involved in imaging and utilizing images.

This study includes recommendation for basic and special imaging of the road network, imaging techniques, organizing the information service and developing of guidance. Moreover, development needs for promoting imaging technique and special imaging are presented. Recommendations are shown on the following page.

Recommendations of road network imaging includes the following main features:

- General imaging of roads as basic imaging
- Special objects are defined and imaged separately
- Imaging is done yearly on the main road network, on the lower volume network more seldom
- In addition to traffic lanes of the surfaced roads, imaging of ramps, bicycle paths and gravel roads
- Imaging by carriageways on the roads less than 6 meters wide, otherwise by traffic lanes
- Imaging is done when there is no snow or ice on the road
- The most important road detail changes are imaged in associated with inventory projects

The use of images in different kinds of operations:

- Images can be used for many kinds of purposes

Images cannot be used:

- In an assessment of gradient and cross fall
- In a determination of the maintenance measures on the traffic lanes (this is yet possible on the bicycle paths)
- In an assessment of city and country planning, observation of advertising devices etc, where the scope of basic image is not enough
- Neither as a obligatory demand in the starting point of a contract nor as a obligatory document of functional requirement

The recommendation of imaging techniques includes the following:

- As an image interval it is used 20 ± 5 m
- Euref-FIN-coordinates and road address are used in positioning
- Alignment of camera according to the former instructions
- Observation of weather and lighting conditions
- Extensive reasoning of quality demands; quality reporting as a part of road network imaging projects
- Naming of the images completely according to road address system
- Image resolution (width/height) has to fill the screen, picture ratio 4:3
- Size of images (Kb) should be as small as possible, two different saving sizes
- Objective has to have an electronic aperture automatism i.e. auto iris-function

The main features of recommendations for information service are:

- Centralised data saving as a part of Road Administration data system
- The road register address for positioning of images
- Guidance for the administration of images
- The description of image characteristics for information service (so called meta-data)
- Integration of images to other register data; indexing to Road Register with ID codes
- Map interface
- Saving of image history and building of updating routines

ESIPUHE

Tässä asiantuntijatyössä selvitetään tieverkon valokuvaukseen liittyviä asioita sekä valokuvien käyttömahdollisuuksia väyläomaisuuden hallinnassa ja erilaisissa asiantuntijatehtävissä.

Selvitys on toteutettu osana Tiehallinnon Väyläomaisuuden hallinnan tutkimusohjelmaa (VOH). Osaprojektin tunnus oli VOH1.12. Työtä ohjanneeseen ryhmään kuuluivat:

Mikko Inkala, Tiehallinto (puh.joht.)
Pekka Toiviainen, Tiehallinto
Tuomas Toivonen, Tiehallinto
Ari Kähkönen, Pöyry Infra Oy

Loppuraportin kommentoivat edellä mainittujen lisäksi Seppo Sarjamo ja Jussi Säaskilahti Tiehallinnosta.

Selvityksen tekemisestä vastasi Ramboll Finland Oy, projektin vetäjänä DI Kalervo Mattila. Osatehtävien toteutuksesta vastasivat lisäksi DI Juha Äijö, DI Mika Vehmas, DI Tuomas Lehtinen ja Ins.(AMK) Matti Airaksinen Ramboll Finland Oy:stä.

Helsinki, lokakuu 2006

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 15 |
| 1.1 | Yleistä | 15 |
| 1.2 | Tutkimuskysymykset | 15 |
| 1.3 | Raportissa käytettyjä termejä | 16 |
| 2 | NYKYTILA | 17 |
| 2.1 | Tieverkon kuvaus ja kuvatietopalvelut | 17 |
| 2.2 | Siltojen kuvaus ja kuvatietopalvelut | 19 |
| 2.3 | Muut kuvaukset Suomessa | 20 |
| 2.4 | Nykyiset kuvaustekniikat | 22 |
| 2.5 | Kuvausten kustannukset | 24 |
| 2.6 | Ulkomaiden tilanne | 25 |
| 3 | KOKEMUKSET JA ODOTUKSET | 29 |
| 3.1 | Kokemukset ja odotukset eri tehtäväalueilla | 29 |
| 3.1.1 | Väyläomaisuuden hallinta | 29 |
| 3.1.2 | Liikenteen palvelut ja liikenneturvallisuus | 32 |
| 3.1.3 | Asiakaspalvelut ja viranomaistehtävät | 33 |
| 3.1.4 | Tienpidon hankinta | 34 |
| 3.1.5 | Muu viranomaiskäyttö | 35 |
| 3.2 | Kuvaustekniikka ja kuvien ominaisuudet | 35 |
| 3.3 | Tietopalvelut ja tietojen linkitys | 37 |
| 4 | VASTUUT JA RISKIT | 39 |
| 4.1 | Tiehallinnon vastuu kuvien oikeellisuudesta | 39 |
| 4.2 | Tietosuoja | 39 |
| 4.3 | Riskit ja ongelmat | 40 |
| 5 | SUOSITUKSET TIEVERKON VALOKUVAUKSIA VARTEN | 42 |
| 5.1 | Tieverkon yleiskuvaus ja kuvien käyttö | 42 |
| 5.2 | Kuvaustekniikka ja kuvien ominaisuudet | 45 |
| 5.3 | Tietopalvelut ja tietojen linkitys | 49 |
| 5.4 | Ohjeistustarpeet | 51 |
| 5.5 | Kehitystarpeet | 52 |
| 6 | YHTEENVETO | 54 |
| 7 | LÄHTEET | 57 |



1 JOHDANTO

1.1 Yleistä

Tutkimuksessa selvitettiin tieverkon valokuvausta ja valokuvien hyödyntämistä väyläomaisuuden hallinnassa. Väyläomaisuudella tarkoitetaan tie-, rautatie- ja vesiväyliin välittömästi liittyviä kiinteitä rakenteita ja varusteita. Myös väylien hyödyntämät maa- ja vesipohjat luetaan väyläomaisuudeksi. [Inframan Oy, Ari Kähkönen 2001]

Teihin liittyvästä omaisuudesta käytetään nimeä tieomaisuus, sisältäen tiet (päällysteet ja rakenteet), sillat sekä varusteet ja laitteet (mm. liikennemerkkit, kaiteet, tienvarsitekniologia). Viime aikoina on käytetty myös väyläomaisuuden hallintaan kuuluvaa termiä tieisännöinti.

Tiehallinnon tienpitoon kokonaisuutena sisältyy suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito, liikenteen hallinta, liikenneturvallisuus sekä tieverkkoon liittyvät ympäristöasiat. Kunnossapito jakaantuu hoitoon ja ylläpitoon. Hankintaa toteutetaan suunnittelussa, rakentamisessa ja kunnossapidossa. Liikenteen hallinta pitää sisällään liikenteen tiedotuksen ja ohjauksen.

Tieverkolla vuosina 2005–2006 tehtyjä kuvauksia on ohjeistettu, mutta kuvien käyttömahdollisuuksia ei ole pohdittu kovin laajasti. Kaikilla tienpidon osaluilla vaikuttaa olevan kiinnostusta valokuva-aineistojen käyttöön.

Tässä tutkimuksessa on tiedusteltu pienimuotoisella sähköpostikyselyllä Tiehallinnon eri tehtäväalueilla työskentelevien henkilöiden sekä konsulttien kokemuksia ja tarpeita tieverkon valokuvausten ja niihin liittyvien tietopalvelujen suhteen. Näitä mielipiteitä esitetään luvussa 3.

1.2 Tutkimuskysymykset

Työn tavoitteena oli selvittää valokuvien hyödyntämismahdollisuudet väyläomaisuuden hallinnassa ja erilaisissa tietopalveluissa sekä määrittää väyläomaisuuden hallinnan asettamat vaatimukset kuville, kuvaukselle sekä niistä (erityisesti omaisuuden hallintaa varten) tuotettavalle tietopalvelulle. Tutkimusta laajennettiin lisäksi hiukan väyläomaisuuden hallinnan ulkopuolelle, ja mukaan otettiin hankinnan, liikenteen hallinnan ja tiepiirien asiakaspalvelun tarpeiden selvittäminen.

Projektin tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

1. Mitä erityisvaatimuksia väyläomaisuuden hallinta aiheuttaa mm. tiedon ajantasaisuudelle, kuvauksen ajankohdalle, kuvien laadulle, kuvien päivittämiseksi sekä kuvatietopalvelulle?
2. Mikä on Tiehallinnon vastuu kuvien oikeellisuudesta? Voidaanko valokuvia käyttää alueurakoissa lähtötilanteen kuvaamiseen ja toimivuusvaatimusten todentamiseen? Mikä on oikea kuvausajankohta?

3. Missä toiminnoissa kuvia voidaan hyödyntää? Voidaanko kuvien avulla esimerkiksi vähentää varusteista inventoitavien tietojen määrää? Jos voidaan, niin mitä lisävaatimuksia se mahdollisesti aiheuttaa.
4. Onko nykyinen ohjeistus tieverkon valokuvaukseen riittävä? Onko se yhteensopiva muiden kuvausohjeiden (mm. siltakuvaohjeistuksen) kanssa?
5. Millaisia valokuvaan liittyviä tietopalveluja väyläomaisuuden hallinnassa tarvitaan ja mitä vaatimuksia tämä aiheuttaa kuvaukselle ja kuville?
6. Mitä nykyisiä toimintoja tai tehtäviä valokuvat voivat korvata?
7. Mitä kokemuksia VOL-alueen valokuvausprojektista on käytettävissä ja mitä niistä voidaan hyödyntää valtakunnallisessa valokuvauksessa?
8. Mitä kokemuksia siltakuvista ja niiden käytöstä on? Mitä niistä pitäisi oppia?
9. Mitä riskejä ja ongelmia voidaan tunnistaa?
10. Mitä kehitystarpeita tieverkon kuvauksella ja tietopalvelulla on?

1.3 Raportissa käytettyjä termejä

Tässä raportissa käytetään muutamia termejä, joiden merkitys ei välttämättä avaudu tai ne sotkeutuvat helposti keskenään. Seuraavassa luettelossa on esitetty niiden selitykset:

- Kuvaväli = kuvanottokehtien välinen etäisyys metreinä, esimerkiksi 20 metriä
- Kuvauskierto = kuinka usein kuvia otetaan tietyltä tieltä, esimerkiksi 1 vuoden välein (vrt. mittauksen osalta käytetty termi mittauskierto)
- Kuvatarkkuus = resoluutio, pikselien määrä kuvassa, esimerkiksi 800x600 (800 pikseliä leveä ja 600 pikseliä korkea)
- Kuvakoko = kuvan tietotekninen koko, esimerkiksi 50 Kb
- Kuvakulma vaakatasossa = kuvan käsittämän alueen leveys luonnossa, esimerkiksi vasemmasta ojasta oikeanpuoleiseen ojaan 10 metriä

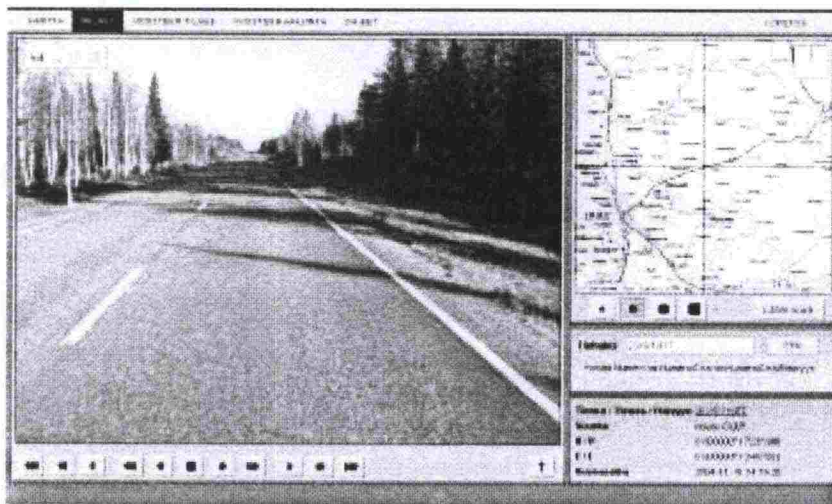
2 NYKYTILA

2.1 Tieverkon kuvaus ja kuvatietopalvelut

Suomessa tehtiin 1990-luvun loppupuolella tieverkon videokuvauksia, joiden lähtökohtana oli videokuvauksen yhteen suuntaan ja kuvien siirtäminen tietokoneelle, mutta tästä menetelmästä jouduttiin luopumaan liian suurten datamäärien vuoksi. Tekniikka ei ollut vielä kypsä kuva-aineiston käsittelyyn.

Ensimmäiset tieverkon valokuvaukset tehtiin Oulun tiepiirin alueella vuonna 2004. Kuvauksia laajennettiin vuonna 2005 Vaasan ja Lapin tiepiirien alueelle ja samana vuonna saatiin koko Oulun tiepiirin verkko kuvattua valmiiksi. Vuonna 2006 tieverkkoa kuvataan HTU-, KSK- ja VOL-alueurakoiden lähtötiedoksi yhteensä n. 13 000 km.

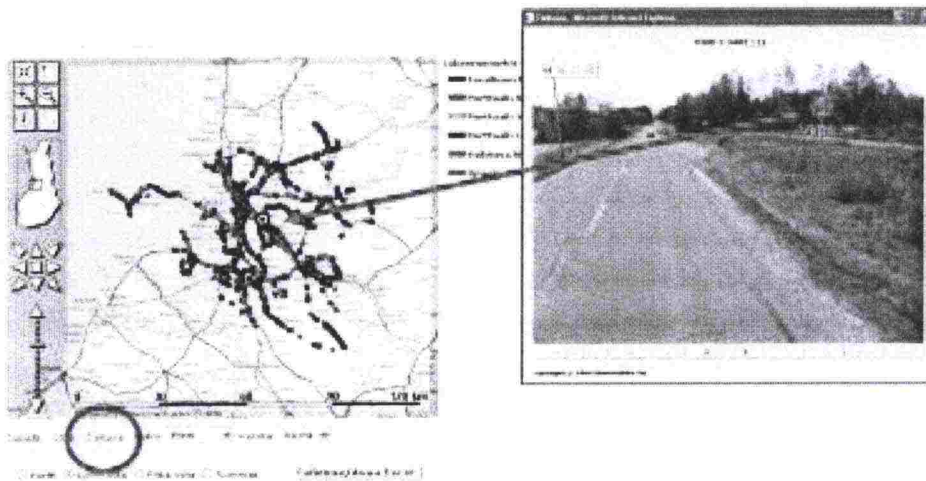
Kuvien katseluun kehitettiin Tiekuvapalvelu, joka on osoittautunut käyttökelpoiseksi. Tieverkon kuvien katselu onkin tapahtunut pääasiassa tämän Tiekuva -web-portaalin kautta (ks. kuva 1). Sovellus sisältää myös karttanäkymän, josta voi hakea lähimmän kuvan zoomattavan kartan tai tieosoitteen avulla ja jatkaa selausta selausikkunassa.



Kuva 1. Näkymä sovelluksesta Tiekuvapalvelu 1.0 [Sirviö, Matti 2006].

Tiehallinnon hankintaprosessin eUrakka-projektiin liittyvänä on digitaalisten valokuvien hyödyntämistä pilotoitu vuonna 2005 mm. hoidon alueurakoiden tarjouspyyntövaiheessa. Kuva-aineistoa on ollut käytössä VOL-alueen tiepiirien osalta. Alueurakoiden kilpailuttamiskierros on toteutettu tarjouspyyntöjen ja tarjousten jättämisen osalta (paperiversio/tarjous oli vielä määräävä) eUrakka-projektin pilottisovellusten avulla. Käytössä oli extranet-sovellus eUrakka, joka hyödyntää Tiehallinnon finnranet-portaalia.

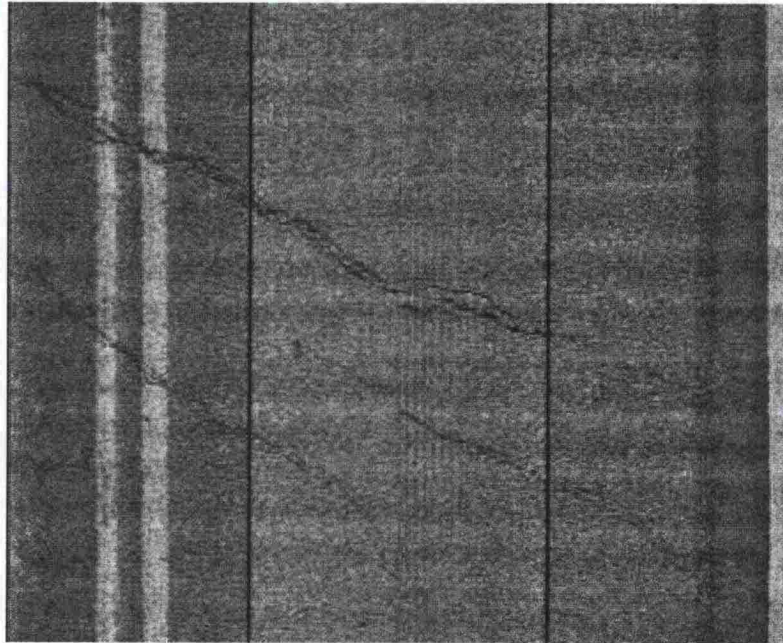
Tarjouspyyntövaiheessa tarjoajilla oli käytössä dynaaminen karttapohjainen tiedonhallinta, jonka avulla pystyi luomaan työkohte- ja määräluettelot taulukoina sekä tarkasteleman visuaalisesti urakkaan liittyviä tietoja kartalta ja samalla myös valokuvina (kuva 2). Karttanäkymään voi hakea esimerkiksi liikennemerkkien ja portaalien sijainnit ja tietyllä kohdalla olevia kuvia voi tarkastella Tiekuva-sovelluksen avulla. Tieverkon kuvausten kuvamateriaalia ei voitu käyttää senhetkisestä varastointipaikastaan, vaan kuvat kopioitiin eU-
rakkaa varten Tiehallinnon lähiverkkoon.



Kuva 2. Hankinnan käytössä oleva extranet-sovellus eUrakka.

Vuoden 2006 toukokuusta lähtien Tiehallinto on tilannut automaattisia päällysteiden vauriomittauksia (APVM), joiden lähtökohtana on mittauslaitteilla tapahtuva päällysteen kuvaaminen ylhäältäpäin (kuvassa 3 esimerkki päällysteestä otetusta jpg-kuvasta). Kuvaus tehdään mittausajoneuvoon kiinnitettyjen 4 rinnakkaisen kamerasen ja salamavalon avulla. Kuvat yhdistetään yhdeksi kuvaksi, joka kattaa päällysteestä 10 m pitkän ja 3,5 m leveän osuuden.

Kuvatulkinnan avulla kyetään saamaan selville päällysteessä olevat vauriot ja edelleen laskemaan erilaisia vaurioparametreja. Kuvatulkinnan tulokset esitetään visuaalisesti vauriokarttoina (gif-kuvat) konsultin tietopalvelun kautta internetissä ja vaurioparametrit Tiehallinnon kuntotietorekisterissä.



Kuva 3. Automaattisessa vauriomittauksessa yläpuolelta otettu kuva tien päällysteestä.

2.2 Siltojen kuvaus ja kuvatietopalvelut

Siltojen kuva-aineistoa on ollut tarjolla useita vuosia. Kuvat ovat yksittäisiä erikoiskuvauksia ja aineisto on talletettu siltarekisteriin. Käyttäjiä ovat sekä Tiehallinnon että konsulttien asiantuntijat. Rekisterissä on erillinen Siltakuvat-sovellus (kuva 4), jonka avulla voidaan katsella ja ylläpitää siltaan liittyviä kuvia. Sovelluksessa on monipuoliset hakutoiminnot haluttujen kuvien valitsemiseksi sekä toiminnot kuvajoukkojen muodostamiseen ja ylläpitoon. Kuvia voidaan katsella selausikkunoiden pienoiskuvien lisäksi Siltakuvat-apuikkunassa tai Windowsin oletuskuvaohjelmalla. Myös Hanke-Sihasta on yhteys Siltakuvat-sovellukseen.

Siltakuvia otetaan aina sillan yleistarkastuksen yhteydessä, joita tehdään keskimäärin joka viides vuosi.

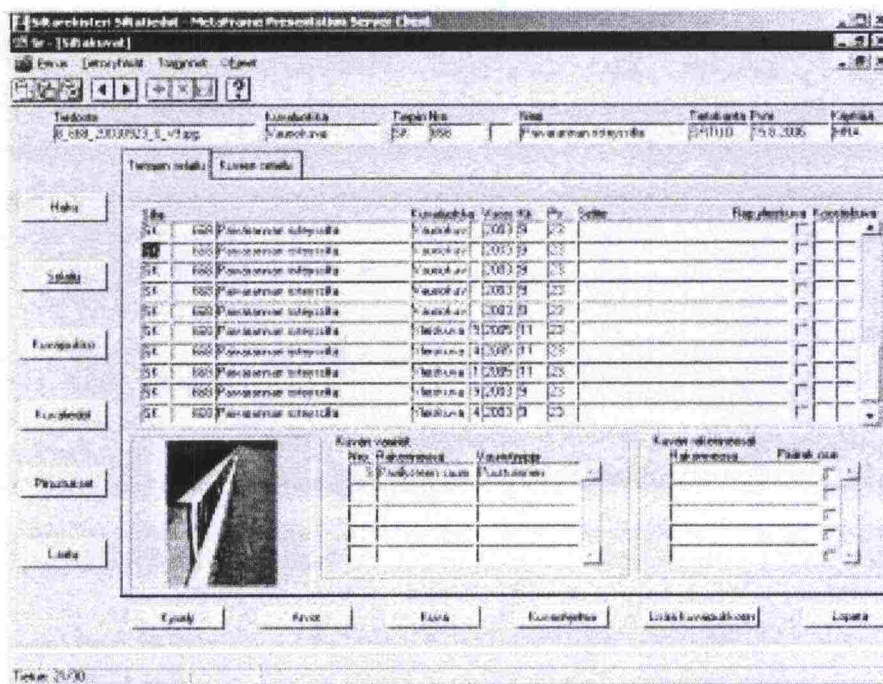
Silloista otetaan vähintään seuraavat valokuvat [Tiehallinto 2004]:

- Kuvat huomattavimmista vaurioista ja puutteista. Vaurioluokkiin 3 ja 4 kirjatuista vaurioista on pääsääntöisesti otettava valokuva.
- Yleiskuvat sillasta: sivukuva, kuva sillan päältä (ensisijaisesti siihen suuntaan, johon kuvattuna saadaan enemmän informaatiota tien vaaka- ja pystygeometriasta, tarvittaessa myös vastakkaiseen suuntaan) ja kuva sillan alta.

Kuvien nimiin kirjataan:

- Tiepiirin numerotunnus
- Sillan numero
- Kuvauspäivä
- Juokseva numero kyseisestä sillasta mainittuna päivänä otetuille kuville

- Kuvaluokkaa ilmaiseva koodi (ilmakuva, yleiskuva, detaljikuva, vauriokuva, työkuva tai muu valokuva)
- Kuvaluokkakoodista riippuva kuvaluokkatarkenne



Kuva 4. Siltarekisterin Kuva-sovelluksen "Tietojen selailu" -välilehti.

Tiehallinnon suunnitelmissa on ottaa lauttapaikat, laiturit ja tunnelit mukaan siltarekisteriin.

2.3 Muut kuvaukset Suomessa

Tiehallinto on aloittanut tieverkon mainoslaitteiden kuvaamisen. Vuonna 2006 aloitettujen inventointien yhteydessä mainoksien sijainti- ja omistajatiedot sekä luvallisuus viedään tierekisteriin ja mainokset kuvataan digikameralla [Tiehallinto 2006b]. Kuville annetaan juokseva numero (tiepiirinumero + juokseva numero) ja kuvien tarkkuudeksi on sovittu 640*480 kuvapistettä. Tiedostot tallennetaan värikuvina jpeg-formaattiin normaali-pakkauslaatua käyttäen, jolloin kuvatiedoston kooksi tulee n. 50 kilotavua. Kokonaisuuteen liittyy lisäksi dokumenttien hallintajärjestelmässä oleva poikkeuslupapäätös. Näiden järjestelmien avulla lupakäsittelijä seuraa mainosten tilannetta tieverkolla.

Kaupunkien katuverkoilla on myös tehty kuvauksia joissakin kaupungeissa. Tiedossa on ainakin Kouvolan katuverkon kuvaus v. 2000 digikuvauksena [SCC Viatek Oy, 2000] pysäytyskuva-menetelmällä. Kyseisen kuvausprojektin tuloksena oli sovelluksen kautta avautuva katukuvapalvelu, jossa kadun nimen valitsemalla saattoi selata kuvia yksittäin tai ajamalla kadun kuvat "videomaisesti" sarjana, valitsemallaan aikaviiveellä. Kuvanottovälinä käytettiin

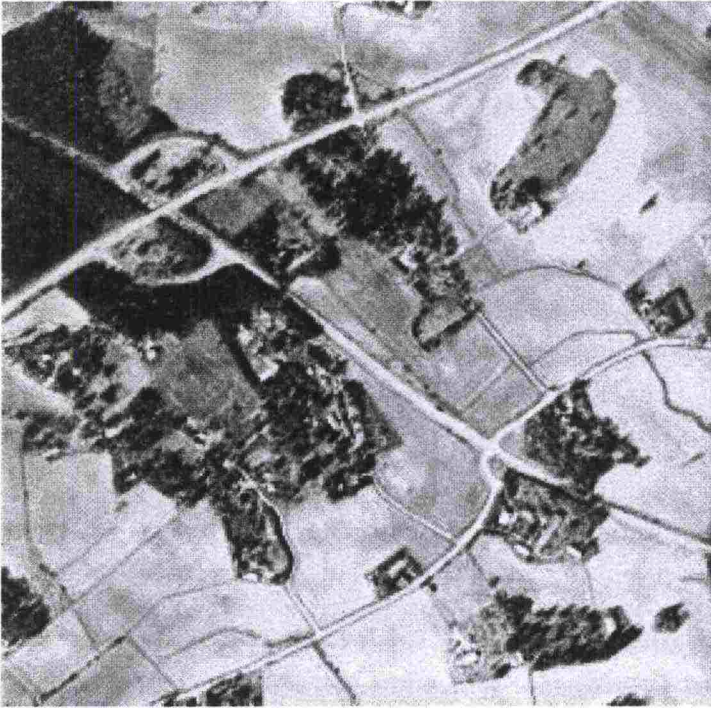
25 metriä, joka vastasi samoista kaduista tehdyn kuntotutkimuksen jaksotusta.

Rataverkolla on myös tehty omia kuvauksiaan. Esiselvitys rataverkon kuvauksia varten on tehty v. 2003 [Maa ja vesi Oy, 2003] ja sen jälkeen Ratahallintokeskus on kuvannut rataverkon jo kahteen kertaan digitaalisella videokameralla. Ratakuvapalvelu on ollut käytössä pari vuotta. Palvelu on internetin kautta salasanan haltijoiden vapaassa käytössä ja käyttöä on runsaasti RHK:n asioiden parissa työskentelevillä. Kuvausmenetelmää on kehitetty ja nyt on käytössä teollisuuskamera, jonka kuvavirrasta poimitaan pysäytyskuva 25 metrin välein ja talletetaan se tietokantaan. Suuria kysymyksiä ja ratkaistavia asioita kuvausprojektissa ovat olleet valtava datamäärä, kameroiden fyysinen lyhyt käyttöikä ja rataverkon rakenteen kuvaus tietokannan pohjaksi. Tätä rakenteen kuvausta ollaan parhaillaan tarkentamassa.

Vesiväylien osalta Merenkululaitoksen alueyksiköt ovat kuvanneet viime aikoina kiinteitä ja kelluvia turvalaitteita (esimerkiksi siltojen alitukset, merimerkit jne.). Kuva-aineisto on linkitetty väylä- ja turvalaiterekisteriin (VATU). Pelkän veden kuvaaminen ei luonnollisestikaan riitä, minkä vuoksi kattavia kuvauksia vesiväylistä ei ole tehty. Kuva-aineiston hankkiminen vesiväyliltä ja kuvien käyttö tulee vielä kehittymään.

Ilmakuvakeskus tekee Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ylläpidossa tarvittavat ilmakuvaukset. Tämän lisäksi ilmakuvakeskus tekee ilmakuvauksia tilauksesta muille valtion laitoksille, kunnille, metsäkeskuksille ja yksityisille yrityksille. Kuvauksissa käytetään WILD/LEICAN RC 20-mittakameroita. Kuvauskamerat on varustettu laitteistolla, joka kompensoi lentokoneen liikkeestä johtuvan epäterävyyden filmillä matalallakin lennettäessä (FMC). Käyttötarkoituksesta riippuen kuvauksessa käytetään joko 153 mm:n laajakulmaobjektiveja tai 213 mm:n välikulmaobjektiveja. Kuvausfilmeinä käytetään kartoitus- ja kuvatulkintaa varten valmistettuja ilmakuvauksfilmejä. Maanmittauslaitoksen omiin kuvauksiin käytetään Etelä-Suomessa mustavalkofilmiä ja Pohjois-Suomessa väri-infrafilmiä. Ilmakuvia on käytetty jo pitkään maastokarttojen valmistuksessa. Lisäksi ilmakuvia on käytetty runsaasti teiden, rautateiden ja maankäytön suunnittelussa sekä erilaisissa luontoon liittyvissä tutkimuksissa ja selvityksissä. Digitaalisina tuotetaan nykyisin ilmakuvia ja ortokuvia (tulkitsematon valokuva maastosta, ks. kuva 5). Tavallisten ortokuvien lisäksi tuotetaan maastotietojärjestelmän ortokuvia (maastoresoluutio 0,5 m) sekä OrtoCD-ortokuvia (maastoresoluutio 1,0 m).

Muista kotimaisista palveluista voidaan mainita internetin www.020202.fi, joka tarjoaa karttoja ja laadukkaita ilmakuvia.



Kuva 5. Esimerkki ortokuvasta. © Maanmittauslaitos 2006 (käyttöoikeuslupa 142/2006, kopiointi ilman Maanmittauslaitoksen lupaa on kielletty).

2.4 Nykyiset kuvaustekniikat

Tieverkon kuvauksissa käytetty tekniikka

Oulun tiepiirin alueella viime vuosina tehdyissä tieverkon kuvauksissa on käytetty kahta kameraa, kannettavaa tietokonetta, GPS -satelliittipaikanninta ja siirtokovalevyä. Kannettavassa tietokoneessa on käytetty ohjelmaa, joka ohjaa näitä laitteita. Ohjelma muuntaa satelliitilta saadut koordinaatit tieosoitteeksi ja antaa kameralle käskyn ottaa kuvan n. 20–30 metrin välein (ohjeiden mukaan kuvavälin tulee olla 25 ± 5 m). Ajonopeus voidaan tällöin valita. Ohjelma tallentaa kuvan sen tieosoitteen ja suunnan nimellä. Kuvat siirretään työpäivän jälkeen toiselle koneelle tai siirtokovalevylle, johon ne tallentuvat päivämäärän mukaan nimettyyn kansioon. Tämän jälkeen kuvat ovat valmiita toimitettavaksi palvelimelle. [Sirviö, Matti 2006]

Kuvaukset on tehty tilausten mukaan kumpaankin suuntaan. Alle 6 metriä leveillä teillä kuvaus on tehty kahteen suuntaan yhtä aikaa keskellä tietä ajaen ja yli 6 metriä leveillä teillä kumpikin suunta erikseen (kaistan keskellä ajaen), jolloin on saatu tasapuolinen näkymä tiealueesta molemmilta puolilta. Kaksiajorataiset tiet on kuvattu kaistakohtaisesti. Seuraavassa kuvassa (kuva 6) on esimerkki kuvanäkymästä kaksiajorataisen tien vasemmalla ajo-kaistalla [Tiehallinto 2006].



Kuva 6. Esimerkki tieverkon valokuvasta kaksiajorataisen tien vasemmalta ajokaiselta [Tiehallinto 2006].

Uusimpia kuvauksia varten on kehitetty ohjeet kuvaustavasta ja -tekniikasta. Ohjeessa on selitetty muun muassa:

- Kuvaväli (ohjeessa on käytetty termiä kuvaustiheys)
- Paikannus
- Kameran suuntaus
- Kuvaamistapa (ajorata vs. kaistakohtainen kuvaus)
- Sää- ja valaistusolosuhteiden huomiointi
- Kuvien laatuvaatimukset
- Kuvatiedostojen ominaisuudet
- Kuvien luettelointi

Olemassa olevia teknisiä mahdollisuuksia

Kalansilmäobjektiivi on lyhyen polttovälin laajakulmaobjektiivi, joka tarkentuu pallopinnalle ja esittää samalla kuvaus etäisyydellä olevat kohteet yhtä suurina. Objektiivin kuvakulma on vähintään 180° , jolloin otetusta kuvasta tulee reunoilta vääristynyt ja siinä etäämpänä olevat suorakulmaiset kohteet muuttuvat tynnyrimäisiksi. Kalansilmäobjektiiveilla otetut kuvat voidaan jakaa kahteen erilaiseen ryhmään: pyöreän kuvan tuottaviin (circular fish-eye) ja täydenruudun kuvan tuottaviin (full-frame fish-eye). Pyöreän kuvan tuottavien kalansilmäobjektiivien kuva-ala on joka suuntaan 180° ja täyden ruudun kalansilmäobjektiivin kuva yleensä vain diagonaalisesti 180° . Kalansilmäobjektiivillä otetuista kuvista voidaan tehdä kuvankäsittelyohjelmalla sekä palloetta lieriöpanoraamoja. Myös kalansilmäobjektiivillä otetuissa kuvissa näkyvät kaarevat linjat voidaan oikaista kuvankäsittelyohjelmalla jolloin saadaan superlaajakulmaa vastaavia kuvia. Kalansilmäobjektiivillä kuvatuista kohteista voidaan ohjelmallisesti muokkaamalla kuva kaksi väri- tai mustavalkokuvaksi, jota voidaan käyttää tehtäessä kuvasta Sky-view Factor -analyysi.

Panoraamakuva digitaalisessa muodossa on kuvatiedosto, josta katsellaan vain näkökenttään sopivaa osaa kerrallaan. Kuvatiedoston tarkoituksena on esittää laaja vaakasuuntainen näkymä. Panoraamakuvan korkeusleveysuhde (aspect ratio) on vähintään 1:2 ja vaakasuora katselukulma ulottuu 65°:sta aina täyteen ympyrään eli 360°:een. Panoraamakuvan katse-
luikkunan tulisi olla sivusuhteeltaan tietokonenäytön vakiomuotoa noudatta-
va 4:3. Panoraamakuvia voidaan tuottaa erilaisilla menetelmillä. Leveitä ta-
soperspektiivisiä ruutuja kuvaavat laajakulmakamerat:

- Laajakulmakamerat
- Kinofilmikameroiden PC-optiikat ja kuvien yhdistäminen

Kalansilmä- ja erikoisoptiikat (palloperspektiivi tms.):

- Kokoruudun kalansilmät, 180 astetta kulmasta kulmaan
- Pyöreän kuvan kuvaavat kalansilmät, 180 tai 220 astetta

Optiikkaa kääntämällä ympyräperspektiiviä kuvaavat erikoiskamerat:

- Vain optiikka liikkuu
- Koko kamera kääntyy

Panoraamakehän kuvaus tehdään kääntämällä kameraa myötäpäivään. Koostettu kuva aukeaa keskeltä, joten kuvauksen alkukohta on mieluiten ha-
luttua alunäkymää vastapäätä. Otettujen panoraamakuvien on oltava tar-
kasti samalla vaakakehällä. Kuvien yhteensovittaminen ohjelmallisesti vaatii
kuvien limityksen, ohjelmasta riippuen 20–50 % kuvan leveydestä. Otetuista
kuvista yhdistetyn panoraamakuvan jatkoskohtiin joutuvat vertikaaliset koh-
teet ja muut elementit "porrastuvat" eivätkä kohdistu täsmällisesti kameran
kääntämisen takia. Panoraamakuvat muodostava ohjelma korjaa kuvattuja
muotoja, mutta ei aina toimi täydellisesti voimakkaasti kolmiulotteisissa koh-
teissa. Myös kuvausobjektiivin geometriavirheet, kuten tynnyripoikkeama,
tuottavat kuviin epämääräisiä jatkoskohtia. Jatkosvaikeuksia ei ole käänty-
väobjektiivisten kameroiden tuottamissa kuvissa. Digitaalinen kamera ei au-
tomatiikkansa takia pysty tuottamaan sävyiltään täysin samanlaisia osakuvia
panoraamakuvaan, jolloin maaston tummuus ja sävyt vaihtelevat. Ohjelmal-
lisesti kuvien sävyjä pystytään usein korjaamaan, mutta toimenpide latistaa
samalla kuvan värejä ja valaistusta.

2.5 Kuvausten kustannukset

Tieverkon kuvausten yksikkökustannukset ovat v.2006 urakoissa 4–6 € / ki-
lometri (kaksikaistaiset tiet), 11–15 € / kilometri (kaksiajorataiset tiet) ja 16–
21 € / kilometri (kevyen liikenteen väylät). Vuosikustannukseksi pääteiden ja
alemman tieverkon kuvauksesta on tullut n. 100 000 €.

Tiekuvasovelluksen kustannukset ovat n. 20 000 € / vuosi.

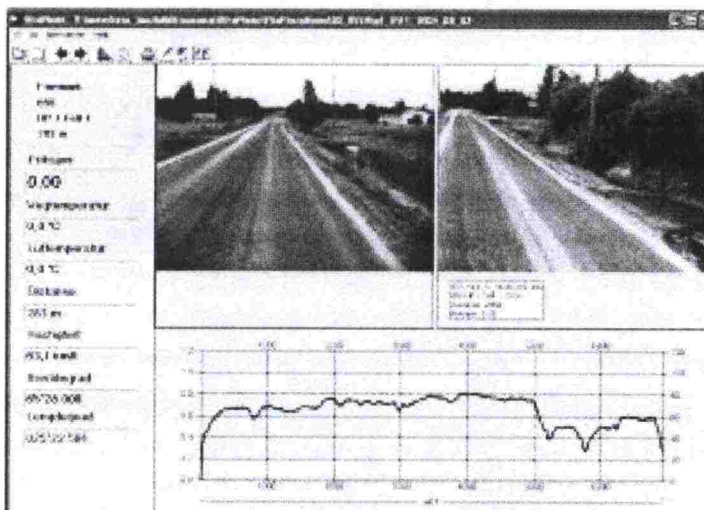
Objektiivien hinnoista voidaan mainita edellisessä luvussa mainitun kalan-
silmäobjektiivin hintataso 400–600 €.

2.6 Ulkomaiden tilanne

Monissa maissa on kehitetty tieverkon kuvaussysteemejä sekä niihin liittyviä tietopalveluja. Norjassa on käytetty *VitaPhoto*-järjestelmää, Tanskassa *VIS-kuvausta/VIMS-järjestelmää*, Ruotsissa on kerätty tieverkon kuva-aineistoja ja USA:ssa on kehitetty mm. *Mandlin* kuvaussysteemi sekä siihen liittyviä erilaisia kuvatietopalveluja.

Norjalainen VitaPhoto-järjestelmä sisältää automaattisen tarkkojen digikuvien ottamiseen kehitetyn laitteiston. Kuvien yhteyteen saa kuvauspaikkaan liittyvää informaatiota, kuten kuvauspaikka (etäisyys), koordinaatit, nopeus sekä erilaista mittaustietoa (lämpötila, kitka). Laitteiston saa kytkettyä mm. autoon, junaan tai helikopteriin. Käytössä on useita kameroita, joiden yhteydessä on mukana myös kitkanmittauslaitteisto. Järjestelmä tarkastelee kuvattaessa sulkimen ja valotuksen asetuksia ja kamerat voi sijoittaa ajoneuvon sisälle tai ulkopuolelle. Kuvakokona käytetään n. 250 Kb. Norjan Tiehallinto kuvaa vuosittain suuren osan viidestä tiepiiristään.

Kuva-aineiston katseluun on tehty 2 erilaista sovellusta: *VitaView* yksittäisten kuvien katseluun ja *DeskTop* vaativampaan katseluun (kuva 7). *DeskTop*-issa kuvia voidaan seurata joko yksitellen tai automaattisesti kuvasarjana ja kuvien yhteyteen voidaan tallentaa omia kommentteja muistilapputoiminnon avulla. Kuvia voidaan ladata katsottavaksi joko yksittäin tai molemmat samalta kohtaa otetut kuvat yhtäaikaaisesti. Käyttöliittymän ulkoasu on sama kuin mittauslaitteiden ohjauksessa käytetyssä ohjelmassa. Kuvien yhteyteen tallennetut tiedot näytetään omassa sarakkeessaan automaattisesti kuvan näkyessä. Sovelluksissa ei ole karttaliittymää.



Kuva 7. VitaPhoton DeskTop-sovellus.

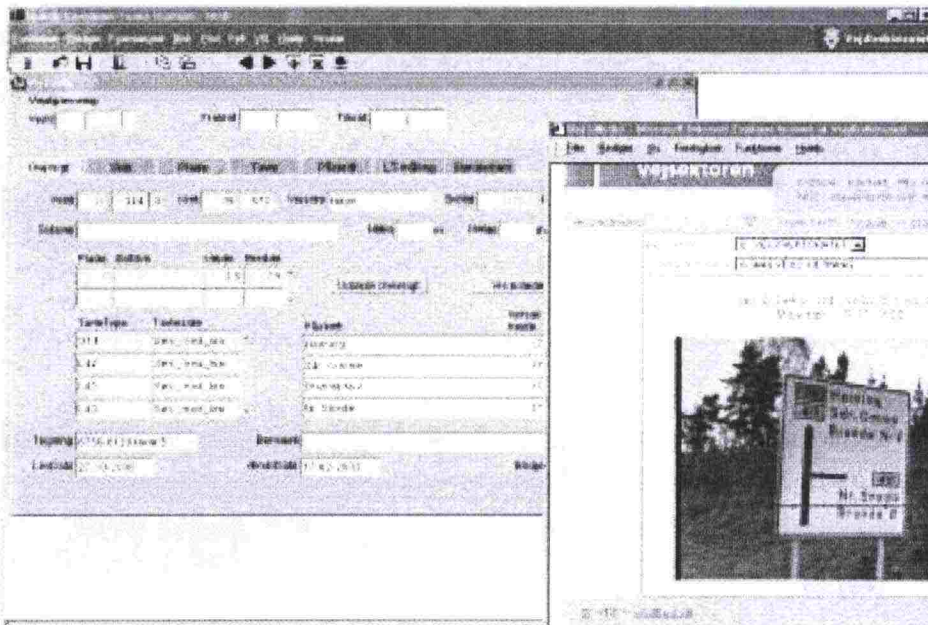
VitaPhoton käyttökohteita ovat olleet muun muassa:

- Teiden kuvaaminen ja rekisteröinti
- Lähtötietona ylläpitoon ja rakentamiseen
- Tiemerkintöjen dokumentointi

- Tien vaurioiden, talvihoidon ja tien kunnan kuvaaminen
- Tienvarren objektien dokumentointi
- Vaarallisten tieosuuksien havainnollistaminen (liikenneturvallisuus)
- Voimalinjojen / sähköjohtojen kuvaaminen
- Rautateiden kuvaaminen

Käyttäjiä Norjassa ovat olleet tiehallinto, rautatieviranomaiset, pelastusviranomaiset ja poliisi.

Tanskalainen VIMS-sovellus on kuvien katsomiseen internetin välityksellä rakennettu ympäristö, jossa kuvat ovat laajan katsojajoukon haettavissa. Samanaikaisesti kuvien katselun yhteydessä voidaan tarkastella VIS-rekisteriin tallennettua tietoa (kuva 8). Tietopalvelu on hoidettu siten, että kuvista on luotu viittaukset VIS-tietopankkiin. VIMS näyttää kuvat pakattuna (15–20 %), mutta alkuperäisiä kuvia on mahdollista myös tutkia. Tämä vaatii luonnollisesti sen, että molemmat kuvat on tallennettu internet-käyttöön. Sovellukseen ei kuulu karttaliittymää.



Kuva 8. VIMS-sovellus yhdessä VIS-rekisterin kanssa.

Ruotsin Tiehallinto on käyttänyt itse rakentamiaan systeemejä kuvien katseluun ja teettänyt kuva-aineistoja mm. seuraaviin tarkoituksiin:

- Olemassa olevan tiestön ja ojien dokumentointi ylläpito-hankkeissa (4–5 v.)
- Objektitason tarkasteluja varten (kivien ja puiden yms. vaarallisen poisto liikenneturvallisuussuunnitelmissa)

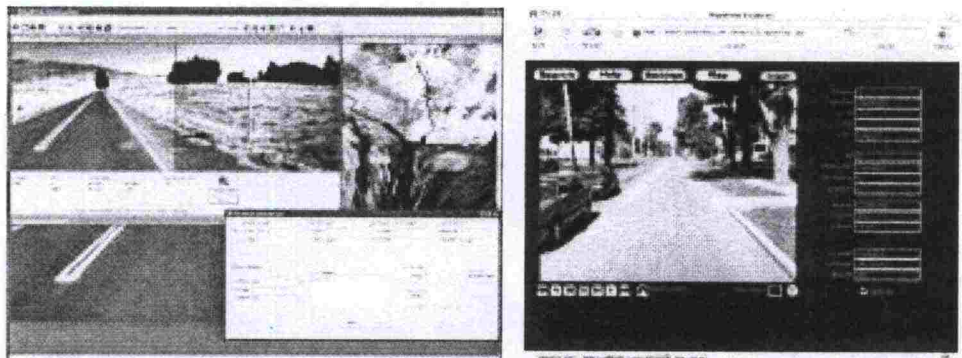
USA:ssa, Oregonissa *Mandli Communications* on kehittänyt kuvaussysteemin, jossa kuvaresoluutiona käytetään 1600x1200. Kamera sijoitetaan sisälle ajajan korkeudelle, hiukan oikealle suunnattuna; toinen kamera voidaan

sijoittaa kuvaamaan 45 asteen kulmassa oikealle. Datakeräyssysteemi (DVX) hallitsee molemmat kamerat. Lisäkameran kuvauskohteita ovat mm:

- Opasteet
- Tien vierustan piirteet
- Mainostaulut
- Kasvillisuus
- Maaperä

Kuvien ottamiseen on rakennettu myös systeemi, jolla voi kuvata täyden ympyrän verran kuvia (360°). Ympyrältä voi ottaa haluamansa määrän kuvia.

Kuvien katselua varten on erilaisia ohjelmistoja: Roadview 6 (ks. kuva 9), jolla voidaan katsella kuvia ja muuta dataa samalla kertaa (kartta, tietokantatiedot, inventointitiedot), *Roadview Explorer 2* (kuva 9), joka on internet-ympäristössä toimiva sovellusympäristö (kuvien ohella voi katsoa karttaa, GPS-dataa yms.) ja *Roadview Player*, jolla on samantapaisia ominaisuuksia kuin em. sovelluksilla. Roadview 6:n ja Roadview Playerin avulla voidaan tehdä yksinkertaisia mittauksia kuvista (tien leveys jne.).



Kuva 9. Mandlin Roadview 6 ja Roadview Explorer 2.

Ulkomailla käytetyistä kuvaustavoista tavallisin on tien kuvaus eteenpäin, mutta myös kahteen suuntaan (eteen ja taakse) kuvausta käytetään. Edellä mainituissa esimerkeissä tuotiin esille kuvaus ajoneuvosta sivulle päin (maankäyttö yms.). Muita menetelmiä ovat kuvien yhdistäminen panoramakuvaksi (kuva eteen ja sivulle), kalansilmäobjektilla ylöspäin kuvattava *Sky-view Factor* (lämpötilaus, kasvillisuus) ja 360 asteen kuvaus (liittymät).

Internetissä on kolme Googlen sovellusta satelliittikuvien katseluun, *Google Earth*, *Google Earth Plus* ja *Google Earth Pro*. Jokaisessa sovelluksessa on sama kuvamateriaali käytössä, mutta sovellusten lisäominaisuuksia on enemmän käytettäessä kehittyneempiä sovelluksia. Google Earth on ilmainen ja sen kautta voi katsella satelliittikuvia haluamastaan kohteesta. Sovellukseen ei sisälly erityisiä lisäominaisuuksia. Plus-versio on pienen summan maksava (20 USD) kehittyneempi versio samasta sovelluksesta. Erona perusversioon on mm. suurempi nopeus, GPS-datan saanti, parempi resoluutio printattaessa, mahdollisuus käyttää piirtotyökaluja ja datan sisäänluku (csv-tiedostot). Pro-versio on ammattilaiskäyttöön tarkoitettu, 400 USD maksava sovellus. Sen lisäominaisuuksia ovat mm. erittäin suuri nopeus ja suuri reso-

luutio sekä piirto- ja mittaustyökalujen käyttö. Lisäksi on mahdollisuus lisämaksua vastaan tehdä videoita kuvamateriaalista ja lukea erilaisia dataja sisään sovellukseen (GIS, GDT-liikennetiedot). Sovelluksissa käytetty kuvamateriaali on otettu satelliiteista ja lentokoneista viimeisen 3 vuoden aikana, joten esimerkiksi harvaan asutuilla alueilla kuvat voivat olla melko vanhoja. Kuvatarkkuus on parempi suurten kaupunkien ja niiden lähialueiden osalta (ks. kuva 10). Esimerkiksi Suomen kaupungeista n. kymmenen Etelä- ja Keski-Suomen suurinta kaupunkia on esitetty suurella resoluutiolla.

Googlen lisäksi www.flashearth.com tarjoaa vastaavan tyyppisiä satelliittipohjaisia kuvia.



Kuva 10. Esimerkki Google Earthin kuvamateriaalista
[lähde: <http://earth.google.com>].

3 KOKEMUKSET JA ODOTUKSET

3.1 Kokemukset ja odotukset eri tehtävälueilla

Tässä luvussa esiteltävät kokemukset ja odotukset perustuvat kesäkuussa 2006 tehdyn pienimuotoisen sähköpostikyselyn tuloksiin. Kysely lähetettiin 33 asiantuntijalle ja vastaus saatiin 23 henkilöltä (18 Tiehallinnon henkilöä, 5 konsulttia). Vastaajien työtehtävät kattavat koko väyläomaisuuden hallinnan kirjon.

3.1.1 Väyläomaisuuden hallinta

Päällystetyt tiet

Kokemukset kuvausaineistojen käytöstä ylläpidossa ovat olleet positiivisia, vaikka alkuvaiheessa onkin ollut jonkin verran ongelmia kuvien laadun ja tietopalvelun kanssa. Kuvia on käytetty tähän mennessä lähinnä pohjoisemmissa tiepiireissä ja kokonaisuutena ajatellen kuvat ovatkin tiepiirien ja konsulttien toimintaa tukevaa aineistoa. Sen sijaan esimerkiksi tienpidon ja ylläpidon suunnittelu- ja asiantuntijapalveluissa kuva-aineiston tarve liittyy lähinnä raportteja varten tarvittaviin yleiskuviin liikennetilanteista ja -alueista. Tähän tarpeeseen massiivinen kuva-aineisto ei sovi kovin hyvin.

Seuraavia myönteisiä seikkoja on havaittu kuva-aineiston käytöstä:

- Kuvat säästävät työaikaa, koska osaa maastokäynneistä ei tarvitse tehdä. Tämä tuottaa kustannussäästöjä, säästyneen ajan muodossa. Kaikkia maastokäyntejä kuva-aineisto ei kuitenkaan korvaa.
- Kuvat antavat hyvän käsityksen kesäajan olosuhteista.
- Kuvista voidaan arvioida toimenpidetarvetta sellaisten vaurioiden osalta, joita ei voi mitata tai inventoida (esimerkiksi tien reunapainumat tai muut reunavauriot).

Joitakin puutteita on myös tullut esiin:

- Kuvausaineistojen kattavuus ei ole aina ollut riittävä
- Säätila (sade yms.) voi huonontaa kuvien laatua
- Kuvaus eteen- tai taaksepäin ei riitä kaikkiin tarpeisiin

Ylläpidon näkökulmasta voidaan havainnoida kuvista mm. tiemerkinlöjä, varusteita ja laitteita, tien pintaa yleisesti sekä tien reuna-alueen kuntoa ja ojitusta.

Tiepiirien päällysteiden ylläpitoon liittyvässä ohjelmoinnissa ja suunnittelussa kuva-aineisto korvaa maastokäyntejä ja mahdollistaa täsmäkohteiden nopean tarkistuksen. Toisaalta maastokäyntien vähentäminen edellyttää kuva-aineiston jatkuvaa ylläpitoa. Tästä syystä tieverkolla tapahtuvien oleellisten muutosten tulisi näkyä kuvissa. Kuva-aineisto antaa karttaa paremman yleiskuvan kohteesta sekä mahdollisuuden tarkastella yhtä aikaa kuvaa ja

rekisteritietoa. Esimerkkinä voidaan mainita rakenteenparantamiskohteen suunnittelu, jossa käytetään maaperätietojen lisäksi kohteen yleiskuvaa.

Kuva-aineisto antaa ylläpidon hankinnassa eri urakoitsijoille tasavertaisen lähtökohdan tarkasteltavasta kohteesta (paikallistuntemus). Tämä sopii hyvin yhteen ylläpidon uusien hankintamallien kanssa.

Yleiskuvien tarkkuus ei kuitenkaan riitä ylläpitotoimenpiteiden määrittämiseen. Tien uraisuus ja tasaisuus eivät näy kuvista. Sen sijaan tien pientareiden muodonmuutoksista ja ojien kuivatustilanteesta saa viitteitä. Kuivatuksen ja rumpujen arviointi edellyttää silti maastokäyntiä.

Kevyen liikenteen väylät

Kevyen liikenteen väylien kuvausten koetaan olevan erittäin tarpeellisia. Niitä ei kerätä järjestelmällisesti mittaustietoa, minkä vuoksi kuvia on mahdollista käyttää toimenpidetarpeen arviointiin. Tähän riittää useimmiten yleiskuva. Lisäksi liittymien, alikulkujen yms. osalta voidaan havaita liikenneturvallisuuden liittyviä ongelmapaikkoja. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi kevyen liikenteen väylien kuvaukseen on jopa suuremmat perusteet kuin teiden kuvaukseen.

Muita mahdollisuuksia ovat kuvien käyttö tukiaineistona kevyen liikenteen väylien luonteen määrittelyssä sekä toiminnallisten laatuvaatimusten verifiointissa.

Soratiet

Tärkein kuvista havaittava asia on sorateiden kuivatus. Sorateilla tehdään kuntoinventointeja, joten kuntotilanne on parhaiten nähtävissä inventointien tulosten kautta. Päälystettyjen teiden tapaan kuvat tarjoavat viitteitä kuivatustilanteesta. Lisäksi kuvia voidaan käyttää kuntotietojen ohessa käytettävänä materiaalina.

Rampit

Ramppeja ei ole toistaiseksi kuvattu, mutta niiden kuvaaminen on kevyen liikenteen väylien tavoin erittäin tarpeellista, koska ramppeja ei mitata niin usein kuin ajokaistoja. Kuvien käyttötarpeet ovat vastaavia kuin ajokaistojen osalta.

Varusteet, laitteet ja tiemerkinnot

Tiehallinnossa on hankinnan osalta jo päätetty, että kaikkien alueurakoiden varusteet ja laitteet kuvataan. Kuva-aineistolle koetaan olevan tarvetta historiatietona (esimerkiksi tiemerkinnotien dokumentointi). Kuvia varusteista, laitteista ja tiemerkinnoista voidaan käyttää apuna myös lupa-asioissa sekä hankkeiden tarjousvaiheissa.

Liikennemerkkien, opasteiden ym. laitteiden kuvaamiseen on selkeä tarve. Tämä tarve liittyy liikenneturvallisuuteen sekä lupavalmisteluun. Kokonaista liittymää ei ole aina kuitenkaan mahdollista saada samaan kuvaan (vrt. erikoiskuljetuslupa-asiat). Tällöin ratkaisuksi jää erityiskohteiden erillinen kuvaus.

Nykyisistä kuvista ei aina saa selvää pienempien opasteiden ja viitoitusten teksteistä. Tämä voi vaatia kuvien tarkkuuden parantamista tai kuvavälin lyhentämistä.

Tierekisteritiedoista ei saada esiin varusteiden ja laitteiden havaittavuutta ja sijoittelua, mutta kuva-aineistosta tällainen on mahdollista havaita. Kohteiden inventointi on nykyisin täysin mahdollista kuvien perusteella (esimerkiksi kaiteet). Tällöin kuvien tulee olla hyviä (sarjana). Tässä tosin kaiteiden korkeuden arviointi on vaikeaa. Kuvaustekniikka ja tiedonhallinta tarjoavat nykyisin mahdollisuuden jopa automaattisen kuvantunnistuksen avulla tapahtuvaan inventointiin. Mahdollisia inventointikohteita voisivat olla tällöin:

- Kaiteet, sumupaalut
- Liikennemerkkit
- Valaisinpylväät
- Reunakivet
- Tiemerkinnet

Sillat

Kuvien merkitys on suuri esimerkiksi siltojen ylläpitotoimenpiteiden määrittämisessä, vaurioitumisen seurannassa ja sillantarkastusvälineitä valittaessa. Kuvia käytetään myös yksittäisiä siltoja laadunmittaustarkastuksiin valittaessa. Kuvamateriaali on tarpeellinen ja osa normaalia toimintamallia. Kuvien tallettaminen Siltarekisteriin on osa ohjeistettua sillantarkastustoimintaa.

Sillat tarkistetaan viiden vuoden välein, mikä aiheuttaa toisaalta sen, että kuvatiedostojen määrä kasvaa. Lisäksi erikoistarkastusten määrä on kasvanut ja tämäkin lisää osaltaan tiedostojen määrää. Ongelmia on esiintynyt sillan kuvatiedostojen siirrossa Siltarekisteriin Tiehallinnon ulkopuolisista koneasemista. Olennaista on myös, etteivät kuvatiedostot sisällä EXIF-dattaa (kuvan ottamiseen liittyvät tiedot), koska silloin siltarekisterisovellus ei tunnista kuvatiedostoa.

Tarjousvaiheessa suunnittelijan ei nykyisin odoteta käyvän sillalla siltojen peruskorjausten suunnittelua kilpailutettaessa. Yleiskuvat ovat käyttökelpoisia, kun tarvitaan tietoa siitä, miten sillalle pääsee korjausta tehtäessä.

Nykyisten siltakuvien lisäksi on tarvetta sillan ympäristössä sijaitsevien varusteiden ja laitteiden kuville. Siltojen kuvausta ei kuitenkaan voi yhdistää tiestön peruskuvaukseen. Tieverkon kuvaus ja siltojen kuvaus ovat periaatteeltaan niin erilaisia, ettei niiden yhdistämistä voi ajatella. Sen sijaan kuva-aineistot voisivat mahdollisesti tukea toisiaan tietopalvelutasolla.

3.1.2 Liikenteen palvelut ja liikenneturvallisuus

Liikenteen palvelut

Tieverkon kuva-aineistoja ei ole toistaiseksi käytetty liikenteen palveluissa tai erikoislupa-asioissa. Tarvetta on erikoiskuljetusten lupa-asioissa mm. liittymien, eritasoliittymien ja ramppien erilaisten detaljien kuva-aineistolle.

Kiertoliittymien kuvaaminen on ongelmallista ja tätä pitäisi pyrkiä kehittämään. Kaarteissa kuva suuntautuu ulos väylältä. Nykyisistä aineistoista jää oleellisia seikkoja kuvaamatta myös tavallisissa liittymissä ja niiden kuvausta pitäisi kehittää. Liittymä voi esimerkiksi olla niin laaja, että kaikki asiat eivät mahdu kuvaan tai sitten kuvavälin ansiosta joki liittymän ominaisuus jää epäselväksi.

Lisäksi kysymyksiä on esitetty mahdollisuudesta arvioida pystygeometriaa kuvista ja näkyvätkö opasteet riittävän selkeästi. Pystygeometrian arviointiin kuvat eivät missään tapauksessa riitä, koska kuva määräytyy ajoneuvon kaltevuuden mukaan. Opasteiden katsotaan näkyvän riittävän selkeästi nykyisellä kuvavälillä 25 ± 5 m. Portaalit eivät näy kuvista riittävän hyvin tai eivät näy lainkaan. Kuva-alan määrittäminen johtaa siihen, että korkealla oleva portaali rajautuu portaalia lähellä olevissa kuvissa pois. Tähän kaivataan parannusta.

Liikenneturvallisuus

Liikenneturvallisuuksuunnitelmissa ja väylä- ja viitoitus suunnittelussa on käytetty valokuvia (konsultit). Kuva-aineisto on vähentänyt maastokäyntien tarvetta ja kuvien koetaan sopivan hyvin suunnittelutehtävien taustamateriaaliksi. Puutteena on havaittu kuva-aineiston laadunvarmistuksen puuttuminen. Epäkurantit kuvat rasittavat palvelun toimivuutta.

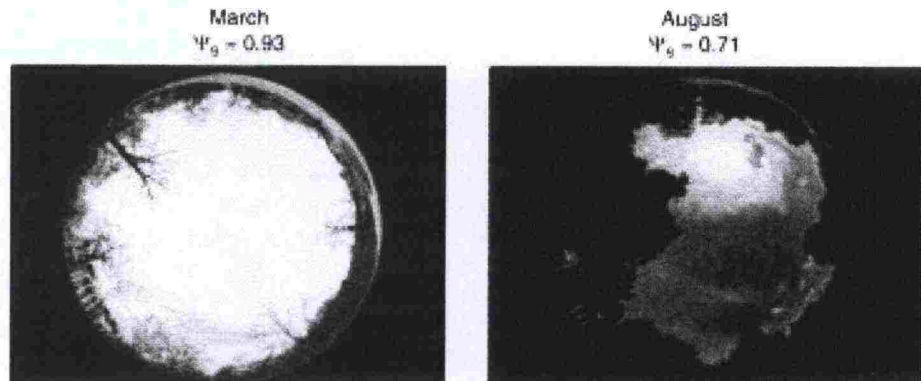
Liikenneturvallisuuteen liittyviä kuva-aineistojen käyttötarpeita voisivat olla esimerkiksi:

- Liittymärumpujen, luiskien päiden ja kaarteissa olevien puiden havainnointi – tavoitteena pehmeämpään tieympäristöön pyrkiminen
- Liittymien kanavointien, opasteiden yms. näkyvyyden havainnointi (tarpeen mukaan erityiskuvauksena)
- Optisen ohjauksen virheellisten kohteiden havainnointi
- Näkemien kuvaus, johon yhdistettynä laseretäisyysmittaus
- Havaittavuuden ja näkyvyyden arvottaminen kuvien perusteella
- Tienpinnan laadun vaihtelu talviaikana, tien jäätyminen

Talvihoito

Käyttötarpeena esitetty tien jäätyminen viittaa ns. Sky-view Factorin käyttöön. Sky-view Factor kuvataan kalansilmäobjektilla suoraan ylöspäin (kuva 11). Tien lähellä olevat puut ja muu kasvillisuus vaikuttaa tien pinnan lämpötasapainoon ja sitä kautta tien pinnan jäätymiseen. Tämän kuvaustavan avulla voitaisiin määrittellä mahdollisesti nopeasti jäätyviä kohtia tietyissä kehitilanteissa ja mahdollisesti se voisi vaikuttaa liukkaudentorjuntatoimenpiteisiin. Aiemmin käytetty teiden "lämpökartoitus" (tienpinnan lämpötilan mitta-

us) on työläs ja kallis toimenpide, eikä ole yleistynyt Suomessa. Lähes vastaavaa tietoa voidaan saada mittaamalla Sky-view Factoria, tosin se ei ota huomioon tien rakenteeseen liittyviä tekijöitä, kuten sillat tai mahdolliset eristetyt kohteet. Mittaaminen on paljon helpompaa ja dataa on mahdollista käsitellä melko automaattisesti.



Kuva 11. Esimerkki saman kohteen Sky-view Factorista maaliskuussa ja elokuussa [Grimmond et al, 2001]. Kuvat on otettu kalansilmäobjektiveilla.

3.1.3 Asiakaspalvelut ja viranomaistehtävät

Tieverkon valokuvien katsotaan tarjoavan suuren hyödyn asiakkaiden yhteydenottojen ja asiakaspalautteiden hoidossa. Tarpeelliseksi koetaan asioiden käsittelyä palveleva, ajan tasalla oleva kuva-aineisto, joka on helposti saatavilla. Jos asiakaspalvelijalla ei ole paikallistuntemusta, on mahdollista kuitenkin keskustella asiakkaan kanssa kuva-aineistoon tukeutuen. Asiakaspalvelun eräänä tavoitteena on ollut keskittää asiakasneuvonta, mikä voi johtaa paikallistuntemuksen heikkenemiseen, ja tällöin kuvista tulee olemaan selkeästi hyötyä. Asiakaspalvelun kannalta kuvien ylläpito on tärkeää. Esimerkiksi 5 vuotta vanha kuva-aineisto on jo auttamatta vanhentunutta. Tosin jo vuoden ikäinen kuva voi olla vanhentunut, jos tie tai sen ympäristö muuttuu.

Viranomaistehtävissä katsotaan kuva-aineistoilla saavutettavan jonkin verran kustannussäästöjä. Kuvat vähentävät maastokäyntien tarvetta (esimerkiksi liittymälupa-asioissa) ja nopeuttavat lupakäsittelyä. Mielipiteissä on kuitenkin eroja. Kuva-aineistoja ovat käyttäneet vain niiden tiepiirien viranomaistehtävissä ja asiakaspalvelussa toimivat, joiden alueelta kuvia on otettu. Niinpä esimerkiksi Oulussa kuva-aineistoja on käytetty tiealoitteiden käsittelyssä lähes päivittäin. Kuva-aineisto koetaan erittäin tarpeelliseksi.

Tienvarsimainontaan liittyvässä lupakäsittelyssä ei ole käytetty tieverkon kuva-aineistoa, eikä sen koeta soveltuvan tähän tarkoitukseen. Tieverkon kuvauksessa ei saada mainoksista riittävän tarkkoja kuvia, eivätkä kuvat satu oikealle kohdalle (kuva-ala ei riitä). Mainosten osalta kuvaus on joka tapauksessa tarpeen tehdä erikoiskuvauksena. Mainosten inventointi on aloitettu ja tässä yhteydessä mainokset kuvataan digikameralla ja niiden sijainti viedään tierekisteriin. Mainoksista otettuja kuvia voi käyttää poikkeuslupien myöntämisessä.

Seuraavassa luettelossa on arvioitu kuva-aineiston käytön sopivuutta lupakäsittelyssä:

- Liittymäluvut. Liittymänäkemien ja varsinkin tulevan liittymän kuvausten ja tarvittavan rumpukoon (valuma-alue) arviointi digikuvasta on aika epävarmaa. Vaadittavia näkemiä ei voi arvioida pelkästään kuvan perusteella. Liittymän kaltevuuden arviointi ja olemassa olevien liittymien havainnointi jää epävarmaksi, jos kuva on esimerkiksi vuoden vanha (on selvitetävä onko myönnetty/rakennettu liittymiä kuvauksen jälkeen).
- Maahan vedettävät kaapelit (tele- ja sähkö) vaativat katselmuksen ennen kaapelien vetämistä (Näistä tele- tai energiayhtiö tekee muistion). Samoin katselmus tehdään työn valmistuttua.
- Palvelukohteiden opastelupien osalta kuvista voi nähdä olemassa olevat opasteet ja "säätää" maastokäynnin. Tosin maastokäyntiä ei aina tehdä nytkään vaan lupaehtoihin kirjoitetaan "opasteiden tarkka paikka on sovittava maastokatselmuksessa Tiehallinnon edustajan kanssa".
- Kuvat voivat tukea lupakäsittelyn valmistelua esimerkiksi kaapeli-, johto- ja vesihuoltolinjojen lupa-asioissa, suoja-alueelle rakentamisasioissa jne.
- Jotkut tilapäiset nopeusrajoitusluvut ja teiden erikoiskäyttötilanteet voitaisiin ehkä myöntää kuvien perusteella.
- Tiemaiseman laajuus jää kuvissa puutteelliseksi, eikä palvele esimerkiksi tienvarsimainoslupien valmistelussa.
- Erikoiskuljetuslupien käsittelyssä kuvista saattaisi olla hyötyä jonkin yksittäisen kohdan tarkistamisessa, esimerkiksi liittymät ja eritasoliittymät (kanavointi, liikennemerkkien, valaisinpylväiden ym. rajoitteiden sijainti), ramppien ajosuunnat eritasoliittymissä sekä alikulkusillat ja portaalit. Ulottumarajoitusten mittatiedot edellyttävät joka tapauksessa erillistä mittausta (inventointi) ja tietojen viemistä tierekisteeriin ja Digiroadiin.
- Kuvat eivät korvaa inventointeja, mutta yhdessä inventointitietojen kanssa ovat hyvä työkalu viranomaispalveluiden valmistelussa. Erityisesti talviaikana on mahdollista nähdä kesäajan tilanne.

Neuvotteluissa ja erityyppisissä esityksissä tarvitaan ajantasaisia, paikannettavia kuvia.

3.1.4 Tienpidon hankinta

Tarjouspyyntövaiheessa tarjoajilla on ollut käytössä dynaaminen karttapohjainen tiedonhallinta, jonka avulla pystyy luomaan työkohte- ja määräluettelot taulukoina sekä tarkasteleman visuaalisesti urakkaan liittyviä tietoja kartalta ja samalla myös valokuvina. Kuvamateriaali antaa hyvän lähtökohdan tarjousten tekoa varten. Tähän palveluun on oltu erittäin tyytyväisiä.

3.1.5 Muu viranomaiskäyttö

Poliisi on käyttänyt yhdessä Tiehallinnon asiantuntijoiden kanssa tieverkon kuva-aineistoa onnettomuuksien tutkijalautakunnassa (niiltä osin kuin kuva-aineistoa on ollut käytössä). Kuvat tarjoavat hyvän apuvälineen onnettomuuspaikan olosuhteiden analysointiin. Tutkijalautakunta on käyttänyt hyväkseen lisäksi kuvakoosteita, joita pystyy tilaamaan Tiekuva-palvelusta halumaltaan osoiteväliltä [Sirviö, Matti 2006].

Potentiaalisia tieverkon kuva-aineiston käyttäjiä ovat lisäksi kuntien tekniset toimet, alueelliset ympäristökeskukset sekä Puolustusvoimat, joka on parhaillaan selvittämässä omaa tarvettaan.

3.2 Kuvaustekniikka ja kuvien ominaisuudet

Tieverkon kuvauksen ohjeet ovat asiallisia ja vain pariin detaljiasiaan kaivataan tarkennuksia.

Tieverkon valokuva-aineistoa käyttäneet Tiehallinnon ja konsulttien asiantuntijat ovat havainneet pysäytyskuva-menettelmän olevan sopiva kuvaustekniikka. Kuva-aineiston käytön kannalta oleellisiksi seikoiksi koetaan:

- Kuvien tarkkuus
- Kuvakulma vaakatasossa
- Kuvaussuunta
- Sään huomiointi kuvaushetkellä
- Kuvakoko
- Kuvauskierto
- Kuvien paikantaminen

Asiantuntijoiden kokemusten perusteella tieverkon kuvat tulisi ottaa molempiin suuntiin ajoneuvon ulkopuolelta. Kaksiajorataisilla teillä on esitetty harvittavaksi riittäisikö ajoratakohtainen kuvaus (kuvausten ohjeissa määritetään nykyisin kaistakohtaiseksi). Kuvan 12 kuvan perusteella kaistakohtainen kuva vaikuttaa sopivalta. Kuvakulman vaakatasossa tulisi olla sellainen, että kuvassa näkyy tiealue, maksimissaan ojasta ojaan. Nykyisin käytetty laajuus on siis hyvä, koska laajakuva vääristää mittasuhteita ja tarkka info menetetään.

Mahdollisena käyttötarpeena voisi olla tien sivulla olevan maankäytön ja tien reunaympäristön tarkastelu. Kuvaus tulisi tässä tapauksessa tehdä tien molemmille puolille, mahdollisena tekniikkana esimerkiksi puolipanoraamakuva. Tarve kuvata maankäyttöä tien sivulta korostuu taajamien läheisyydessä, jolloin voidaan ajatella sivullepäin kuvausta vain kiinnostavista kohdista tieverkkoa. Erikoiskohteet kuvataan tarvittaessa erikseen, ellei peruskuvauksen kautta saada riittävästi tietoa. Mainokset sijaitsevat yleensä suoja-alueen ulkopuolella, joten niiden sisältö ei kuvakulmasta johtuen käy aina selville. Jos kuva-aineistoa halutaan käyttää mainosten havainnointiin, niin kuvaus tulisi tehdä myös sivulle päin. Periaatteellisesti kuitenkin halutaan erottaa tieverkon peruskuvauksen ja erikoiskohteiden kuvauksen.

Kuvavälinä on käytetty nykyisin 25 ± 5 metriä, joka sopii useimpiin tapauksiin, mutta yleistarpeeseen (kuvien haku raportointia varten) tämä kuvaväli ei sovellu.

Kuvaukset on nykyisin sallittu aloittaa heti lumien sulamisen aikaan. Tosin keväällä aurinko paistaa matalalta, jolloin vasta-aurinko voi tehdä haittaa. Tehtyjen kuvausten tarkkuus riittääkin yleensä, mutta joskus vasta-aurinko aiheuttaa liian kovan kontrastieron, samoin voimakkaat varjot, jos kuvat on otettu aikaisin aamulla tai myöhään illalla (ks. kuva 12). Säätilan huomiointia kuvien ottamisessa painotetaan. Toisaalta kuvien käyttäjän tulee suhteuttaa kuvaushetken sääolot siihen, mitä kuvissa näkyy. Kuvaus kahdesta suunnasta lisää käyttökelpoisuutta, esimerkiksi tilanteissa, joissa aurinko paistaa alhaalta ja aiheuttaa mahdollista heijastusta. Kameran linssiin lentävät hyönteiset yms. voivat aiheuttaa myös kuviin haitallisia varjoja.



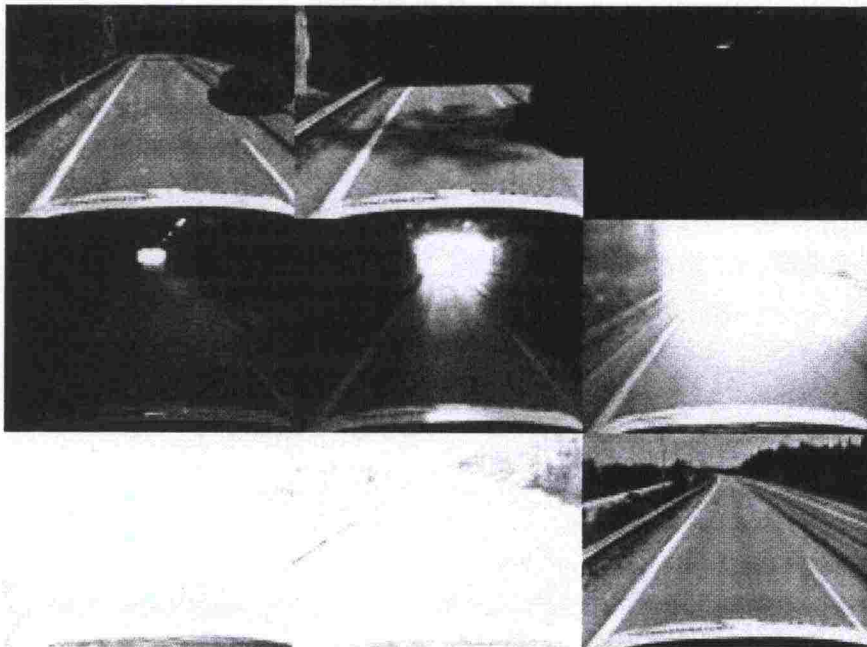
Kuva 12. Puiden aiheuttamat varjot tiellä (Hämeen betonitien mittausprojekti/Ramboll APVM).

Joissakin tilanteissa valon ja varjon äkillinen muutos on erittäin vaikeasti hallittavissa tai jopa mahdotonta hallita kuvausautomaatiikan avulla. Seuraavassa kuvasarjassa (kuva 13) on esimerkkinä kirkkaalla päivänvalolla eteen tuleva hämärä tunneli.

Kuvista tulisi voida vaivatta huomioida mm. liittymät, liikennemerkkit, ajorata-
maalaukset, tien kunto (yleisesti), näkemät, pientareet, kuivatuksen kunto, kuitenkin tietoisena siitä, milloin kuvat on otettu. Nykyisten kuvien tarkkuus ei aina riitä esimerkiksi nopeusrajoitusmerkin tai pienemmän viitan tunnistamiseen. Ensimmäisten case-kuvausten aineistosta on löytynyt myös liian suuria värieroja, jotka on ilmeisesti huomattu kuvaajan taholta jossain vaiheessa ja kuvattu uudelleen. Tämän vuoksi aineistosta on löytynyt päällekkäisiä kuvia aivan turhaan. Kuvia on joiltain osuuksilta liian tiuhasti (kuvattu eri päivinä, jolloin kuvaväli jopa 1 m). Kuitenkaan kuva-aineistossa ei tulisi olla aukkoja.

Kuvauskierto (kuinka usein kuvaus toistetaan) herättää pohdintaa. Vähäliikenteisillä teillä kuvauksen uusimistarve on harvempi, koska olosuhteet eivät esimerkiksi maankäytön kautta juurikaan muutu. Kehittyvillä alueilla asia on päinvastoin. Kuvauskierron osalta muutokset voitaisiin kuvata joka vuosi, muutoin esimerkiksi 3–5 vuoden välein tehtävän kuvauksen koetaan riittävän. Muutosten kuvaaminen on toisaalta melko vaikeasti määriteltävä tehtävä.

Kuvista mahdollisesti myöhemmin tehtävät inventoinnit voivat asettaa vaatimuksia kuvauskaluston käytölle. Nykyinen tekniikka antaa mahdollisuudet erilaisten inventointien tekemiseen.



Kuva 13. Esimerkki kamerasäädöistä valaistuksen vaihdelta kirkkaasta päivänvalosta tunnelin hämääseen ja takaisin päivänvaloon (kuvat n. 30–40 m välein valikoidusti, kuvat vasemmalta oikealle). (Hämeen betonitien mittausprojekti/Ramboll APVM).

3.3 Tietopalvelut ja tietojen linkitys

Tieverkon kuvien katselu on tapahtunut pääasiassa web-portaalin (Tiekuva) kautta. Web-portaalin koetaan olevan riittävän nopea ja yksinkertainen. Osa käyttäjistä on käyttänyt kuvia myös yksittäin tiedostoina. Perusperiaatteena tulisi olla, että kuvat löytyvät kätevästi myös satunnaiskäyttäjälle. Lisäksi on ollut käytössä (konsultit) eUrakan extranet-sovellus.

Jos tien reuna-alueiden kuvaus toteutuu joskus, voisi kuvien katselusovelluksessa olla valinta haluaako tarkastella myös tien reunoja tarkemmin. Tällöin nykyisen yhden kuvan lisäksi tulisi rinnalle myös vasemmalle ja oikealle

kuvat reuna-alueista. Tämä tietysti vaikuttaa palvelun nopeuteen, mutta sen takia reuna-alueet voisi tarvittaessa jättää pois.

Toiveena kuvatietopalvelulle on käyttö mobiililla (kommunikaattori tms.) menetelmällä. Kuvien tulee olla paikkaan sidottuja. Tieosoite ja koordinaatit tarvitaan periaatteellisesti.

Useista eri järjestelmistä tulisi luoda yhteys tarkastelujakson kuviin. Esimerkiksi PMSpro:sta pitäisi olla linkki kohteen kuviin, siten että PMSpro:ssa olisi mahdollista käsitellä tietoja ja käyttäjä voi hakea linkitettävää tietoa vapaasti. Lisäarvoa tuo linkitys, joka toimii molempiin suuntiin (rekisteri – kuvat ja kuvat – rekisteri). Kiinnostavia kuviin linkitettäviä tietoja ovat mm. liikennetiedot tai vaikkapa mainoslaitteen omistajatiedot. Kuva-aineistoon voisi ehkä linkittää muita kuva-aineistoja (esimerkiksi tiemestareiden omat kuva-aineistot).

Eräs kiinnostusta herättävä seikka on aikaisempien vuosien kuvatiedon (kuvahistorian) tallentaminen tietovarastoon. Tämä auttaisi mm. ylläpidon ohjelmoinnissa.

4 VASTUUT JA RISKIT

4.1 Tiehallinnon vastuu kuvien oikeellisuudesta

Vastuu kuvien oikeellisuudesta on periaatteessa aina aiheellinen kysymys, riippumatta kuvien käyttötarpeesta. Kuvien oikeellisuus on sinällään monisyinen asia, joka liittyy paljolti kuvausajankohtaan ja kuvien päivitysväliin eli siihen, ovatko kaikki tiestön muutokset ehtineet kuviin. Tämän vuoksi kuva-aineistojen käyttötarkoitus tulee ilmaista selkeästi.

Tiehallinnon vastuulla on, että kuvat on otettu kyseisestä paikasta ilmoitetun ajankohtana. Kuvien käyttäjän vastuulla on kuviin sisältyvän informaation tulkinta.

Kuvien käytössä sopimusluonteisissa asioissa tulee huomioida, että jos kuva-aineistoa käytetään muuten kuin yleisenä tukimateriaalina, niiden status tulee määrittää sopimuksessa ja sopimusosapuolten yhteisesti hyväksyä.

Tarjouspyyntöjen taustamateriaalina jaetut kuvamateriaalit ovat informaation luonteisia, eivät sinällään sitovia kuvauksia maantiestä. Kuvat on otettu tietynä aikana, eivätkä ne välttämättä kuvaa myöhemmin vallitsevaa tilannetta. Tämä tulisi kaikkien osapuolten käsittää, mutta voidaan myös huomioida tekstinä tarjouspyynnössä. Kuvat eivät siis ole urakan lähtötilanteen sitovia vaatimuksia, eivätkä toimivuusvaatimusten sitovia dokumentteja.

Lisäksi tulee huomioida, että Tiehallinto antaa kuvien käyttöoikeuden jotain nimenomaista tarkoitusta varten. Jos samoja kuvia käytetään myöhemmin muuhun tarkoitukseen, on se käyttäjän omalla vastuulla.

4.2 Tietosuoja

Tietosuojan näkökulmasta tulisi tieverkon valokuvauksissa olla periaatteena, että ei varsinaisesti kuvata ihmisiä. Tosin lainsäädännöllisiä esteitä ei tähänkään ole. Esimerkkinä voidaan mainita kuvantunnistusta joukkoliikenteessä koskeva raportti [Ramboll Finland Oy 2006], jonka asiantuntijahaastatteluiden mukaan lainsäädännöllisiä esteitä valvontakameran käytölle ajoneuvon matkustajien kuvallisen informaation välityksessä ei ole. Tekniikkakin on tähän periaatteessa kypsää, mutta aika ja rikkeiden käsittelytavat eivät ole kypsiä.

4.3 Riskit ja ongelmat

Tieverkon valokuvaukseen ja itse kuva-aineistoon liittyy seuraavia mahdollisia riskejä tai ongelmia:

- Kuvausten laadunhallinta
 - Kuvauksen olosuhdetekijöiden (sää, lika, valaistus, tarkennus, kohdennus) vaikutus kuvien laatuun. Millä tavalla nämä tulisi ottaa huomioon kuvaustilanteessa ja miten tämä pitäisi ohjeistaa?
 - Kuvien paikannuksen virheet. Millä tavalla varmistutaan, että kuva-aineisto on paikannettu (tieosoite) oikein?
 - Miten Tiehallinto varmistuu, että kaikki kuvauskohteet on todella kuvattu?
- Kuvien mahdollinen käyttö arvonmuutosten ja sanktioiden antamisessa (vrt. luku 4.1).
- Lupien myöntäminen pelkästään kuva-aineiston perusteella.
- Väärinkäytökset, esimerkiksi kuvien aikaleiman väärentäminen.
- Kuva-aineiston varastointi. Kuvien määrä kasvaa vuodesta toiseen.

Kuvauksen olosuhdetekijöiden hallinta ja paikannuksen virheet liittyvät kuvausten laadunhallintaan. Säätilan huomiointia ei voi kovin tiukasti rajata, koska se tulisi vaikuttamaan kuvausten hintoihin.

Kuva-aineiston paikannuksen oikeellisuudesta vastaa kuvien tuottaja, jolla täytyy olla käytössään riittävät keinot oikean tieosoitteen saamiseen. Kuvausten nykyisissä ohjeissa kerrotaan paikannuksesta: Kuvan paikka tieverkolla tallennetaan tieosoitteena. Tieosoitteen on oltava määritelty siten, että poikkeama todellisen osoitteeseen on enintään 5 metriä. Kuvan sijaintia siirretään 15 metrin etäisyydelle kameran etupuolelle. Kuvat sijoitetaan paikannuksen perusteella tienumeron ja tieosan mukaisiin alihakemistöihin. [Tiehallinto 2006]

Kuvausohjeet eivät aseta vaatimuksia paikannuksen hoitamiseen. Kuvausten tuottaja ilmoittaa käyttämänsä menetelmän tarjouksessaan ja Tiehallinto luonnollisesti päättää, onko menetelmä hyväksyttävä. Viime vuosina tehdyissä kuvauksissa on käytetty koordinaattien avulla automaattisesti saatuja tieosoitteita. Tämä lienee ainoa järkevä tapa paikannuksen hoitamiseen. Paikannuksen tarkistamiskäytäntö kuvataan kunkin palvelun tuottajan laatusuunnitelmassa. Paikannus voidaan tarkistaa esimerkiksi satunnaisotannalla tai referenssilaitetta käyttämällä (trippimittari tms.). Periaatteena tulee kuitenkin olla se, että paikannus tarkistetaan kuvausten aikana. Kuvauksen jälkeen sen tarkistaminen on erittäin vaikeaa.

Kuvatut kohteet esitetään luettelona nykyisten kuvausohjeiden mukaan. Luettelo sekä kuvien yhteismäärä kertovat riittävän tarkasti, onko kaikki kohteet kuvattu.

Yhtenäisten toimintatapojen varmistamiseksi lupakäsittelyssä, tulisi kuvien käytön ja maastokäyntien suhde ohjeistaa.

Väärinkäytösten mahdollisuus liittyy siihen, jos kuvia käytetään jonkin asian sitovana todisteena (kuvien käyttö muutoin kuin sitomattomana tukimateriaalina).

Kuvien varastointi lienee eräs merkittävimmistä ongelmista kuvausprojektien rullatessa vuodesta toiseen. Varastointitavan tulee olla toimiva pitkällä aikajänteellä. Esimerkiksi päätieverkon vuosittainen kuvaaminen tuottaa n. 1,3 miljoona kuvaa, alemman tieverkon n. 10,5 miljoonaa kuvaa sekä kevyen liikenteen väylien kuvaaminen muutamia satoja tuhansia kuvia. Koko tieverkon kuva-aineisto merkitsee siis n. 12 miljoonaa kuvaa, mikä vaatii kovalevytilaa 600 gigabittiä. Tallennustilana tämä on nykyisellään helppo hankkia. Toisaalta, jos halutaan säilyttää aiempien vuosien kuvahistoria, moninkertaistuu em. kuvamäärä vuosien varrella. Levytilaa vaativampi tehtävä on pitää kuvatietopalvelu nopeana. Tämä edellyttää suurta harkintaa kuvatietopalvelun kehittämisessä.

Jos vuosittain kuvataan esimerkiksi kaikki päätiet, kolmasosa alemmasta tieverkosta ja osa kevyen liikenteen väylistä, saadaan vuosittaiseksi päivitystarpeeksi n. 5 miljoonaa kuvaa. Tämä tuo esiin kysymyksen kuvien joustavasta ja nopeasta päivitystavasta sekä edellisen kuvauskerran kuvien siirrostä tarpeen mukaan johonkin muuhun hakemistoon tai tuhoamisesta.

5 SUOSITUKSET TIEVERKON VALOKUVAVAUKSIA VARTEN

5.1 Tieverkon yleiskuvaus ja kuvien käyttö

Seuraavissa tekstikappaleissa kuvataan suosituksena yleisperiaate tieverkon valokuvausten suorittamisesta.

Yleiskuvaus

Yleiskuvaus toteutetaan mahdollisimman edullisesti rutiinimaisena peruskuvauksena, sisältäen ajoradan ja pientareet/ojat. Tiehallinnon tulisi antaa markkinoille mahdollisuus tuottaa innovatiivisia ratkaisuja kuva-aineistojen tuottamiseen.

Ajokaistojen lisäksi ramppien, kevyen liikenteen väylien ja sorateiden kuvaaminen on oleellisen tärkeää. Rampeille tehdään kuntomittauksia, mutta harvemmin kuin ajokaistoille. Kevyen liikenteen väyliltä ei ole juuri lainkaan kuntotietoa, minkä vuoksi valokuvien merkitys korostuu. Sorateilla kuva-aineisto on tärkeää mm. kuivatuksen havainnoinnin vuoksi. Kevyen liikenteen väylien ja sorateiden kuvaus on ollut mukana jo v.2006 kuvauksissa.

Yleiskuvausten ja erikoiskuvausten yhdistävänä tekijänä on kuvien sitominen tierekisteriosoitteeseen.

Erikoiskuvaus

Erikoiskohteiden kuvausten kohteet ja tarkkuus sovitaan tapauskohtaisesti. Tietyn kohteen kuvauksen alkuun saattajana tulisi olla kyseisten kuvien tarvitsija. Erikoiskohteet kuvataan periaatteessa erillisenä kuvauksena. Tulevaisuudessa voi olla kuitenkin mahdollista käyttää yleiskuvauksen yhteydessä useampia kameroita (esimerkiksi sivulle/ylös), jolloin tietyt erikoiskuvaukset tulisivat yhdessä yleiskuvauksen kanssa. Erikoiskohteita ovat mm. mainokset, portaalit, sillat, meluaidat, tunnelit jne. Mainosten osalta on kuitenkin huomattava, että esimerkiksi sivukameralla otettu kuva ei luultavasti riitä rekisteröinnin tarpeisiin. Mainoksen sattuminen sopivasti kuvaan on epävarmaa ja tämän vuoksi mainosten kuvaamista ei suositella yhdessä yleiskuvauksen kanssa. Ajoradan yläpuoliset portaalit ja liikennevalo-ohjauslaitteet tulisi myös kuvata erikoiskuvauksena, tarkemmalla kuvakoolla.

Mahdollisiin erikoiskuvauksiin liittyviä kehitystarpeita on esitetty luvussa 5.3.

Kuvauskierto

Kuvaus tulee tehdä periaatteessa alueurakoiden kilpailuttamisrytmissä. Väylien tärkeyden mukaan jaotellen kuvataan joka vuosi kaikki päätiät ja alempi tieverkko puolestaan harvemmin, esimerkiksi kolmen vuoden kierrolla. Tällä periaatteella, lisättynä kevyen liikenteen väylät 3 vuoden kuvauskierrolla, päädytään n. 200 000 € vuosikustannukseen (v.2006 hinnoilla). Laskelmasa pääteiden osuus on n. 70 000 €.

Jos kuvauskierto on erittäin harva, voidaan nykyisiin inventointiprojekteihin (mm. tierekisteri- ja kelirikoinventoinnit) liittää mukaan oleellisesti muuttuneiden kohteiden kuvaaminen.

Kuvaussuunnat

Kuvaus tehdään alemman tieverkon kapeilla (päälysteen leveys ≤ 6 m) yksiajorataisella teillä yhdellä ajokerralla siten, että ajoneuvossa on kamera eteen ja taakse. Tämä tekee kuvauksen edullisemmaksi. Samaa sääntöä noudatetaan kevyen liikenteen väylillä ja sorateilla. Leveämmät yksiajorataiset tiet tulee kuvata kaistakohtaisesti molempiin suuntiin. Kaksiajorataisilla teillä suositellaan kaikkien kaistojen kuvaamista (kuten viimeisimmissä kuvauksissa on tehtykin). Kaksiajorataisten teiden kolmoskaistat tulee kuvata myös.

Kuvausajankohta

Kuvausajankohdaksi sopivat kevät, kesä ja syksy. Kuvaukset tulee tehdä silloin, kun kuvattava väylä on lumeton ja jäätön. Kuvauksissa huolehditaan, ettei kuvata matalalta paistavaa aurinkoa vasten.

Kuvien käyttö

Kuvien käyttöä suositellaan moniin eri toimintoihin. Muun muassa seuraavissa tehtävissä voidaan käyttää tieverkon kuva-aineistoa:

- Yleisesti maastokäyntien korvaaminen osittain kuva-aineiston avulla; maastokäyntejä ei kuitenkaan ole mahdollista kokonaan poistaa
- Kuvien käyttö yhdessä perusrekisteritietojen kanssa
- Tiemerkintöjen, varusteiden ja laitteiden havainnointi kuvista erilaisissa asiantuntijatehtävissä
- Tien pientareiden muodonmuutosten ja ojien kuivatustilanteen havainnointi
- Kevyen liikenteen väylien toimenpidetarpeiden havainnointi
- Siltojen osalta sillan lähiympäristössä olevien varusteiden ja laitteiden sekä liikennemerkkien havainnointi
- Tasavertaisen lähtökohdan antaminen urakoitsijoille alueurakoiden kilpailuttamisessa
- Hankkeiden tarjouspyyntöjen tukiaineistona tarjoajille
- Liittymärumpujen, luiskien päiden ja kaarteissa olevien puiden ja vesakon havainnointi liikenneturvallisuuden kannalta
- Liittymien kanavointien, opasteiden yms. näkyvyyden havainnointi
- Optisen ohjauksen virheellisten kohteiden havainnointi
- Liikennemerkkien ja opasteiden havaittavuuden ja sijoittelun havainnointi
- Kevyen liikenteen väylien liikenneturvallisuudelle haitallisten kohteiden löytäminen
- Kevyen liikenteen väylien merkittävyyden määrittely
- Kohteen nykytilan arviointi suunnittelun eri vaiheissa; liittymien ominaisuudet, tieympäristö yms.
- Kuvien käyttö suunnittelussa yhdessä maaperätutkimustietojen kanssa
- Onnettomuuskohtien paikantaminen ja analysointi

- Liittymäluvissa yleisnäkymän saanti kohteesta
- Viitoitus- ja opastelupien osalta olemassa olevien varusteiden havainnointi
- Lupakäsittelyn valmistelun tukiaineistona kaapeli-, johto- ja vesihuoltolinjojen lupa-asioissa sekä suoja-alueelle rakentamiseen liittyvissä asioissa
- Tilapäisten nopeusrajoituslupien ja teiden erikoiskäyttötilanteiden myöntäminen digikuvien perusteella (harkintaa käyttäen)
- Erikoiskuljetuslupien käsittelyssä yksittäisen kohdan tarkistaminen: liittymien, eritasoliittymien ja ramppien detaljien havainnointi
- Asiakaspalvelun tukimateriaalina

Mihin kuvien käyttöä ei suositella

Seuraavissa tapauksissa kuva-aineiston käytöstä ei ole nähtävissä hyötyjä, eikä käyttöä tähän tarkoitukseen suositella:

- Tien geometriatietojen (sivukaltevuus, pituuskaltevuus) havainnointia ei kannata tehdä kuvan perusteella, koska kuvassa näkyvät kaltevuudet määräytyvät kuvaavan ajoneuvon asennon perusteella.
- Ylläpitotoimenpiteiden määrittäminen tieverkolla kuvien perusteella ei ole järkevää, koska tarkkaa mittaustietoa on olemassa. Tämä koskee teiden ajokaistoja ja rampeja, kevyen liikenteen väylillä tilanne on toinen.
- Tieverkon peruskuvauksesta ei liene juuri hyötyä tienvarsimainonnan lupakäsittelyn tarpeisiin. Sen sijaan mahdollinen sivullepäin kuvaus tuo tähän pientä lisäarvoa (ks. luvun alussa mainitut erikoiskuvaukset).
- Kuva-aineistot eivät ole urakan lähtötilanteen sitovia vaatimuksia, eivätkä myöskään toimivuusvaatimusten sitovia dokumentteja.

Suositus tieverkon kuvauksista sisältää seuraavat pääpiirteet

- *Teiden yleiskuvaus rutiinimaisena peruskuvauksena*
- *Erikoiskohteet määritellään ja kuvataan erikseen*
- *Kuvaukset tehdään alueurakoiden kilpailuttamisrytmissä; väylien tärkeyden mukaan päätieverkko vuosittain, muut väylät harvemmin (esimerkiksi 3 vuoden välein)*
- *Päällystettyjen teiden ajokaistojen lisäksi kuvataan rampit, kevyen liikenteen väylät ja soratiet*
- *Kuvaus ajoradoittain alle 6 m leveillä teillä yhdellä ajokerralla molempiin suuntiin ja muuten kaistoittain yhteen suuntaan*
- *Kuvaus tehdään, kun kuvattava väylä on lumeton ja jäätön*

Kuvien käyttö eri toiminnoissa

- *Voidaan käyttää lukemattomiin eri tarkoituksiin*

Mihin kuvia ei voi käyttää

- *Pituus- ja sivukaltevuuksien arviointiin*
- *Ylläpitotoimenpiteiden määrittämiseen ajokaistoilla (kevyen liikenteen väylillä sen sijaan voi)*
- *Maankäytön arviointiin, mainoslaitteiden havainnointiin tms., johon peruskuvan laajuus ei riitä*
- *Urakan lähtötilanteen sitovana vaatimuksena, eikä myöskään toimivuus-vaatimusten sitovana dokumenttina*

5.2 Kuvaustekniikka ja kuvien ominaisuudet

Seuraavat tekstikappaleet koskevat tieverkon yleiskuvausta eteen/taakse.

Kuvaväli

Kuvaväli on sovittava primäärikuvaukohteiden mukaan siten, ettei keskeisiä kuvauskohteita ohiteta. Suositeltava kuvaväli on 20 ± 5 m. Tarvittaessa kuvaväliä voi tihentää esimerkiksi liittymissä 15 ± 5 m, joissa kohteet ovat hyvin lähellä toisiaan. Tämä edellyttää, että kuvausten tuottajalla on käytössä painike, jolla voi ottaa kuvia automaattisen kuvavälin lisäksi. Samaa kuvaväliä käytetään kuvattaessa yhden tai kahden ajoradan teillä.

Kuvavälillä 20 m saadaan koko tieverkon kuvamääräksi n. 15 miljoonaa kuvaa ja kuvavälillä 25 m n. 12 miljoonaa kuvaa.

Paikannus

Kuvauspaikka tulee ilmoittaa sekä tieosoitteena että Euref-FIN koordinaattina. Euref-FIN koordinaattitietoa voidaan siirtää suoraan esimerkiksi Digiroad-tietokantoihin tai käytettäviin sähköisiin karttasovelluksiin.

Koordinaattien käyttö tierekisteriosoitteen muodostamisessa on paras tapa, koska muutoin voi tulla ongelmia kakkossuunnan kuvien nimeämisessä. Tieosoite perustuu tunnistetietoihin, joiden avulla mikä tahansa tien piste voidaan paikantaa metrin tarkkuudella tietä pitkin tietyn tieosan alusta mitattuna. Kuvauksissa tulisi käyttää täydellistä tierekisteriosoitetta. Kuvauksen suunta on joko tieosan kasvusuunta tai kasvusuuntaa vasten.

Paikkatiedon tulee kirjautua kuvaustapahtuman yhteydessä automaattisesti, mieluummin erilliseen lokitiedostoon. Lokitiedostosta tulee käydä ilmi otetun kuvan tunnus, kuvausaika, paikkatieto ja kuvaustapahtumahetken kameran käyttämät asetukset (valotusaika, aukko jne.).

Kameran suuntaus

Kameran suuntaus tulee tehdä ”Vaatimuksia tieverkon digikuvaukseen” -ohjeen mukaisesti [Tiehallinto 2006].

Sää- ja valaistusolosuhteiden huomiointi

Kovalla sateella ja vasta-aurinkoon kuvausta tulisi välttää. Näin on jo esitetty ”Vaatimuksia tieverkon digikuvaukseen” -ohjeessa [Tiehallinto 2006].

Vasta-aurinkoon kuvattaessa tulee huolehtia siitä, ettei aurinko pääse paisamaan suoraan kameran linssiin. Kamerassa tulee olla vastavalosuoja ja uv-suodin, joilla vähennetään heijastumia kameran optiikassa. Kuvaamista ajoneuvon tuulilasin läpi ei tule sallia. Parhaimpaan kuvaustulokseen päästään pilvisellä, mutta valoisalla ilmalla, jolloin ympäristöön ei synny suuria kontrastieroja. Aurinkoisella ilmalla siirryttäessä varjoisalta alueelta aurinkoiselle alueelle, tai päinvastoin, muodostuu siirtymävaiheissa joko yli- tai alivalottuneita kuvia (mm. tunnelit).

Kameralle saatavan valon määrään vaikuttavat kohteen valon heijastusominaisuudet. Värikameralle todellista valoa tarvitaan 10–30 lux:n verran. Esimerkiksi käytettävän objektiivin valovoima on f2.8, jolloin vaimennuskerroin on 8.0. Asfaltin heijastuskerroin $r = 0.1$. Värikameralle tarvitaan todellista valoa keskimäärin 20 lux:a. Laskukaavan avulla saadaan laskettua että kohde tulee olla valaistu vähintään 20 000–64 000 lux valovoimalla, jotta kaikki kuvattavat kohteet olisivat riittävän kirkkaita. Esimerkki on laskettu hiekan ja asfaltin heijastuskertoimilla. Normaalin päivänvalon voi kuitenkin katsoa riittävän kuvausta varten ja hämärässä kuvaamista tulee siis välttää. Kovalla sateella kuvaaminen tulisi kieltää. Tien pinta saa olla korkeintaan hiukan kostea kuvattaessa.

Laskukaava: $E_o = 5 \times F^2 \times E_s / r$, jossa

E_o = Kohteen tarvitsema valovoimakkuus (lux)

- Valaistu ulkoalue 50–1000 lux
- Normaali päivänvalo n. 10 000 lux
- Suora auringonvalo n. 100 000 lux

F = Vaimennuskerroin, joka riippuu käytettävän objektiivin valovoimasta (f)

E_s = Kameran tarvitsema todellinen valovoima (värikameroilla 10–30 lux)

r = kuvauskohteen heijastuskerroin (asfaltti = 0.1, betoni = 0.35, hiekka = 0.3 ja ruoho = 0.15)

Kuvausten ja kuvien laatuvaatimukset

Kuvausten laatuun liittyviä seikkoja on esitetty Tiehallinnon ohjeessa laatuvaatimuksista [Tiehallinto 2006]. Pääperiaatteena on, että palvelun tuottaja kertoo laatusuunnitelmassaan, kuinka kuvausprojektin laatu hallitaan. Detaljien osalta useita asioita on vaikea täsmällisesti ilmaista numeerisina laatuvaatimuksina. Lähes ainoa selkeästi määriteltävä seikka on kuvien puuttuminen, jonka osalta laatuvaatimukseksi määrittyy tietysti, että kuvia ei saa puuttua ja jos puuttuu, tähän kyetään antamaan selitys.

Muilta osin on syytä tutkia, millaisia toleransseja voidaan sallia esimerkiksi yli- tai alivalottuneiden tai epätarkkojen kuvien osalta. Nollatoleranssi on kallis vaihtoehto laatuvaatimusten näkökulmasta. Jos taas laatuvaatimuksena kerrotaan, että esimerkiksi pölyn tai kirkkaan auringonvalon aiheuttamat laatuongelmat huomioidaan kuva-aineistosta, ei luultavasti tapahdu juuri minäkäänlaista laaduntarkkailua. Tässä mielessä konkreettisten laatuvaatimusten esittäminen tietyille kuvauksiin tai kuviin liittyville asioille edellyttää syvällisempää keskustelua ja tutkimista.

Kuvausprojektikohtainen laadun raportointi Tilaajalle on kuitenkin suositeltavaa. Raportoinnissa tulisi esittää ainakin määrätiedot, kuvausten puutteet ja virheet, virheiden korjaaminen sekä millä tavoin kuva-aineisto on tarkistettu.

Kuvien nimeäminen ja luettelointi

Kuvien nimeämisen osalta suositellaan, että kuvat nimetään yksiselitteisen teosoitenumeroinnin mukaisesti ja niissä näkyy kuvanottopäivä seuraavasti:

- Tien numero (5 merkkiä)
- Teoson numero (3 merkkiä)
- Ajoratanumero (1 merkki)

- Kuvauksen suuntanumero (1 merkki)
- Kaistanumero (1 merkki)
- Kuvauksen alkukohdan etäisyys tieosan alusta (5 merkkiä)
- Kuvanottopäivä (8 merkkiä, vvvvkkpp)

Kuvien nimet ovat tällöin muotoa: 00004_401_1_1_1_02500_20060830.jpg

Viimeisimmissä Tiehallinnon ohjeissa on ohjeistettu, että kuvien nimissä näkyy tienumero, tieosanumero, etäisyys tieosan alusta, kuvaussuunta ja kuvien juokseva numero. Kuvaussuunnan numeroinniksi on ohjeistettu: 1 = tieosan kasvusuunta, 2 = tieosan laskusuunta, 3 = kaksiajorataisen tien vasemmanpuoleisella kaistalla tieosoitteen kasvusuuntaan, 4 = kaksiajorataisen tien vasemmanpuoleisella kaistalla tieosoitteen laskusuuntaan. Tämä systeemi eroaa kuitenkin tieosoitejärjestelmästä, eikä yksilöi riittävästi teiden kaistakohtaista kuvausta. Esimerkiksi kolmannen kaistan kuvaukselle ei löydy numeroa. Lisäksi voidaan ennakoida, että kuvien linkitys rekisteritietojen kanssa tulee perustumaan tieosoitteeseen. Tämän vuoksi on suositeltavaa käyttää täysin tieosoitteen mukaisia numeroita kuvien nimeämisessä. Kuvaussuuntaa kuvaisivat siis vain numerot 1 = tieosan kasvusuunta ja 2 = tieosan kasvusuuntaa vasten.

Kuvanottopäivän kirjaaminen kuvan nimeen olisi riittävä erottelutekijä eri aikoina otetuille kuville samasta kohdasta. Lisäksi tämä tarjoaa hyvän lähtökohdan eri vuosina otettujen kuvien käyttöön ja hallintaan.

Kuvien luetteloinnissa suositellaan kirjattavaksi ascii-tekstitiedostoon:

- Kuvausaika (pvm, vuosi, klo)
- Kuvatiedoston nimi (suosituksen mukaan esimerkiksi 00004_401_1_1_1_02500_20060830.jpg)
- Kameran suunta suhteessa tieosoitteen kasvusuuntaan
- Kameran suunta asteina pohjoisesta myötäpäivään
- Kuvan tieosoite
- Kuvan koordinaattisijainti (Euref-FIN-koordinaatit)

Kuvatarkkuus (kuvien leveys/korkeus)

Kuvien koon tulee olla kuvaruudun täyttävä eli kuvattavan materiaalin tulee olla suhteessa 4:3, joka toimii standardina vielä nykyisissä sähköisissä kuvissa (esim. 1024x768, 800x600), ennen kuin nk. laajakuvaformaattiin saadaan yhtenäinen kuvasuhde. Kuvista tulee erottua opasteiden ja liikenne-merkkien tekstit.

Kuvatiedostojen ominaisuudet, kuvakoko (Kb)

Kuvakoon tulisi olla mahdollisimman pieni. Kyseeseen tulee mahdollisesti pakattu kuva sekä lisäksi isompi kuvakoko tarkempia tarkasteluja varten. Kuvauslaitteen taustajärjestelmän tulisi tehdä kuvattavasta materiaalista aina kaksi eritasoista kuvaa, joista toinen toimisi nk. thumbnail -kuvana pikaisesta kuvan tarkastelua varten ja toisen kuvan tulisi olla pakkaamaton tai ainostaan kevyesti pakattu tarkempaan tutkimukseen soveltuva kuva. Tiedoston muotona voidaan käyttää yleisesti tunnettuja kuvatiedostoja, joista jpg on suositeltavin. Myös uudempaa png-tiedostomuotoa voidaan käyttää, sen ta-

so-ominaisuuksien vuoksi. Thumbnail-kuvat eivät saisi ylittää tiedostokokona yli 50 Kb ja tarkempien kuvien tiedostokoko ei saisi ylittää yli 200 Kb, jotta kuvamateriaalin tallennus ei olisi liian tilaa vievää. Tällaisten tarkempien kuvien katselu pitäisi järjestää kuvatietopalveluun välittömästi 50 Kb:n kuvien yhteyteen, siten että tarkemman kuvan voi avata, jos havaitsee thumbnail-kuvan riittämättömäksi. Tallennuspaikaksi suositellaan varmennettua kiintolevyasemaa, jolloin järjestelmä tekee varmuuskopion aina kuvattavasta materiaalista toiselle tallentimelle.

Suosituksena esitetään, että alkuvaiheessa kerätään tarkempia kuvia ainoastaan joistakin case-kohteista ja pohditaan tarkempien kuvien tarve case-tapausten pohjalta.

Optiikka

Peruseriaatteena on, että optiikat valitaan aina kuvauskohteen mukaan. Optiikan määräävät kuvausetaisyys, kuva-ala, valovoima, laatu ja käyttötapa.

Viimeisimmissä Tiehallinnon kuvausohjeissa ohjeistetaan seuraavasti: kameran objektiivi on valittava siten, että sen polttoväli on suunnilleen sama kuin kameran kuvakennon lävistäjän pituus. Tällöin kuvakulma tallentuu suurin piirtein samanlaisena kun silmä sen näkee. Tämä on erittäin hyvä perussääntö. Kuvausten terävyyden alue on tällöin kaikkein optimaalisin ja koko kennon pinta-ala on käytössä.

Esimerkkejä kuvakennon koosta:

- 1/4" CCD-kenno -> lävistäjä 4,5 mm
- 1/3" CCD-kenno -> lävistäjä 6,0 mm
- 1/2" CCD-kenno -> lävistäjä 8,0 mm
- 2/3" CCD-kenno -> lävistäjä 11,0 mm

Voidaan käyttää myös kiinteän linssi-järjestelmän lisäksi ns. muuttuvaa linssi-järjestelmää (varifocal). Muuttuvapolttoväliset objektiivit, joiden polttovälialue on 1:2. Niiden avulla aikaansaadaan portaaton kuvakoon säätö polttoväli-alueellaan. Varifocal -objektiivi korvaa useita kiinteitä objektiiveja ja kohteesta saadaan tarkalleen halutun kokoinen kuva, eikä olla sidoksissa kiinteiden objektiivien portaallisuudesta johtuviin kompromisseihin. Objektiivin tarkennus on aina säädettävä uudelleen, kun polttoväliä muutetaan. Ulkokäyttöön valittavassa varifocal-objektiivissa on aukonsäädön ulotuttava f300 asti.

Himmenninautomatiikka eli autoiiris on välttämätön ulkoaluekuvauksessa. Autoiiris-objektiiviin rakennettu vahvistin pyrkii pitämään kuvasignaalin vakiona valaistustason muuttuessa. Autoiiristoiminto voidaan asentaa sekä kiinteäpolttovälisiin että varifocal -objektiiveihin.

Jos kuvattava kohde on 10 metrin päässä ja käytetään edellä mainittuja kuvakennokokoja on kuvattavan alueen leveys noin 8 metriä ja kuva-alan kuvakulma noin 40–45°. Käytettävän objektiivin polttoväli saadaan edellisten etäisyyden ja kuva-alan avulla laskettua kaavalla:

$f = D_e \times \text{CCD}_{h(w)} / T_{h(w)}$, jossa

D_e = Kuvauskohteen etäisyys

$\text{CCD}_{h(w)}$ = Kuvakennon korkeus (leveys)

$T_{h(w)}$ = Kuvauskohteen korkeus (leveys)

Kuvauksessa tulisi käyttää 1/4" (kennon leveys $\text{CCD}_w = 3,6$ mm) tai 1/2" (kennon leveys $\text{CCD}_w = 6,4$ mm) CCD -kennoja. Käytettäväksi objektiivin polttoväliksi saadaan 1/4" kennolla 4.5 mm ja 1/2" kennolla 8 mm. Objektiivin polttovälillä 3.5–8.0 mm saadaan katettua 80 % kuvaustarpeista.

Suositus kuvaustekniikasta sisältää

- Kuvaväliksi suositellaan 20 ± 5 m
- Paikannuksessa Euref-FIN-koordinaatit ja tieosoite
- Kameran suuntaus aiempien ohjeiden mukaisesti
- Sää- ja valaistusolojen huomiointi
- Laatuvaatimusten tarkempi tutkiminen; laadun raportointi Tilaaajalle
- Kuvien nimeäminen täysin tieosoitejärjestelmän mukaisesti
- Kuvatarkkuuden (leveys/korkeus) tulee olla kuvaruudun täyttävä 4:3 kuvasuhteessa
- Kuvakoon (K_b) tulisi olla mahdollisimman pieni, kaksi eri tallennuskokoa (tarkempia kuvia alkuvaiheessa case-tapauksina), tiedostomuotona jpg
- Objektiivin tulee olla varustettu sähköisellä himmenninautomatiikalla eli autoiiris-toiminnolla
- Optiikan osalta suositellaan 1/4" tai 1/2" CCD-kennoja

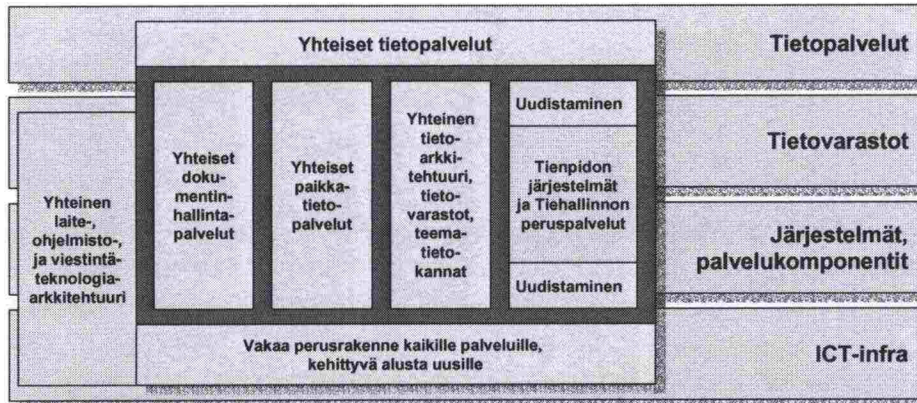
5.3 Tietopalvelut ja tietojen linkitys

Tiehallinnon toimintatavan vuoksi on suositeltavissa ainoastaan yhden keskitetyn kuvapalvelun hallinta, koska kuvien hankkijoita ja käyttäjiä on paljon ja eri puolilla Suomea. Keskitetyn rekisterin etuna on myös mahdollisuus tarjota käyttäjälle tietyltä kohdalta useita, eri tarkoituksia varten ja eri aikoina kerättyjä kuvia.

Kuvapankki -tietovarasto tulee toteuttaa osana Tiehallinnon yhteistä tietojärjestelmää, jolloin käytettävyys, toteutustapa ja tietojen yhdisteltävyys pysyy yhteensopivana alusta lähtien. Kuvassa 14 on esitetty periaate miten tietopalvelut rakentuvat tietovarastojen, järjestelmien ja ICT -infran päälle.

Väyläomaisuuden hallinnan kannalta tarvittavia tietopalvelun ominaisuuksia ovat:

- Kuvavarastoinnin hallittavuus
- Materiaalin helppo saatavuus
- Tieto millaisia kuvia on olemassa (tarkkuus, aihe tai kuvauskohde hakuja varten) – ns. metatietoa
- Tieto kuvien iästä ja laadusta
- Mahdollisuus yhdistellä eri tietoaineistoja
- Kuvien indeksointi tierekisterin ID-tunnuksilla (mahdollistaa osoite-muutosten joustavan käsittelyn)



Kuva 14. Tietopalvelut yhteisten tietovarastojen avulla, tavoitteena "yhden luokun periaate".

Tietovarastoa käyttävät sekä sovellukset että käyttäjät, Tiehallinnon asiantuntijat ja yhteistyökumppanit. Esimerkkinä tästä on eUrakka – sovellukseen suunniteltu alueurakoihin liittyvien kuvien selailumahdollisuus tai suoraan eri käyttäjäryhmille tarjottu siltakuvien selailu. Karttaliittymä on tarpeellinen ja käyttöä helpottava tietopalvelun elementti.

Käyttäjälle tarjottavaan sovellukseen halutaan mukaan kuvan lisäksi myös muuta rekisteritietoa. Tällaista hyödylliseksi koettua lisätietoa ovat tien perusominaisuudet, kuntotieto, toimenpiteiden suunnittelutiedot tai käyttäjän itsensä kohteeseen liittämät havainnot (tiemestareiden ottamat kuvat, kommentit tai laatuasiakirjat). Tämä on toteutettavissa linkittämällä kuva-aineisto rekisteritietoihin tieosoitteen avulla. Nykyisistä rekistereistä silta-, tie-, varuste ja laite, kuntotieto- sekä onnettomuusrekisterin tiedot ovat hyödyllisimpiä linkitettäviä.

Tällaisen ratkaisun vaatimukset kuvaukselle ja kuville ovat:

- Yksiselitteinen osoite kuvien nimeämistä varten
 - suosituksena täydellinen tierekisteriosoite
- Kuvien ominaisuuksien määrittely tietopalveluja varten
- Kuvauspäivämäärä
- Ohjeistus kuvien hankintaa, nimeämistä, tallentamista ja hallinnointia varten
- Laadunvarmistuksen toteuttaminen
- Kuvavaraston hallinnointivastuun ja valtuuksien anto

Kuvavaraston sijainti ei ole oleellinen kysymys (voi olla konsultin tai Tiehallinnon varasto). Oleellista on se, että kuvavaraston hoitajalla on pidempiaikainen sopimus kuvavaraston hoitamisesta.

Kuvahistoria tulisi tallentaa erilliselle kiintolevyllä, josta kuvia voi tarpeen mukaan hakea. Nykyisillä tallennuskapasiteeteilla tämä ei muodosta ongelmaa. Kuvahistorian tallennuksen puolesta puhuu mm. tarve tarkastella urakoiden lähtötilannetta. Periaatteessa kuvien päivitys tulisi järjestää siten, että kuvat tallettavat samanaikaisesti kuvatietopalvelun levyille sekä kuvahistorian levyille. Kuvattujen tieosien vanha aineisto tulisi poistaa kuvatietopalvelun

levyllä ennen uusien talletusta. Näin kuvatietopalvelussa olisi aina uusimmat kuvat katselua varten.

Suosituksen ytimen tietopalveluille muodostavat siis

- *Yksi keskitetty kuvatietopalvelu/tiedontallennus, osana Tiehallinnon yhteistä tietojärjestelmää*
- *Tierekisteriosoite kuvien paikantamista varten*
- *Ohjeistus kuvien hallinnointia varten*
- *Kuvien ominaisuuksien kuvaus tietopalveluja varten, ns. metatieto*
- *Kuvamateriaalin yhdistäminen muihin tietoihin; indeksointi tierekisterin ID-tunnuksilla*
- *Karttaliittymä*
- *Kuvahistorian talletus ja päivitysrutiinien muodostaminen*

5.4 Ohjeistustarpeet

Nykyiseen ohjeistukseen tieverkon kuvauksen suorittamisesta kaivataan seuraavia täsmennyksiä:

- Kuvien nimeäminen suosituksen mukaisesti vaatii ohjeistuksen päivittämisen.
- Kaksiajorataisen tien kuvaaminen on hiukan epäselvästi esitetty. Tekstin perusteella ajoratakohtainen kuvaus riittää ("Kuvaaminen kaksiajorataisilla teillä tehdään siten, että kummankin ajoradan oikeanpuoleinen ja vasemmanpuoleinen kaista kuvataan samaan suuntaan ajaen"), mutta ohjeessa olevissa kuvissa puhutaan selkeästi kaistakohtaisesta kuvauksesta. Teksti tulisi muuttaa muotoon: "Kuvaaminen kaksiajorataisilla teillä tehdään siten, että kummankin ajoradan oikeanpuoleinen ja vasemmanpuoleinen kaista kuvataan erikseen samaan suuntaan ajaen".
- Ohituskaistojen, keskikaiteellisten ajoratojen yms. osalta vaaditaan lisäys kuvausohjeeseen.
- Useampikaistaisten liittymäalueiden kuvausta ei ole täsmennetty ohjeessa. Periaatteessa kuvassa voi näkyä kaikkien kaistojen tiemerkinnot, mutta jos kaikki merkinnät eivät näy, tulisi ohjeistusta täsmentää tältä osin. Sama koskee laajojen liittymien opasteita.
- Ramppien kuvauksesta tulisi lisätä tekstiä ohjeeseen. Rampeilla on omat tienumeronsa, jolloin ne kuvataan omina tieosinaan. Kuvaus tulisi tehdä, kuten kevyen liikenteen väylillä.
- Ajokaistan yläpuolisten opasteiden mahtumista kuvaan ei ole huomioitu, tai sitten kyseessä on kunnossapidon näkökulmasta tien pinnan kuvauksen priorisointi. Jos nämä opasteet halutaan kuvaan, tulee ohjeita täsmentää. Suosituksena esitettiin luvussa 5.1, että portaalit ja liikennevalo-ohjauslaitteet kuvataan erikoiskuvauksena tarkemmalla kuvakoolla.

5.5 Kehitystarpeet

Kuvaustekniikkaa tulee kehittää seuraavilta osin peruskuvauksissa:

- Kuvaustarkkuutta tulisi parantaa siten, että pienemmät opasteet ja liikennemerkkit ovat selkeästi tunnistettavissa kuvista.
- Kuvaustekniikan tulee mahdollistaa kätevä kuvavälin muuttaminen lyhyemmäksi/pidemmäksi. Erityisenä tarpeena on liittymien kuvaus, jota tulisi muuttaa tiheämmällä kuvavälillä tapahtuvaksi (esimerkiksi 15 ± 5 m). Laajat liittymät tulisi ajaa kaistoittain, jos kaikki asiat eivät mahdu kuvaan.
- Kuvavälin pidentäminen voi olla realistista pitkällä, yksitoikkaisilla tiejaksoilla (alempi tieverkko).

Seuraavia erikoiskuvauksia suositellaan kokeiltavaksi case-tapauksina:

- Liittymäalueiden, ajoradan yläpuolisten opasteiden yms. erikoiskohteiden kuvaus case-tapauksina muutamilta tieosilta. Tällöin voidaan kokeilla sekä erikoiskohteiden aiheuttamia vaatimuksia kuvaussuunnalle sekä tarkempien kuvien (200 Kb) ja yleiskuvien (50 Kb) kuvamista.
- Kuvaus tien sivulle, samanaikaisesti eteen/taaksepäin tehtävän kuvauksen kanssa. Kuvien käyttökohteina ovat mahdollisesti maankäytön ja tieympäristön havainnointi. Mielenkiintoinen kokeilu olisi myös eteen ja sivulle otetun kuvan yhdistäminen panoraamaksi (voi onnistua tietopalvelunkin kautta ilman, että kuvia varsinaisesti tarvitsee liittää toisiinsa).
- Kalansilmäobjektin kokeilu ylöspäin kuvauksessa ja tähän liittyvän Sky-view Factorin määrittäminen. Tähän liittyy ilmestyy lähitulevaisuudessa opas "Tiesäähavainnoinnin käsikirja".
- Näkemien kuvaus, johon yhdistettynä laseretäisyysmittaus.
- Yksityisteiden kuvaus.

Kalansilmäobjektin kokeilu Sky-View factoria määritettäessä on tiesääjärjestelmään kuuluva asia. Koko tieverkon kuvausten kannalta kyseessä ei ole tärkein prioriteetti, mutta kuitenkin ehdottomasti kokeilemisen arvoinen asia. Itse Sky-view Factorin laskentatekniikka on melko monimutkaista ja sisältää suuremmaksi osaksi matemaattisia kaavoja.

Kokeilun arvoinen asia on myös *inventointitietojen kerääminen* kuva-aineistosta. Alkuvaiheessa realistisia kohteita ovat kaiteet ja liikennemerkkit. Esimerkiksi liikennemerkkien koko tai kaiteiden sijainti on mahdollista inventoida kuvantunnistuksen avulla. Tiedyt inventoinnit vaativat kuvauskaluston standardointia sekä kuvantunnistusjärjestelmän "opettamista", jolloin on mahdollista hahmontunnistuksen avulla saada selville esimerkiksi valaisinpylväässä olevan valaisinkuvun tyyppi. Vielä pidemmälle ajateltuna on mahdollista määrittää kuvista myös kuntoa (esimerkiksi liikennemerkkin kunto).

Tiemerkintöjen inventointi onnistuu kuvista, mutta voi toisaalta olla hankalaa, koska merkinnät kuluvat ja silloin tunnistaminen on vaikeaa. Lisäksi tiemerkintöjä uusitaan tiheällä tahdilla. Tiemerkintöjen näkökulmassa tilanne muuttuu oleellisesti jo vuodenkin sisällä. Tiemerkintöjä voi havainnoida kuvista, mutta niiden inventointi kuva-aineiston perusteella voi olla epärealistista.

Kohteita, joita ei voi automaattisesti inventoida kuvista (ainakaan kovin helposti) ovat vesakon määrä ja paluuheijastuvuuden mittausta. Viimeksi mainittu pitäisi suorittaa yöaikaan ja sen vuoksi sitä ei voi sisällyttää tieverkon peruskuvauksiin. Vesakon osalta kuvantulkinnan lienee vaikea erottaa vesakkoa jostain muusta vihreästä kasvillisuudesta (pelto, pitkä heinä tms.).

Tulevaisuudessa voi olla mahdollista muodostaa linkkiyhteyksiä muiden väylälaitosten rekistereihin. Mahdollisia ovat mm. merenkululaitoksen väylä- ja turvalaiterekisteri (yhteisenä tekijänä Tiehallinnon kanssa sillat, lautat ja lautalaiturit), RHK:n rataverkon kuvapalvelu (yhteisenä tekijänä sillat yli tai ali maantien) ja kaupunkien katuverkkojen kuvatietopankit (yhteisenä tekijänä kaupungin kadun ja tien yhtymäkohdat). Kaupunkien osalta palvelutarpeena voi olla esimerkiksi kuvahaku ja paikannus katuosoitteen mukaan. Eräänä mahdollisuutena on tällöin Digiroad-geometriaan perustuva katuverkko.

6 YHTEENVETO

Nykytila

Tieverkon kuvauksia on tehty viime vuosina lähinnä VOL-tiepiireissä. Vuonna 2006 on kuvattu alueurakoiden sisältämä tieverkko urakoiden lähtötiedoksi. Kuvien katseluun on rakennettu kuvatietopalvelu. VOL-tiepiirien valokuvausprojektit ovat tarjonneet hyvän lähtökohdan kuvausten tekemiselle Suomen tieverkolla. Muut väylälaitokset ovat myös edistäneet omien väyliensä kuvauksia, mm. rataverkkoa ja vesiväylien turvalaitteita on kuvattu. Muissa maissa on myös kehitetty kuvauksia ja kuvatietopalveluja. Tässä selvityksessä haettiin esimerkkejä mm. Norjasta, Tanskasta ja USA:sta.

Vertailuna tieverkon kuvauksiin käytettiin muun muassa siltakuviin liittyvää nykykäytäntöä. Siltakuvien merkitys on suuri mm. siltojen ylläpitotoimenpiteiden määrittämisessä, vaurioitumisen seurannassa, sillantarkastusvälineitä valittaessa sekä yksittäisiä siltoja laadunmittaustarkastuksiin valittaessa. Kuvamateriaali on tarpeellinen ja osa normaalia toimintamallia. Myös konsulttien tarjoustoiminnassa kuva-aineistolla on oleellinen merkitys. Tieverkon kuvausten osalta toimintamallin tulisi kehittyä samalla tavalla osaksi normaalia toimintaa.

Kuvien tallettaminen Siltarekisteriin on osa ohjeistettua sillantarkastustoimintaa. Kuvatiedostojen määrän kasvu on havaittu erääksi ongelmaksi, kuten myös kuvatiedostojen siirto siltarekisteriin Tiehallinnon ulkopuolisista työsemistä. Kuvien varastointi on eräs tärkeimmistä kysymyksistä myös tieverkon kuva-aineistojen hallinnassa. Nykyisten siltakuvien lisäksi on tarvetta sillan ympäristössä sijaitsevien varusteiden ja laitteiden kuville. Kuva-aineistot voisivat mahdollisesti tukea tulevaisuudessa toisiaan tietopalvelutalla.

Kokemukset ja odotukset

Kuva-aineistojen kysyntä on kasvanut selkeästi ja kuvien käytöstä koetaan saatavan runsaasti hyötyjä Tiehallinnon eri asiantuntija-alueilla sekä konsulttitoiminnassa. Kuvia on mahdollista hyödyntää lukuisissa asiantuntija- ja vi-
ranhaltijatoimissa liittyen mm. kunnossapitoon, liikenneturvallisuuteen ja liikenteeseen, hankintaan, suunnitteluun, lupavalmisteluun ja asiakaspalveluun. Väyläomaisuuden hallinnan aiheuttamana vaatimuksena korostuvat teiden tärkeimpien muutosten näkyminen kuvissa sekä kuva-aineistojen linkittäminen rekisteriaineistoihin. Muilla asiantuntija-alueilla on puolestaan omat vaatimuksensa. Esimerkiksi liikenneturvallisuuden tai liikenteen näkökulmasta vaatimuksina ovat mm. liikennemerkkien ja opasteiden näkyminen selkeästi kuvista.

Tieverkon valokuvista voi havaita tienkohdan asioita kokonaisuutena. Kuvien tärkein käyttötapa on kuitenkin muun aineiston tukena (erilaiset rekisteritiedot) ja lisäarvona toimiminen. Mahdollisia linkitettäviä rekisteritietoja ovat silta-, tie-, varuste- ja laite-, kunto- sekä onnettomuustiedot. Valokuvat voivat korvata osan maastokäynneistä (ei kuitenkaan kokonaan) ja mahdollisesti joitakin inventointeja (vaatii lisäselvittelyä ja tarpeen mukaan case-projekteja). Nykyisten kuvausten puutteet koskevat kuvaustekniikkaan liitty-

viä detaljiasioita (säätötilan huomiointi kuvauksissa, kuvien nimeämiskäytännön tarkentaminen, kuvien laadunhallinta jne.).

Riskit ja vastuut

Tieverkon valokuvaukseen ja kuva-aineistoon liittyy mahdollisina riskeinä tai ongelmina kuvauksen olosuhdetekijöiden (sää, valaistus, tarkennus yms.) vaikutus kuvien laatuun, kuvien paikannuksen virheet, kuvien mahdollinen käyttö arvonmuutosten ja sanktioiden antamisessa, lupien myöntäminen pelkästään kuva-aineiston perusteella, kuva-aineiston varastointi, erilaiset väärinkäytökset (kuten mm. kuvien aikaleiman väärentäminen) sekä kuvien määrän kasvu kuvauskierron edetessä vuodesta toiseen.

Kuvien oikeellisuus on sinällään monisyinen asia, joka liittyy paljolti kuvausajankohtaan ja siihen, ovatko kaikki tiestön muutokset ehtineet kuviin. Tämän vuoksi kuva-aineistojen käyttötarkoitus tulee ilmaista selkeästi. Pääperiaate vastuiden osalta ilmaistaan seuraavasti: *Tiehallinnon vastuulla on, että kuvat on otettu kyseisestä paikasta ilmoitettuna ajankohtana ja kuvien käyttäjän vastuulla on kuviin sisältyvän informaation tulkinta.* Kuvat on otettu tiettyä aikana, eivätkä ne välttämättä kuvaa myöhemmin vallitsevaa tilannetta. Kuvat eivät siis ole urakan lähtötilanteen sitovia vaatimuksia, eivätkä toimivuusvaatimusten sitovia dokumentteja. Jos kuva-aineistoja käytetään sopimusluonteisissa asioissa, tulee niiden status määrittää sopimuksessa ja sopimusosapuolten yhteisesti hyväksyä. Tietosuojan näkökulmasta tulisi tieverkon valokuvauksissa olla periaatteena, että ei varsinaisesti kuvata ihmisiä. Tosin lainsäädännöllisiä esteitä ei tähänkään ole.

Suosituks

Tässä raportissa esitetyt suositukset on jaoteltu kolmeen ryhmään: tieverkon yleiskuvaus ja kuvien käyttö (periaate), kuvaustekniikka ja kuvien ominaisuudet sekä tietopalvelut ja tietojen linkitys. Lisäksi esitetään huomioita ohjeistuksen muutostarpeista ja kuvausten kehitystarpeista.

Tieverkon kuvaukset tulee jakaa rutiinimaisiin yleiskuvauksiin sekä erillisinä toteutettaviin erikoiskuvauksiin. Ramppien kuvaaminen tulee liittää mukaan yleiskuvauksiin. Kuvauskierto tulee sitoa urakoiden kilpailuttamisrytmiin. Teiden yleiskuvauksessa tulisi käyttää väylien tärkeyden mukaan periaatteessa päätieverkon kuvausta joka vuosi ja alemman tieverkon kuvausta muutaman vuoden välein (esimerkiksi 3 vuoden kierto).

Oikea kuvausajankohta on silloin, kun tiet ovat lumettomia ja jäättömiä. Sopivia aikoja ovat kevät, kesä ja syksy. Oikea vuorokaudenaika kuvauksiin on päivänvalon aika. Kuvien laadun osalta tarvitaan syvällisempää keskustelua mahdollisista toleranssirajoista. Kuva-aineiston käytölle on olemassa luke-mattomia eri käyttömahdollisuuksia, ja käyttöä rajoitetaankin vain muutamilta osin.

Kuvaustekniikkaan liittyy mm. kuvavälin, paikannuksen ja kuvien tarkkuuden kehitys. Kuvaväliksi suositellaan 20 ± 5 metriä. Lisäksi kuvaustekniikan tulisi mahdollistaa kätevä kuvavälin pienentäminen ja suurentaminen. Paikannuksessa tulisi ottaa käyttöön Euref-FIN-koordinaatit ja tierekisteriosoite. Kuvien tarkkuuden tulee olla sellainen, että opasteet ja liikennemerkkit ovat selkeästi tunnistettavissa kuvista.

Erikoiskuvauksia tulisi testata case-projekteilla. Näistä ensisijaisina ovat liittymien ja ajoradan yläpuolisten opasteiden kuvaus, käyttäen tarkempaa kuvakokoa. Kokeilun arvoista on myös inventointimahdollisuuksien testaus tieverkon valokuva-aineistosta. Lisäksi tulevaisuudessa voi olla mahdollisuuksia linkittää kuva-aineistoja muiden väylälaitosten kuva-aineistoihin.

Nykyinen kuvausohjeistus on hyvä lähtökohta ja vaatii detaljien osalta joitakin täsmennyksiä. Näitä ovat mm. suosituksena esitetyn kuvien nimeämiskäytännön muuttaminen, useampikaistaisten liittymäalueiden kuvaaminen, ramppien kuvaaminen ja portaalien kuvaus erikoiskuvauksena.

Tietopalveluna suositellaan yhden keskitetyn kuvapalvelun käyttöä ja selainkäyttöliittymä on luonnollisin vaihtoehto. Kuvamateriaalin yhdistäminen rekisteritietoihin voidaan toteuttaa linkittämällä tieosoitteen avulla. Paikkatietojärjestelmien hyödyntäminen tiedon esittämisessä on myös järkevää. Tiedonhallinta vaatii kuvien nimeämisen yksiselitteistä tierekisteriosoitetta käyttäen. Oleellisia seikkoja kuvapalvelun toteutuksessa ovat myös laadunvarmistuksen toteuttaminen, kuvien tallentamisen ja päivityksen ohjeistus sekä kuva-varaston hallinnointivastuun ja valtuuksien anto. Tukena tietopalvelulle toimivat kuvien ominaisuuksien määrittely tietopalveluja varten sekä ohjeistus kuvien hallinnointiin. Tulevaisuuden kannalta tärkein kehitysaskel on kuvien linkittäminen Tiehallinnon rekisteritietoihin, kuten silta-, tie-, varuste- ja laite- sekä kuntotiedot.

7 LÄHTEET

Grimmond, C.S.B., Potter, S.K., Zutter, H.N ja Souch, C (2001). Rapid methods to estimate sky-view factors applied to urban areas. International journal of climatology. Royal Meteorological Society.

Inframan Oy, Ari Kähkönen (2001). Tiedote: Väyläomaisuustieto. VOH3.2-projektin väyläomaisuudesta kertova tiedote. Tiehallinto Helsinki.

Jaakko Pöyry Infra (2003). Esiselvitys rataverkon kuvapalvelusta. Ratahallintokeskus, kunnossapitoyksikkö.

Ramboll Finland Oy (2006). Kuvantunnistus parantamassa joukkoliikenneinformaatiota. AINO-ohjelma, Liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) liikenteen telematiikan tutkimus- ja kehittämistyö. Viimeistelyvaiheessa oleva raportti (julkaistaan 2006 lopulla).

SCC Viatek Oy (2000). Kouvolan kaupungin katupäällysteiden kuntotutkimus ja katuverkon videokuvaus. Kouvolan kaupunki, kuntatekniikan toimiala.

Sirviö, Matti (2006). Tiekuvapalvelun hyödyntäminen Tiehallinnossa. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Oulu.

Tiehallinto (2004). Sillantarkastuskäsikirja. 6. uudistettu painos. Tiehallinto Helsinki.

Tiehallinto (2006). Tieverkon digokuvaus 2006, HTU-, KSK- tai VOL-urakka. Laatuvaatimukset, laadunvarmistus, arvonmuutokset ja sanktiot. Sopimuksen liite 3. Tiehallinto Helsinki 2006. Vaatimuksia tieverkon digitaaliseen kuvaukseen. Sopimuksen liite 4. Tiehallinto 8.5.2006.

Tiehallinto (2006b). Tierekisterin tietolajit: 197 Tienvarsimainokset (1.5.2006). Ohjetiedosto, Tiehallinto Helsinki.

ISSN 1459-1553
ISBN 978-951-803-776-0
TIEH 3201017-v