

Kristiina Sulankivi, Antti Lakka & Mary Luedke

Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä

VTT PUBLICATIONS 469

Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä

Kristiina Sulankivi, Antti Lakka & Mary Luedke
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka



ISBN 951-38-5993-2 (nid.)

ISSN 1235-0621 (nid.)

ISBN 951-38-5994-4 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

ISSN 1455-0849 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © VTT 2002

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT

puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT

tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland

phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE

puh. vaihde (03) 316 3111, faksi (03) 316 3445

VTT Bygg och transport, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS

tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3445

VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland

phone internat. + 358 3 316 3111, fax + 358 3 316 3445

Kansikuva Minna Sunikka

Toimitus Maini Manninen

Otamedia Oy, Espoo 2002

Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary. Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä [Project management in the concurrent engineering environment/Internetstöd hantering av byggprocessens information]. Espoo 2002. VTT Publikations 469. 162 s. + liitt. 1 s.

Avainsanat project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools

Tiivistelmä

Suomalais-amerikkalaisen tutkimusprojektin päätavoite on ollut kehittää usean osapuolen projektin johtamista ja organisoimista sovellettaessa sähköisen tiedonsiirron ympäristöä. Toinen tavoite on ollut kehittää toiminnalliset mittarit sähköisen tiedonsiirron ympäristön vaikutusten mittaamiseksi valituissa rakennushankkeissa. Tuloksena tutkimus esittää keskeiset pelisäännöt, joita noudattamalla sähköisen tiedonsiirron hyödyt voidaan saavuttaa usean osapuolen projektissa.

Tutkimuksen keskeinen johtopäätös on, että soveltamalla sähköistä tiedonsiirtoa ja modernia projektitietojärjestelmää usean osapuolen projektissa voidaan saavuttaa merkittäviä laadullisia ja toiminnallisia etuja. Projektitietojärjestelmä mahdollistaa perinteisen informaatiovirran muuttamisen radikaalisti paremmaksi suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa.

Toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen lisäksi saavutetaan ajassa ja rahassa mitattavia hyötyjä. Suorat kustannushyödyt projektitietojärjestelmien käyttämisestä olivat eurooppalaisissa esimerkkihankkeissa noin kaksinkertaiset verrattuna käyttökuluihin. Epäsuorat kustannussäästöt ovat moninkertaisia suoriin kustannussäästöihin verrattuna. Niiden mittaaminen on kuitenkin käytännössä vaikeaa. Analysoidussa yhdysvaltalaisessa rakennushankkeessa kustannushyödyt olivat jopa 20-kertaiset käyttökuluihin verrattuna.

Hyötyjen mittaamisen malli kehitettiin ja testattiin pääosin ensimmäisessä analysoidussa rakennushankkeessa, joka valmistui ja luovutettiin tilaajalle elokuussa 2000 Suomessa. Mittausmallia sovellettiin lisäksi kolmen muun rakennushankkeen analysointiin Ruotsissa, Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa.

Lisätietoja <http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/>

Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary. Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä [Project management in the concurrent engineering environment/Internetstöd hantering av byggprocessens information]. Espoo 2002. VTT Publikations 469. 162 p. + app. 1 p.

Keywords project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools

Abstract

The primary objective of the Finnish-American research project was to develop the management and organisation of multipartner projects when utilizing electronic data exchange and the concurrent engineering (CE) environment. A second objective was to develop functional indicators to measure impact of the CE environment in selected case study construction projects. As a result, the study presents key guidelines for realizing benefit by using electronic data exchange and the CE environment in multipartner projects.

A fundamental conclusion of the study is that by using electronic data exchange and a modern CE environment, significant qualitative benefits can be reached in a multipartner project. The CE environment makes it possible to change the traditional information flow, thereby radically improving it at the design and construction stages.

In addition to qualitative benefits, benefits measured in terms of time and money can be reached. In the European case studies, direct cost benefits were approximately double as compared to the operating costs. The indirect cost savings are manifold as compared to the direct cost benefits; however, in practice indirect cost savings are difficult to quantitatively measure. In the American case study, cost benefits were even 20-fold as compared to the operating costs.

The model for benefit measuring was developed and tested mainly in the first analysed case study, which in August 2000 was completed and handed over to the client in Finland. Additionally, the framework was utilized in three other case studies, in Sweden, Great Britain, and the USA.

For more information <http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/>

Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary. Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä [Project management in the concurrent engineering environment/Internetstöd hantering av byggprocessens information]. Espoo 2002. VTT Publikations 469. 162 s. + bil. 1 s.

Keywords project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools

Sammandrag

Det främsta syftet med det finsk-amerikanska forskningsprojektet har varit att utveckla ett system för flera parter att leda och organisera ett projekt med utnyttjande av en elektronisk dataöverföringsmiljö. Det andra syftet har varit att utveckla operativa mätare för att mäta effekterna av den elektroniska dataöverföringsmiljön på valda byggprojekt. Resultatet av undersökningen är centrala spelregler. När dessa spelregler följs ger den elektroniska dataöverföringen fördelar för flera parters projekt.

Den främsta slutsatsen av undersökningen är att man kan uppnå avsevärda kvalitativa och operativa fördelar av att tillämpa elektronisk dataöverföring och ett modernt projektdatasystem i flera parters projekt. Projektdatasystemet kan förbättra det konventionella informationsflödet radikalt i planerings- och byggnadsskedet.

Utöver de operativa och kvalitativa fördelarna uppnås omfattande inbesparingar i tid och pengar. De direkta kostnadsinbesparingarna av projektdatasystemen i de europeiska modellprojekten var dubbelt så stora jämfört med driftskostnaderna. De indirekta kostnadsinbesparingarna var flerfaldiga jämfört med de direkta kostnadsinbesparingarna. Det är emellertid svårt att mäta dem i praktiken. I ett analyserat byggprojekt i USA var kostnadsinbesparingarna upp till 20-faldiga jämfört med driftskostnaderna.

För att mäta fördelarna utvecklades en modell som testades främst i det första analyserade byggprojektet. Modellen blev färdig och överläts till beställaren i Finland i augusti 2000. Därtill tillämpades mätmodellen för analys av tre andra byggprojekt i Sverige, Storbritannien och USA.

Närmare upplysningar <http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/>

Alkusanat

Projektin johtaminen ja organisointi sähköisen tiedonsiirron ympäristössä ProCE on suomalais-amerikkalainen tutkimusprojekti, jonka kumppaneita ovat VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka ja Wisconsin-Madisonin yliopisto Yhdysvalloista. Tutkimus on toteutettu pääosin VTT:llä Tampereella. Tutkimusryhmän muodostivat erikoistutkija Antti Lakka ja tutkija Kristiina Sulankivi VTT:ltä sekä vieraileva tutkija Mary Luedke Wisconsin-Madisonin yliopistosta.

Tutkimusprojektia on ohjannut professori Awad S. Hanna Wisconsin-Madisonin yliopistosta ja tutkimusta on johtanut suomalaisen teollisuusryhmän edustajista muodostettu johtoryhmä. Johtoryhmän puheenjohtaja oli Juha Kuokkanen (Rak-sanet) ja muina jäseninä Jari Virsunen (YIT), Hannu J. Mäkinen (Rakennustoi-misto Pohjola), Kirsti Paasikallio (Valopaino), Aulis Toivonen (HKR-Rakennuttaja), Arto Hägg (Skanska), Petri Laurikka (A-Rakennuttajat), Pekka Vaara (Artemis Finland), Mikko Viljakainen (Wood Focus) ja Matti Leino (Optiplan).

Tutkimuksen ovat rahoittaneet yhdessä teollisuusryhmän yritykset, Tekes, VTT ja Wisconsin-Madisonin yliopisto. Projektille avatun WWW-sivun osoite on <http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/>

Projektiryhmä haluaa kiittää projektiin osallistuneiden yritysten edustajia aktiivisesta mukana olost. Erityiskiitoksen haluamme osoittaa kaikille rakennushankkeiden osapuolille tuesta, joka on tehnyt mahdolliseksi hankeanalyysit. Kiitos myös arkkitehti Minna Sunikalle, joka on piirtänyt julkaisun piirroshahmot.

Maaliskuussa 2002

Antti Lakka
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Tampere

Awad S. Hanna
Wisconsin-Madisonin yliopisto
Madison, USA

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Sammandrag	5
Alkusanat	6
1. Johdanto	11
1.1 Taustaa	13
1.2 Tutkimuksen tavoitteet	13
1.3 Tutkimusmenetelmä	14
1.4 Käsitteet	16
2. Sähköisen tiedonsiirron ympäristö	21
2.1 Perusteet	23
2.2 Ominaisuudet	25
2.3 Potentiaaliset teknologiat	31
2.4 Mobiiliyhteistyö	33
3. Hyötyjen mittaaminen	35
3.1 Mittausmalli	37
3.2 Mittausmallin soveltaminen	39
3.3 Keskustelua	41
3.3.1 IT investointien arviointimenetelmät	41
3.3.2 Hyötyjen mittaus usean osapuolen projekteissa	41
4. Sähköisen tiedonsiirron ympäristön hyödyt	43
4.1 Esimerkkihankkeet	45
4.2 Tunnistetut hyödyt	45
4.3 Hyötyjen syntyminen	53
4.4 Mittaaminen ja tulosten esittäminen	53
4.5 Yhteenveto esimerkkihankkeiden päätuloksista	56
4.6 Toiminnalliset ja laadulliset hyödyt	58
4.6.1 Vaikuttavuus dokumenttien- ja projektinhallintaan	58
4.6.2 Usein esiintyvät hyödyt	61

4.6.3	Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen	61
4.6.4	Hyödyt eri osapuolille	64
4.7	Aika ja muut mitattavissa olevat hyödyt	66
4.8	Kustannushyödyt	69
5.	Hankekohtainen analyysi.....	71
5.1	Rakennushanke 1, Suomi	73
5.1.1	Taustatiedot.....	73
5.1.2	Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 1	75
5.1.3	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt	77
5.1.4	Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt	82
5.1.5	Kustannushyödyt.....	83
5.1.6	Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita	86
5.2	Rakennushanke 2, Ruotsi	88
5.2.1	Taustatiedot.....	88
5.2.2	Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 2	90
5.2.3	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt	92
5.2.4	Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt	96
5.2.5	Kustannushyödyt.....	97
5.2.6	Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita	100
5.3	Rakennushanke 3, Englanti	101
5.3.1	Taustatiedot.....	101
5.3.2	Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 3	103
5.3.3	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt	105
5.3.4	Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt	111
5.3.5	Kustannushyödyt.....	115
5.3.6	Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita	118
5.4	Rakennushanke 4, USA.....	122
5.4.1	Taustatiedot.....	122
5.4.2	Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 4	123
5.4.3	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt	125
5.4.4	Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt	129
5.4.5	Kustannushyödyt.....	133
5.4.6	Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita	134
6.	Projektin johtaminen ja organisointi.....	137
6.1	Yleistä.....	139

6.2	Usean osapuolen projektin vaatimukset CE-ympäristöä kohtaan	139
6.3	Toimintatavat.....	143
6.3.1	Tietovirtojen uudistaminen	143
6.3.2	Uudet toimintatavat.....	147
7.	Johtopäätökset	151
	Lähdeluettelo	156

1. JOHDANTO



1. Johdanto

1.1 Taustaa

Usean osapuolen projektien organisointia ja johtamista voidaan tukea merkittävästi hyödyntämällä sähköistä tiedonsiirtoa. Sähköisen tiedonsiirron ympäristöllä voidaan tukea erityisesti sellaisia projekteja, joissa suunnittelu- ja tuotantovaihe on tarpeen limittää osittain samanaikaiseksi. Englanninkielessä käytetään jopa termiä CE environment, CE-ympäristö, jossa CE-lyhenne tulee sanoista concurrent engineering. Jatkossa termillä CE-ympäristö tarkoitetaan sähköisen tiedonsiirron ympäristöä.

Sähköisen tiedonsiirron perusteknologia on jo kehittynyt varsin käyttökelpoiselle tasolle. Olemassa olevaan ja kaikkien yritysten käytettävissä olevaan perusteknologiaan sisältyy mm. Internet, sähköposti, GSM-tekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirto, WAP-tekniikka ja erilaiset pikaviestipalvelut. Perusteknologioihin perustuen markkinoilla on jo tarjolla erilaisia sähköisen tiedonsiirron ympäristöjä kaupallisella pohjalla toimivina palveluina. Kaupalliset ratkaisut on otettu merkittävällä laajuudella käyttöön ja ovat edelleen nopeasti yleistymässä. Tarjolla olevien palvelujen ongelmana on usein se, että niiden toiminnallisuuden lähtökohdalla yhden osapuolen tarve. Palvelu täyttää hyvin yhden osapuolen tiedonsiirtotarpeet, mutta kaikki projektin osapuolet eivät hyödy palvelusta tai eivät kykene kytkeytymään sen käyttäjäksi. "Nykyaikainen tietokone on suunniteltu, rakennettu, markkinoitu ja myyty yhdistääkseen käyttäjänsä Internet-verkkoon" /12/, usean osapuolen väliseen tiedonvaihtoon.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Projektin johtaminen ja organisointi sähköisen tiedonsiirron ympäristössä – ProCE – on suomalais-amerikkalainen tutkimushanke, jonka päätavoitteena on ollut kehittää usean osapuolen projektin hallintaa sähköisen tiedonsiirron ympäristössä.

Kehityshankkeen osatavoitteita olivat

- Selvittää sähköisen tiedonsiirron toimintaympäristön nykyinen käyttö rakennushankkeissa sekä mahdollisuudet jo tarjolla olevaan perusteknologiaan pohjautuen.
- Pyrkä mittaamaan sähköisen tiedonsiirron toimintaympäristön eri piirteiden vaikutuksia usean osapuolen projektissa ja osoittaa saatavissa olevat hyödyt.
- Määrittää usean osapuolen projektin yhteiset vaatimukset sähköisen tiedonsiirron ympäristöä kohtaan.
- Määrittää usean osapuolen projektin uudet toimintatavat sähköisen tiedonsiirron ympäristössä, jotta saatavissa olevat hyödyt voidaan saavuttaa.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusprojektin ensimmäisenä vaiheena tehtiin tilannekatsaus rakennushankkeissa käytettäviin sähköisen tiedonsiirron ympäristöihin. Tässä vaiheessa selvitettiin sähköisen tiedonsiirron ympäristön ominaisuuksia kirjallisuustutkimuksella ja palvelun tarjoajille suunnatulla kyselytutkimuksella. Tämän perusteella valittiin ne sähköisen tiedonsiirron ympäristön sovellusten ominaisuudet, joiden vaikutusta haluttiin tutkia tarkemmin.

Tarjolla olevien sovellusten ominaisuuksien ja toiminnallisuuden kartoittamiseksi koottiin aluksi yli kolme sataa palveluntarjoajaa kattava lista kirjallisuus ja www-hauilla sekä olemassa olevia linkkiloja hyödyntämällä (/11/, /5/). Palvelut ryhmiteltiin työryhmäsovelluksiksi, tukipalveluiksi ja kauppapaikoiksi kunkin palvelun päätarkoituksen perusteella. Työryhmäsovelluksia löytyi erilaisilla kutsumanimillä; Suomessa yleisimpiä olivat projektipankki ja projektinhallintasovellus, kun taas kansainvälisesti project extranet ja collaboration solution olivat yleisiä. Kyseiseen ryhmään kertyi noin 120 esimerkkisovellusta, joista noin 80 oli tietävästi ollut käytössä rakennusprojekteissa. Näistä 80:stä kirjoittajat valitsivat noin 30 syvällisempään tarkasteluun olemassa olevan ominaisuuksien kirjon selvittämiseksi. Edelleen 19 yritystä antoi yksityiskohtaista tietoa sovelluksestaan vastaamalla kirjalliseen kyselyyn. Vastauksia saatiin Bel-

giasta, Suomesta, Norjasta, Ruotsista, Englannista ja Yhdysvalloista. Kysely perustui palveluntarjoajien www-sivuihin ja tuote-esitteisiin perehtymällä saatuu käsitykseen usein esiintyvistä ominaisuuksista. Ominaisuuksien esiintymistiheyttä käsitellään projektin väliraportissa /7/.

Tutkimuksen toisessa päävaiheessa eli hyötyjen arviointivaiheessa sähköisen tiedonsiirron ympäristön vaikutuksien analysoimiseen käytettiin menetelmää, joka muistuttaa tulevaisuuden tutkimuksessa käytettävää Delfoi-tutkimusmenetelmää. Delfoi-menetelmää voidaan kuvata välineeksi strukturoida ryhmäkeskustelua siten, että menetelmän avulla voidaan käsitellä monimutkaisia ja vaikeita kysymyksiä, joihin ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeaa vastausta. Menetelmässä tarkasteltavan aiheen asiantuntijat aktivoidaan vuoropuhelun avulla esittämään näkemyksensä tutkittavasta asiasta: joukolle asiantuntijoita esitetään kysymyksiä, joiden tulokset kootaan yhteen. Tämän jälkeen tulosten yhteenveto jaetaan takaisin vastaajille ja heiltä pyydetään uudelleen näkemystä tutkittavasta asiasta.

ProCE-tutkimuksessa vuoropuhelu toteutettiin kolmessa vaiheessa seuraavasti. Ensimmäisessä vaiheessa haastateltiin asiantuntijoina valittujen rakennushankkeiden osapuolia, joilla oli käytännön kokemusta projektityöskentelystä ja sähköisen tiedonsiirron ympäristön hyödyntämisestä käytännön projektityöskentelyssä. Haastattelujen jälkeen asiantuntijoiden esittämät näkemykset koottiin hyötyjen mittausmalliin, jossa vastaukset luokiteltiin potentiaalisiksi vaikutuksiksi. Toisessa vaiheessa potentiaalisista vaikutuksista toteutettiin uusi kyselytutkimus samoille projektitoiminnan asiantuntijoille, jolloin heille esitettiin potentiaalisia vaikutuksia ja kysyttiin uudelleen omaa näkemystä sähköisen tiedonsiirron ympäristön vaikutuksista kyseisessä hankkeessa. Kolmannessa vaiheessa sähköisen tiedonsiirron ympäristön vaikutuksia analysoitiin tarkemmin laskennallisin menetelmin ja suorittamalla tarkentavia asiantuntijahaastatteluja. Kolmannen vaiheen tarkentavilla haastatteluilla selvitettiin lähinnä aika- ja kustannusvaikutuksia. Mittausmalli kuvataan tarkemmin kohdassa 3.1.

1.4 Käsitteet

CE-ympäristö tulee sanoista Concurrent Engineering environment (CE environment) ja tarkoittaa sähköisen tiedonsiirron ympäristöä. CE-ympäristön peruskomponentteja ovat sähköisessä muodossa oleva tieto, tietoverkko ja hanketietokeskus.

Download eli imuroida. Tiedoston hakeminen toisesta järjestelmästä käyttäjän koneelle tietoliikenneyhteyden välityksellä.

Extranet on Internetissä tietyn ryhmän käyttöön rajattu verkkoalue, johon ulkopuolisten pääsy on estetty käyttäjätunnuksin ja salasanoin. Ryhmään voi kuulua jäseniä useasta eri organisaatiosta, esim. tietyn rakennushankkeen osapuolet (katso Intranet).

FTP (file transfer protocol) yhteisesti sovittu tiedonsiirtokäytäntö tiedostojen lähettämistä ja vastaanottamista varten Internetissä.

Hanketietokeskus on Internet-verkkoon kytketty palvelintietokone, jolle rakennushankkeen osapuolet tallentavat sähköisessä muodossa projektin yhteiseen käyttöön tarkoitettua tietoa.

Homepage eli kotisivu on WWW:ssä sijaitseva HTML-sivunkuvauskielillä rakennettu sivukokonaisuus. Kotisivu voi olla yrityksen, yhteisön, yksittäisen projektin tai yksityishenkilön.

HTML (hyper text markup language) on www-sivujen sivunkuvauskieli, jolla luodaan hypertekstisivuja Internetiin. HTML-koodi kuvailee sivujen rakenteen, tekstit ja kuvien paikat. WWW-selain tulkitsee HTML-koodin ja näyttää käyttäjälle näkyvän sivun.

HTTP (hyper text transfer protocol) on yhteisesti sovittu tiedonsiirtokäytäntö Internet-sivujen siirtoon www-palvelimen ja selainohjelman välillä.

Hyperteksti (Hypertext) on tekstidokumentti, jonka eri osista pääsee siirtymään linkkien avulla saman dokumentin eri kohtiin tai muihin dokumentteihin.

ICT (information and communication technology) eli tieto- ja viestintäteknikka on yleislyhenne kaikelle tieto- ja tietoliikenneteknologialle (katso IT).

IFC (industry foundation classes) on kehitteillä oleva maailmanlaajuinen teollisuus-standardi, joka mahdollistaa tietojen hyödyntämisen eri ohjelmistojen välillä. IFC perustuu oliomuotoiseen tiedonsiirtoon, jonka ansiosta rakennuksen tuotemalli siirtyy kokonaisuudessaan ohjelmasta toiseen.

Indikaattori on ilmaisin tai osoitin ja **hyötyindikaattori** osoittaa, että esitetty hyöty on toteutunut ja pyrkii myös mittaamaan saavutettua hyötytasoa.

IP (Internet protocol) on Internetin verkkoprotokolla. Jokaisella verkkoon kytkeytyllä työasemalla on neliosainen IP-osoite, esim. 193.66.16.1. IP-osoite määrittää internet-palvelimen tai -asiakaskoneen loogisen sijainnin verkossa. Käyttäjää varten on ns. DNS-nimipalvelu, joka kääntää numerot helpommin hahmotettavaan tekstimuotoon, esim. www.vtt.fi

Internet on maailmanlaajuinen tietoverkko, jonka avulla erilaiset tietokoneet ja IT-järjestelmät voidaan kytkeä yhteen. Internet muodostuu lukemattomista yhteenliitetystä pienemmistä tietokoneverkoista (katso Extranet ja Intranet).

Intranet on yrityksen sisäisesti käyttämä tietoverkko, joka toimii Internetin kautta. Intranetin avulla eri toimipisteet voivat olla verkkoyhteydessä toisiinsa julkisen verkon kautta (katso Extranet).

ISDN (integrated services digital network) on digitaalinen puhelinstandardi, joka sallii analogista puhelinlinjaa nopeamman kaksisuuntaisen tiedonsiirron. ISDN:n tiedonsiirtonopeus on 64–128 kbps (vertaa modeemi).

IT (information technology) eli tietotekniikka tai informaatioteknologia on yleislyhenne kaikelle tieto- ja tietoliikenneteknologialle sisältäen sähköisessä muodossa olevan tiedon käsittelyyn, tallentamiseen ja siirtoon käytettävät tekniikat (katso ICT).

Java on ohjelmointikieli, jolla luodaan tietokoneohjelmia mm. Internetin World Wide Web -järjestelmään. Ohjelmat mahdollistavat esimerkiksi kuvanimaatioiden ja kehittyneiden lomakkeiden luomisen WWW-sivuille.

Kansio on tietorakenne, joka voi sisältää dokumentteja ja kansioita. Hanketietokeskuksessa on projektikansio, jossa hankkeen osapuolilla voi olla omia kansioitaan tiedon tallentamista varten tai eri asiakokonaisuuksille voi olla omat kansionsa.

Kopiopankki on projektin suunnitelmien tulostustiedostojen siirtoa ja hallintaa palveleva järjestelmä, johon voi liittyä myös joitain kommunikointia palvelevia ominaisuuksia kuten sähköposti. Kopiopankkia käytetään ensisijaisesti tulostustiedostojen siirtoon suunnittelijoilta tulostuspalveluun (vertaa projektitietopankki).

Modeemi on laite, joka muuntaa tietokoneen lähettämän digitaalisen signaalin puhelinverkossa kulkeväksi analogiseksi signaaliksi. Vastaanotettaessa tietoa laite muuntaa signaalin takaisin digitaaliseksi. Nykyisten modeemien nopeus on 14,4–56 kbps (vertaa ISDN).

Projektitietopankki on usean osapuolen projektin tiedonjakelua ja -hallintaa tukeva järjestelmä. Projektitietopankki palvelee pääasiassa dokumenttienhallintaa, mutta kattavammin kuin kopiopankki (katso hanketietokeskus ja projektinhallintajärjestelmä).

Projektinhallintajärjestelmä on projektin hallintaa tukeva järjestelmä, joka sisältää dokumenttienhallintaominaisuuksien ohella myös projektinjohtamista ja työnkulkua tukevia ominaisuuksia.

TCP/IP (transmission control protocol Internet protocol) on tietoliikenteen tiedonsiirtokäytäntö Internetissä.

URL (uniform resource locator) on WWW:n osoitestandardi. Osoitteet ovat esimerkiksi muotoa <http://www.vtt.fi> tai <ftp://ftp.vtt.fi>

Sähköposti (electronic mail, e-mail) mahdollistaa sähköisessä muodossa olevien viestien lähettämisen Internetin välityksellä käyttäjältä toiselle. Sähköpostin edut ovat nopeus ja halpuus. Tietoturva on sähköpostin heikoin lenkki.

WAP (Wireless Application Protocol) on tiedonsiirtostandardi, joka mahdollistaa Internetin käytön langattomien verkkojen päätelaitteilla, esim. GSM-puhelimilla.

WWW (world wide web) on maailmanlaajuinen IT-järjestelmä, joka yhdistää hypertekstilinkeillä eri paikoissa sijaitsevia dokumentteja toisiinsa helppokäyttöiseksi kokonaisuudeksi.

XML (Extensible Markup Language) on maailmanlaajuinen metakieli, jolla määritellään rakenteellisia merkkaukieliä. XML on suunniteltu erityisesti Internet-käyttöön eli sen avulla voidaan luoda rakenteellisia dokumentteja tiedon esittämiseksi webissä.

aecXML on XML-kieleen perustuva teollisuusstandardi sähköiseen tiedonsiirtoon AEC-teollisuudessa (AEC=Architecture, Engineering and Construction. Arkkitehtuuri, suunnittelu ja rakentaminen).

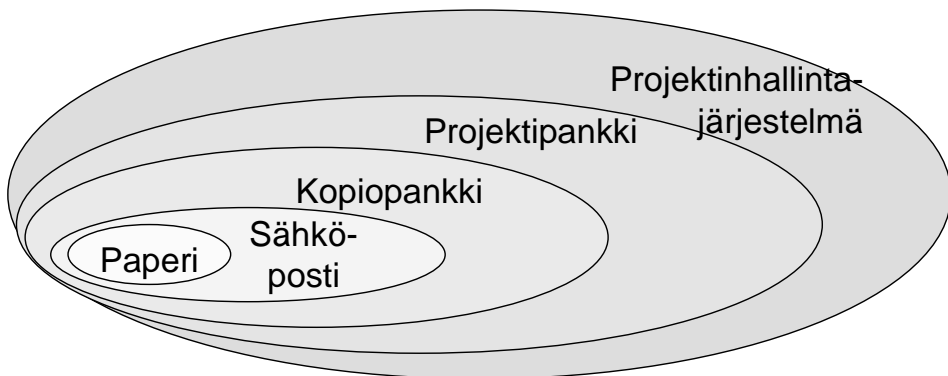
Sähköisen tiedonsiirron ympäristöön liittyvät ominaisuudet on määritelty luvussa 2.

2. SÄHKÖISEN TIEDONSIIRRON YMPÄRISTÖ



taneen yritysten sisäiset tiedonhallintajärjestelmät varustamaan tiedonsiirtoyhteydellä ulkoisten projektien järjestelmiin siten, että yritysten henkilöt voivat käyttää omia tuttuja järjestelmiään eri projekteissa /4/.

Sähköisen tiedonsiirron ympäristöä on hyödynnetty pääasiassa suunnitteluvaiheen dokumenttien hallintaan ja projektin hallintaan rakennusvaiheessa. Erilaiset käytössä olleet ympäristöt on esitetty kuvassa 2 kehittyneisyydeltään nousevassa järjestyksessä. Käytössä olleita dokumenttien hallinnan ja kommunikoinnin apuvälineitä ovat hankkeissa olleet sähköposti, kopiopankki, projektipankki ja projektinhallintajärjestelmä. Kopiopankkia käytettäessä suunnitelmien tulostustiedot toimitetaan ja arkistoidaan sähköisesti tulostuslaitoksen palvelimelle. Teknisesti samankaltainen ratkaisu on ollut projektipankki, jota kuitenkin käytetään monipuolisemmin dokumenttienhallintaan. Projektinhallintajärjestelmässä on dokumenttienhallintaominaisuuksien lisäksi projektinjohtamista ja työnkulkua tukevia ominaisuuksia. Käytännössä luokittelu ei ole aivan näin yksiselitteistä, sillä kommunikointiin ja tiedottamiseen on käytetty usein myös erillistä sähköpostiohjelmaa yhdessä projektipankkisovelluksen kanssa.



Kuva 2. Projektin työryhmäratkaisujen kehitysaskelaita paperiin perustuvasta kommunikointiympäristöstä projektinhallintajärjestelmiin.

Tiedonsiirron ratkaisuna oli 1990-luvulla yleisesti www- ja ftp-tekniikan yhteiskäyttö. Nykyisin markkinoilla on runsaasti erilaisia usean osapuolen projekteja tukevia sovelluksia, jotka perustuvat dynaamiseen www-tekniikkaan. Näiden myötä käyttöliittymä on huomattavasti parantunut ja dokumenttien hallinnan rinnalle on tullut monia uusia ominaisuuksia. Dynaamisiin www-sivuihin perustuvat sovellukset muodostavat perustan usean osapuolen projektin nykyiselle CE-ympäristölle /7/.

2.2 Ominaisuudet

Sähköisen tiedonsiirron ympäristön keskeinen elementti on kaikkia käyttäjiä palveleva keskitetty tietovarasto. Tavallinen käyttöliittymä keskitettyyn tietovarastoon on nykyisin Internet-pohjainen dokumenttien- ja projektinhallintaan kehitetty työryhmäsovellus, jota käytetään ASP-pohjaisena palveluna. Tämä tarkoittaa, että sovelluspalveluntarjoaja (engl. application service provider, ASP) vuokraa sovelluksen ja palvelimen levytilaa ja käyttäjä tarvitsee ainoastaan www-selaimen saadakseen perusominaisuudet käyttöönsä.

Palveluntarjoajien sovellukset on kehitetty tukemaan dokumenttien hallintaa, projektitiedon jakelua, kommunikointia, työnkulkua (engl. workflow) suunnittelu- ja rakennusvaiheissa ja ajan hallintaa sekä turvaamaan tiedon säilyminen /9/. Nykyisin laajasti käytössä olevien sovelluksien ominaisuudet ovat kuitenkin melko yksinkertaisia. Sovellukset palvelevat hyvin keskitettynä tietovarastona, niissä on joitakin kommunikointia tukevia ominaisuuksia ja mahdollisesti linkki johonkin muuhun palveluun kuten tulostuspalveluun.

Yleisesti esiintyvien ominaisuuksien lisäksi kaupallisissa sovelluksissa on tarjolla myös uusia kehittyneitä, mutta vielä vähäisessä käytössä olevia ominaisuuksia. Osa seuraavassa tarkemmin kuvattavista ominaisuuksista löytyykin kirjoittamishetkellä vasta harvoista tarjolla olevista sovelluksista tai niitä ei ole vielä juurikaan otettu käyttöön todellisissa projekteissa. Sovelluskehitys on kuitenkin vilkasta ja hyväksi havaitut ominaisuudet yleistyvät eturivin sovelluksissa nopeasti (taulukko 1).

Taulukko 1. Sähköisen tiedonsiirron ympäristön ominaisuuksia.

Ominaisuusryhmä	Ominaisuus / toiminnallisuus	Kuvaus
Asiakasohjelmisto	Käyttäjällä www-selain	Käyttäjä tarvitsee www-selaimen voidakseen käyttää joitakin tai kaikkia sovelluksen ominaisuuksia.
	Käyttäjällä ASP-ohjelmisto	Jotta kaikki sovelluksen ominaisuudet saadaan käyttöön, käyttäjän koneelle pitää asentaa sovelluspalveluntarjoajalta saatava lisäohjelma.
	Muu ohjelmisto	Rajaamalla ensin pois tiedostojen katseluohjelmat tarvitaan jokin muu ohjelmisto, jotta jokin tai kaikki ominaisuudet saadaan käyttöön (vrt. alla katselu -ominaisuudet).
Kommunikointivälineet	Normaali sähköposti	Sovellukseen ei sisälly sähköpostiominaisuutta. Käyttäjät tarvitsevat sähköpostiviestien laatimiseen ja lähettämiseen erillisen sähköpostiohjelman.
	Sisäinen sähköposti	Sähköpostiviestien laatiminen ja lähettäminen mahdollista vain sovelluksen käyttäjäryhmän jäsenten kesken.
	Integroitu sähköposti	Sähköpostiviestit mahdollisia sekä sovelluksen käyttäjäryhmän jäsenten välillä että käyttäjäryhmän ulkopuolisten kanssa.
	Automaattiset ilmoitukset	Sovellus tuottaa ilmoitukset ilman erillistä käskyä.
	On-line-keskustelufoorumi	Sovellus mahdollistaa reaaliaikaisen keskustelun kirjoitettavilla viesteillä
Dokumenttien hallinta	Perinteinen hakemistorakenne	Yhteinen tietovarasto on järjestetty perinteisen kiinteän hakemistopuun avulla.
	Muu tiedostojen hallintamenetelmä	Yhteinen tietovarasto on järjestetty muutoin kuin perinteisen kiinteän hakemistorakenteen avulla, esim. indeksoitu tietokanta tai dynaamiset hakemistonäkymät.
	Haun mahdollistava metadata	Kunkin tiedoston tietosisältö on määritelty ja tallennettu tiedostohakua palvelemaan. Esimerkkejä tietosisällön määrittämisistä ovat otsikko, aihe, kirjoittaja.

	Täyshaku	Sovellus kykenee tekemään hakuja tiedoston koko tekstisisällöstä (leipätekstistä).
	Haku tiedostonimellä	Sovellus kykenee hakemaan dokumentteja tiedostonimien perusteella.
	Arkistointimahdollisuus	Kaikki projektia koskeva tieto voidaan tallentaa ja toimittaa tiiviissä muodossa kuten CD-levykkeillä esim. kiinteistön omistajalle.
	Tietojen päivitys reaaliajassa	Tallennukset tietovarastoon päivitetään reaaliajassa: hanketietokeskuksen tietosäilytys päivittyy jokaisen tallennustapahtuman tuloksena ja päivitetty tieto on välittömästi muiden ryhmän jäsenten käytettävissä.
	Tietojen päivitys eräajona	Tallennukset tietovarastoon päivitetään vain tietyinä ajankohtana esim. kerran vuorokaudessa, jolloin muut osapuolet eivät heti voi saada päivitettyä tietoa käyttöönsä.
	Ilmoitukset muutoksista	Käyttäjät saavat tiedon muutoksesta joko muutoksen tekijän aktiivisena toimintona tai automaattisena ilmoituksena (kuten automaattiset ilmoitukset kommunikointivälineissä)
	Versionhallinta	Sovellus tarjoaa menetelmän saman tiedoston eri versioiden hallintaan.
	Dokumenttien seuranta loki	Sovellus kykenee tallentamaan tiedon tiettyyn tiedostoon kohdistuneista toimista, esim. milloin ja kenen toimesta jokin tiedosto on järjestelmään tallennettu ja milloin ja kuka on tiedostoa katsellut tai tallentanut sen itselleen.
CAD ominaisuudet	CAD-tiedostojen katselu	CAD-tiedostot (dwg, dgn, dxf, tai plt) aukeavat sovelluksen käyttäjille katseltaviksi ilman CAD-ohjelmaa tai omalle koneelle asennettavaa katseluohjelmaa.
	Katseluun tarvitaan plug-in	CAD-tiedostot (dwg, dgn, dxf, tai plt) aukeavat sovelluksessa ilman varsinaista CAD-ohjelmaa, mutta selaimen lisäksi käyttäjän koneelle pitää asentaa katselun mahdollistava lisäohjelma, nk. plug-in.

	Punakynä-merkintä	Sovelluksen käyttäjät voivat tehdä punakynämerkintöjä CAD-tiedostoihin (dwg, dgn, dwf, dxf, tai plt) ilman kyseiseen tarkoitukseen tehtyä lisäohjelmaa.
Muihin dokumentteihin liittyvät ominaisuudet	Tiedostojen katselu ilman lisäohjelmia	Käyttäjillä on mahdollisuus avata dokumentteja katseltavaksi (muut kuin CAD-tiedostot) ilman tarvetta asentaa omalle koneelle alkuperäisohjelmaa tai kyseiseen tarkoitukseen laadittua katseluohjelmaa.
	Tiedostojen katselu plug-in-ohjelmilla	Käyttäjät voivat avata dokumentteja (muut kuin CAD-tiedostot) katseltavaksi ilman kyseistä alkuperäisohjelmaa, mutta tarvitsevat tähän tarkoitettua katseluohjelman koneeseensa (yleensä nk. plug-in).
	Punakynämerkintä	Sovelluksen käyttäjät voivat tehdä dokumentteihin punakynämerkintöjä (muut kuin CAD-tiedostot) ilman kyseiseen tarkoitukseen tehtyä lisäohjelmaa.
Rakennusvaiheen työnohjaussovellukset	Tietopyyntö (RFI)	Sovellus sisältää ratkaisun tietopyyntöjen hallintaan, eli määrämuotoisien lisätietopyyntöjen tekemiseen ja niihin vastaamiseen sekä arkistointiin. Järjestelmään tallentuu tieto esim. siitä, milloin ja minkälaisia lisätietoja urakoitsija on pyytänyt suunnittelijalta, ja milloin ja miten suunnittelija on tähän vastannut. Projektin muut osapuolet voivat seurata tiedonvaihtoa, jos ei ole kyse luottamuksellisista asioista.
	Hyväksynnät	Sovellus sisältää ratkaisun hyväksyntää, vahvistusta tms. vaativien asioiden hallintaan, käsittelyyn ja kierrättämiseen osapuolelta toiselle. Asian käsittelyssä ovat usein osallisina tilaaja, arkkitehti, urakoitsija ja aliurakoitsija. Näin esim. kun maalausurakoitsijan on hyväksyttävä maalinäyte käyttämäksi aikomastaan maalista.
	Avoimet kysymykset	Sovellus sisältää ratkaisun avoimien kysymysten ja ongelmien hallintaan. Avoin kysymys voi olla mikä tahansa ratkaisua vaativa asia projektissa. Käsittelyprosessin eteneminen dokumentoidaan.

	Muutostyöt	Sovellus tarjoaa ratkaisun suunnitelma- muutoksista johtuvien muutostöiden hal- lintaan niin, että kaikki suunnitelmamu- utosprosessin vaiheet (muutostyöpyyntö, hyväksynät, toimeenpano) tulee doku- mentoitua ja tallennettua järjestelmään. Kyseessä ovat muodolliset suunnitelma- muutokset, jotka eivät muuta projektin laajuutta.
	Virhelista	Sovellus sisältää ratkaisun luovutustar- kastuksessa havaittujen tai takuukorjauk- siin luettavien virheiden kirjaamiseen ja listan hallintaan.
Ajanhallinta	Kalenteri	Kalenteri, johon käyttäjät voivat kirjata projektille merkittävät päivämäärät, kuten kokouspäivät ja tavoitepäivämäärät.
	Projektin aikataulu	Aikataulun laatiminen ja muokkaaminen sovelluksessa mahdollista (ei tarkoita aikataulun tallentamista esim. jpg-kuvana toisten nähtäväksi).
	Tapahtumien hallinta (event manager)	Muistuttaa sovelluksen käyttäjiä projektille tärkeistä tapahtumista ja tavoitepäivistä.
Projektin tiedot	Yhteystiedot	Sisältää ratkaisun projektiin osallistuvien yhteystietojen tallentamiseksi järjestel- mään (nimi, yritys, postiosoite, puhelin, faksi, sähköpostiosoite).
	Työmaapäiväkirja	Sovellus sisältää sähköisen työmaapäivä- kirjan, joka tarjoaa soveltuvin osin val- miiksi esitetytyn ja osittain päivittäin täy- tettävän pohjan työmaan tilanneraportoin- tiin.
	Off-line-viestinnän dokumentointi	Sovellus tarjoaa ratkaisun off-line- viestinnän dokumentointiin ja hallintaan. Off-line-viestintä tarkoittaa projektityöhön liittyvää, sovelluksen ulkopuolella tapah- tuvaa kommunikointia, esim. tiedon lä- hettämistä perinteisenä postina tai fak- saamalla.
	Kokousmuistiot	Sovellus sisältää kokousmuistioiden luo- miseen ja hallintaan ratkaisun tarjoten soveltuvin osin valmiiksi esitetytyn ja osittain tapauskohtaisesti täytettävän do- kumenttipohjan.

Linkit muihin palveluihin	Linkki tulostuspalveluihin	Sovellus tarjoaa ratkaisun suunnitelmakopioiden tilausten ja toimitusten koordinointiin ja hallintaan tulostuspalvelua käytettäessä.
Turvallisuus	Sisäänkirjautuminen: käyttäjätunnus ja salasana	Perusratkaisu; pääsy sovellukseen ja projektitietoon käyttäjätunnuksella ja salasanalla, jonka jälkeen käyttäjillä lukuoikeus kaikkeen palvelimelle talletettuun projektitietoon.
	Monipuolinen käyttöoikeuksien hallinta	Perusratkaisuun nähden kehittyneempi käyttöoikeuksien hallinta; oikeudet voidaan määritellä henkilöittäin erilaisiksi hakemisto- tai tiedostotasolla. Näin näkyvä voi olla erilainen eri käyttäjille. Käyttöoikeuksien hallinta on mahdollisesti esim. projektipäälliköllä.
	Elektroninen käyttäjän tunnistus	Pääsy sovellukseen on rajoitettu elektronisella tunnistuksella.
	Tiedon varmuuskopiointi	Palvelu sisältää palveluntarjoajan palvelimelle talletetun projektitiedon varmuuskopiointin niin, että tiedon säilyminen on teknisen vian ilmetessä turvattu.
	Järjestelmän toimintatakuu	Sovelluksen toiminta on varmistettu niin, että hanketietokeskuksen käyttömahdollisuus ei katkea esim. palvelinvian vuoksi vaan tarvittaessa on toinen palvelin otettavissa käyttöön.
	Virustarkistus	Sovellus suorittaa virustarkistuksen tiedostoille virusten eliminoimiseksi, eli projektipalvelimella olevat tiedostot skannataan palveluntarjoajan toimesta.
Erikoisominaisuuksia	Kielivaihtoehdot	Käyttäjä voi itse valita sovelluksen käyttöliittymän kielen useista vaihtoehdoista. Sovellus voi näin tietyssä projektissa olla eri kansallisuuksia edustavien osapuolien käytössä eri kielillä.
	Linkit muihin palveluihin	Tulostuspalvelun lisäksi esim. säätietopalvelu, jonka avulla työmaan sijaintia vastaavat sääennusteet ja/tai säätilraportit koko rakennusajalta tarjotaan esim. työmaahenkilöstön ja valvojien käyttöön.

	Web- ja digitaalikamerat	Työmaata voidaan seurata web-kameran välittämän kuvan avulla.
	Uudet käyttöliittymät ja päätelaitteet	Projektitietoa saadaan käyttöön myös mobiileilla päätelaitteilla kuten esim. wappuhelimella
	On-line-status	Näyttää sovellukseen kirjautuneet käyttäjät muille osapuolille

2.3 Potentiaaliset teknologiat

Kaupalliset CE-ympäristöt on otettu jo melko laajasti käyttöön rakennusalaalla ja erityisesti suurissa rakennusalan yrityksissä perussovellukset tunnetaan melko hyvin. Tämän ansiosta voidaan käyttäjille tarjota uusia kehittyneitä ominaisuuksia esimerkiksi integroimalla aiemmin erillisiä sovelluksia tai palveluita uuteen helpommin käytettävään muotoon. Myös uudet teknologiat voivat tuoda merkittäviä hyötyjä usean osapuolen projektien tiedonsiirtoon ja -hallintaan.

Potentiaalisilla teknologioilla tarkoitetaan tässä niitä mahdollisuuksia, jotka eivät vielä ole yleisessä käytössä. Uudet teknologiat voidaan ryhmitellä eri teollisuudenalojen yhteisiin teknologioihin ja rakennusalan omiin teknologioihin /13/ Kaikkien teollisuudenalojen yhteisiä uusia teknologioita ovat:

- videoneuvottelu
- strukturoidun tiedon kuvauskieli XML (engl. Extensible Markup Language)
- avoin tiedon synkronointiprotokolla SyncML
- käsitietokoneet, kuten Palm, Psion
- langaton tiedonsiirto, kuten WLAN
- mobiili tiedonsiirto, kuten SMS tekstiviestit ja GSM-teknologiaan perustuva tiedonsiirto langattomissa puhelinverkoissa.

Rakennusalan omia uusia teknologioita ovat:

- Industry Foundation Classes IFC
- rakennusteollisuuden tiedon synkronointiprotokolla aecXML

Videoneuvottelutekniikan kehittymisen esteenä on ollut tietoverkkojen siirtokapasiteetin rajallisuus, mikä on rajoittanut erityisesti liikkuvan kuvan siirtä-

mistä. Kypsymässä on kuitenkin jo tekniikka, jolla kaksi osapuolta voivat avata työasemiinsa yhteisen työpöydän ja tarkastella yhdessä esimerkiksi hiiren osoittimella työpöydällä olevan asiakirjan yksityiskohtia. Integroimalla tekniikka CE-ympäristöön voidaan osa fyysisistä tapaamista edellyttävistä neuvotteluista toteuttaa etäyhteydellä ilman matkustamista.

Strukturoidun tiedon kuvauskieli **XML** tarjoaa mahdollisuuden tietorakenteiden sisältämän tiedon siirtoon järjestelmästä toiseen ja saman tiedon käsittelyyn erilaisilla päätelaitteilla. Näitä voivat olla esimerkiksi henkilökohtainen tietokone ja käsitietokone. Avoin tiedon synkronointiprotokolla **SyncML** tähtää käsitietokoneiden kalenteri- ja yhteystietojen synkronointiin kaikkien protokollaa tukevien laitteiden ja ohjelmistojen kesken. Tällä hetkellä synkronointitarve kohdistuu henkilökohtaisen tietokoneen kalenteri- ja yhteystieto-ohjelmiin. Tulevaisuudessa voitane synkronoida käsitietokoneen tai käsipuhelimen tietoja myös hanke-tietokeskuksen ryhmäkalenterin ja yhteystietokannan kanssa. Rakennusteollisuuden lähtökohdista kehitteillä oleva **aecXML** tähtää tiedonsiirtoon eri organisaatioiden tietorakenteiden välillä. Mahdollinen sovelluskohde on esimerkiksi tiedonsiirto projektin keskitetyn tietovaraston ja yritysten omien tietorakenteiden välillä.

Rakentamisessa perinteisesti käytettävien piirustusten heikkoutena on, että niiden sisältämän tiedon tulkitseminen edellyttää ihmistä eikä sitä voi automatisoida. Ihminen tulkitsee viivat ja syöttää tarpeellisen tiedon tietokoneeseen esimerkiksi määräluettelon muotoon. Rakennusalan **IFC**-tietorakenteen määrittelyn avulla pystytään rakennus kuvaamaan tuotemallina. Tuotemallin suurin etu on, että tuotesuunnitelmaan voidaan sisällyttää tietoa rakennusosista ja että niitä koskevaa tietoa pystytään myös siirtämään tietorakenteina järjestelmästä toiseen.

Langattoman tiedonsiirron avulla voidaan rakentaa kevyt lähiverkko, jonka välityksellä esimerkiksi työmaalla saadaan mahdollisuus kytkeytyä langattomalla päätelaitteella yhteiseen tietovarastoon sijainnista riippumatta. Usean osapuolen projekteissa **mobiili tiedonsiirto** tarjoaa kuitenkin vielä merkittävämpiä uusia mahdollisuuksia. Mobiilin tiedonsiirron ehkä suurin etu on se, että päätelaitteiden vierailu eri verkoissa on mahdollista, jolloin rakennushankkeille tyyppilliset työpaikkansa ulkopuolella liikkuvat osapuolet pystyvät viestimään ja kytkeytymään keskitettyyn tietovarastoon sijainnistaan riippumatta. Internetissä käytettävä pikaviestiteknologia ja langattomissa puhelimissa käytetty tekstivies-

titeknologia muistuttavat käyttäjän kannalta toisiaan. Onkin odotettavissa merkittäviä etuja niiden integroimisesta sähköisen tiedonsiirron ympäristöön.

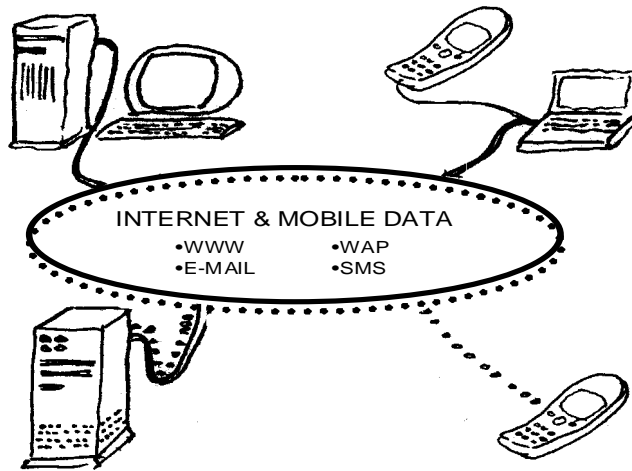
2.4 Mobiiliyhteistyö

Mobiiliyhteistyö – mCollaboration – on uusi lähestymistapa sähköisen tiedonsiirron ympäristöön. Mobiilin päätelaitteen välityksellä pystytään saavuttamaan useimmat perinteisen langallisen tiedonsiirron toiminnot. Nykyiset päätelaitteet ja verkkojen kapasiteetti rajoittavat ainoastaan graafisen tiedon siirtoa. Ensimmäinen jo käytössä oleva mobiiliyhteistyön muoto osana CE-ympäristöä on erilaisten ilmoitusten lähettäminen käsipuhelimesta ja käsipuhelimeen. Myös tekstimuotoisen tiedon selaaminen ja etsiminen on jo nykyisillä päätelaitteilla mahdollista. Käsipuhelimelle soveltuvaa tekstimuotoista tietoa ovat mm. asiakirjaluettelo, RFI-tieto, yhteystiedot, tehtäväluettelo ja kalenteri (kuva 3).



Kuva 3. Langaton päätelaite osana sähköisen tiedonsiirron ympäristöä. Esimerkkinä WAP-selaimella varustettu käsipuhelin ja hanketietokeskuksen mobiili käyttöliittymä.

Mobiiliyhteistyöllä on erityinen merkitys juuri rakennushankkeiden liikkuville osapuolille, joilla on tarve kytkeytyä projektin tietoihin riippumatta sijainnistaan. Näitä osapuolia ovat pää- ja erikoisurakoitsijoiden työmaahenkilöstö sekä rakennustuotteiden toimittajat. 'Mobiilit' osapuolet käyttävät huomattavan osan työajastaan kentällä oman kiinteän toimistonsa ulkopuolella (kuva 4).

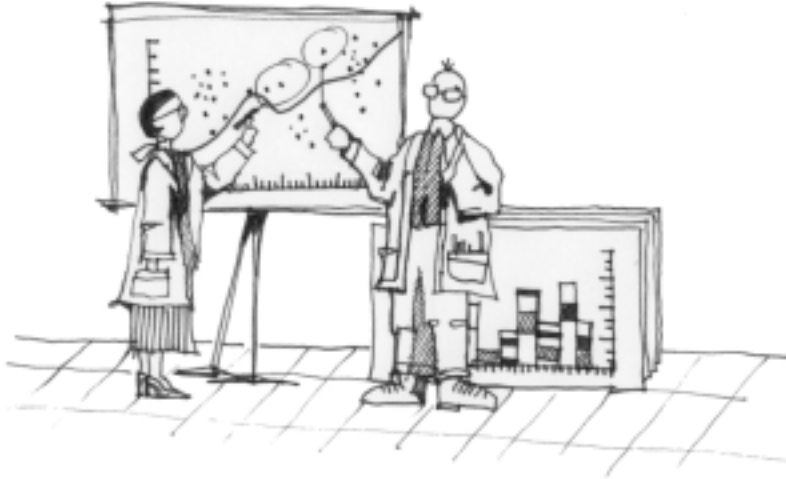


Kuva 4. Sähköisen tiedonsiirron ympäristö täydennettynä langattomilla päätelaitteilla.

Yksi sähköisen tiedonsiirron ympäristön etuja on vastausaikojen lyhentyminen erilaisiin tietopyyntöihin. Vastausaikoja voidaan entisestään lyhentää mobiiliyhteistyön sovellusten avulla. Sähköisen tiedonsiirron ympäristön RFI-toiminto voi esimerkiksi lähettää ilmoituksen liikkuvalla osapuolella tekstiviestinä heti, kun uusi täydennetty tieto on imuroitavissa yhteisestä tietovarastosta.

Toinen mobiiliyhteistyön hyödyntämisen esimerkki liittyy työmaalla varsin yleiseen pohdintaan, onko käsillä oleva suunnitelma viimeisin päivitetty suunnitelma, vai onko olemassa jokin vielä uudempi muutettu suunnitelma. Mobiiliyhteistyön ratkaisu ongelmaan on sovellus, jonka avulla käyttäjä pääsee selaamaan ja hakemaan yhteisen tietovaraston metadatan oman käsipuhelimensa välityksellä.

3. HYÖTYJEN MITTAAMINEN



3. Hyötyjen mittaaminen

3.1 Mittausmalli

CE-ympäristön hyötyjen mittausmalli koostuu neljästä arvioinnin apuvälineestä: tarkistuslista hyötyjen tunnistamiseen, arviointilomakkeet, yhteenvetotaulukko sekä mahdolliset indikaattorit. Näiden keskeinen sisältö ja käyttötarkoitus ilmenevät taulukosta 2.

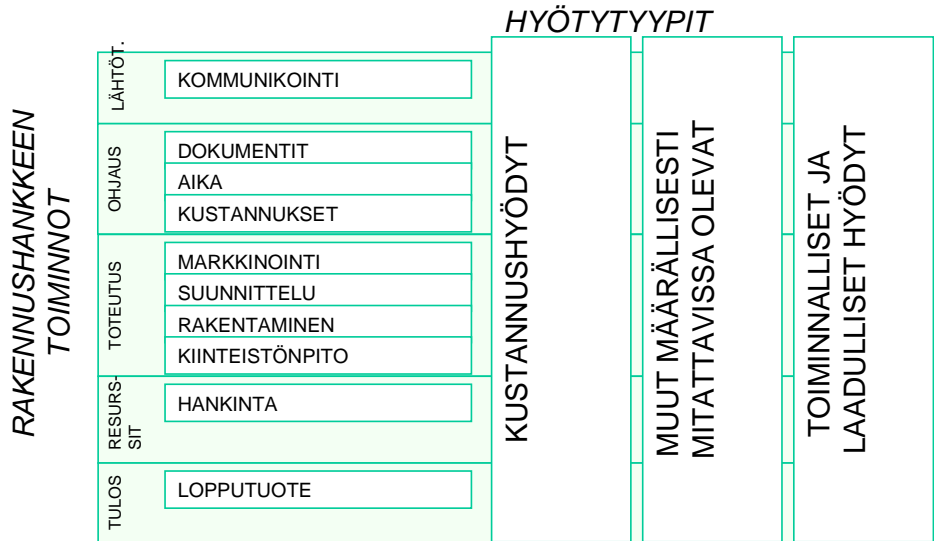
Hyödyt muodostuvat seuraavista hyötytyypeistä:

1. Kustannushyödyt, jotka voidaan mitata ja ilmaista rahallisesti.
2. Muut määrällisesti mitattavissa olevat hyödyt, jotka voidaan mitata määrällisesti, mutta ei ilmaista rahayksiköissä.
3. Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt, jotka ovat vaikeasti mitattavissa olevia, sanallisesti ilmaistavia hyötyjä.

Määrällisesti mitattavissa olevat hyödyt jakaantuvat siis kustannushyötyihin ja muihin hyötyihin. Hyödyistä muodostettiin matriisi ryhmittelemällä ne rakennushankkeen toimintojen perusteella hyötytyypeittäin. Rakennushankkeen näkökulman ansiosta tutkimuksessa pystyttiin analysoimaan koko projektin hyötyjä, eikä ainoastaan vaikutuksia yhden organisaation kannalta (kuva 5).

Taulukko 2. CE-ympäristön hyötyjen mittausmalli.

MITTAUSMALLI	
Osa 1.	Tarkistuslista (Taulukko 1)
	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki potentiaaliset ja saavutettavissa olevat hyödyt kerättyinä yhteen taulukkoon • Hyödyt jaoteltuna kolmeen hyötytyyppiin: KUSTANNUSHYÖDYT: Voidaan mitata ja ilmaista rahallisesti. MUUT MÄÄRÄLLISESTI MITATTAVISSA OLEVAT HYÖDYT: Voidaan mitata määrällisesti, mutta ei ilmaista rahayksiköissä. LAADULLISET JA TOIMINNALLISET HYÖDYT: Vaikeasti mitattavissa olevat, sanallisesti ilmaistavat hyödyt. • Hyötyjen ryhmittelyperusteena lisäksi rakennushankkeen tehtävät, joissa hyöty voidaan saavuttaa. • Käyttötarkoitus: apu odotettavissa olevien/saavutettujen hyötyjen tunnistamiseen.
Osa 2.	Arviointilomakkeet (Taulukot 2a, 2b ja 2c)
	<ul style="list-style-type: none"> • Kullekin hyötytyypille oma lomake • Sarakkeet: <ol style="list-style-type: none"> 1. Rakennushankkeen toiminnot, joihin CE-ympäristön käyttö vaikuttaa 2. Tunnistetut hyödyt 3. Käytettävä Indikaattori ja mittaustapa 4. Ennustettu tulos / Hyötypotentiaali 5. Mittaustulos = toteutuma kyseisessä hankkeessa • Käyttötarkoitus: Kirjaus- ja laskentapohjia, kun asetetaan tavoite CE-ympäristön hyödyntämiselle ja kun määritetään toteutuneet hyödyt. Jos tehdään pelkkä jälkiarviointi, tavoitteen asettamisen sijaan voidaan määrittää hyötypotentiaali eli arvioida, kuinka CE-ympäristöä olisi voitu laajemmin hyödyntää ja millä edellytyksillä.
Osa 3.	Yhteenvetotaulukko (Taulukko 3)
	<ul style="list-style-type: none"> • Kerätään yhteen eri hyötytyyppejä koskevat päätulokset
Osa 4.	Tarkistuslistaan liittyen mahdollisia indikaattoreita
	<ul style="list-style-type: none"> • Joitakin esimerkkejä ja ehdotuksia; mikä osoittaa hyödyn toteutuneen ja miten saavuttamistasoa mitataan.



Kuva 5. Hyötyjen luokittelumatriisi /8/.

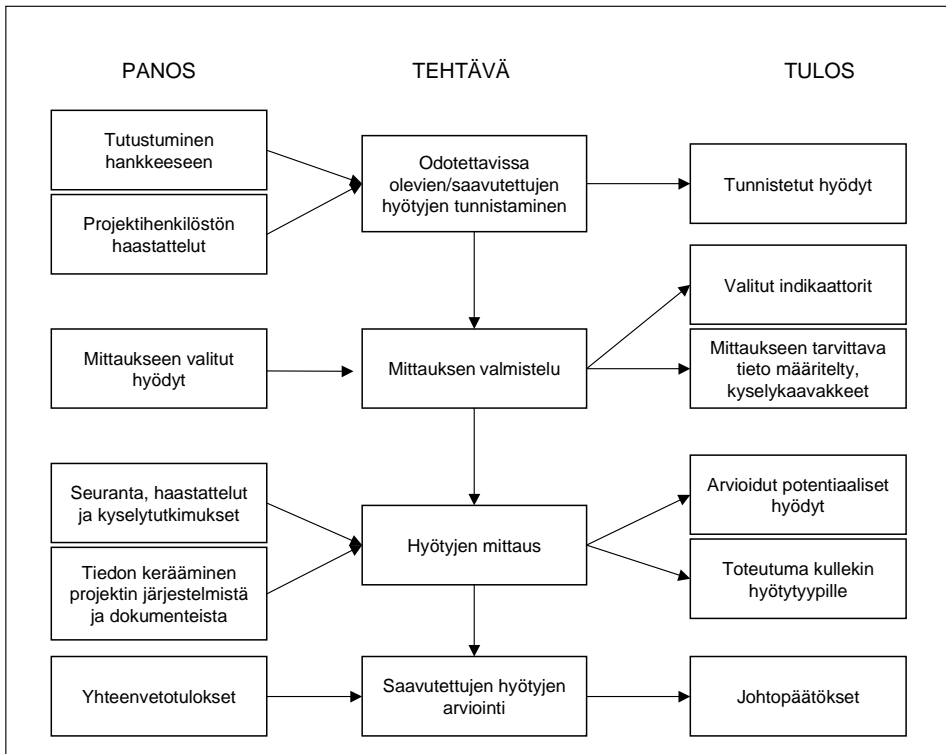
3.2 Mittausmallin soveltaminen

Mittausmallin soveltamisessa on neljä päävaihetta: hyötyjen tunnistaminen, mittauksen valmistelu, mittaus ja johtopäätöksien tekeminen (kuva 6).

Ensimmäisessä vaiheessa määritetään kyseisessä hankkeessa odotettavissa olevat tai saavutetut hyödyt. Odotettavissa olevat hyödyt ovat niitä hyötyjä, joiden uskotaan olevan todennäköisiä tai mahdollisia kyseiselle alkavalle tai käynnissä olevalle hankkeelle. Saavutetut hyödyt ovat niitä, jotka voidaan havaita kun tarkastellaan päättynyttä hanketta. Hyötyjen tunnistaminen perustuu hankkeen perustietoihin sekä projektihenkilöstön odotuksiin ja kokemuksiin. Apuna voidaan käyttää tarkistuslistaa (mittausmallin taulukko 1) ja projektihenkilöstön haastatteluja.

Valmisteltaessa mittausta, arviointiin valitut hyödyt kirjataan tunnistetuiksi hyödyiksi arviointitaulukkopohjiin (mittausmallin taulukot 2a, 2b, 2c) ja kullekin mitattavalle hyödyille valitaan käytettävä indikaattori ja mittaus tapa (apuna indikaattoritaulukko). Lisäksi valmisteluvaiheessa selvitetään, mitä tietoja mittaukseen tarvitaan ja määritellään tiedonkeräystavat sekä laaditaan tarvittavat kyse-

lylomakkeet. Hyötyjen tunnistamisvaiheen tuloksena saatiin "alkuarvaus" siitä, mitä hyötyjä projektissa on saavutettu. Mittauksessa käytettävä indikaattori osoittaa, että esitetty hyöty on toteutunut ja pyrkii mittaamaan saavutettua hyötytasoa. Esimerkiksi mitattaessa laadullisia ja toiminnallisia hyötyjä ensin analysoidaan indikaattorin avulla, onko tutkittavaa ominaisuutta hyödynnetty ja sitten mitataan indikaattorin avulla, mikä on saavutettu hyötytaso.



Kuva 6. CE-ympäristön hyötyjen arviointi esimerkkihankeissa.

Mittausvaiheessa määritetään toteutuma mitattaville hyödyille. Mikäli analysoitavana projektina on käynnissä oleva hanke mittausvaiheeseen voi sisältyä myös hankkeen seuranta. Tällöin projektin alkaessa voidaan tehdä ennuste saavutettavista hyödyistä ja samalla tavoite CE-ympäristön hyödyntämiselle. Jälkitutkimuksessa mittaukseen tarvittavat tiedot hankitaan projektihenkilöstön haastatteluin ja tarvittavin kyselyin sekä keräämällä tietoja järjestelmästä ja projektin dokumenteista. Analysoitaessa hyötyjä päättyneessä hankkeessa niin, ettei CE-ympäristön hyödyntämiselle oltu asetettu etukäteen tavoitetta, saavutetut hyödytkin ovat todennäköisesti vaatimattomampia. Tällöin voi olla tarkoituksenmu-

kaista vertailuksi arvioida hyötypotentiaalia; minkälaiset hyödyt olisi ollut mahdollista saavuttaa ja millä edellytyksillä.

Hyötyjen mittauksen viimeisessä vaiheessa kerätään eri hyötytyyppejä koskevat päätulokset yhteen ja arvioidaan saavutettujen hyötyjen merkittävyyttä. Lisäksi vertaillaan hyötyjä sovelluksen käytöstä aiheutuviin kustannuksiin. Tarkemmin mittaussmallin soveltamisesta on kerrottu luvussa 4.4 ja projektin yhteydessä tehdyssä opinnäytetyössä /10/.

3.3 Keskustelua

3.3.1 IT investointien arviointimenetelmät

Tutkimuksessa kartoitettiin olemassa olevia tietotekniikkainvestointien arviointimenetelmiä rakennusosalalle tyypillisten usean osapuolen projektien johtamisen ja organisoinnin näkökulmasta. Aiemmat tutkimukset osoittavat, että suurin osa rakennusalan yrityksissä ei käytä muodollisia IT-investointien arviointimenetelmiä ja että hyöty-kustannus -analyysiä ei laajasti käytetä rakennusosalalla /3/, /2/. Sitä vastoin muilla teollisuuden aloilla arvioidaan IT-investointien hyötyjä. Viime vuosina myös rakennusosalalla on huomattu tarve tehokkaaseen hyötyjen arviointiin /1/.

Construct IT:n /3/, /1/ kehittämän mittausmallin tavoitteena on tukea yksittäisen organisaation tietotekniikkainvestointien arviointia. Mallia voidaan käyttää apuna eri vaihtoehtoja vertailtaessa tai tietyn ehdolla olevan IT-investoinnin vaikutusten arvioinnissa. Yksi mallin keskeinen osa on hyötymatriisi, joka luokittelee hyödyt niiden tyyppien ja yrityksen liiketoimintaprosessin vaiheiden perusteella. Malli ei sovellu usean osapuolen projektin hyötyjen mittaukseen.

3.3.2 Hyötyjen mittaus usean osapuolen projekteissa

Tutkimuksessa kehitettiin mittausmalli esimerkkihankkeissa suoritettavaa sähköisen tiedonsiirron hyötyjen arviointia varten. Mittausmallia voidaan käyttää arvioitaessa CE-ympäristön käytöllä saavutettavia hyötyjä yksittäisessä usean osapuolen projektissa. Malli soveltuu hyötyjen arviointiin päättyneissä hankkeis-

sa. Sitä voidaan hyödyntää myös asetettaessa hyödyntämistavoitteita projektin alussa sekä seurattaessa hyötyjen toteutumista käynnissä olevassa hankkeessa. Jotta mallia voitaisiin käyttää CE-ympäristöllä saavutettavissa olevien pitkän aikavälin hyötyjen arviointiin, taustalla oleva projektiperustainen prosessimalli pitäisi vaihtaa pidemmän aikavälin vaikutukset huomioivaan lähestymistapaan. Pitkän aikavälin hyötyjen arvioinnissa tulisi huomioida muidenkin tekijöiden, kuten rakennusalan yleisten muutosten ja projektien toimintatapamuutosten vaikutusta saataviin hyötyihin. Lisäksi tulisi arvioida mitä seurauksia siitä on, jos sovellusta ei oteta käyttöön /1/.

ProCE-mittausmalliin valittiin projektiperustainen prosessimalli, koska sähköisen tiedonsiirron hyödytkin jakaantuvat yleensä usean projektiin osallistuvan organisaation kesken; yhden yrityksen näkökulmasta ei nähdä projektitiimille ja projektille kokonaisuudessaan koituvia hyötyjä. Lisäksi kaupallisten CE-ympäristöjen käytöstä aiheutuvat kustannuksetkin liittyvät yleensä tiettyyn projektiin. Projekti-lähestymistapa tukee näin saavutettujen hyötyjen ja sovellusten käytöstä aiheutuvien kustannusten vertailua.

Jotta CE-ympäristön käytöllä saavutettavia hyötyjä voidaan mitata, täytyy ne ensin määritellä. Koska hyötyjen mittaukseen valittiin lähestymistavaksi rakennusprojektin prosessit, kehitettiin myös prosessipohjainen hyötyjen luokittelumenetelmä.

Alustavaa mittausmallia testattiin ja kehitettiin vielä merkittävästi ensimmäisen esimerkkihankkeen tuella. Uutta aiempiin saman alueen tutkimuksiin nähden on erityisesti toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen mittaaminen.

4. SÄHKÖISEN TIEDONSIIRRON YMPÄRISTÖN HYÖDYT



4. Sähköisen tiedonsiirron ympäristön hyödyt

4.1 Esimerkkihankkeet

CE-ympäristön eri piirteiden vaikutuksia usean osapuolen projektissa analysoitiin neljän rakennushankkeen avulla. Ensimmäinen hanke valittiin Suomesta, toinen Ruotsista, kolmas Englannista ja neljäs Yhdysvalloista. Esimerkkihankkeet poikkesivat toisistaan myös mm. rakennustyyppin, koon ja toteutusmuodon osalta. Hankkeiden perustiedot on esitetty jäljempänä kunkin case-kuvauksen yhteydessä.

Esimerkkihankkeista kaksi oli analysointihetkellä päätyneitä hankkeita ja kaksi vielä käynnissä. Käytössä oli projektien käynnistysvaihetta vastaavat sovellusversiot, joiden ominaisuudet muuttuivat ja paranivat jo tutkimushankkeen aikana. Suurin osa sovellusten käyttäjistä ei ollut käyttänyt esimerkkihankkeessa käytössä ollutta sovellusta aiemmin.

4.2 Tunnistetut hyödyt

Hyötyjen mittaus noudatti ProCE-projektissa kehitettyä CE-ympäristön hyötyjen mittaus -mallia, jossa hyödyt jaetaan kolmeen tyyppiin:

- kustannushyödyt
- muut määrällisesti mitattavissa olevat hyödyt
- laadulliset ja toiminnalliset hyödyt.

Tuloksissa esiintyvät hyötytunnukset ovat kaikille case-analyysille yhteisiä mahdollisia hyötyjä, joiden sanalliset kuvaukset ovat taulukossa 3 ja liitteessä 1. Taulukko 3 on mittausmallin nk. tarkistuslista ja siitä ilmenee tässä tutkimuksessa löytyneet CE -ympäristöllä saavutettavissa olevat hyödyt. Esimerkkihankkeissa todetut hyödyt on korostettu lihavoidulla tekstillä. Esimerkkihankkeissa todettujen hyötyjen lisäksi taulukossa on hyötyjä, joiden saavuttamista kirjoittajat pitävät mahdollisena uudistetuilla toimintatavoilla, muissa hankkeissa, muilla

kirjoittamishetkellä tarjolla olevilla sovelluksilla, tai uusien sovellusominaisuuksien käyttöönoton myötä. Normaalitekstillä esitettyjä hyötyjä voidaan siis pitää tavoiteltavana hyötypotentiaalina.

Hyötytunnukset luotiin palvelemaan analysointia ja tulosten käsittelyä. Samat tunnukset esiintyvät jäljempänä myös tuloksia esitettäessä. Tällöin hyötytunnuksia vastaa taulukossa 3 esitetyt hyötykuvaukset ja ne ovat yhteisiä kaikille esimerkkihankkeille. Toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen tuloskuvien rinnalle aukeaa takakannesta taulukko, jossa esitetään kaikkien tuloksissa esiintyvien hyötytunnusten selitykset.

Taulukko 3. Luettelo mahdollisista CE-ympäristöllä saavutettavista hyödyistä rakennushankkeessa. Ainakin yhdessä esimerkkihankkeessa todetut hyödyt on esitetty lihavoidulla tekstillä.

Rakennushankkeen toiminnot		Kustannushyödyt	Muut mitattavissa olevat hyödyt	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt
Lähtötiedot	Kommunikointi	<p>K11 Alhaisemmat kommunikointikustannukset (Indikaattoreita: alentuneet matkustus-, puhelin- ja faksauskulut)</p> <p>K12 Säästöt palkkakuissa tehokkaamman ajankäytön seurauksena</p>	<p>K21 Nopeampi tiedon jakelu</p> <p>K22 Nopeampi tiedonvaihto ja kierrätys (esim. vastausaika)</p> <p>K23 Tehokkaampi ajankäyttö (esim. vähemmän perinteisiä kokouksia tai useita web-kokouksia yhden perinteisen sijaan)</p> <p>K24 Tehokkaammat kokoukset (Kokousaikaa ei kulu materiaalin läpikäymiseen, jos siihen on tutustuttu etukäteen. Myös päätöksenteolle ja keskusteluille paremmat edellytykset, jos kokoukseen valmistaudutaan etukäteen ajan tasalla olevien tietojen avulla)</p> <p>K25 Vähemmän kiistoja, koska tiedonvaihto dokumentoitua</p>	<p>K31 Enemmän vaihtoehtoisia kommunikointitapoja tarjolla ja paremmat edellytykset tiedonvaihtoon. (Indikaattori: Kaikille hankkeen osapuolille voidaan välittää tietoa keskitetyn järj. välityksellä, eli keskitetty tiedonvälitys palvelee koko projektiryhmää)</p> <p>K32 Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista & uutisista (so. uudesta informaatiosta).</p> <p>K33 Tieto yhtenäisempää</p> <p>K34 Henkilökohtainen vastuu helpommin seurattavissa ja jäljitettävissä</p> <p>K35 Vähemmän väärinkäsityksiä</p> <p>K36 Projektitiedon välittäminen helpompaa projektiin myöhemmin liittyville osapuolille (ja saavat täydellisemmät tiedot kuin perinteisesti toimittaessa)</p> <p>K37 Parempilaatuiset keskustelut</p>

Ohjaus	Dokumenttien hallinta	<p>D11 Alentuneet jakelukustannukset (Indikaattoreita alentuneet postitus- ja tulostuskulut sekä vähentynyt kuriiripalvelujen käyttö)</p> <p>D12 Säästöt palkkakuiluissa tehokkaamman ajankäytön seurauksena.</p> <p>D13 Vähentää arkistointikustannuksia (tilakustannuksia)</p>	<p>D21 Nopeampi dokumenttien jakelu / Tieto aiemmin käytettävissä</p> <p>D22 Tehokkaampi ajankäyttö (Vähemmän paperien etsimistä, keräilyä ym. käsittelyä sekä etätyömahdollisuus)</p> <p>D23 Vähemmän tehtäviä (esim. 1. tiedostojen varmuuskopiointi tarpeetonta, kun ne löytyvät tarvittaessa palvelimelta 2. yksi henkilö ylläpitää keskitetysti esim. yhteystietoja sen sijaan, että jokaisessa yrityksessä tehtäisiin ko. työ erikseen)</p> <p>D24 Vähentää arkistointitilan tarvetta toimistossa/työmaalla</p> <p>D25 Vähemmän paperijätettä</p>	<p>D31 Projektitieto käytettävissä ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta</p> <p>D32 Suunnitelmat paremmin järjestyksessä ja löydettävissä.</p> <p>D33 Parempi tietoisuus projektia koskevasta uudesta tiedosta</p> <p>D34 Parempi versionhallinta: dokumentin eri versiot ovat paremmin järjestyksessä, löydettävissä ja luettavissa/katseltavissa</p> <p>D35 Projektia koskevaa tietoa helpommin omaan käyttöön</p> <p>D36 Tieto "suodattuneempaa": Tarpeetonta tietoa ei tarvitse ottaa vastaan (paperikopioina), vaan pystyy itse määrittelemään, mikä on tarpeellista</p> <p>D37 Dokumenttien jakelu muille osapuolille helpompaa</p>
	Ajan hallinta	A11 Epäsuoria kustannussäästöjä tiiviimmän aikataulun ja toteutusajan lyhentymisen seurauksena	<p>A21 Mahdollisuus tiiviimpään aikatauluun (esim. suunnittelu-aika lyhenee tai koko toteutusajan lyhentymisen, sama laatutaso lyhyemmässä ajassa)</p> <p>A22 Pienempi aikataulun ylittymisriski</p>	A31 Joustavampi oman työajan suunnittelu ja käyttö
	Kustannusten hallinta		KU21 Pienempi kustannusten ylittymisriski	

Toteutus	Markkinointi	M11 Alentuneet jakelukustannukset (esim. mainosmateriaali)	M21 Parempi yrityskuva M22 Helpompi saada uusia projekteja M23 Markkina-alue laajenee (maantieteellisesti)	M31 Täydellisemmät projektitiedot
	Suunnittelu	S11 Alentuneet palkka ja/tai yleiskulut S12 Kustannussäästöjä suunnitelmamuutoksien ja uudelleen tekemisen vähentyessä	S21 Aikäsäästöjä suunnitteluvirheiden ja uudelleen tekemisen vähentyessä S22 Suunnitelmien parempi laatu (ind. vähemmän suunnitteluvirheitä, rakennettavuus parempi (improved constructability)) S23 Suunnitelmamuutosprosessi nopeampi S24 Vähemmän hallinnollisia tehtäviä S25 Päätöksenteko nopeutuu S26 Tuotetieto helpommin ja nopeammin saatavilla (e-kauppapaikat ja muut tietoa jakavat sivustot linkitetty) S27 Tiedon tuottaminen nopeampaa (olemassa olevaa tietoa hyödynnetään tehokkaasti, ei kirjoiteta moneen kertaan samoja asioita)	S31 Paremmat välineet yhteistyön toteuttamiseen lisäävät yhteistyömahdollisuuksia S32 Helpompi jakaa ja hallita yhteinen sähköinen tieto (esim. arkkitehtipohjat) S33 Maantieteellisesti hajallaan olevien resurssien parempi koordinointi S34 Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla tehtävien tilasta S35 Helpompi julkaista päivitettyt dokumentit (updated/revised) S36 Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon S37 Tallennettava ja haettava tieto täydellisempää ja yhtenäisempää S38 Nopeasti käsitys suunnittelutyön etenemisestä (esim. suunnittelunohjauksen tarpeeseen)

			<p>S28 Harvempiin koneisiin tarvitaan varsinaista suunnitteluohjelmaa tai konekohtaista katseluohjelmaa, koska suunnitelmien katseluun voidaan käyttää katseluominaisuutta (viewer).</p>	<p>S39 Parempi suunnitelmien yhteensovittaminen (esim. erikoisurakoitsijoiden tuottamien suunnitelmien parempi hallinta.)</p> <p>S40 Sujuvampi päätöksentekoprosessi</p> <p>S41 Päätöksien taustat paremmin dokumentoitu</p> <p>S42 Auttaa muutostenhallintaa</p> <p>S43 Loppukäyttäjillä mahdollisuus seurata suunnittelun & rakentamisen etenemistä ja siten paremmat mahdollisuudet vaikuttaa suunnitteluratkaisuihin & muihin heitä koskeviin ratkaisuihin.</p>
Rakentaminen	<p>R11 Alentuneet kustannukset uudelleen tekemisen vähentyessä (palkka, materiaali, laitekulut)</p> <p>R12 Alentuneet palkkakulut tehokkaamman ajankäytön seurauksena (esim. aikasäästöjä tiedon keräämisessä ja tallennuksessa).</p>	<p>R21 Aikasäästöjä uudelleen tekemisen vähentyessä (vähemmän virheitä ja uudelleen tekemistä työmaalla -> ajan ja palkkakulujen säästyminen)</p> <p>R22 Aikasäästöt tiedon keräämisessä ja tallennuksessa (esim. tietojen syöttö ja tallennus suoraan tarkastuksista, toimituksista ym. kommunikaattorilla järjestelmään tai sähköisen työmaapäiväkirjan käyttö)</p> <p>R23 Vähemmän hallinnollisia tehtäviä</p> <p>R24 Päätöksenteko nopeutuu</p>	<p>R31 Projektia koskevan tiedon tallentaminen helpompaa</p> <p>R32 Tallennettava ja haettava tieto täydellisempää ja yhtenäisempää</p> <p>R33 Parempi koordinointi</p> <p>R34 Helpompi pääsy ajantasaiseen projektiitietoon (esim. ajantasainen piirustusluettelo)</p> <p>R35 Sujuvampi päätöksentekoprosessi</p> <p>R36 Paremmat välineet yhteistyön toteuttamiseen lisäävät yhteistyömahdollisuuksia</p>	

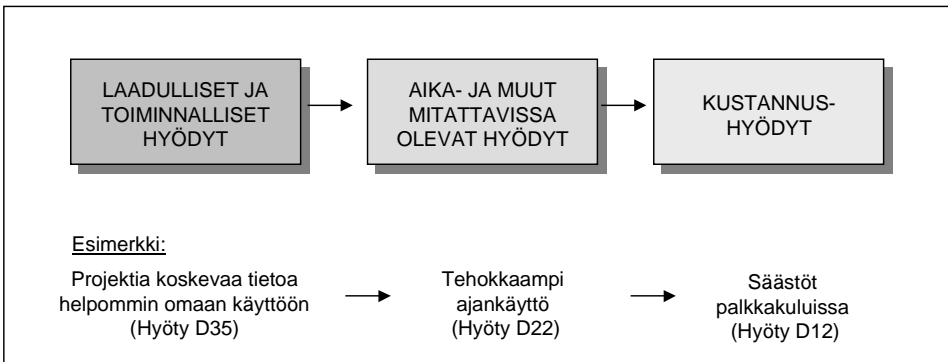
			<p>R25 Helpommin ja nopeammin saatavilla & tulostettavissa tietoa (esim. materiaalivalmistajien turvallisuus, asennus ym. rakentamista koskevaa tietoa)</p> <p>R26 Ajansäästö, kun hyödynnetään olemassa olevaa tietoa tehokkaammin eri tarkoituksiin (esim. valitut otteet työselityksestä)</p> <p>R27 Harvempiin koneisiin tarvitaan varsinaista suunnitteluohjelmaa, koska suunnitelmien katseluun voidaan käyttää katseluominaisuutta (viewer)</p>	<p>R37 Parempi työnohjaus (workflow management)</p> <p>R38 Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla tehtävien tilasta</p> <p>R39 Nopeasti käsitys työn etenemisestä (esim. web-kameran välityksellä)</p> <p>R40 Päätöskien taustat paremmin dokumentoitu</p> <p>R41 Helpompi jakaa ja hallita yhteinen sähköinen tieto (esim. usean osapuolen ylläpitoa vaativat dokumentit)</p>
	Kiinteistönpito	<p>KP11 Elektronisesta arkistosta seuraavat kustannussäästöt (esim. ei tarvetta käyttää skannauspalvelua)</p> <p>KP12 Säästöt palkkakuiluissa tehokkaamman ajankäytön seurauksena (esim. nopeampi pääsy päättyneen hankkeen tietoihin jälkikäteen)</p>	<p>KP21 Ajansäästyminen, kun nopeampi pääsy kiinteistön ylläpidossa tarvittavaan tietoon</p>	<p>KP31 Sähköisen, hakukelpoisen huoltokirjan laadinta jo suunnittelu ja rakennusvaiheessa helpompaa</p> <p>KP32 Yhtenäistää dokumentointitapoja (muoto ja sisältö)</p> <p>KP33 Täydellinen sähköinen projektitietoarkisto tilaajalle (esim. tarkepiirustukset, tietoa tehdyistä päätöksistä jne.)</p> <p>KP34 Rakennuksen elinkaaritieto paremmin hallinnassa</p> <p>KP35 Hanketta koskeva tieto ylläpidetään käyttökelpoisessa muodossa palveluntarjoajan palvelimella, ja on jatkossakin eri osapuolien ulottuvilla.</p>

Resurssit	Hankinnat	<p>H11 Säästöt palkkakuluissa (ei tarjousasiakirjojen kopiointia, käsittelyä ja postitusta, kun materiaali toimitetaan palvelimen kautta.)</p> <p>H12 Säästöt jakelukustannuksissa (ei kopio- ja postituskuluja, kun tarjousmateriaali toimitetaan palvelimen kautta.)</p>	H21 Ajan säästyminen kun tieto siirretään osapuolelta toiselle ja käytetään tehokkaammin (esim. määrätiedot)	<p>H31 Helpommin ja nopeammin tietoa tarjonnasta (tuotetieto, jälleenmyyjät, erityisurakoitsijoiden yhteystiedot ym.) sekä mahdollisuus kaupankäyntiin verkossa</p> <p>H32 Tieto helpommin siirrettävissä osapuolelta toiselle (esim. määrätiedot)</p>
Tulos	Tuote / rakennus		T21 Parempi laatu (indikaattori: vähemmän virheitä)	

4.3 Hyötyjen syntyminen

Perinteinen hyötyjen arviointi keskittyy usein kustannusvertailuun. Tutkimuksessa analysoitiin erityisesti toiminnallisia ja laadullisia hyötyjä. Näiden lisäksi mitattiin aika ja muita määrällisesti ilmaistavia hyötyjä sekä kustannushyötyjä.

CE-ympäristöllä saavutetaan monia tärkeitä toimintaa yksinkertaistavia tai helpottavia hyötyjä, joista seuraa aika ja muita mitattavissa olevia hyötyjä. Näistä taas on seurauksena kustannushyötyjä. Suorat kustannushyödyt pystytään mittaamaan, mutta epäsuoria kustannushyötyjä on usein vaikea mitata. Hankekohteisissa analyyseissä vain pieni osa toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen seurauksena saavutettavista kustannushyödyistä pystyttiin arvioimaan (kuva 7).



Kuva 7. Hyötyjen syntyminen; laadullisista ja toiminnallisista hyödyistä seuraa aikahyötyjä, joiden seurauksena puolestaan saadaan kustannushyötyjä /14/.

4.4 Mittaaminen ja tulosten esittäminen

Hyötyjen mittauksessa on verrattu hankkeessa käytettyjä tiedonsiirron menetteilyjä perinteisen paperinympäristön vastaaviin prosesseihin. Jotkut esitetyt hyödyt voidaan ainakin osittain saavuttaa vaatimattomammillakin ympäristöillä. Käytettävän ympäristön kehittyneisyysasteesta riippuu, mitkä hyödyt voidaan saavuttaa ja kuinka korkealla tasolla. Esitetyt mittaustulokset vastaavat hankkeissa käytetyillä ympäristöillä saavutettuja hyötyjä verrattaessa toimintaan perinteisessä paperiympäristössä.

Kaikki sellaiset tunnistetut hyödyt mitattiin, joihin pystyttiin määrittelemään indikaattori ja saamaan mittauksessa tarvittavat tiedot. Tietoja saatiin projekti-henkilöstön haastatteluilla, kirjallisella kyselyllä, projektin hanketietokeskuksesta ja sen sisältämistä dokumenteista. Sovelluksen käytön historiaa eli lokitietoa ei esimerkkihankkeessa 1 ja 2 ollut kokonaisuudessaan käytettävissä, mikä oli suurin yksittäinen este joidenkin indikaattorien käytölle ja hyötyjen toteutumisen analysoinnille näissä esimerkkihankkeissa.

Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt mitattiin lähes yksinomaan sovellusten käyttäjille suunnatun kyselyn avulla, jossa hyötyjen toteutumista mitattiin viisiportaisella asteikolla (-1–4). Kysymykset noudattivat kaikkien mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen osalta seuraavan esimerkin mukaista muotoa (taulukko 4).

Taulukko 4. Esimerkkikysymys laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen mittaukseen käytetystä kyselylomakkeesta.

6. Dokumenttien jakelu muille osapuolille oli helpompaa kuin hankkeissa, joissa ei ole ollut käytössä vastaavanlaista järjestelmää?	
4	Erittäin paljon helpompaa
3	Merkittävästi helpompaa
2	Jonkin verran helpompaa
1	Vähäinen apu
0	Sovelluksen käytöllä ei vaikutusta perinteiseen toimintatapaan verrattaessa
-1	Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia/lisätyötä tms. Jos näin, niin mitä/miksi/miten?
E	En osaa sanoa, koska en hyödyntänyt sovellusta kyseiseen tarkoitukseen
Vastauksenne:	

Tiedot työaikasäästöistä saatiin saman kyselykaavakkeen kysymyksillä, joilla vastaajia pyydettiin arvioimaan tiettyihin tehtäviin liittyviä työaikasäästöjä. Esimerkiksi matkakustannuksia koskien säästöjä ei ole oletettu syntyneen muille kuin niille, joilta tällaista tietoa saatiin kyselyllä. Tulokseksi on näin saatu usein vain varovainen arvio, kun kysely lähetettiin vain sovellusten käyttäjille ja kuitenkin yrityksissä juuri matkustamiselta on voinut välttyä joku muu kuin kyselyyn vastannut henkilö.

Hankekohtaisien analyysien ei ole tarkoitus olla kattavia kustannus-hyötyanalyyskejä, joten mukana ei ole kaikissa tapauksissa saavutettuja hyötyjä vastaavia, järjestelmien käyttäjille aiheutuvia kustannuksia. Seuraavantuypisiin asioihin liittyviä kustannuksia ei ole huomioitu: tulostuslaitteet, tulostimien väri-aineiden lisääntynyt käyttö, huoltosopimukset, Internet-liittymiin tarvittavien ISDN-linjojen asennus ja ylläpito sekä lisääntynyt sähkön käyttö tietokoneen lisääntyneen käytön takia. Riippuu yrityksen tietojärjestelmien tasosta ja ennestään vallitsevista toimintatavoista, edellyttääkö CE-ympäristön käyttö investointeja, kuten uuden tietokoneen tai tulostimen hankintaa.

Perustietoa mittausmallin soveltamisesta hyötyjen arviointeihin löytyy edeltä luvusta 3 ja tarkempaa tietoa samassa tutkimusprojektissa tehdystä opinnäytetyöstä /10/.

Hyötyjen mittauksen tuloksista esitetään ensin hankkeiden päätulokset tiiviinä yhteenvedona (luku 4.5), sitten pidemmälle yleistettävissä olevat hankkeiden yhteistulokset (luvut 4.6–4.8) ja vasta sitten yksittäisiä esimerkkihankkeita koskevat tulokset (luvussa 5).

Yhdistetyt tulokset perustuvat esimerkkihankkeiden 1–3 tuloksiin, koska näissä sähköisen tiedonsiirron ympäristöä pyrittiin hyödyntämään rakennusprojektin hallintaan pitkälle samoin periaattein. Yhteinen piirre hyödyntämisessä oli mm. se, että yhteinen dokumenttiarkisto sisälsi projektin asiakirjat mahdollisimman kattavasti. Käytännössä yhteistulokset sisältävät sekä kolmen analysoidun hankkeen keskiarvotuloksia että yksittäisessä hankkeessa mitattuja tuloksia. Tähän on syynä se, että hankkeiden erityispiirteistä johtuen kaikki tunnistetut ja mitatut hyödyt eivät ole samoja eri hankkeissa.

Neljännessä esimerkkihankkeessa valittua työryhmäsovellusta käytettiin vain tiettyjen dokumenttityyppien jakeluun ja arkistointiin (tietopyyntöjen hallinta, RFI ja Drug policy). Lisäksi sovelluksen hyödyntäminen ja saavutetut hyödyt liittyivät yhdysvaltalaiseen projektikulttuuriin; case4:ssä saavutettiin hyötyjä ei ole mahdollista erilaisista toimintatavoista johtuen sellaisenaan saavuttaa muissa "case -maissa". Näistä syistä johtuen tulosten yhdistäminen muiden esimerkkihankkeiden tuloksiin ei ollut tarkoituksenmukaista. Esimerkkihankkeen no. 4 tulokset esitetään hankekohtaisina tuloksina.

4.5 Yhteenveto esimerkkihankkeiden päätuloksista

Hankkeiden 1–4 hankekohtaiset päätulokset on esitetty taulukossa 5. Analysoinneissa esiin nousseet kustannushyödyt olivat kaikissa esimerkkihankkeissa korkeammat kuin sovellusten käytöstä aiheutuvat suorat kustannukset, kun sekä hyötyjä että kustannuksia tarkastellaan koko projektitiimin kannalta.

Taulukko 5. Yhteenveto hankkeiden 1–4 tuloksista hankekohtaisina tuloksina. Verrattaessa kustannushyötyjä sovellusten käyttökustannuksiin, on suorina kustannuksina huomioitu vain sovelluspalveluntarjoajan veloitus.

Case no:	Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt Yleisarvosana asteikolla -1–4	Aika ja muut määrällisesti mitattavissa olevat hyödyt	Kustannushyödyt	Kustannushyödyt / käyttökustannukset
1	2,6 "Merkittävä apu dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> Aikasäästöjä noin 200 h (noin 29 työpäivää) Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 1 700 päivää vähemmän. 	Yhteensä noin 17 300 €	2,6
2	2,2 "Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollisesti noin 4 kk tiiviimmän toteutusajan Työaikasäästöjä noin 50 h (noin 7 työpäivää) Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 530 päivää vähemmän Vähemmän tiedonjakeluun liittyviä kiistoja 	70 000 SEK (8 100 €)	1,8
3	2,3 "Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> Aikasäästöjä noin 162 h (noin 20 työpäivää) Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 2 344 päivää pois Vähemmän virheitä työmaalla 	£ 12 000 (19 000 €)	1,3
4	2,3 "Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> Tietopyyntöjen käsittelyprosessi keskimäärin 40 % (2 päivää) lyhyempi Tiedonsiirron aikaviiveitä tietopyyntöihin liittyen noin 326 päivää vähemmän Työaikasäästöt 365 h (noin 46 työpäivää) 	27 000 USD (30 300 €)	22

Case 4:ssä saavutettuja huomattavan korkeita kustannushyötyjä ei kulttuuri-eroista johtuen olisi ollut mahdollista saavuttaa sellaisenaan muissa case-hankkeissa, vaikka käytössä olisi ollut sama sovellus kuin case 4:ssä.

Case 1:ssä päästiin hyviin tuloksiin erityisesti laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen kohdalla. Tämä johtui osittain kahden eri sovelluksen yhteisvaikutuksesta: Suunnitteluvaiheeseen käyttöön otettu sovellus palveli yksinomaan dokumenttien hallintaa. Rakentamisvaiheeseen pilottihengessä käyttöön otettu sovellus sisälsi puolestaan ominaisuuksia, jotka oli kehitetty erityisesti tuotantovaiheen tueksi. Kun molemmat olivat suhteellisen helppokäyttöisiä eikä niiden tarjoamissa ominaisuuksissa ollut juurikaan päällekkäisyyttä, ne tarjosivat yhdessä hyvän valikoiman hyödyllisiä ominaisuuksia dokumenttien ja projektinhallinnan tueksi. Vielä parempaan tulokseen olisi lienee päästy, jos yhdellä sovelluksella olisi voitu tarjota kaikki samat ominaisuudet projektille koko sen keston ajaksi. Kun käytössä olleiden sovelluksien nykyistä tilaa katsotaan, on tähän suuntaan tultukin ominaisuuksien monipuolistumisen seurauksena.

Case 2:n ja case 3:n kohdalla erityisen kiinnostavia hyötyjä olivat saavutetut aikahyödyt. Molemmissa rakennushankkeissa uudistettu menettelytapa suunnittelutiedon jakelussa mahdollisti hankkeen tiiviimmän läpiviennin. Case 3:ssa tiedonjakelun aikaviiveitä näytti jäävän erityisen paljon pois. Lisäksi tavoitteena ollut paperin vähentäminen saavutettiin jossain määrin.

Case-hankkeiden 1–3 yhdistetyt tulokset esitetään seuraavissa luvuissa (4.6–4.8). Case 4 on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 5.4.

4.6 Toiminnalliset ja laadulliset hyödyt

4.6.1 Vaikuttavuus dokumenttien- ja projektinhallintaan

Rahassa tai muutoin määrällisesti mittaamattomissa olevien toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen toteutumista mitattiin CE-ympäristön vaikuttavuutena dokumenttien ja projektin hallintaan asteikolla -1–4:

4 = sovelluksen käyttö auttoi erittäin paljon

3 = auttoi merkittävästi

2 = auttoi jonkin verran

1 = vähäinen apu

0 = ei vaikutusta perinteiseen toimintatapaan verrattaessa

-1 = negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia/lisätyötä.

Yleisarvosanaksi toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen toteutumiselle saatiin esimerkkihankkeiden 1–3 keskiarvona 2,4. Tätä vastaava lähin sanallinen kuvaus on *Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa*. Tulokset yksittäisien hyötyjen osalta on esitetty kuvassa 8.

Keskimäärin parhaiten saavutettiin seuraavat hyödyt (keskiarvotulos > 2,5):

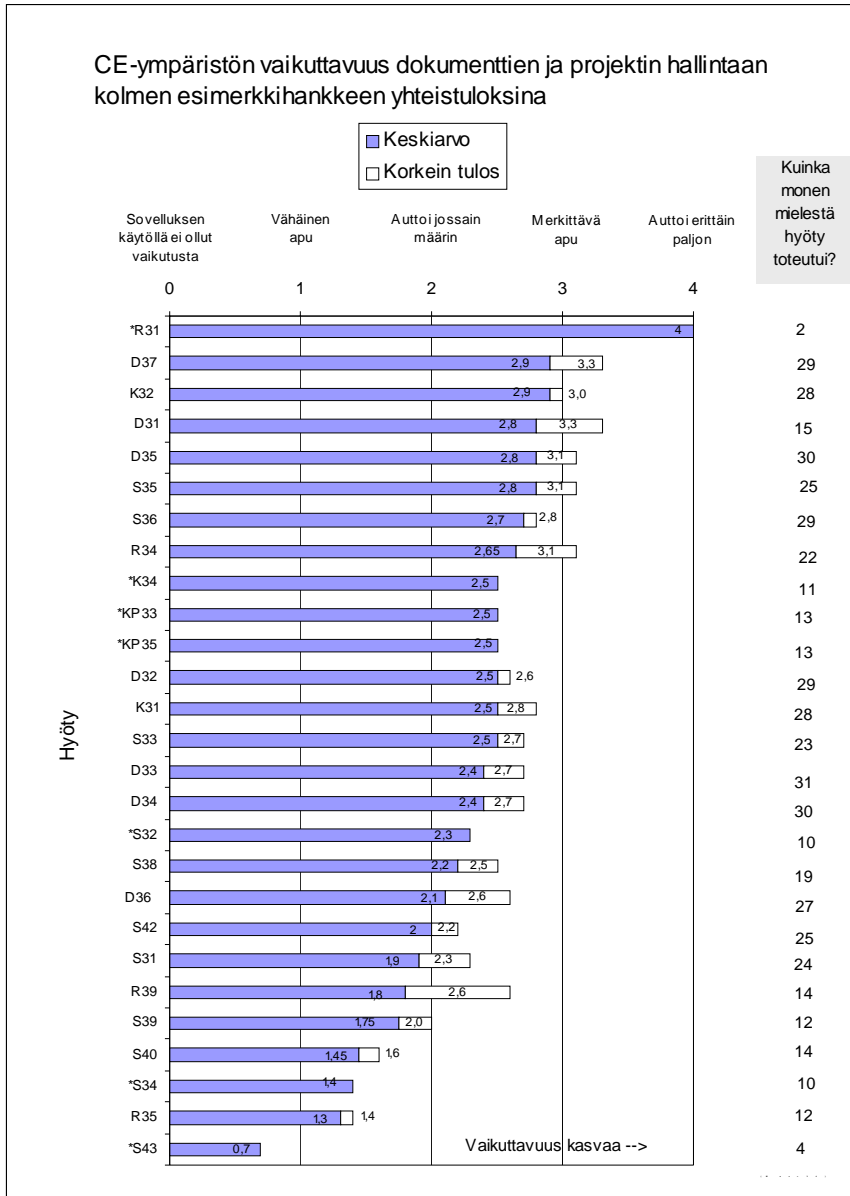
- Sähköisen työmaapäiväkirjan täyttäminen ja hyväksyntä oli erittäin paljon helpompaa kuin perinteisen paperipäiväkirjan. (R31: Projektia koskevan tiedon tallentaminen helpompaa)
- Dokumenttien jakelu muille osapuolille oli merkittävästi helpompaa (D37)
- Merkittävästi parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (K32)
- Sovellus oli merkittävä tuki etätyölle (D31)
- Projektia koskevaa tietoa oli merkittävästi helpompi saada omaan käyttöön (D35)
- Merkittävästi helpompi julkaista päivitettyt dokumentit (S35)
- Merkittävästi helpompi päästä ajantasaiseen projektitietoon suunnitteluvaiheessa (S36)

- Merkittävästi helpompi päästä ajantasaiseen projektitietoon rakentamisvaiheessa (R34)

Korkein vaikuttavuus CE-ympäristöllä oli siten tiedon tallentamiseen, julkaisemiseen ja jakeluun ja toisaalta ajantasaisen tiedon saamiseen. Tiedon saamiseen liittyy riippumattomuus muista hankkeen osapuolista, ajasta ja paikasta. Jotkut vaikutukset koskivat kuitenkin vain pientä käyttäjäjoukkoa (kuva 8).

Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä. Kyseinen arvio tuli esiin muutamassa yksittäisessä vastauksessa, mutta ei esiinny minkään yksittäisen hankkeen vastauksista muodostetuissa keskiarvotuloksissa, eikä tästä syystä ollut tarpeellinen myöskään yhdistettyjen tulosten tuloksien esittämisessä.

Kuvassa 8 esitettyjen hyötyjen lisäksi laadullisena ja toiminnallisena hyötynä mitattiin hyöty A31 (Mahdollisuus oman ajankäytön joustavampaan hallintaan). Kyseinen hyöty puuttuu tuloskuvasta, koska tätä pyrittiin alunperin mittaamaan määrällisesti. Kyselyillä saadut tiedot eivät kuitenkaan riittäneet määrällisen arvion tekemiseen ja kyseinen hyöty siirrettiin tutkimuksen loppuvaiheessa laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen joukkoon. Vaikuttavuustulos hankkeiden 2 ja 3 keskiarvona oli 2,0 eli henkilötasolla saatiin jonkin verran lisää työtehtävien järjestelyvaraa keskitetyn järjestelmän käytön ansiosta. Hyöty A31 toteutui yhteensä 13 kyselyyn vastanneen kohdalla.



Kuva 8. CE-ympäristöllä saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt; kolmen esimerkihankkeen keskiarvot (hankkeet 1, 2 ja 3) sekä korkein mitattu hankekohtainen tulos. Tähti hyötytunnuksen edessä tarkoittaa, että kyseinen hyöty on saavutettu ja mitattu vain yhdessä näistä kolmesta hankkeesta. Tunnuksia vastaavat hyödyt on kuvattu liitteessä 1. Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä.

4.6.2 Usein esiintyvät hyödyt

Seuraavassa on esitetty esimerkkihankkeiden yhteiset toiminnalliset ja laadulliset hyödyt. Nämä hyödyt saavutettiin kaikissa kolmessa ensimmäisessä esimerkkihankkeessa vähintään tuloksella 2,5. Lisäksi ne toteutuivat lukumääräisesti suuren vastaajajoukon mielestä.

- Dokumenttien jakelu muille osapuolille merkittävästi helpompaa (hyöty D37, saavutettiin 29/34 vastaajan mielestä)
- Merkittävästi helpompi julkaista päivitettyt dokumentit (hyöty S35, hyöty saavutettiin 25/34 vastaajan mielestä)
- Merkittävästi parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista & uutisista (hyöty K32, saavutettiin 28/34 vastaajan mielestä)
- Merkittävästi helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon (hyöty S36, saavutettiin 29/34 vastaajan mielestä)

Tiedon tuottajan näkökulmasta tyypillisimmäksi hyödyksi voidaan tämän perusteella katsoa dokumenttien jakelun ja tiedon julkaisemisen helppous. Tiedon vastaanottajan kannalta tavallisin hyöty on ajantasaisen projektitiedon helpompi saatavuus ja muutoksien seuraaminen.

4.6.3 Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen

Kyselyllä kartoitettiin myös, kuinka tärkeinä vastaajat eli sovellusten käyttäjät pitävät mitattuja hyötyjä. Tähän liittyen käytettiin seuraavanlaista asteikkoa:

4 = Erittäin tärkeä

3 = Tärkeä

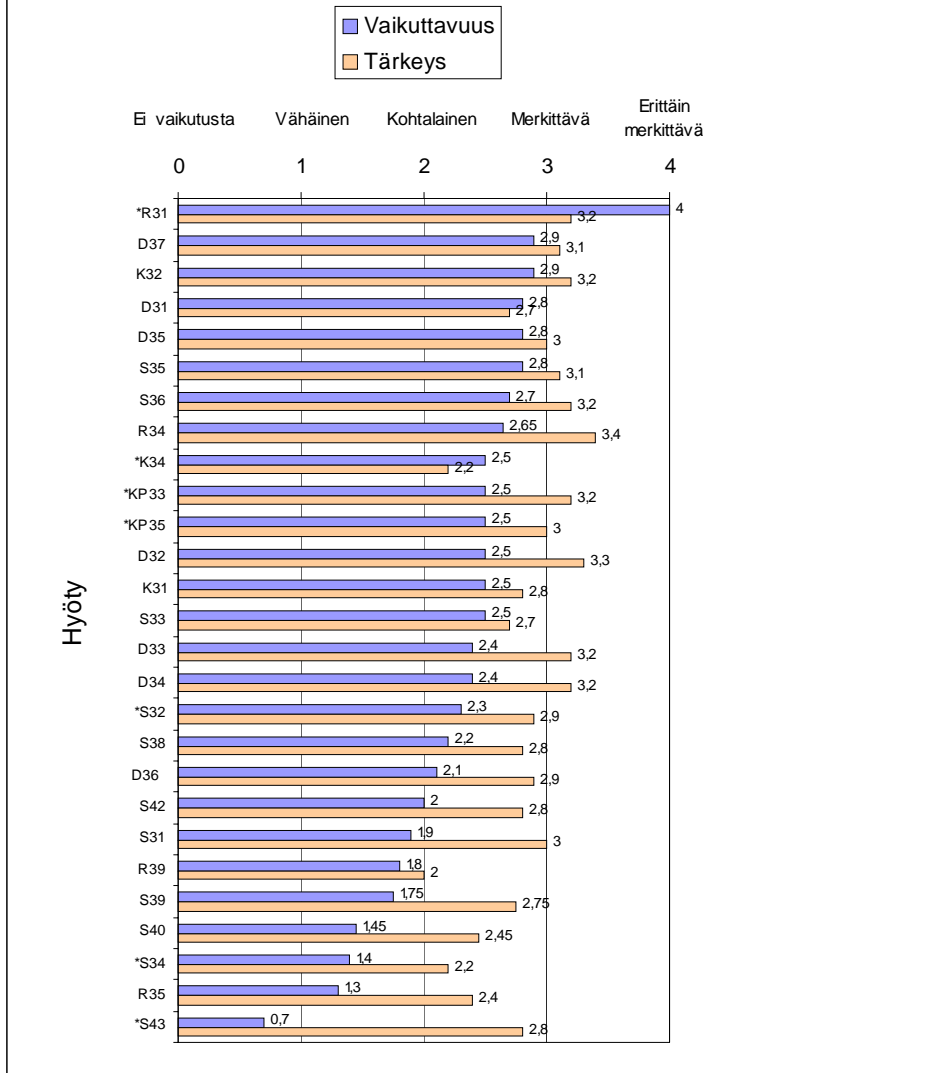
2 = Kohtalainen merkitys

1 = Vähäinen merkitys

0 = Ei käytännön hyötyä

Mitattujen hyötyjen tärkeyttä ja saavutettua vaikuttavuutta on verrattu kuvassa 9. Melkein kaikkia mitattuja hyötyjä pidettiin tärkeinä ja keskiarvotulos hyötyjen tärkeydelle on "merkittävä". Monet hyödyt myös saavutettiin keskimäärin hyvin suhteessa niiden tärkeyteen.

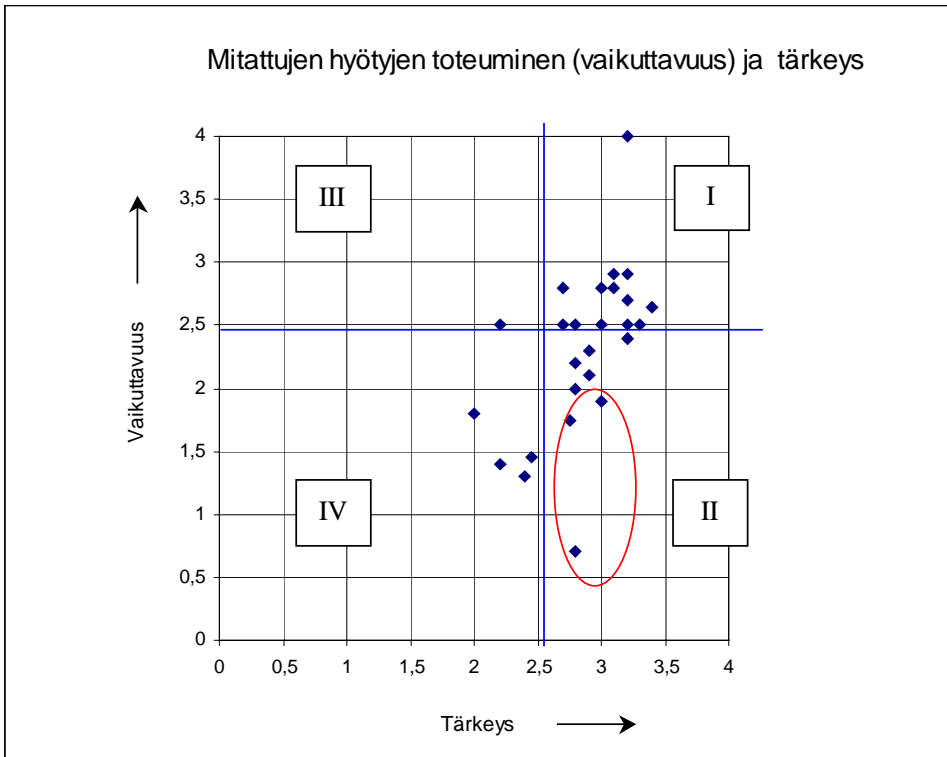
Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen
Kolmen esimerkkihankkeen keskiarvot



Kuva 9. Hyötyjen saavuttaminen ja niiden tärkeys hankkeissa 1–3 mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen osalta keskimäärin.

Tarkasteltaessa samojen hyötyjen tärkeyttä ja saavutettua vaikuttavuutta kuvan 10 avulla, voidaan samojen tuloksien avulla erottaa neljä hyötyryhmää:

- I Tärkeitä ja hyvin toteutuneita hyötyjä: Sovellukset vastasivat hyvin näihin tarpeisiin.
- II Tärkeitä, mutta heikosti saavutettuja hyötyjä: Sovellukset vastasivat keskimäärin heikosti näihin tarpeisiin. Alueella olisi kehittämispotentiaalia.
- III Vähemmän tärkeitä mutta mittausasteikolla hyvin saavutettuja hyötyjä: sovellusten ominaisuudet tukivat käytännön merkitykseltään vähäisempiä tarpeita.
- IV Vähemmän tärkeitä heikosti saavutettuja hyötyjä.



Kuva 10. Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen. Tulokset ovat kolmen esimerkkihankkeen yhteistuloksia, eli hankkeiden 1, 2 ja 3 keskiarvoja.

Tärkeiteensä nähden vaatimattomimmin saavutetut ja kuvassa rengastetut hyödyt ovat:

- Sovelluksen vaikutus rakennuksen loppukäyttäjien osallistumiseen (S43)
- Yhteistyömahdollisuuksien lisääntyminen (S31)
- Tuki suunnitelmien yhteensovittamiselle (S39)

Näiden kohdalla sovelluksien käytöstä ei ollut kovin suurta etua, mutta ominaisuuksia tulisi ehkä kehittää, jotta hyötyjä saavutettaisiin. Toimintoja tukevien ominaisuuksien kehittämistä tulisi siis harkita.

4.6.4 Hyödyt eri osapuolille

Kaikissa tutkituissa esimerkkihankkeissa käytettiin keskitettynä tietovarastona eri palveluntarjoajan sovellusta. Kolmen Eurooppalaisen hankkeen CE-ympäristö oli niin samankaltainen, että yhdistämällä niiden aineisto voidaan analysoida hyötyjä eri osapuolille. On kuitenkin muistettava, että otos on suhteellisen pieni ja tulokset suuntaa-antavia (taulukko 6).

Analysoitaessa hyötyjä eri osapuolien kannalta havaitaan, että voimakkaimmin CE-ympäristön vaikuttavuuden dokumenttien- ja projektinhallintaan havaitsivat valvojen ja tilaajien ryhmät. Molempien osapuolien kohdalla vaikuttavuustulos oli keskimäärin noin 3 eli "sovellus auttoi merkittävästi". Vastaajia näissä kahdessa ryhmässä oli kolmessa hankkeessa yhteensä viisi. Urakoitsijoiden 13 vastauksen perusteella keskimääräinen näkemys oli "Auttoi jonkin verran". Samaan keskimääräiseen tulokseen päästiin suunnittelijoilta saatujen 16 vastauksen perusteella. Korkeimmin saavutetut hyödyt olivat kuitenkin eri osapuolilla pääosin erilaisia. Useiden osapuolien yhteisiä hyötyjä olivat helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon ja tiedon saaminen helpommin omaan käyttöön.

Taulukko 6. Eri osapuolien näkemyksiä CE-ympäristön vaikuttavuudesta dokumenttien- ja projektinhallintaan hankkeissa 1–3.

Osapuoli	Vas- tauksia kpl	Vaikuttavuus keski- määrin (mittaus-asteikko -1–4)	Osapuolikohtaisesti korkeim- pia hyötyjä omalle työlle
Suunnittelijat	16	2,2 "Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> – Dokumenttien jakelu muille osapuolille helpompaa – Helpompi julkaista päivitetty dokumentit – Henkilökohtainen vastuu helpommin seurattavissa ja jäljitettävissä – Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon (Mittaustulos kaikissa 2,8)
Urakoitsijat (Pää- ja erikoisurakoitsijoita)	13	2,3 "Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> – Projektia koskevan tiedon tallentaminen helpompaa – Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista & uutisista – Projektia koskevaa tietoa helpommin omaan käyttöön (Näiden mittaustulokset 3,1–3,2)
Valvojat	3	3,1 "Auttoi merkittävästi dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> – Enemmän vaihtoehtoisia kommunikointitapoja tarjolla ja paremmat edellytykset tiedonvaihtoon – Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon – Dokumenttien jakelu muille osapuolille helpompaa – Nopeasti käsitys suunnittelu- ja rakennustöiden etenemisestä – Projektia koskevan tiedon tallentaminen helpompaa (Mittaustulos kaikissa 4,0)
Tilaaajat ja kiinteistön-omistajat	2	3,0 "Auttoi merkittävästi dokumenttien- ja projektinhallinnassa"	<ul style="list-style-type: none"> – Projektia koskevaa tietoa helpommin omaan käyttöön – Tarpeetonta tietoa ei tarvitse ottaa vastaan, vaan pystyy itse määrittelemään, mikä on tarpeellista. (Mittaustulos 4,0)

Urakoitsijoiden ryhmässä korkeimmin toteutuneita hyötyjä olivat mm. tiedon helpompi tallentaminen sähköiseen työmaapäiväkirjaan ja parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista. Suunnittelijoiden työssä korkein vaikutus havaittiin mm. dokumenttien jakelun ja päivitettyjen dokumenttien julkaisun helpottumisessa sekä henkilökohtaisen vastuun seuraamisessa ja jäljitettävyydessä. Suunnittelijat odotetusti tunnistivat myös muiden osapuolien saamia hyötyjä: vaikuttavuustuloksissa korkealle kipusi omien hyötyjen ohella kiinteistönpidolle aiheutuvia hyötyjä. Näitä olivat seuraavat hankkeessa 3 mitatut hyödyt: hanketta koskeva tieto ylläpidetään käyttökelpoisessa muodossa palveluntarjoajan palvelimella ja on jatkossakin eri osapuolien ulottuvilla (KP35) ja täydellinen sähköinen projektitietoarkisto tilaajalle (KP33).

4.7 Aika ja muut mitattavissa olevat hyödyt

Tutkituissa rakennushankkeissa havaittiin lukuisia aika ja muita mitattavissa olevia hyötyjä. Näitä ovat mm. seuraavat aikahyödyt:

- työaikasäästöjä
- tuki tiiviimmällä aikataululla toteutettavalle suunnittelulle ja rakentamiselle
- tiedonjakelun aikaviiveiden vähentäminen, sekä osittain tämän seurauksena
- henkilötasolla lisää työtehtävien järjestelyvaraa.

Lisäksi havaittiin mm. seuraavia mitattavissa olevia hyötyjä:

- vähemmän virheitä työmaalla
- jonkin verran vähemmän kiistoja, kun tiedonvaihto on dokumentoitua
- vähemmän arkistoitavaa paperia

Suunnittelutiedon kulkua voidaan muuttaa radikaalisti sähköisen tiedonsiirron avulla. Aika ja muiden mitattavissa olevien hyötyjen ansiosta saadaan suoria kustannussäästöjä. Niiden merkittävin vaikutus on kuitenkin projektin tietovirtojen yksinkertaistuminen ja nopeutuminen. Seuraavassa kuvataan CE-ympäristön vaikutusta esimerkkihankkeiden tiedonjakelun prosessiin.

Paperiympäristössä suunnittelutieto kulkee vain paperilla. Tyypillisimmin kopiopalvelun lähetti hakee suunnitelmat suunnittelutoimistosta autolla, elleivät

kopiopalvelu ja suunnittelutoimisto satu sijaitsemaan vierekkäin, kävelymatkan päässä toisistaan. Aikaa kuluu tavallisesti 0–2 päivää välimatkasta ja kiireellisyydestä riippuen. Kopiolaitos toimittaa suunnitelmat eteenpäin jakelulistan mukaan maapostina tai lähetin jakeluna. Kaiken kaikkiaan tiedon jakelun viive on 0–4 päivää ja piirustuskopion toimitus suunnittelijalta esim. työmaalle vie keskimäärin noin 2 päivää. Perinteinen prosessi on esitetty alimpana kuvassa 11. Samassa kuvassa on esitetty sähköisen tiedonsiirron tarjoamat vaihtoehtoiset toimintatavat.

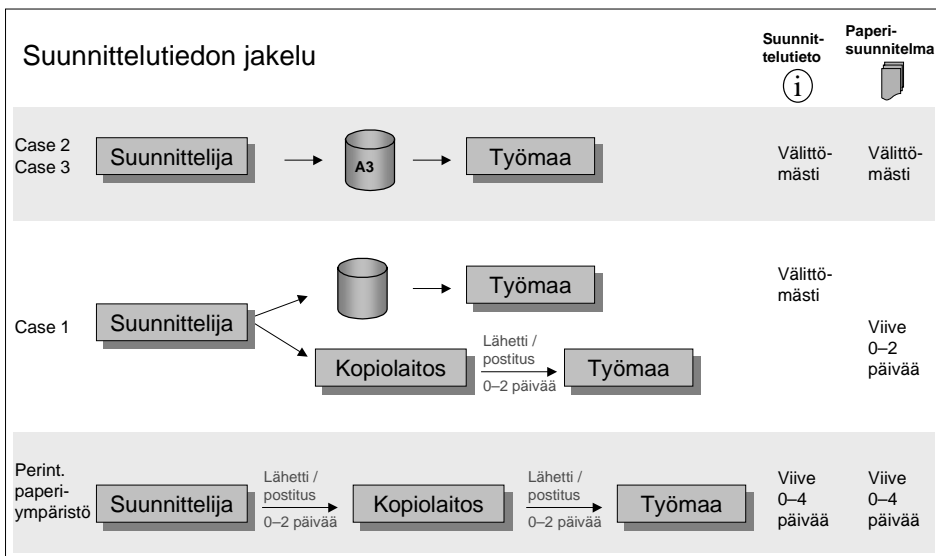
Hankkeessa 1 suunnitelmatieto jaettiin projektiin osallistuville sähköisessä muodossa keskitetyn järjestelmän avulla. Tämän rinnalla oli perinteinen paperikopioiden jakelu niin, että tulostustiedostot lähetettiin sähköisesti tulostuslaitokselle. Merkittävää tässä toimintatavassa on, että suunnitelmatieto voidaan toimittaa muiden osapuolien käyttöön sähköisessä muodossa ilman jakeluviiveitä: heti kun suunnitelma on talletettu keskitettyyn järjestelmään, se on muiden osapuolien käytettävissä. Paperimuodossa suunnitelmat ovat käytettävissä keskimäärin päivän myöhemmin, sillä paperikopioiden jakeluviive on näin toimittaessa 0–2 päivää. Vaikka projektiin osallistuvat saivat paperisuunnitelmat perinteisesti kopiopalvelun kautta, oli toimitusviive keskimäärin päivän lyhyempi kuin edellä kuvatussa perinteisessä paperiympäristössä (kuva 11).

Hankkeissa 2 ja 3 sekä suunnittelutieto että paperimuotoiset suunnitelmat olivat muiden osapuolien käytettävissä välittömästi sen jälkeen, kun suunnittelija laittoi suunnitelmansa jakoon: suunnittelijat tallensivat suunnitelmat keskitettyyn järjestelmään A3-kokoisina, josta muut osapuolet saivat ne käyttöönsä sähköisessä muodossa ja tulosti tarvitsemansa suunnitelmat itse paperille. Uudistetussa menettelytavassa eliminoidaan kaikki jakeluviiveet ja voidaan tukea aikataulultaan kriittisiä hankkeita. Omaan työnä suoritettava tulostus tuottaa jonkin verran kustannuksia, minkä vuoksi menettelytavalla ei automaattisesti saavuteta säästöjä paperitulosteissa vaan hyödyt ovat ensisijaisesti aikahyötyjä (kuvan 11 ylin prosessi).

Omaan tulostukseen ja A3-kokoisten suunnitelmien käyttöön nojautuvalla uudistetulla jakelutavalla voidaan päästä nopeaan ja edulliseen suunnittelutiedon jakeluun. Menettelytapa ei sovellu sellaisenaan suuriin ja monimuotoisiin kohteisiin joissa käyttökelpoisten suunnitelmien tulostamiseen tarvitaan jopa A0-kokoon kirjoitin. Menettelytavalla saavutetaan kustannussäästöjä tulostuspalve-

lun vähentyneen käytön seurauksena. Kokonaissäästöjä kuitenkin vähentää omana työnä tehtävä tulostus, minkä vuoksi menettelytavalla saavuttavina ensisijaisina hyötyinä on pidettävä aikahyötyjä.

Suunnitelmien jakaminen käyttäjille vain katseluun ja tulostamiseen tarkoitettussa tiedostomuodossa voi myös olla käyttökelpoinen ratkaisu. Tällainen tiedostomuoto on esimerkiksi Adoben pdf-tiedosto. Hyötyjä alkuperäisen CAD-ohjelman tiedostomuotoon verrattuna ovat mm. pienempi tiedostokoko sekä edullisempi ja helpokäyttöisempi sovellusohjelma.



Kuva 11. Uuden toimintatavan vaikutus suunnitelmatiedon jakeluun. Oikean yläreunan symbolit kuvaavat sähköistä ja paperimuodossa käytettävissä olevaa suunnittelutietoa, ja alla on näihin liittyvät jakeluviiveet kutakin menettelytapaa käytettäessä.

4.8 Kustannushyödyt

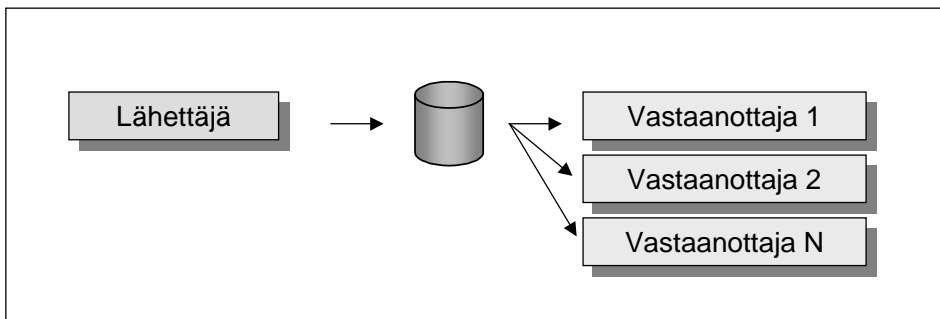
Hankkeissa 1, 2 ja 3 havaittiin kustannushyötyjä keskimäärin noin 15 000 € /projekti. Verrattaessa kustannushyötyjä hankkeen muihin kustannuksiin hyödyt olivat:

- noin 1,9-kertaiset palveluntarjoajien veloitukseen nähden
- noin 1,7-kertaiset sovellusten kokonaiskäyttökustannuksiin nähden
- noin 0,08 % hankkeen kokonaiskustannuksista.

Suorat kustannussäästöt liittyivät pääasiassa kommunikointiin ja dokumenttien hallintaan. Kustannushyötyjä saivat analysoiduissa rakennushankkeissa eniten pääurakoitsijat ja tilaajat. Tutkimuksessa havaittiin mm. seuraavat kustannushyödyt:

- säästöjä pöytäkirjojen ja muistioiden yms. postituskuluissa
- alentuneet matkustuskulut
- alentuneet suunnitelmien paperikopiokustannukset
- alentuneet puhelinkulut
- säästöjä palkkakuluissa tehokkaamman ajankäytön seurauksena.

Pöytäkirjojen ja muistioiden jakelussa nopeus ei yleensä ole yhtä tärkeää kuin suunnittelutiedon jakelussa. Keskitettyä sähköistä jakelua käyttämällä luodaan kuitenkin yhteinen dokumenttiarkisto ja voidaan säästää merkittäviä summia postimaksuissa (kuva 12). Analysoiduissa hankkeissa säästöpotentiaali postituskuluissa oli noin 2 000 € /projekti. Lähettäjän kannalta tiedonjakelu on myös helpompaa ja nopeampaa, koska jakelu kaikille hankkeeseen osallistuville on mahdollista yhdellä tallennuksella. Paperiasiakirjojen käsittelyyn liittyvät työvoimakustannukset siirtyvät tässä uudessa toimintatavassa vastaanottajapäähän.



Kuva 12. Keskitetty sähköinen jakelu.

Mikäli vastaanottajalle riittää tiedon lukeminen, käsittely ja arkistointi sähköisessä muodossa, päästään kustannusten siirrosta kustannussäästöihin myös työvoimakustannusten osalta. Samantyyppinen prosessin uudistaminen ja siihen liittyvä säästöpotentiaali piilee myös tarjouspyyntöasiakirjojen jakelussa. Muista esiin tulleista kustannushyödyistä kerrotaan yksityiskohtaisesti hankekohtaisten tulosten yhteydessä.

5. HANKEKOHTAINEN ANALYYSI



5. Hankekohtainen analyysi

5.1 Rakennushanke 1, Suomi

5.1.1 Taustatiedot

Tutkimuksen ensimmäinen analysoitu kohde oli Suomeen rakennettu opetus- ja toimistorakennus (taulukko 7).

Taulukko 7. Hankkeen 1 perustiedot.

Case 1	
Rakennustyyppe:	Toimitila, jossa opetus- ja tutkimustiloja sekä yrityksille vuokrattavia toimistotiloja.
Hankkeen koko:	Kokonaiskustannukset 25 milj. € ja kerrosala 19 500 m ² (huoneistoala 17 000 m ²).
Toteutus:	Projektinjohtourakkana toteutettu yksityisrahoitteinen julkinen hanke.
Osapuolet:	Useita keskeisiä osapuolia eri puolilla maata ja rahoittaja ulkomailla.
Aikataulu:	Hankesuunnittelu alkoi keväällä 1997, rakentaminen kesällä 1999 ja 8/2000 viimeisen osan luovutus ja käyttöönotto.
Hankkeen ja käytetyn sovelluksen tila analysointihetkellä:	Päättynyt hanke, jonka jälkeen sovellukset ovat kehittyneet merkittävästi.

Projektin tiedonvälityksessä käytettiin rinnakkain sähköisen tiedonsiirron ympäristöä ja perinteistä paperijakelua. Dokumenttien- ja projektinhallintaan käytettiin kahta eri ASP-pohjaista työryhmäsovellusta; suunnitteluvaiheessa Raksanet-sovellusta ja rakentamisvaiheessa Työmaatieto-sovellusta (kirjoittamishetkellä

nimeltään ProjectInfo). Lisäksi osapuolet käyttivät omia normaaleja Internet-sähköpostiohjelmiään, koska kummankin sovelluksen sähköpostiominaisuus rajoittui automaattisiin päivitysilmoituksiin.

Raksanet-sovellusta käytettiin suunnitteluvaiheessa keskitettyyn suunnitelmien jakeluun ja arkistointiin, ja se korvasi sähköpostin liitteenä lähetettävät suunnitelmat, lukuun ottamatta suunnitelmien toimitusta tulostuslaitokselle. Suunnitelmien paperijakelua ei mainittavasti supistettu ja suunnittelukokousmuistiot jaettiin myös perinteisesti paperilla. Osalla tilojen loppukäyttäjistä oli mahdollisuus kytkeytyä hanketietokeskukseen seuratakseen suunnittelutyön etenemistä.

Rakentamisvaiheessa Raksanet toimi suunnitelma-arkistona. Projektinhallinta-sovelluksena käytettiin Työmaatieto-sovellusta, josta löytyi hankkeen yleistiedot, yhteystiedot, rakennusvaiheen kattava pöytäkirja-arkisto sekä joitain tuotantosunnitelmia, kuten yleisaikataulu. Lisäksi käytössä oli sovelluksen sähköinen työmaapäiväkirja ja runkovaiheen edistymistä oli mahdollisuus seurata webkameran välittämien kuvien avulla. Pöytäkirjat jaettiin pääosin sovelluksen välityksellä. Koska aliurakoitsijat eivät olleet sovelluksen käyttäjiä, jouduttiin määrällisesti suuri osa pöytäkirjoista kuitenkin jakamaan perinteisenä paperijakeluna.

Kyselyyn saatiin yhteensä 10 vastausta suunnittelijoilta, pääurakoitsijan henkilöstöltä, valvojalta ja kiinteistönomistajalta. Vastaajista noin 70 % ei ollut käyttänyt mitään vastaavanlaista sovellusta aiemmin.

5.1.2 Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 1

Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt saavutettiin yleisarvosanalla 2,6 eli sähköisen tiedonsiirron ympäristöstä oli merkittävä apu hankkeen dokumenttien- ja projektinhallinnassa (yhteenveto taulukossa 8). Korkein vaikuttavuus CE-ympäristöllä oli työmaapäiväkirjan täyttämisen ja hyväksynnän helpottumisessa, etätöyön tukena, projektia koskevan tiedon saannin helpottumisessa sekä projektia koskevista muutoksista ja uutisista ajan tasalla pysymisessä. Näistä kaksi ensimmäistä koski kuitenkin pientä joukkoa, kun taas kahta viimeistä voidaan pitää yhteisinä hyötyinä. Sovellusten käyttö ei kyselyn mukaan aiheuttanut missään suhteessa ongelmia tai lisätyötä.

Kiinnostavimpia määrällisesti mitattuja hyötyjä hankkeessa 1 olivat aika- ja kustannussäästöt matkustamistarpeen vähentymisestä ja rakentamista koskevan tiedon nopeammasta syöttämisestä. Säästöt matkakustannuksissa osoittautuivat merkittävän suuriksi, kun osapuolet ovat kaukana toisistaan tai työmaasta. Sähköisen työmaapäiväkirjan käyttö puolestaan vapauttaa työmaamestarin aikaa päivittäisistä rutiineista tarkoituksenmukaisempaan työhön ja tämä ajansäästö voi todellisuudessa olla merkittävästi arvokkaampaa kuin pelkästään työajan säästymisestä seuraavat työvoimakustannussäästöt. Työaikäsäästöt olivat vähentyneen matkustamisen ja rutiinien nopeutumisen seurauksena yhteensä noin 200 h eli n. 29 työpäivää.

Tiedonjakelun aikaviiveitä oli sähköisen tiedonsiirron ansiosta noin 1 700 päivää vähemmän. Osapuolet saivat suunnitelmat paperilla perinteisesti kopiolaitoksen avulla, mutta sähköisessä muodossa ne olivat aiemmin käytettävissä. Keskitetty järjestelmä lisäsi myös työtehtävien järjestelyvaraa ja tuki etätöyöskentelyä.

Kustannussäästöjä perinteiseen paperiympäristöön verrattuna tuli esiin yhteensä reilut 17 000 € Palveluntarjoajan veloitus ASP-sovelluksen käytöstä oli noin 6 700 € (40 000 mk). Kustannushyödyt olivat tähän verrattuna noin 2,58-kertaiset. Suorat kustannukset, kun myös Internetin käyttökustannuksia arvioidaan ovat karkeasti olleet 8 400 € (50 000 mk). Verrattaessa näitä kustannuksia kustannushyötyihin, olivat kustannushyödyt noin 2,06-kertaiset. Hankkeen kokonaiskustannuksiin nähden kustannushyödyt olivat noin 0,07 %. Kustannussäästöjä saivat pääasiassa projektinjohtourakoitsija ja kiinteistönomistaja.

Taulukko 8. Yhteenveto sähköisen tiedonsiirron hyödyistä hankkeessa 1.

HYÖTYTYYPPI	MITTAUSTULOS
LAADULLISET JA TOIMINNALLISET HYÖDYT	Toteutuma 2,6 (asteikko -1–4; 4 = max) Lähin sanallinen kuvaus: Merkittävä apu dokumenttien- ja projektinhallinnassa.
AIKA JA MUUT MITATTAVISSA OLEVAT HYÖDYT	Työaikasäästöjä noin 200 h (noin 29 työpäivää): – matkustustarpeen vähentyminen – rakentamista koskevan tiedon nopeampi syöttäminen Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 1 700 päivää vähemmän.
KUSTANNUSHYÖDYT	Yhteensä noin 17 300 € (103 000 mk) – matkustuskustannuksia ja pois jääneitä matkoja vastaavia työaikakustannuksia – muistioiden postituskuluja – työmaarutiineihin liittyviä työvoimakustannuksia – suunnitelmat sähköisessä muodossa tilaajalle; paperikopio- ja myöhemmin skannauskulusäästöjä

Toimintatapamuutoksia ja sovellusten kehittymistä edellyttävää kustannushyötypotentialiaa ilmeni tiedon jakelussa. Muistioiden postituskuluissa oli hyödyntämätöntä kustannussäästöpotentialia reilut 1 000 € (noin 6 300 mk), kun alirakoitsijat eivät kuuluneet käyttäjäryhmään eikä kaikille hankkeen osapuolille voitu siksi välittää tietoa keskitetyn järjestelmän kautta sähköisesti. Kyseisessä hankkeessa järjestelmien käyttäjäryhmän ulkopuolelle jäänyt, pääosapuolia myöhemmin projektiin liittyvä suuri alirakoitsijoiden joukko olisi lisäksi saanut kattavammin tietoa hankkeesta. Tarjouspyyntöasiakirjojen jakelu sähköisessä muodossa keskitetysti voi puolestaan tuoda merkittävän suurin suorin kustannussäästöjä toimintatapojen ja sovellusten kehittyessä. Hankkeessa 1 olisi alihankintaan liittyen voitu säästää noin 22 705 € (135 000 mk), mikä olisi kaksinkertaistanut säästöt kyseisessä hankkeessa.

5.1.3 Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt

Yleisarvosana laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen toteutumiselle eli CE-ympäristön vaikuttavuudelle hankkeessa 1 oli **2,6**. Tulosta lähin sanallinen kuvaus ylöspäin on seuraavanlainen: *Oli merkittävä apu dokumenttien- ja projektinhallinnassa*. Kuvassa 13 on esitetty yksittäisten toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen toteutuminen. Selitykset hyötytunnuksille löytyvät liitteestä 1.

Parhaiten saavutettiin seuraavat laadulliset ja toiminnalliset hyödyt:

- Sähköisen työmaapäiväkirjan täyttäminen ja hyväksyntä oli erittäin paljon helpompaa kuin perinteisen paperipäiväkirjan (kuvassa 13 hyöty R31, joka sai numeerisella asteikolla täydet 4 pistettä).
- Merkittävä tuki etätyölle (hyöty D31, mittaustulos 3,3)
- Projektia koskevaa tietoa oli merkittävästi helpompi saada omaan käyttöön (hyöty D35, mittaustulos 3,1).
- Oli merkittävästi helpompi pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (hyöty K32, joka sai numeerisella asteikolla tasan 3,0 pistettä).

Toinen osoitus siitä, että projektia koskevaa tietoa oli helpompi saada omaan käyttöön, oli alentunut tarve soittamalla tai faksaamalla pyytää tietoja toisilta osapuolilta.

Hyötykuvaukseen D31 (Projektitieto käytettävissä ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta) liittyy paikkariippumattomuuden lisäksi aika- ja organisaatoriippumattomuus. Kuvan 13 mittaustulos ei koske organisaatoriippumattomuutta, vaan tätä arvioitiin tarkastelemalla, kuinka kattavasti hankkeen eri osapuolilla oli pääsy järjestelmiin. Pääosapuolista melkein kaikki käyttivät suunnitteluvaiheeseen käyttöönotettua sovellusta. Rakennusvaiheen projektinhallintasovellusta käytti pääosapuolista vain noin puolet (suunnittelijat eivät kuuluneet käyttäjiin) ja suurelle aliurakoitsijoiden joukolle ei välitetty projektitietoa järjestelmien kautta. Näin ollen organisaatoriippumattomuus ei täysin toteutunut kyseisessä hankkeessa. Hyödyntämisestä työajan ulkopuolella oli käytettävissä heikosti tietoja.

Mitatuista hyödyistä vähiten sovellukset tukivat suunnitelmamuutosten hallintaa ja rakennuksen loppukäyttäjien osallistumista. Näistä ensimmäisen kohdalla (hyöty S42) mittaustulos oli 2,0 ja vastaava sanallinen kuvaus "Sovellus auttoi jonkin verran suunnitelmamuutosten hallinnassa". Jälkimmäisen kohdalla (hyöty S43) mittaustulos oli 0,7 ja lähin sanallinen kuvaus "Sovelluksen vaikutus loppukäyttäjien osallistumiseen oli vähäinen".

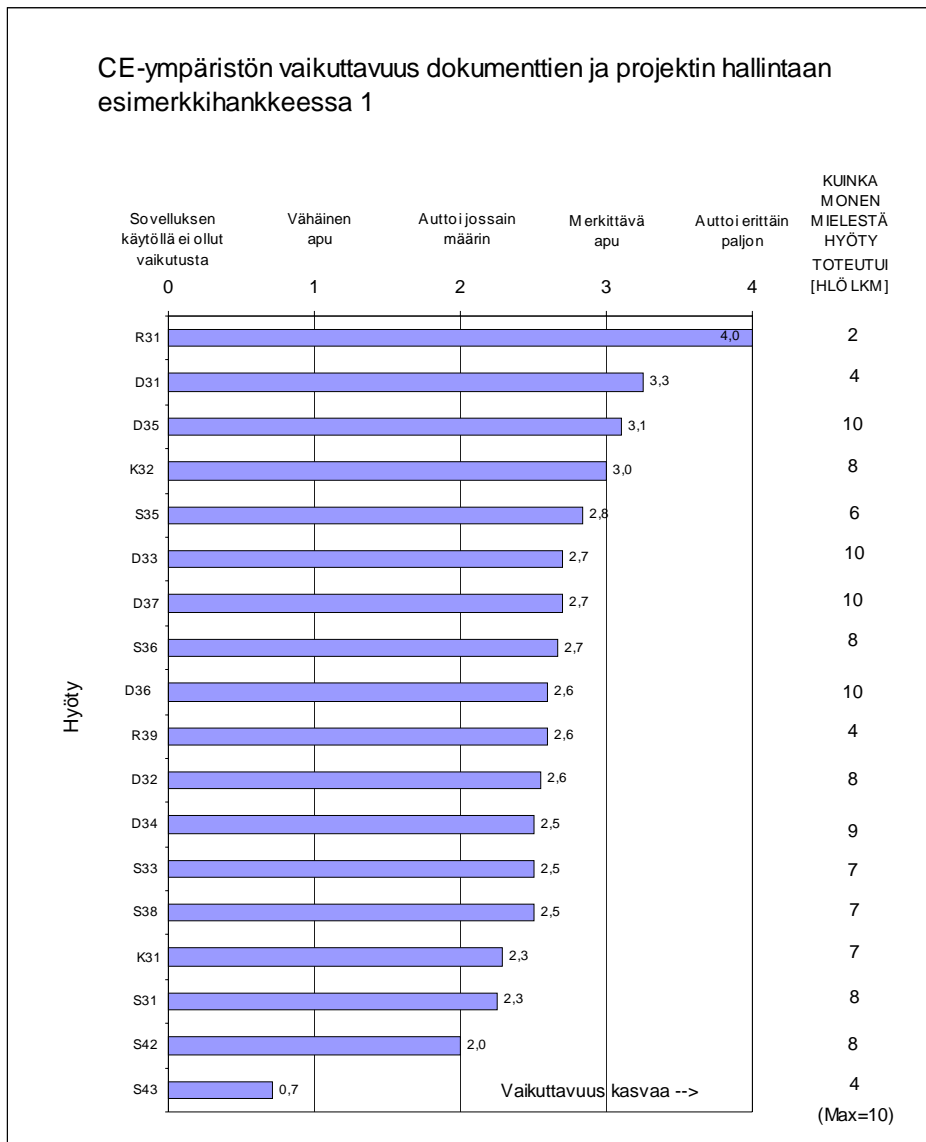
Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä. Kyseinen arvio puuttuu kuvan asteikolta, koska se ei tullut esiin yksittäisissä vastauksissa, eikä siten ollut tarpeellinen myöskään tuloksien esittämisessä.

Kuvan 13 oikeasta reunasta ilmenee myös, kuinka monen mielestä yksittäiset mitatut hyödyt toteutuivat kyseisessä hankkeessa. Henkilömäärä vastaa siis kaikkia niitä, joiden mielestä järjestelmien käytöllä oli positiivinen vaikutus (arvosanalla 1–4) dokumenttien tai projektinhallintaan hankkeessa 1. Tuloksista näkyy karkeasti, mitkä hyödyt ovat eri osapuolille yhteisiä ja kuinka suurta joukkoa vastanneista korkeimmin saavutetut hyödyt koskivat. Kyseisen hankkeen kohdalla on kuitenkin muistettava, että rakentamisvaiheeseen otettiin käyttöön toinen sovellus. Ensimmäistä sovellusta käyttäneiden joukossa saattaa olla henkilöitä, joita kaikki mitatut hyödyt eivät koskeneet yksinkertaisesti siitä syystä, ettei heillä ollut käyttöoikeuksia myöhemmin käyttöön otettuun sovellukseen.

Eri osapuolille yhteisiä hyötyjä oli eniten dokumenttien hallinnassa. Esim. kaikkien vastanneiden mielestä projektia koskevaa tietoa sai helpommin omaan käyttöön (hyöty D35). Suurta joukkoa koski myös suunnittelutyötä tukevat ominaisuudet. Lisäksi 8/10 kyselyyn vastanneen mielestä sovelluksien avulla oli parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (hyöty K32).

Kaksi parhaiten saavutettua hyötyä koski melko pientä osuutta vastanneista. Sähköinen työmaapäiväkirja helpotti erittäin paljon tietojen syöttämistä ja hyväksyntää, mutta koski näin vain 2 henkilöä (hyöty R31, mittaustulos 4,0). Luonnollisesti sähköinen päiväkirja voi välittää tietoa rakennustöiden edistymisestä muille projektiin osallistuville, mutta näitä muiden saamia hyötyjä kuvaa esim. hyödyn K32 toteutuminen (Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista). Etätöiden tekemiseen, eli projektitiedon

hakemiseen tai tallentamiseen normaalin työpisteen ulkopuolelta järjestelmiä hyödynsi 4 henkilöä, eli 40 % vastaajista (hyöty D31, mittaus tulos 3,3).



Kuva 13. CE-ympäristöllä saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt hankkeessa 1. Tunnuksia vastaavat hyödyt on kuvattu liitteestä 1. Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä.

Kyselyllä kartoitettiin myös, kuinka tärkeinä vastaajat eli sovellusten käyttäjät pitävät mitattuja hyötyjä. Tähän liittyen käytettiin seuraavanlaista asteikkoa:

4 = Erittäin tärkeä

3 = Tärkeä

2 = Kohtalainen merkitys

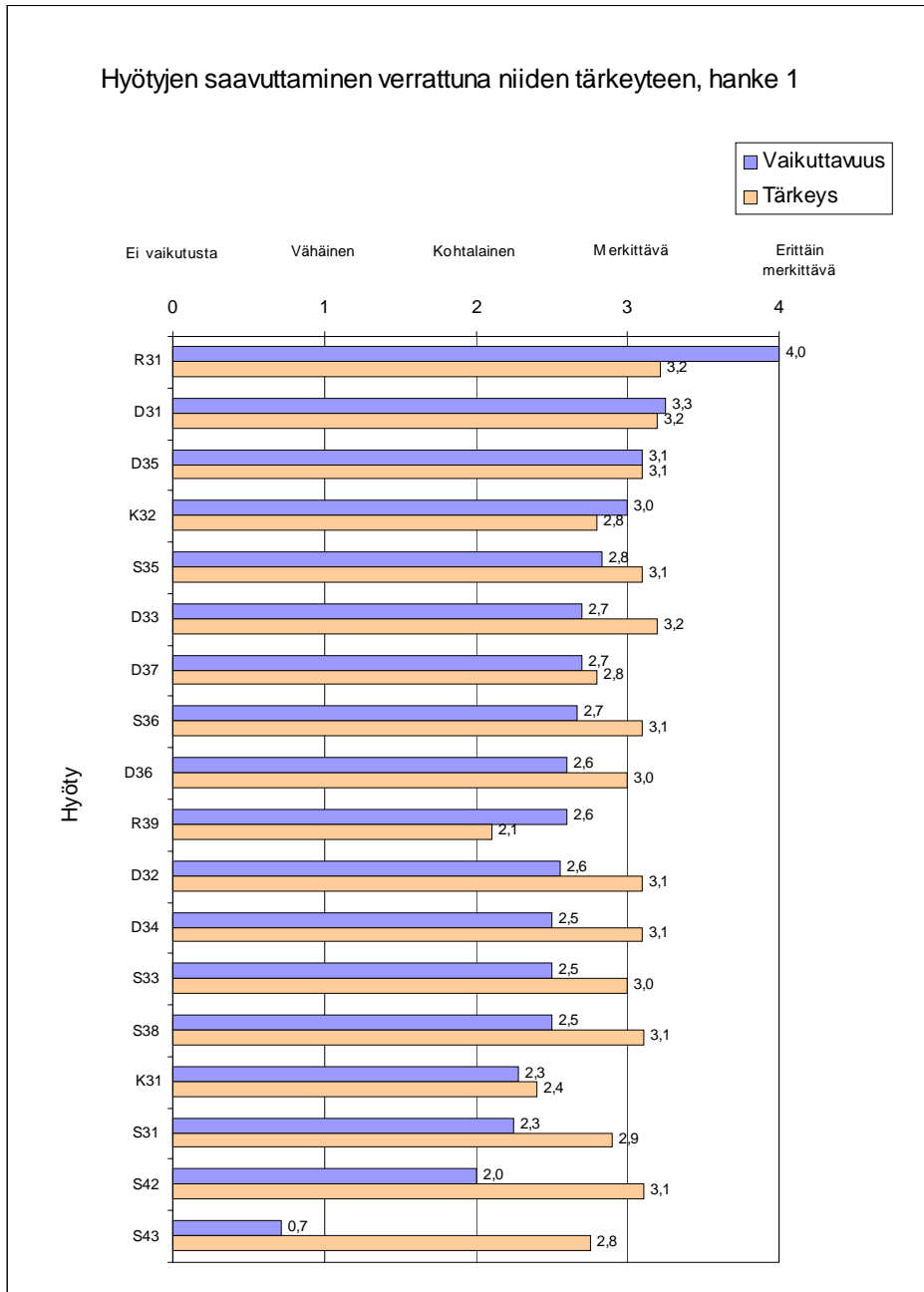
1 = Vähäinen merkitys

0 = Ei käytännön hyötyä

Vastauksissa oli hajontaa, mutta vastausten perusteella määritetyt keskimääräiset tulokset (kuva 14) ovat melko tasaisia. Melkein kaikkia mitattuja hyötyjä pidettiin tärkeinä. Merkitykseltään vähäisimpinä pidettiin hyötyjen K31 (Enemmän vaihtoehtoisia kommunikointitapoja tarjolla ja paremmat edellytykset tiedonvaihtoon) ja R39 (Sovelluksen avulla nopeasti käsitys työn etenemisestä) saavuttamista. Näillä oli vastaajien mielestä kohtalainen merkitys. Ensin mainitun hyödyn kohdalla (K31) tämä tarkoittaa käytännössä, että esim. sähköistä ilmoitustaulua ei pidetty varsinaisten projektiasioiden tiedottamiseen hyvänä. Jälkimmäisen hyödyn kohdalla (R39) tulos kuvastaa pääasiassa web-kameran tärkeyttä.

Kun hyötyjen tärkeyttä ja niiden saavuttamista kyseisessä hankkeessa verrataan, ilmenee, että monet tärkeät hyödyt saavutettiin hyvin. Vastaajat pitivät kuitenkin edellä mainittuja heikosti saavutettuja hyötyjä S43 ja S42 tärkeinä (S42: Apu suunnitelmamuutosten hallinnassa, S43: Sovelluksen vaikutus loppukäyttäjien osallistumiseen). Tulos perustuu melko pienen joukon mielipiteeseen (10 vastaajaa), mutta näitä tukevien ominaisuuksien kehittäminen sovelluksissa ja laajempi hyödyntäminen saattaa olla tarpeellista.

Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen, hanke 1



Kuva 14. Hyötyjen saavuttaminen ja niiden tärkeys. Kuvassa 13 esitettyjen vaikuttavuustulosten rinnalle on lisätty samojen hyötyjen tärkeys (esimerkkihankkeessa 1 mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen tärkeys vastaajien mielestä keskimäärin).

5.1.4 Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt

Esiin tulleet muut mitattavissa olevat hyödyt olivat pääasiassa kommunikointiin, dokumenttien hallintaan ja rakentamiseen liittyviä aikahyötyjä.

Kommunikointi:

Työmaasta etäällä olevien osapuolien matkustustarve väheni sähköisen tiedon siirron ansiosta. Esiin tuli noin 110 h työajan säästöä.

Keskitetyn järjestelmän avulla suunnitelmätieto jaettiin keskimäärin noin 2 päivää nopeammin kuin paperijärjestelmällä olisi jaettu. Sähköiset versiot olivat muiden osapuolien käytettävissä välittömästi tallennuksen jälkeen, mihin perustuen tiedonjakelun aikaviiveitä saatiin pois n. 1 400 päivää. Tieto oli kuitenkin näin vastaanottajapäässä käytettävissä vain sähköisesti, koska paperikopiot kulkevat kopiolaitoksen kautta. Kun huomioidaan myös muistioiden ym. vastaanottajan tulostamien dokumenttien nopeampi jakelu (lisää dokumenttien hallinnan yhteydessä alla), jäi projektitiedon jakelusta esimerkkihankkeessa 1 kaiken kaikkiaan arviolta noin 1700 päivää aikaviiveitä pois. Kyseistä aikaa ei voi muuttaa kalenteriajaksi, eli se ei ole suoraan verrannollinen kokonaisuikataulun lyhentymiseen vaan kuvaa perinteisen tiedonvälityksen sisältämää nk. löysän ajan määrää.

Verrattaessa sähköistä jakelua automaattiseen paperijakeluun, oli samoista dokumenteista siis ajantasaisemmat suunnitelmat käytettävissä. Tästä on osoituksena myös se, että uudempia versioita oli saatavilla sähköisessä muodossa kun osa suunnittelijoista tallensi järjestelmään myös suunnitelmien väliversioita muiden osapuolien käyttöön. Kun tiedot ovat aiemmin käytettävissä, on kaiken kaikkiaan parempi mahdollisuus tiiviimpään aikatauluun ja henkilötasolla saada lisää työtehtävien järjestelyvaraa.

Dokumenttien hallinta:

Muistioiden, piirustusluetteloiden ym. A4 ja A3 kokoisten dokumenttien jakelusta saatiin aikaviiveitä pois yhteensä noin 350 päivää.

Myös uusien tai päivitettyjen suunnitelmien paperikopioiden toimitus esim. työmaalle oli nopeampi kuin perinteisessä paperiympäristössä. Suunnitelmien

paperikopioiden toimitusprosessi oli nopeimmillaan noin 2 päivää nopeampi kuin perinteisesti toimittaessa. Suunnitelmat kulkivat tällöin sähköpostin liitteenä suunnittelijalta työmaan suhteen lähimmälle tulostuslaitokselle, jonka lähetti toimitti paperikopiot työmaalle. Näin toimittiin tarvittaessa. Laskelmissa on käytetty keskimääräistä ajansäästöä, joka oli 1 päivä. Näin suunnitelmien paperikopioiden toimitusviiveitä oli kaiken kaikkiaan noin 700 päivää vähemmän.

Rakentaminen:

Rakentamista koskevan tiedon syöttö oli nopeampaa sovellukseen sisältyvän sähköisen työmaapäiväkirjan ansiosta. Kun perinteisen paperipäiväkirjan sijaan käytettiin sovelluksen sähköistä työmaapäiväkirjaa, kului työaikaa kaiken kaikkiaan noin 90 h vähemmän rutiininomaiseen työhön.

5.1.5 Kustannushyödyt

Hankkeessa 1 esiin tulleet sähköisen tiedonsiirron kustannushyödyt (noin 17 300 €) liittyvät kommunikointiin, dokumenttien hallintaan, rakentamiseen ja kiinteistönpitoon.

Kommunikointi:

Seurauksena vähentyneestä matkustustarpeesta oman toimiston ja työmaan välillä, säästettiin

- matkustuskuluissa noin 4 200 €(25 000 mk) ja
- palkkakuluissa noin 5 380 €(32 000 mk).

Matkakulusäästö muodostuu kilometrikorvauksista ja päivärahoista, kun matkustaminen väheni noin 10 600 km. Matkustusajan verran säästyi myös työaikaa, josta oli seurauksena säästöjä palkkakuluissa. Työajan säästö oli noin 110 h, jota vastaa arviolta noin 5 380 €(32 000 mk) säästö tuntilaskutuksena. Kommunikointiin voidaan liittää siten noin 9 585 €(57 000 mk) säästö.

Lisäksi monet kyselyyn vastanneista havaitsivat, että tarve soittamalla pyytää tietoa oli jonkin verran vähäisempi kuin perinteisesti tai pelkän sähköpostin

avulla toimittaessa. Kiinteä Internet-yhteys on kuitenkin vielä siinä määrin harvinainen rakennushankkeen eri osapuolien keskuudessa, että tässä yhteydessä on huomioitava Internet-yhteysaikakulut, jotka syntyvät haettaessa tietoa järjestelmästä. Ainakaan merkittävää säästöä puhelinuluissa kyseisessä hankkeessa ei saatu, mutta tulevaisuudessa tälläkin voi olla merkitystä. Suoraa säästöä tietysti on se, että tarve soittamalla pyytää esim. dokumentteja muilta osapuolilta vähennee, koska työskentely on tehokkaampaa tarpeettomien katkokkien vähentyessä.

Dokumenttien hallinta:

Muistioiden jakelulla keskitetyn järjestelmän kautta säästettiin postituskuluissa noin 335€(2 000 mk). Lisäksi n. 250 €(1 500 mk) arvosta perinteisesti muistioiden kopioinnin ja käsittelyn aiheuttamia kustannuksia siirrettiin ko. dokumenttien vastaanottajille. Kyse on siis kustannusten siirrosta, jos tulostus on vastaanottajapäässä välttämätöntä. Näin on nykyisin vielä ainakin allekirjoitusta vaativien asiakirjojen kohdalla. Sama summa vastaa suoraa säästöä, jos tulostustarvetta ei ole eli näytöltä lukeminen ja sähköinen arkistointi riittää vastaanottajille.

Hyödyntämätöntä säästöpotentiaalia pöytäkirjojen postituskuluissa oli noin 1 060 €(6 300 mk). Säästö jäi saavuttamatta pääasiassa siksi, että kaikki osapuolet eivät olleet järjestelmien käyttäjiä, mutta joidenkin dokumenttien osalta rinnakkaisesta paperijakelusta johtuen. Lisäksi kustannusten siirtoa vastaanottajapäähän olisi voinut olla noin 655 €(3 900 mk) enemmän.

Joitain viitteitä tuli myös säästöistä dokumenttien arkistointikuluissa, vaikka rahallista arviota ei näiden tietojen perusteella voida tehdä. Yksi esimerkki oli, että jotkut järjestelmien käyttäjät huomasivat oman arkistointitarpeensa jossain määrin vähäisemmäksi. Toinen on, että luovutusasiakirjoista vain pieni osa toimitettiin paperilla (lopot CD-levyillä), joten myös näiden arkistointitilan tarve on vähäisempi kuin paperijärjestelmässä. Pelkästään cad-suunnitelmia kohteessa oli kuitenkin satoja.

Rakentaminen:

Rakennustöiden etenemisen raportointi sähköiseen työmaapäiväkirjaan oli nopeampaa kuin perinteistä paperipäiväkirjaa käytettäessä. Päivittäisiin rutiineihin kului koko hankkeen aikana yksin tästä syystä n. 90 h vähemmän aikaa. Kun säästynyt aika on käytettävissä tarkoituksenmukaisemmin, voi seurauksena olla suuria säästöjä. Näitä on kuitenkin vaikea osoittaa. Voidaan kuitenkin arvioida, että tehokkaammasta ajankäytöstä tuli ainakin 2 355 €(14 000 mk) säästö. Tämä on palkkakuluarvio työnantajamaksuineen säästyneeltä työajalta. Rutiinien nopeutuessa, tässä tapauksessa sähköisen työmaapäiväkirjan ansiosta, jää enemmän aikaa varsinaisille työtehtäville.

Kiinteistönpito

Elektronisesta arkistosta seuraavina kustannushyötyinä voidaan hankkeessa 1 pitää seuraavia:

- 1) Säästö skannauskuluissa n. 4 200 €(25 000 mk). Tämä on arvio peruspalvelusta skannattaessa tärkeimmät suunnitelmat sähköiseen muotoon.
- 2) Luovutettavien suunnitelmien paperikopioissa 840 €(5 000 mk), kun vain pieni osa luovutusasiakirjoista toimitettiin paperilla.

Yhteensä elektronisesta arkistosta seuraa siten noin 5 045 €(30 000 mk) säästö verrattaessa paperiarkistoon. Paperisuunnitelmien skannaus tulee tosin tyypillisesti kyseeseen vasta muutostyövaiheessa ja suunnitelmat voivat löytyä myös kyseisiltä suunnittelijoilta sähköisessä muodossa vuosienkin jälkeen, mutta on näin kuitenkin sattumanvaraista.

Tässä tutkimuksessa ei arvioitu sähköisestä projektitietoarkistosta tilaajalle esim. tehokkaamman ajankäytön seurauksena koituvia palkkakulusäästöjä, koska mitään osoitusta arkiston aktiivisesta hyödyntämisestä ei analysointia suoritettaessa ollut. Yleisesti ottaen hyödyntäminen kuitenkin monipuolistunee kiinteistönhallintajärjestelmien kehittyessä. Säästöjä tullaan saamaan esim. siksi, että ylläpito-vaiheessa on nopeampi pääsy päättyneen hankkeen tietoihin ja toteutusvaiheessa kerätty tieto siirtyy ylläpito-vaiheeseen tiedon jälkikäteen keräämisen ja uudelleen syötön sijaan.

5.1.6 Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita

CE-ympäristön käytöstä saatiin hankkeessa merkittävää hyötyä. Sovelluksen käytössä havaittiin myös joitakin ongelma-alueita, joilla oli yhä parantamisen varaa.

Keskeinen kehittämistarve on sovelluksen mahdollistama asiakirjojen paperijakelun vähentäminen. Syitä rinnakkaisjärjestelmään olivat mm. suuren aliurakoitsijajoukon jääminen sovelluksen käyttäjäryhmän ulkopuolelle ja se, että kaikkia asiakirjoja ei ollut sähköisessä muodossa.

Käyttäjät myös arvioivat kriittisesti kehittämissä olevia järjestelmiä, joiden hyödyntämistavoitetta ei alun perinkään asetettu kovin korkealle. Toinen käytössä olleista sovelluksista oli vielä selvästi kehittämissä ja mahdollisesti ensimmäistä kertaa rakennushankkeessa käytössä (Työmaatieto). Toiseenkin (Raksanet) on tullut parannuksia sellaisiin ominaisuuksiin, joista tuli kritiikkiä käyttäjiltä kyseisessä hankkeessa.

Kyselytutkimuksen vastausten perusteella sovellusten käytöstä ei aiheutunut missään suhteessa haittaa dokumenttien- ja projektinhallinnalle. Sovellusten käyttäjät tunnistivat kuitenkin seuraavanlaisia ongelmia.

Sähköpostin liiallinen määrä ilmoituksien tuloksena oli käyttäjien mielestä ongelma. Useita tiedostoja päivitettäessä jokaisesta talletuksesta tuli erillinen, tiedostokohtainen päivitysilmoitus. Ilmoituksia koettiin tulevan turhaan myös sellaisista päivityksistä, jotka eivät olleet tärkeitä kyseiselle henkilölle. Nykyisin käyttäjille tulee yksi ilmoitus kaikista samaan hakemistoon tehdyistä päivityksistä. Käyttäjä voi valita myös harvemman ilmoitusvälin, esim. kerran päivässä lähetettävän koosteen kaikista projektia koskevista päivityksistä.

Joitain tiedostoja ei haluttu tallentaa järjestelmään, koska seurauksena olisi ollut suuri määrä automaattisia ilmoituksia. Nykyisillä ilmoitusominaisuuksilla tiedon tallentaja voi jo valita lähteekö talletuksesta automaattinen sähköposti-ilmoitus muille projektin jäsenille. Käyttäjät voivat näin vaikuttaa ilmoitusten määrään, vähentämättä tallennettavan tiedon määrää ja ongelma on korjattu.

Useiden tiedostojen päivitys tai suuren tiedostonipun tallentaminen (esim. tarjousarja) vie liian kauan, koska suunnitelmatiedostot ovat usein suuria ja kiinteät Internet-yhteydet vielä harvinaisia. Kirjoittamishetkellä samaan hakemistoon kohdistuvat talletukset ja päivitykset pystytään jo tekemään kyseisessä sovelluksessa nippuna, mikä vapauttaa suunnittelijan tekemään tallennuksen ajaksi tuottavampaa työtä.

Sovelluksen kopiokori -ominaisuutta ei voitu täysin hyödyntää paperikopioiden tilauksessa, koska aktiivisessa suunnitteluvaiheessa kyseiselle suunnittelijalle oli käytännössä aina ensin soitettava ja varmistettava viimeisimmät muutokset.

Ilmoitustaulua ei pidetty varsinaisten projektiasioiden tiedottamiseen hyvänä. Nykyisin molempien käytettyjen sovellusten ilmoitustaulu-ominaisuus vastaa jo paremmin käyttäjien tarpeita, koska käyttäjiltä ei edellytetä sen seuraamista: Kun ilmoitustaululle lisätään uutinen, se voidaan välittää automaattisena tiedotteena (sähköpostiviestiviestinä) kaikille projektin jäsenille. Tällöin uutiset arkistoituvat keskitettyyn paikkaan, mutta käyttäjiltä ei edellytetä yhtä paljon aktiivisuutta pysyäkseen ajan tasalla.

5.2 Rakennushanke 2, Ruotsi

5.2.1 Taustatiedot

Tutkimuksen toinen analysoitu kohde oli Ruotsiin rakennettu peruskoulu (taulukko 9).

Taulukko 9. Hankkeen 2 perustiedot.

Case 2	
Rakennustyyppi:	Koulurakennus (peruskoulu)
Hankkeen koko:	6 500 m ² 64 milj. SEK (noin 7,4 milj. €)
Toteutus:	Suunnittelu-toteutus -urakka (ST), engl. Design - Build (DB)
Osapuolet:	Hankkeen pääosapuolet 100 km:n säteellä kohteesta (pääurakoitsija, tilaaja, arkkitehti, rakenne- & geosuunnittelija, LVIS-suunnittelija sekä tuoteosatoimittajat).
Aikataulu:	Hanke toteutettiin kireällä aikataululla: Suunnittelu alkoi 9/1999, rakentaminen 10/1999, eli vain 1,5 kk myöhemmin, ja rakennus luovutettiin 6/2000. Suunnittelu ja rakentaminen vei kaiken kaikkiaan 8–9 kk.
Hankkeen ja käytetyn sovelluksen tila analysointihetkellä:	Päättynyt hanke, jossa käytössä olleesta kaupallisesta sovelluksesta on otettu käyttöön uusi versio. Ominaisuudet ovat siis hankkeen jälkeen jossain määrin kehittyneet.

Hankkeen 2 dokumenttien jakeluun ja arkistointiin sekä projektinjohtamisen tarpeisiin käytettiin Byggnet-sovellusta. Sovellus on kehitetty erityisesti dokumenttien hallinnan tueksi, mutta se sisältää myös mm. monipuolisia sähköpostia muistuttavia ilmoitusten lähettämisoimaisuuksia. Useilla hankkeen osapuolilla

oli käytössään Byggnetin lisäksi oma normaali Internet-sähköposti. Suunnitteluvaiheessa rakennushankkeen kaikki informaatio jaettiin Byggnetin välityksellä. Järjestelmä oli tärkeä tiedon jakelukanava myös rakentamisvaiheessa. Kaikilla aliurakoitsijoilla ei kuitenkaan ollut käyttäjätunnuksia Byggnettiin, joten heille asiakirjat jaettiin perinteisesti.

Perinteisestä käytännöstä poiketen projektissa ei ollut paperiasiakirjojen automaattista jakelua osapuolille vaan pöytäkirjoista, muistioista, piirustusluetteleista ja suunnitelmista noin 80 % jaettiin sähköisesti Byggnetin välityksellä. Työmaa imuroi suunnitelmat käyttöönsä Byggnetistä ja tulosti tarvitsemansa suunnitelmat itse paperille. Työmaalla oli tähän tarkoitukseen tulostin ja CAD-ohjelmalla varustettu PC. Muut osapuolet tilasivat tarvitsemansa paperikopiot tulostuslaitokselta. Näin voitiin menetellä sen ansiosta, että lähes kaikki tieto oli tallennettu Byggnettiin pdf-tiedostoina. Arkkitehtisuunnitelmat oli tallennettu sekä dwg- että pdf-tiedostoina.

Käytössä oli myös sovelluksen ilmoitustauluominaisuus ja rakennustöiden seuraamisen tueksi web-kamera. RFI-ominaisuutta (Request For Information) käytettiin suunnitelmamuutosten hyväksymiseen. RFI-ominaisuus on kehitetty tietopyyntöjen määrämuotoiseen tekemiseen ja niihin vastaamiseen sekä päätöksenteon dokumentointiin.

Hyötyjen mittausta suoritettiin samalla tavalla kuin hankkeessa 1. Kyselyyn saatiin yhteensä 7 vastausta. Vastaajissa oli suunnittelijoita, pääurakoitsijan henkilöstöä, valvoja ja tilaajan edustaja. Vastaajista neljälle eli lähes 60 %:lle Byggnet-sovellus oli ennestään tuttu.

5.2.2 Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 2

Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt saavutettiin yleisarvosanalla 2,2 eli CE-ympäristö auttoi jossain määrin dokumenttien- ja projekinhallinnassa (yhteenveto taulukossa 10). Vaikuttavuus oli korkein dokumenttien jakelun helpottumisessa, tiedonvaihdon edellytyksien paranemisessa, versionhallinnassa sekä projektia koskevista muutoksista ja uutisista ajan tasalla pysymisessä. Nämä parhaiten saavutetut hyödyt olivat yhteisiä hyötyjä. Ne koskivat lähes kaikkia kyseisen hankkeen osapuolia. Sovelluksen käytöllä ei ollut minkään mitatun ominaisuuden suhteen negatiivista vaikutusta eli käyttö ei aiheuttanut ongelmia tai lisätyötä.

Aika ja muista mitattavissa olevista hyödyistä merkittävin oli mahdollisuus tiiviimpään aikatauluun; hankkeen läpimenoaika oli noin 4 kk normaalia lyhyempi. Dokumenttien jakelusta jäi sähköisen tiedonsiirron ansiosta ainakin 530 päivää aikaviiveitä pois. Kaikki sovellusta käyttäneet osapuolet saivat myös merkittävästi lisää työtehtävien järjestelyvaraa. Lisäksi projektissa oli jonkin verran vähemmän kiistoja kuin tavallisesti, koska tiedonvaihto oli dokumentoitua.

Kyseisellä sovelluksella saavutettavissa ollut kustannussäästöpotentialiaali hyödynnettiin melko tehokkaasti, kun muutamaa aliorakoitsijaa lukuun ottamatta kaikki tieto jaettiin sähköisesti ilman automaattista paperijakelua. Kustannushyötyjä tuli perinteiseen paperiympäristöön verrattuna esiin yhteensä n. 70 000 SEK (n. 8 100 €). Tämä oli noin 0,11 % hankkeen kokonaiskustannuksista ja lähes kaksinkertainen kyseisen ajankohdan normaaleihin sovelluksen käyttökustannuksiin verrattuna. Kustannushyötyjä saivat pääasiassa pääurakoitsija ja tilaaja.

Palveluntarjoajan normaali veloitus ASP-sovelluksen käytöstä hankkeessa olisi ollut noin 38 400 SEK. Kustannushyödyt olivat tähän verrattuna noin 1,83-kertaiset. Suorat kustannukset, kun myös Internetin käyttökustannuksia arvioidaan ovat karkeasti olleet noin 42 000 SEK, johon verrattuna kustannushyödyt olivat noin 1,67-kertaiset. Kyseessä oli kuitenkin pilottihanke, johon Byggnet-sovellus saatiin käyttöön normaalia alhaisemmalla hinnalla. Sovelluspalveluntarjoajan veloitus oli todellisuudessa noin 8 160 SEK ja käyttökustannukset In-

ternet-yhteysaikakuluineen yhteensä noin 12 000 SEK. Havaitut hyödyt olivat siten pilottina noin 6-kertaiset käytöstä aiheutuneisiin kuluihin verrattuna.

Taulukko 10. Yhteenvedo sähköisen tiedonsiirron hyödyistä hankkeessa 2.

HYÖTYTYYPPI	MITTAUSTULOS
LAADULLISET JA TOIMINNALLISET HYÖDYT	Toteutuma 2,2 (asteikko -1–4; 4 = max) Lähin sanallinen kuvaus: Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa.
AIKA JA MUUT MÄÄRÄLLISESTI MITATTAVISSA OLEVAT HYÖDYT	Mahdollisesti tiiviimmän toteutusajan; suunnittelu ja rakentaminen toteutui noin 4 kk tavanomaista lyhyemmällä aikataululla. Työaikasäästöjä noin 50 h (noin 7 työpäivää) matkustustarpeen vähentymisestä. Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 530 päivää vähemmän. Vähemmän tiedonjakeluun liittyviä kiistoja
KUSTANNUSHYÖDYT	Yhteensä noin 70 000 SEK (n. 8 100 €) – matka- ja vastaavia työaikakustannuksia – muistioiden postituskuluja – paperikopiokustannuksia – paperidokumenttien arkistointikustannuksia – suunnitelmat sähköisessä muodossa tilaajalle; myöhemmin skannauskulusäästöjä

5.2.3 Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt

Yleisarvosana laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen toteutumiselle esimerkkihankkeessa 2 oli **2,2**. Tulosta lähin sanallinen kuvaus on seuraavanlainen: *Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa*. Kuvassa 15 näkyy yksittäisten toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen toteutuminen. Selitykset hyötytunnuksille löytyvät liitteestä 1.

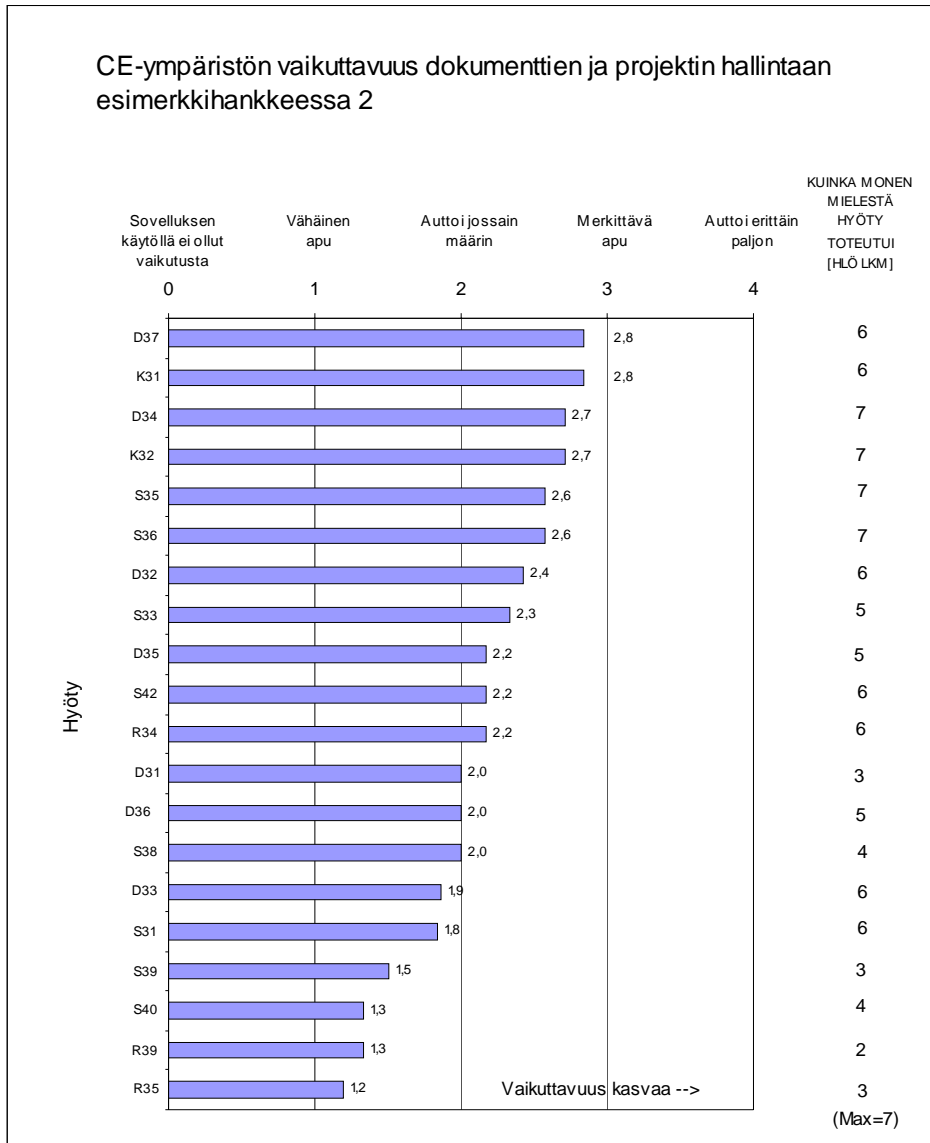
Parhaiten saavutettiin seuraavat laadulliset ja toiminnalliset hyödyt:

- Dokumenttien jakelu muille osapuolille oli merkittävästi helpompaa (hyöty D37, mittaustulos 2,8)
- Merkittävästi paremmat edellytykset tiedonvaihtoon (hyöty K31, tulos 2,8)
- Mahdollisuus oman ajankäytön joustavampaan suunnitteluun ja järjestelyyn (hyöty A31, mittaustulos 2,8)
- Merkittävästi parempi versionhallinta (hyöty D34, mittaustulos 2,7)
- Merkittävästi parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (hyöty K32, mittaustulos 2,7)
- Merkittävästi helpompi julkaista päivitettyt dokumentit (hyöty S35, mittaustulos 2,6)
- Merkittävästi helpompi päästä ajantasaiseen projektitietoon (hyöty S36, mittaustulos 2,6)

Näiden kaikkien osalta mittaustulos oli $> 2,5$. Sanallisesti tämä tarkoittaa, että sovellus auttoi merkittävästi.

Hyöty A31, mahdollisuus oman ajankäytön joustavampaan suunnitteluun ja järjestelyyn, puuttuu kuvasta 15. Hyötyä pyrittiin ensin mittaamaan määrällisesti, mutta se siirrettiin tutkimuksen loppuvaiheessa laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen joukkoon. Vaikuttavuustulos oli 2,8 eli hankkeessa 2 saatiin henkilöillä merkittävästi lisää työtehtävien järjestelyvaraa. Hyöty toteutui 4/7 kyselyyn vastanneen kohdalla.

CE-ympäristön vaikuttavuus dokumenttien ja projektin hallintaan esimerkkihankkeessa 2



Kuva 15. CE-ympäristöllä saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt hankkeessa 2. Tunnuksia vastaavat hyödyt on kuvattu liitteestä 1. Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä.

Mitatuista hyödyistä vähiten sovellus vaikutti suunnittelu- ja rakennusvaiheen päätöksentekoprosessien sujuvuuteen (S40; tulos 1,3 ja R35; tulos 1,2) sekä

rakennustöiden etenemisen seuraamisen helpottumiseen (R39; tulos 1,3). Näiden kohdalla sovelluksesta oli kyselytuloksen perusteella vähäinen apu.

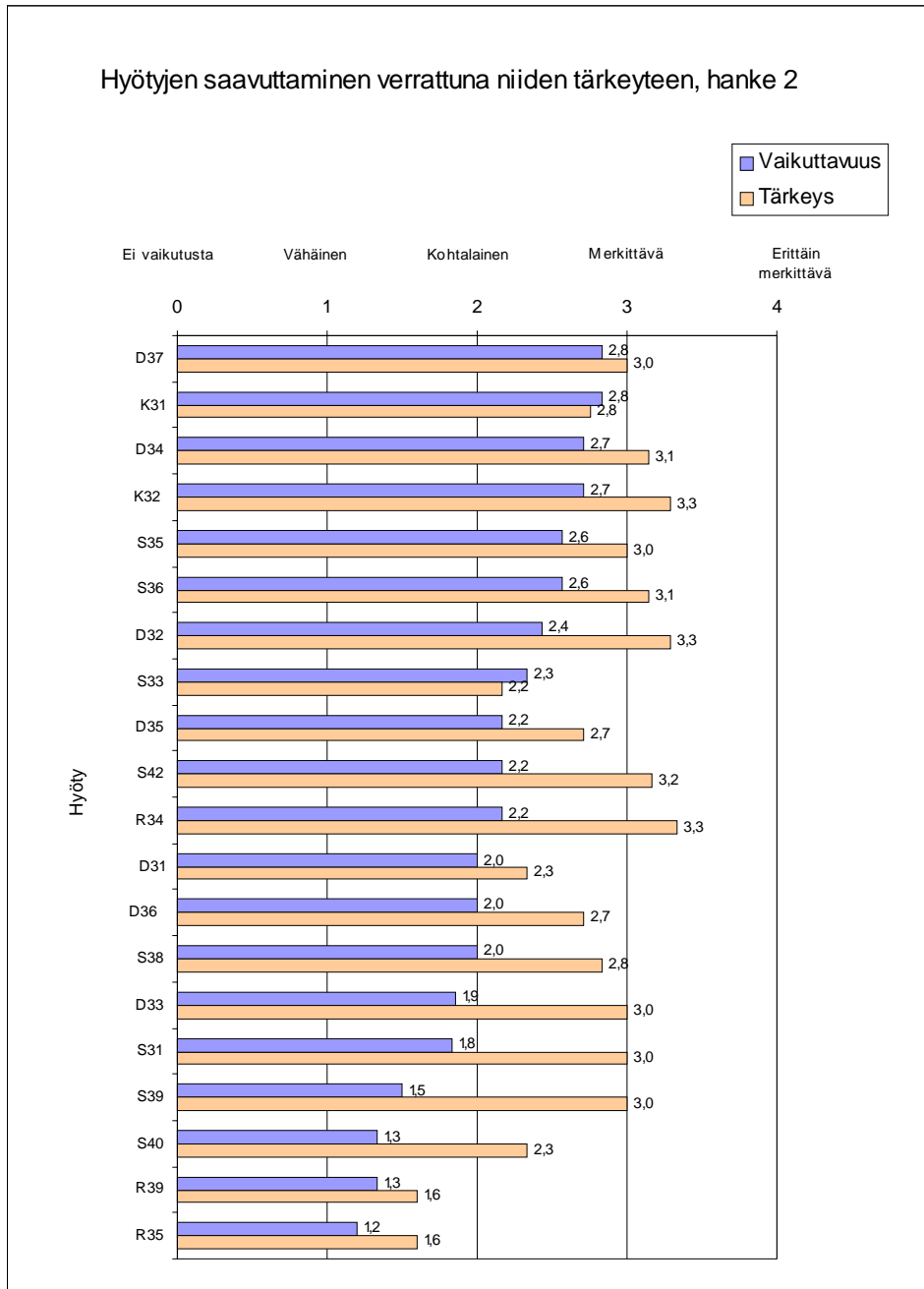
Kuvan 15 oikeasta reunasta ilmenee, kuinka monen mielestä yksittäiset mitatut hyödyt toteutuivat esimerkkihankkeessa 2. Tulosten perusteella voidaan todeta, että parhaiten saavutetut hyödyt olivat “yhteisiä hyötyjä”. Ne koskivat kaikkia tai lähes kaikkia hankkeen osapuolia. Muita yhteisiä hyötyjä olivat:

- Helpompi julkaista päivitettyt dokumentit (S35)
- Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon (S36 ja R34)
- Auttoi muutostenhallinnassa (S42)
- Paransi yhteistyömahdollisuuksia suunnitteluvaiheessa (S31)
- Suunnitelmat paremmin järjestyksessä ja löydettävissä (D32)
- Parempi tietoisuus projektia koskevasta uudesta tiedosta (D33)

Mitattujen hyötyjen tärkeyttä kartoitettiin jälleen samassa kyselyssä. Kyselyyn vastannut hankkeen 2 henkilöstö piti mitattuja laadullisia ja toiminnallisia hyötyjä keskimäärin tärkeinä (keskiarvotulos 2,8). Tärkeimpinä CE-ympäristöllä saavutettavissa olevina hyötyinä pidettiin parempaa mahdollisuutta pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (hyöty K32), suunnitelmien parempaa järjestystä ja löydettävyyttä (D32) sekä ajantasaisen projektinformaation parempaa saatavuutta rakennusvaiheessa (R34). Merkitykseltään vähäisimpinä puolestaan pidettiin sovelluksen tukea rakennusvaiheen päätöksentekoprosesseille (R35, tulos 1,6) ja apua rakennustöiden etenemisen seuraamiselle (R39, tulos 1,6).

Hyötyjen saavuttamista ja niiden tärkeyttä kyseisessä hankkeessa on verrattu kuvassa 16. Hyvin suhteessa hyödyn tärkeyteen saavutettiin mm. hyöty K31: Paremmat edellytykset tiedonvaihtoon, D37: Dokumenttien jakelu muille osapuolille helpompaa ja S33: Maantieteellisesti hajallaan olevien resurssien parempi koordinointi. Monet tärkeinä pidetyistä hyödyistä saavutettiin kuitenkin melko heikosti suhteessa niiden tärkeyteen. Heikoimmin suhteessa hyödyn tärkeyteen saavutettiin hyöty S39: Tuki suunnitelmien yhteensovittamiselle. Melko heikosti myös hyödyt S31: Yhteistyömahdollisuuksien lisääntyminen ja S42: Apu muutostenhallintaan sekä R34: Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon rakentamisvaiheessa.

Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen, hanke 2



Kuva 16. Hyötyjen saavuttaminen ja niiden tärkeys. Vaikuttavuustulosten rinnalle on lisätty samojen hyötyjen tärkeys (esimerkkihankkeessa 2 mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen tärkeys vastaajien mielestä keskimäärin).

5.2.4 Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt

Kommunikointi:

Matkustustarpeen vähentymisen seurauksena esiin tuli noin 50 h (7 päivää) työajan säästöä. Myös lyhyemmät suunnittelukokoukset ja työpöällikön työmaakäyntien keskimääräisen keston huomattava lyhentyminen olivat osoituksia tehokkaammasta ajankäytöstä. Haastatteluissa saadut tiedot eivät kuitenkaan riittäneet numeerisen arvion tekemiseen näiden hyötyjen kohdalla.

Monet kyselyyn vastanneista (4/7) havaitsivat myös tarpeen soittamalla pyytää tietoja muilta osapuolilta vähentyneen. Lisäksi projektissa oli *jonkin verran vähemmän* kiistoja, koska tiedonvaihto oli dokumentoitua. Tämä väite perustuu kyselyllä saatuihin tietoihin, jotka myöskään eivät riittäneet numeerisen arvion tekemiseen.

Paperijakeluna saapuvat dokumentit saapuvat joskus pitkälläkin viiveellä. Mikäli esim. muistiota ei ole hanketietokeskuksessa, voi tiedon tarvitsija heti reagoida tiedon puuttumiseen eikä tiedon tuottaja voi syyttää muita osapuolia tai postilaitosta tiedonjakelun viiveestä. Kiistojen vähentymistä edistää myös se, että kaikki osapuolet saavat samanlaista tietoa.

Dokumenttien hallinta:

Muistioiden ja suunnitelmien jakelusta saatiin aikaviiveitä pois yhteensä ainakin 530 päivää. Muistioiden ja muiden A4/A3 dokumenttien postituksesta syntyvä jakeluviihe on yleensä yksi päivä. Esimerkkihankkeessa 2 myös suunnitelmat jaettiin pääasiassa sähköisesti. Työmaalla oli tulostin ja CAD-ohjelmalla varustettu tietokone. Näin työmaalla saatiin kaikki tarvittavat paperitulosteet välittömästi käyttöön. Muut osapuolet saivat suunnitelmat paperille omana A3-tulostuksena tai tilaamalla paperikopion tulostuslaitokselta. Verrattaessa uutta suunnitelmien jakelutapaa perinteiseen paperijakeluun tulostuspalvelua apuna käyttäen, vältetään yksittäisen suunnitelman kohdalla keskimäärin kaksi päivää jakeluviiettä.

Nopeamman tiedonjakelun seurausta oli, että suunnittelijat saivat muiden suunnittelijoiden suunnitelmat nopeammin käyttöönsä. Samoin työmaalle meni suunnitelmien jakelun seurauksena nopeammin käyttöönsä. Samoin työmaalle meni suunnitelmien jakelun seurauksena nopeammin käyttöönsä.

nitelmat ja niiden hyväksytyt muutokset nopeammin. Lisäksi valvoja koki saaneensa mahdollisuuden mennä työmaalle paremmin valmistautuneena ja perehtyneenä, minkä seurauksena työmaakäynnin kesto lyheni merkittävästi.

Esimerkkihankkeessa 2 tuli esiin myös arkistoitavan paperin vähentyminen. Työpäällikkö havaitsi arkistoineensa hankkeen päättyessä projektia koskevaa paperia n. 85 % vähemmän kuin aiemmin samankaltaisissa hankkeissa.

Ajanhallinta:

Sähköisen tiedonsiirron ympäristön käyttö tuki nopeampaa toteutusaikataulua. Tehokas tiedonsiirto ja muut nopeaa läpimenoaikaa tukevat tekijät, kuten ST-toteutusmuodon käyttö, mahdollistivat noin 4 kk nopeamman suunnittelun ja rakentamisen verrattuna samankaltaisiin perinteisiin hankkeisiin. Arvio aikataulun lyhentymisestä perustuu kokeneen työpäällikön näkemykseen.

Byggnetin käyttö mahdollisti henkilötasolla joustavamman ja tehokkaamman oman ajan käytön. Tiedon sai järjestelmästä käyttöönsä silloin, kun sitä katsoi tarvitsevänsä tai itselle parhaiten sopi hakea. Kaikille osapuolille tuli näin *merkittävästi* lisää työtehtävien järjestelyvara. Tulos perustuu kyselyllä saatuihin tietoihin, jotka eivät riittäneet numeerisen arvioinnin tekemiseen (hyöty A31).

Suunnittelu:

Suunnitelmamuuutosprosessi oli tilaajan ja pääurakoitsijan mukaan noin 2 päivää nopeampi kuin perinteisesti toimittaessa. Muutokset sinällään voivat aiheuttaa viiveitä hankkeelle, mutta kun muutos on tarpeen, prosessi on nopeampi toimitaessa CE-ympäristössä.

5.2.5 Kustannushyödyt

Esimerkkihankkeen 2 kustannushyödyt, yhteensä noin 70 000 SEK (n. 8 100 €), liittyvät pääasiassa kommunikointiin ja dokumenttien hallintaan, mutta hieman myös kiinteistönpitoon.

Kommunikointi:

Kommunikointiin liittyvät säästöt olivat seurausta matkustustarpeen vähentymisestä ja yhteensä noin 25 300 SEK (2 930 €). Sähköisen tiedonsiirron ansiosta työpäällikkö välttyi noin 20 työmaakäynniltä. Lisäksi muita projektin hoitamiseen liittyviä matkoja jäi samasta syystä pois noin 20 kpl. Matkustustarve väheni näin yhteensä noin 4 000 km. Tämän seurauksena saatiin säästöjä

- palkkakuluissa noin 14 500 SEK ja

- matkakuluissa noin 10 800 SEK.

Matkakulusäästö muodostuu vältetyistä kilometrikorvauksista. Arvioinnissa oletetaan etteivät matkat olisi oikeuttaneet päivärahakorvauksiin, koska kyseessä on suhteellisen lyhyet välimatkat (edestakainen matka noin 100 km). Palkkakulusäästö sivukuluineen on seurausta noin 50 h:n matkustusaikasaästöstä.

Dokumenttien hallinta:

Dokumenttien hallintaan liittyen kustannussäästöjä ilmeni muistioiden postituskuluissa, suunnitelmien paperikopiokuluissa sekä projektitiedon arkistointikuluissa yhteensä noin 38 900 SEK (noin 4 500 €).

Muistioiden postituskuluissa säästettiin noin 4 100 SEK, kun jakelu tapahtui keskitetyn järjestelmän avulla. Suunnitelmien paperikopiokuluissa puolestaan säästettiin noin 32 000 SEK, kun tulostuslaitoksen palveluja käytettiin 80 % perinteistä vähemmän.

Saatujen tietojen mukaan hankkeen 2 paperikopiokustannukset olisivat olleet perinteisesti toimittaessa, eli käyttämällä tulostuspalvelua suunnitelmatiedon siirtämiseen paperille, noin 100 000–150 000 SEK. Koska lähes kaikki suunnitelmat olivat saatavilla A3-kokoisina palvelimella, suunnitelmat tulostettiin pääasiassa vastaanottajapäässä omana tulostuksena. Perinteisten suurien A0-, A1- ja A2-kokoa olevien suunnitelmien tulostamiseen tarvittava tulostin ei ollut välttämätön työmaalla. Laite kuitenkin oli ja sitä samoin kun kopiopalvelua käytettiin projektissa vähäisessä määrin (joitakin työmaahenkilöstön rakentamisvaiheessa tarvitsemia suunnitelmia sekä sovelluksen käyttäjäjoukon ulkopuolelle jääneille aliurakoitsijoille toimitettuja dokumentteja). Arviointi tarkemmin taulukossa 11.

Taulukko 11. Suunnitelmien paperikopioiden kustannussäästöt hankkeessa 2.

A. Suunnitelmat suunnittelijalta muille suunnittelijoille:
<p>Suunnittelijat tarvitsivat noin 80 % perinteistä vähemmän toistensa suunnitelmia paperilla (80 % paperisuunnitelmista pois). Tämä säästö kopiolaitoskustannuksissa saatiin ilman, että uuteen menettelytapaan liittyisi tiedoston imuroinnin aikana syntyvän internet-yhteysaikakustannuksen lisäksi muita tilalle tulevia suoria kustannuksia. Internet-yhteysaikakustannus puolestaan huomioidaan kokonaisarviona, kun kustannussäästöjä ja Internet-pohjaisen sovelluksen käytöstä aiheutuneita kustannuksia johtopäätöksissä verrataan toisiinsa.</p> <p>Arviolta noin 30 % suunnitelmista kuului ryhmään A. Tätä vastaava säästö on noin $30 \% \times 100\ 000 \text{ kruunua} \times 80 \% = 24\ 000 \text{ SEK}$.</p>
B. Suunnitelmat suunnittelijalta muille osapuolille (työmaalle pää- ja erikoisurakoitsijoille sekä tilaajalle ym.)
<p>Arviolta noin 70 % suunnitelmista kuului ryhmään B.</p> <p>Kopiolaitoksen palveluja käytettiin noin 80 % vähemmän kuin perinteisesti. (Arvioitu, että 80 % tulostettu A3-kokoisina omilla tulostimilla ja 20 % osuus kattaa satunnaiset paperikopioilaukset kopiolaitokselta sekä A3-kokoa suuremmat työmaakirjoittimella tulostetut suunnitelmat.) Koska varmaa tietoa paperin käytön vähentymisestä rakentamisvaiheessa ei ole, oletetaan, että edelleen on käytetty paperisuunnitelmia. Kustannussäästö on siten kopiolaitoksen käytön vähentymisen seurauksena saatu säästö miinus A3-tulosteisiin liitettävissä olevat työvoimakustannukset.</p> <p>Laitekustannusta eli A3-tulostimien hankinta- tai vuokratulujia ei huomioida laskelmissa, koska A3-tulostimet ovat nykyisin muutoinkin yleistymässä ja niitä käytetään usealla peräkkäisellä työmaalla tai usean samanaikaisen projektin tarpeisiin.</p> <p>Paperitulosteen tuottamiseen liitettävissä olevat työvoimakustannukset ovat varovaisena arviona noin $0,15 \text{ h} / 150 \text{ h} \times 29\ 000$ eli noin 29 kruunua per tuloste (login, dokumentin download ja tulostus varovaisena arviona 10 min, vaihtelee kuitenkin paljon laitteista ja henkilöistä riippuen ja voi olla huomattavasti vähemmän). A3-tulosteen materiaalikustannukset ovat vain noin 0,3 kruunua/tuloste. Paperikopion keskiarvohinta postituskuluineen oli hankkeessa 2 noin 35 kruunua. Oman tulostuksen työvoimakustannukset ovat noin 29/35 eli likimain 85 % kopiolaitoskustannuksesta. Paperitulosteisiin liittyvä nettosäästö on siten arviolta noin $15 \% \text{ kopiolaitoskustannuksesta ja hankkeessa 2 noin } (70 \% \times 100\ 000 \text{ kr} \times 80 \%) \times 0,15 = 8\ 400 \text{ kruunua}$.</p>
Kustannussäästö yhteensä A + B
<p>Yhteensä säästö suunnitelmien paperikopioihin liittyen noin $24\ 000 + 8\ 400$ eli noin 32 000 kruunua.</p>

Projektin osapuolista vain yksi totesi paperin arkistoinnisen vähentymisen; pääurakoitsijan työpääliköllä oli projektia koskevaa tietoa hankkeen päättyessä paperimuodossa vain noin 15 % tavanomaisesta määrästä. Tästä seuraava tilakustannussäästö on noin 2 800 SEK, kun laskennassa käytetään oletuksena dokumenttien 10 vuoden säilytysvelvollisuutta. Hyödyntämätöntä potentiaalia lieenee ainakin saman verran, sillä tilaaja arkistoi projektia koskevat dokumentit sekä sähköisesti että paperimuodossa.

Kiinteistönpito:

Elektronisesta arkistosta seuraa kustannushyötyjä ainakin noin 6 000 kruunun arvosta. Tämä on arvio peruspalvelusta skannattaessa tärkeimmät suunnitelmat sähköiseen muotoon.

5.2.6 Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita

Byggnet-sovellus oli hankkeen 2 aikaan hyvin uusi ja siihen tehtiin kyseisen hankkeen aikana ja sen jälkeen parannuksia. Käyttäjille sovellus oli melko outo ja tottumattomat tietokoneen käyttäjät jopa vierastivat koko järjestelmää. Byggnet-sovelluksen arkistointijärjestelmä on hyvin hienostunut ja poikkeaa esimerkiksi Suomessa totutusta käyttäjän mukaisesta rakenteesta. Monet käyttäjät kokivat rakenteen hankalaksi käyttää ja kritisoivat etenkin tietojen syöttämisen järjestelmään olevan hankalaa.


Byggnet-sovelluksen hinnoittelu muistuttaa matkapuhelinoperaattoreiden käyttämää hinnoittelua siten, että kaikki käyttäjät maksavat suhteellisen pientä kuuksimaksua. Tämän lisäksi projektin perustaja maksaa projektista sen tarvitseman palvelintilan mukaan. Useat hankkeen osapuolet protestoivat käytöstä aiheutuvia käyttäjäkohtaisia kustannuksia eivätkä nähneet siitä saatavan hyötyjä ainakaan omalta kannaltaan. Tämän vuoksi osa käyttäjistä ei oma-aloitteisesti tilannut itselleen käyttäjätunnuksia vaan odotti pääurakoitsijan tilaavan ja maksavan kustannukset. Tämä viivyttely aiheutti sen, että sovelluksen käytöstä ei saatu täysimääräisesti kaikkia saatavissa olevia hyötyjä. Käytössä olikin osittain kaksi päällekkäistä kommunikointijärjestelmää: perinteinen paperijärjestelmä ja uusi sähköinen tiedonsiirron ympäristö.

5.3 Rakennushanke 3, Englanti

5.3.1 Taustatiedot

Kolmas analysoitu kohde oli Lontooseen rakennettu vähittäiskaupan rakennus, joka oli osa suurempaa alue-rakennuskohdetta (taulukko 12).

Taulukko 12. Hankkeen 3 perustiedot.

Case 3	
Rakennustyyppi:	Liikerakennus (supermarketti) ja liittyvät rakennukset
Hankkeen koko:	£ 16 miljoonaa (noin 25 milj. €) Alueen kokonaispinta-ala 22 eekkeriä (89 000 m ²), marketin pinta-ala 7 900 m ²
Toteutus:	Projektinjohtopalvelu (perinteistä UK JCT vakiosopimusta muutettu tilaajan partnering -filosofian mukaiseksi)
Osapuolet:	Pääosapuolet noin 300 km säteellä kohteesta
Aikataulu:	Suunnittelu aloitettiin keskikesällä 2000; Teräsrungon teko aloitettiin keväällä 2001 loppupuolella. Valmistuminen ja luovutus varhaisryhtymällä 2001; 17 viikon rakennusaikataulu (ei sisällä työmaan valmistelua eikä liittyvien rakennusten rakentamista).
Hankkeen ja käytetyn sovelluksen tila analysointihetkellä:	Analysointi alkoi kun rakennustyöt olivat vielä meneillään ja jatkui projektin valmistumisen jälkeen. Käytössä olleen kaupallisen sovelluksen ominaisuudet eivät muuttuneet rakennushankkeen aikana.

Hankkeessa 3 käytettiin rakennusvaiheen aikana Sarcophagus'in the-project-sovellusta, jonka avulla julkaistiin, jaettiin ja arkistoiitiin sähköisesti huomattava määrä projektin dokumentteja ja projektitietoa. Näitä dokumentteja olivat piirustukset, työselitykset, osa-aikataulut (esim. rauditusöitä ja viimeistelytöitä

koskien), raportit työn edistymisestä, kokouspöytäkirjat, hyväksytyt muutokset (PAR), arviot lopullisista kustannuksista (AFE), terveyteen ja työturvallisuuteen liittyvät dokumentit (CDM) sekä riskiarviot. Tavallisesti sovellus korvasi piirustusten ja muiden dokumenttien postituksen, sähköpostituksen tai lähettämisen faksilla eri osapuolille sekä toimi keskitettynä projektiarkistona dokumenteille, yhteystiedoille ja työmaavalokuville. Sovellusta käyttivät tilaaja, suunnittelutiimi, projektinjohtokonsultti, pääurakoitsija ja useat aliurakoitsijat.

Tiedonjakeluun liittyi projektinhallintasovelluksen käytön lisäksi toinenkin erikoispiirre: asiakas laati ja pani täytäntöön toimintaohjeen, jonka mukaan kaikki suunnitelmat oli tehtävä mittakaavassa 1:50 (1 tuuma = 50 jalkaa) A3 kokoon mikäli mahdollista. Toimintaohje eliminoi kaikki A0- ja A1-kokoiset piirustukset lukuun ottamatta erikoisurakoitsijoiden mittakaavaan 1:500 tai 1:1000 tehtyjä suunnitelmia, jotka olivat pääasiassa LVIS-suunnitelmia. Tämä vaikutti merkittävästi CE-ympäristön käyttöön: koska piirustukset laadittiin A3-kokoon, ne siirrettiin pääosapuolten välillä pääasiassa sähköisessä muodossa ja kukin osapuoli tulosti piirustukset itselleen.

Pääsuunnittelija ja suuret konsulttifirmat jakoivat piirustukset sähköisessä muodossa, mutta osa erikoisalojen pienistä suunnittelufirmoista jakoi piirustuksensa vielä paperilla. Lisäksi paperikopioita tarvittiin vielä esimerkiksi urakoitsijoiden käyttöön. Niinpä paperikopioita ei saatu eliminoidua, mutta dokumenttien jakeluun tarvittava aika ja kustannukset siirtyivät perinteisiltä osapuolilta vastaanottajille ja jakautuivat näin kaikkien paperikopioita tarvitsevien osapuolten kesken. Dokumenttien lähettäminen faksilla tai sähköpostilla oli edelleen yleistä kiireellisissä tietotarvetapauksissa.

Hyötyjen mittausta suoritettiin samalla tavalla kuin hankkeissa 1 ja 2. Kyselyyn saatiin yhteensä 17 vastausta. Vastaajiin kuului pääsuunnittelijoita, erikoisalojen suunnittelijoita, pääurakoitsijan henkilöstöä, aliurakoitsijoita ja tarkastajia. Kyselyyn vastanneista 70 % ei ollut koskaan aikaisemmin käyttänyt mitään vastaavanlaista sovellusta. Samaa sovellusta oli aiemmin käyttänyt 18 % ja jotain muuta vastaavatyypistä 12 % vastaajista.

5.3.2 Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 3

Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt saavutettiin hankkeessa 3 yleisarvosanalla 2,3 eli CE-ympäristö auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektin hallinnassa (yhteenveto taulukossa 13). Vaikuttavuus oli korkein dokumenttien jakelun helpottumisessa, ajantasaiseen projektitietoon pääsyssä, päivitettyjen dokumenttien julkaisemisen helpottumisessa sekä projektiin liittyvän tiedon saamisessa omaan käyttöön. Korkeimmin saavutetut hyödyt koskivat myös laajasti projektiin osallistuvia; kaikki nämä hyödyt saavutti 70 % kyselyyn vastanneista.

Merkittävin määrällisesti mitattavissa oleva hyöty oli rakentamisen kokonaisaikataulun lyhentymisen verrattuna suunniteltuun aikatauluun ja saman rakennuttajan muihin samantyyppisiin projekteihin. Kommunikointiin liittyviä työaika-säästöjä kertyi 162 tuntia, joka vastaa noin 20 työpäivän aikasäästöä. Taustalla on pääasiassa vähentynyt tarve kysellä tietoja puhelimitse, mutta myös matkustustarpeen vähentyminen. Dokumenttien jakeluun liittyviä aikaviiveitä oli sähköisen tiedonsiirron ympäristön ansiosta noin 2 344 päivää vähemmän kuin perinteisesti toimittaessa. Vahvistamattoman arvion mukaan ajantasaisen tiedon jatkuva saatavuus rakennustyömaalla vähensi virheitä noin 25 %.

Kustannussäästöjä perinteiseen paperiympäristöön verrattuna havaittiin yhteensä noin £ 12 000 (19 000 €), mikä on noin 0,07 % projektin kokonaiskustannuksista. Palveluntarjoajan veloitus ASP-sovelluksen käytöstä oli noin £ 8 800. Kustannushyödyt olivat tähän verrattuna noin 1,36-kertaiset. A4, A3 ja A1 pape-reista aiheutuvia kustannuksia ei huomioitu kustannussäästöjä arvioitaessa. Suorat kustannukset, kun myös Internetin käyttökustannuksia arvioidaan ovat karkeasti olleet noin £ 9 000, kun Internetin kautta siirrettiin yhteensä noin 2 400 megatavua (MB) tietoa ja tietovarastoa muilla tavoin hyödynnettiin. Verrattaessa näitä kustannuksia kustannushyötyihin, olivat hyödyt noin 1,32-kertaiset. Kustannussäästöt liittyivät pääasiassa kommunikointiin ja dokumenttien hallintaan.

Taulukko 13. Yhteenveto sähköisen tiedonsiirron hyödyistä hankkeessa 3.

HYÖTYTYYPPI	MITTAUSTULOS
LAADULLISET JA TOIMINNALLISET HYÖDYT	Toteutuma 2,3 (asteikko -1-4; 4 = max) Lähin sanallinen kuvaus: Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa.
AIKA JA MUUT MÄÄRÄLLISESTI MITATTAVISSA OLEVAT HYÖDYT	Mahdollisti tiiviimmän toteutusajan Työaikasäästöjä noin 162 h (noin 20 työpäivää) – vähentynyt tarve soittamalla pyytää tietoja – matkustustarpeen vähentyminen Tiedonjakelun aikaviiveitä noin 2 344 päivää vähemmän. Vähemmän virheitä työmaalla
KUSTANNUSHYÖDYT	Yhteensä noin £ 12 000 (noin 19 000 €) – vähentynyt tarve soittamalla pyytää tietoja – matkustustarpeen vähentyminen – alentuneet postituskulut

Toteutuneiden aika- ja kustannushyötyjen lisäksi merkittävää kustannushyöty-potentiaalia löytyi kommunikointiin, rakentamiseen ja kiinteistönpitoon liittyen. ASP:n tarjoama mahdollisuus työmaapäiväkirjan, tietopyyntöjen (RFI) ja muutostyöpyyntöjen julkaisuun ja arkistointiin räätälöityjen pohjien avulla jäi hyödyntämättä. Jos nämä dokumentit olisi julkaistu ja jaettu sovelluksen avulla, olisi saavutettu lisää aika- ja kustannussäästöjä postitusten ja faksilähetysten vähentämisen seurauksena. Lisäksi henkilökunnalta olisi säästynyt dokumenttien postitukseen tai faksamiseen käytetty aika siltä osin, joka ylittää dokumenttien hanketietokeskukseen tallennukseen kuluvan ajan. Tästä työaikasäästöstä olisi seurannut säästöä työvoimakustannuksissa. Myös suunnitteluohjelmalisenssien määrässä olisi rakentamisvaiheessa voitu säästää. Varsinainen suunnitteluohjelmisto on sovelluksen sisältämien tiedostojen katseluominaisuuksien vuoksi tarpeen aiempaa harvemmissä tietokoneissa ja esim. urakoitsija voi jakaa hankkimansa ohjelmistolisenssit useamman työmaan käyttöön. Lisäksi tilaaja jätti kat-

tavan sähköisen projektiarkiston hyödyntämättä, kun arkistoi projektin dokumentit vain paperimuodossa. Sähköisesti arkistoituja tietoja voidaan hyödyntää projektin päätyttyä monin tavoin ja suoraa säästöä saadaan myöhemmin esimerkiksi lisä- tai korjausrakentamisvaiheessa, kun dokumenttien etsimiseltä, skannaukselta ja uudelleenpiirtämiseltä vältytään.

5.3.3 Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt

Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt saavutettiin hankkeessa 3 **yleisarvosanalla 2,3**. Lähin sanallinen vastine tälle on: *Auttoi jonkin verran dokumenttien ja projektin hallinnassa*. Vaikuttavuustulokset yksittäisille hyödyille on esitetty kuvassa 17. Selitykset hyötytunnuksille löytyvät liitteestä 1.

Parhaiten saavutettiin seuraavat laadulliset ja toiminnalliset hyödyt:

- Dokumenttien jakelu muille osapuolille oli merkittävästi helpompaa (hyöty D37, mittaustulos 3,3).
- Ajan tasalla oleva projektitieto oli merkittävästi helpommin saatavilla rakennusvaiheessa (hyöty R34, mittaustulos 3,1).
- Merkittävästi helpompi julkaista päivitetty dokumentit (hyöty S35, mittaustulos 3,1).
- Projektia koskevaa tietoa sai merkittävästi helpommin omaan käyttöön (hyöty D35, mittaustulos 3,1).
- Merkittävä tuki etätyölle (hyöty D31: projektitieto käytettävissä ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta, mittaustulos 3,0).
- Merkittävästi parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista ja uutisista (hyöty K32, mittaustulos 2,9).

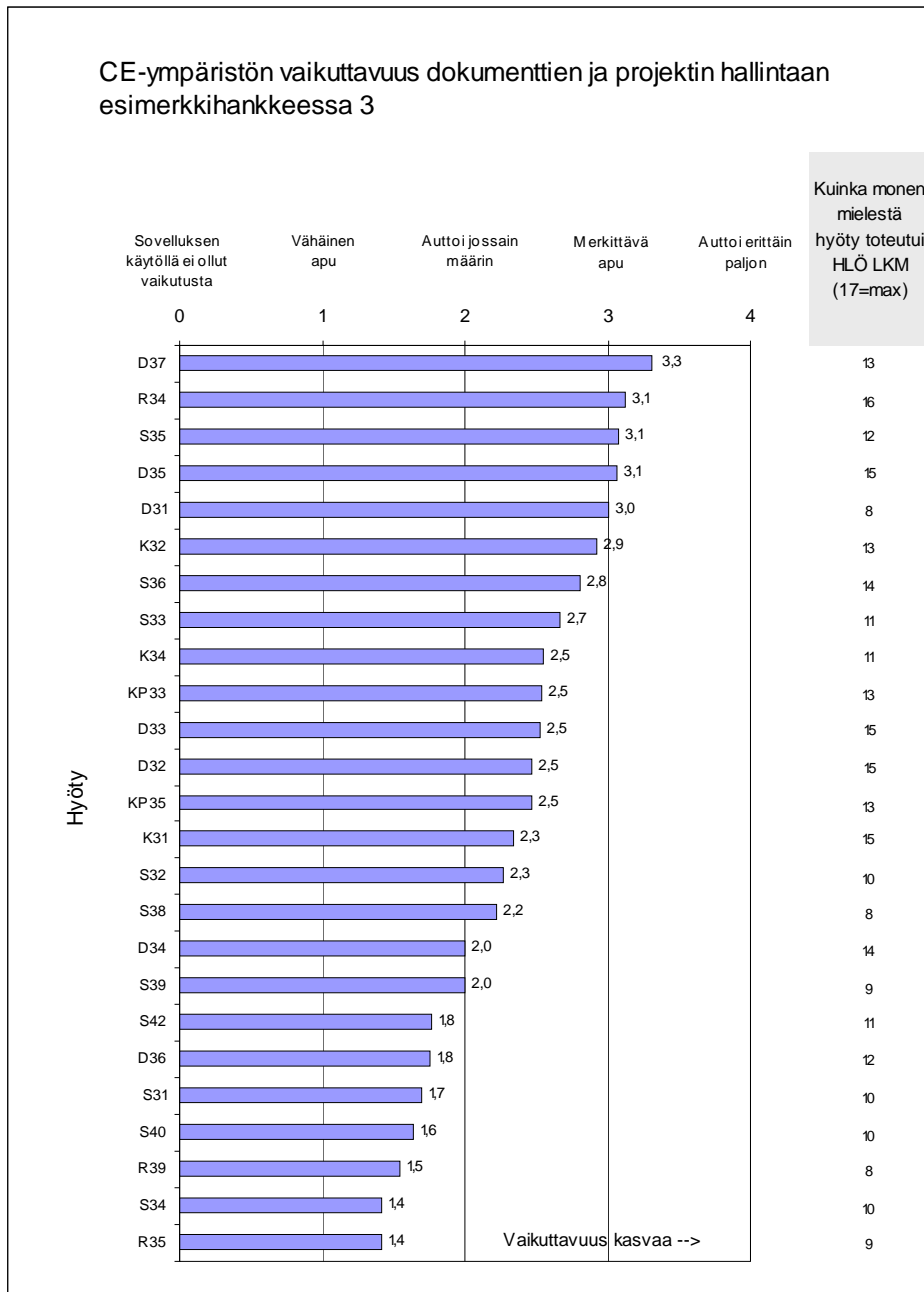
Vaikuttavuustulokseltaan korkeimmat toiminnalliset ja laadulliset hyödyt keskittyvät tiedon jakeluun ja hakemiseen. Tulos tukee jäljempänä tarkemmin kuvattavia tietojen kyselytarpeen vähenemisestä seuraavia aika- ja kustannushyötytuloksia.

Hyötyä R34 (helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon) koskevissa vastauksissa on havaittavissa jonkin verran epävarmuutta tämän hyödyn merkityksestä. Vastaajilta on voinut jäädä huomaamatta, että hyöty koskee nimenomaan rakentamisvaihetta. Suunnitteluun liittyen vastaava hyöty on S36 ja mittaustulos 2,8 tarkoittaen merkittävästi helpompaa pääsyä ajantasaiseen projektitietoon suunnitteluvaiheessa. Vaikka ei olekaan tarkkaa tietoa siitä, minkä vaiheen ajantasaista tietoa oli helpommin saatavilla, nämä tulokset vahvistavat, että ajantasaiseen tietoon yleensä oli merkittävästi normaalia helpompi päästä käsiksi.

Heikoimmin mitatuista hyödyistä sovellus tuki mahdollisuutta oman ajankäytön joustavampaan hallintaan (A31), suunnitteluvaiheen tehtävien tilan seuraamista (S34) ja rakennusvaiheen päätöksentekoprosesseja (R35). Kahden viimeksi mainitun kohdalla mittaustulos oli 1,4. Sanallisesti ilmaistuna sovelluksesta oli vähäinen apu suunnittelun tehtävien tilasta ajan tasalla pysymisessä ja vähäinen tuki rakentamisen päätöksentekoprosesseille. Hyöty A31 (Mahdollisuus oman ajankäytön joustavampaan hallintaan) puuttuu kuvasta, koska tätä pyrittiin tutkimuksessa ensin mittaamaan määrällisesti ja hyöty siirrettiin tutkimuksen loppuvaiheessa laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen joukkoon, kuten hankkeessa 2. Mittaustulos hankkeessa 3 oli 1,2 eli keskitetyn järjestelmän vaikuttavuus oli tässä suhteessa vähäinen. Hyöty toteutui 9/17 kyselyyn vastanneen kohdalla. Samat vastaajat pitivät tämän hyödyn käytännön merkitystä vähäisenä.

Vaikka minkään hyödyn kohdalla ei kirjattu merkittävää määrää negatiivisia vastauksia (-1 = Negatiivinen vaikutus: Sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä), hyödyn D36 kohdalle kirjattiin eniten yksittäisiä negatiivisia vastauksia; 10 % kyselyyn vastanneista katsoi saaneensa normaalia enemmän epätarvikituksenmukaista tietoa.

CE-ympäristön vaikuttavuus dokumenttien ja projektin hallintaan esimerkkihankkeessa 3



Kuva 17. CE-ympäristöllä saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt hankkeessa 3. Tunnuksia vastaavat hyödyt on kuvattu liitteestä 1. Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä.

Kuvan 17 oikeassa reunassa näkyy myös niiden vastaajien lukumäärä, jotka katsoivat kyseisen hyödyn toteutuneen tässä hankkeessa. Kyselyyn vastanneiden lukumäärä oli yhteensä 17. Yksittäiset hyödyt toteutuivat vähintään 8 ja enintään 16 vastaajan kohdalla.

Suuri osa mitatuista hyödyistä toteutui muita useammin suunnittelijoiden kohdalla. Lähinnä suunnittelijoiden hyötyjä olivat esim. dokumenttien jakelun ja päivitettyjen dokumenttien julkaisun helpottuminen. Toisaalta taas kuudesta korkeimmin saavutetusta hyödystä viisi saavutti yli 70 % vastaajista. Korkeimmin saavutetuista hyödyistä eri osapuolien yhteisinä hyötyinä voidaan pitää hyötyjä R34 (Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon) ja D35 (Projektia koskevaa tietoa helpommin omaan käyttöön). Nämä hyödyt koskivat melkein kaikkia vastaajia. Lisäksi etätöiden tukena ja projektia koskevien muutosten ja uutisten saannin apuna sovellus tuki melko tasapuolisesti suunnittelijoita ja rakentajia. Mitattujen hyötyjen joukossa ei ollut yhtään korkeasti saavutettua hyötyä, joka olisi koskenut etupäässä urakoitsijoita.

Hyödyn S36 (helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon suunnitteluvaiheessa) ilmoitti saaneensa 14 vastaajaa (82 %), kun taas hyödyn R34 (helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon rakennusvaiheessa) ilmoitti saavuttaneensa 16 vastaajaa (94 %). Vaikka hyödyn R34 liittyminen rakentamiseen saattoi jäädä vastaajilta huomaamatta eikä ole varmaa tietoa siitä, minkä vaiheen ajantasaista tietoa oli heille helpommin saatavilla, tulos vahvistaa, että 80 % vastaajista koki ajantasaisen tiedon saatavuuden yleisesti ottaen merkittävästi normaalia helpommaksi.

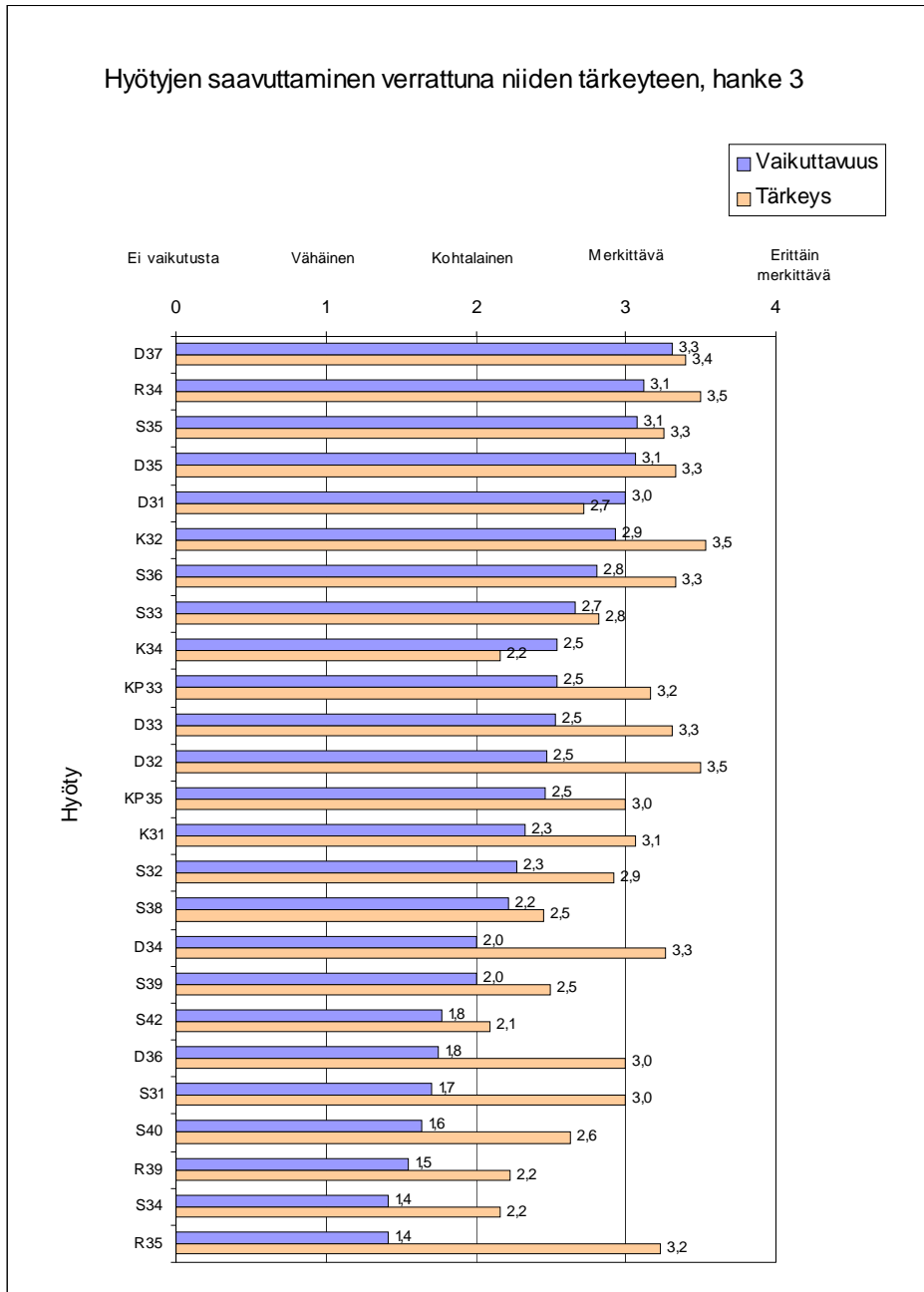
Hyötyjen saavuttamista ja tärkeyttä on verrattu toisiinsa kuvassa 18. Mitattujen hyötyjen tärkeydessä oli vain vähän hajontaa; hyödyistä 82 % arvioitiin keskimäärin tärkeiksi. Yleisesti tärkeiksi katsotut ja vaikuttavuustulokseltaan korkeat hyödyt kuvaavat alueita, joilla sovellus nykyisin eniten tukee projektien hallintaa. Tärkeät ja vaikuttavuustulokseltaan korkeat hyödyt on esitetty taulukossa 14, josta ilmenee myös kuinka moni vastaaja sai kyseisen hyödyn hankkeessa 3.

Taulukko 14. Tärkeitä ja korkeasti saavutettuja hyötyjä hankkeessa 3. Vastaajien lukumäärä ilmaisee, kuinka monen kohdalla kyseinen hyöty toteutui.

HYÖTY	VAIKUTTA- VUUS	TÄRKEYS	VASTAAJIEN LUKUMÄÄRÄ
D37 Dokumenttien jakelu muille osapuolille on helpompaa	3.3	3.4	13
R34 Ajantasainen projektitieto helpommin saatavilla	3.1	3.5	16
S35 Päivitettyjen dokumenttien julkaisu helpompaa	3.1	3.3	12
D35 Projektiin liittyviä tietoja helpompi hakea omaan käyttöön	3.1	3.3	15

Tärkeitä hyötyjä, jotka saavutettiin vaatimattomasti olivat tuki rakennusvaiheen päätöksentekoprosesseille (hyöty R35), yhteistyömahdollisuuksien lisääntyminen parempien välineiden ansiosta (S31) ja tarpeettoman tiedon vähentyminen (D36). Näillä alueilla on tarvetta harkita sovelluksen kehittämistä tai muiden menetelmien ja sovellusten käyttöä.

Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen, hanke 3



Kuva 18. Hyötyjen saavuttaminen ja niiden tärkeys. Vaikuttavuustulosten rinnalle on lisätty samojen hyötyjen tärkeys (esimerkkihankkeessa 3 mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen tärkeys vastaajien mielestä keskimäärin).

5.3.4 Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt

Hankkeessa 3 määrällisesti mitatut hyödyt ovat kommunikointiin ja dokumenttien hallintaan liittyviä aikasäästöjä.

Kommunikointi:

Tiedon hankintaan käytettyjen turhien matkojen vähentymisestä kertyi 1,5 päivää ja puhelinkeskustelujen vähentymisestä 17,5 päivää työaikasäästöä. Yhteensä työaikaa säästyi sähköisen tiedonsiirron ympäristön ansiosta noin 19 päivää.

Matkoja koskevaa tietoa saatiin pienistä suunnittelukonsulttiefirmoista vain kahdelta, joten arvio matkustamistarpeen vähentymisestä on varovainen arvio siitä, mitä todellisuudessa on voitu saavuttaa. Matkustamisen vähentämiseen liittyvää potentiaalia ei voitu myöskään täysin hyödyntää, koska pakollisten viikoittaisten työmaakokousten vuoksi pääosapuolilla ei ollut mahdollisuutta valita matkojen sijasta muunlaista kommunikointia. Myös 17 päivän suuruinen puhelinajan säästö on varovainen arvio, koska vain 25 % sovelluksen käyttäjistä vastasi kyselyyn.

Kokousten lisääntynyt tuottavuus ja vähentyneet tietojen vaihtoa koskevat kiistat havaittiin hankkeessa, mutta niitä ei mitattu kvantitatiivisesti. Kahdeksan seitsemästätoista kyselyyn vastanneesta ilmoitti, että kokoukset sujuivat tehokkaammin, koska osallistujilla oli mahdollisuus etukäteen tutustua materiaaliin ja että tästä oli jonkin verran hyötyä. Neljätoista seitsemästätoista kyselyyn vastanneesta ilmoitti, että tietojen vaihdoista syntyi normaalia vähemmän kiistoja ja että tästä oli merkittävää hyötyä.

Määrällisesti arvioimatta jäi myös sovelluksen varsinaisten viestintäominaisuuksien käyttö ja vaikutus. Sovelluksessa on ominaisuus viestin laatimiseen ja lähettämiseen muille käyttäjiksi rekisteröityneille osapuolille. Jos ominaisuutta käytettiin, on sen seurauksena säästetty työaikaa, koska tiedot voidaan valita määriteltäviin tekstikenttiin valmiista listasta kirjoittamisen sijaan. Esimerkiksi vastaanottajan sähköpostiosoite voidaan valita alavetovalikosta ja jotkut tiedot tulevat mukaan automaattisesti kuten projektin nimi viestin aiheville. Ominaisuuden käyttö edellyttää, että kaikilla sovelluksen käyttäjillä on sähköpostiosoite. Tämä ei kuitenkaan merkitse rahallista investointia, koska useimmilla yrityk-

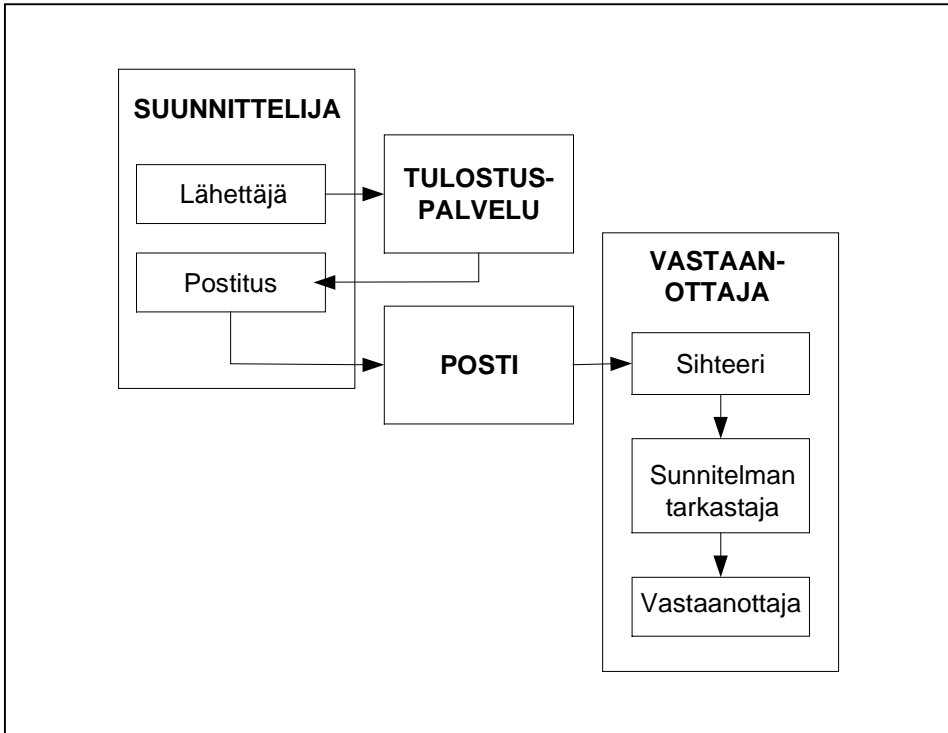
sillä on jo sähköpostiohjelmat ja ilmaisia sähköpostiosoitteita on myös helposti saatavilla.

Tarjolla olleisiin räätälöityihin pohjiin liittyy hyödyntämätöntä aikasäästöpotentiaalia. Jos tietopyynnöt ja muutostyöpyynnöt olisi julkaistu, jaettu ja arkistoitu sovelluksen avulla, työntekijöiltä olisi säästynyt dokumenttien postitukseen ja faksaukseen käytetty aika niiltä osin, kuin se ylittää dokumentin hanketietokukseen tallentamiseen kuluvan ajan.

Dokumenttien hallinta:

Hankkeen 3 dokumenttien jakeluun liittyy merkittävä aikaviiveiden eliminointi. Jakeluviiveilä jäi yhteensä noin 2 344 päivää pois, kun dokumentit jaettiin sähköisesti eikä perinteisenä maapostina. Pelkästään piirustusten jakelussa oli 830–3 320 päivää, eli keskiarvona 2 075 päivää vähemmän jakeluviiveilä. Muiden dokumenttien kuten työselitysten, osa-aikataulujen, kokouspöytäkirjojen ja työvaiheraporttien osalta aikaviiveet vähenivät 108–430 päivää eli keskiarvona 269 päivää. Englannissa postitetut dokumentit saapuvat perille 0,5–2 päivää lähettämisen jälkeen.

Samalla kun koko projektin kannalta päästiin merkittävien aikaviiveiden eliminointiin, henkilötasolla monet yksittäiset osapuolet havaitsivat uudenlaista ajankäytön tarvetta. Tarve liittyi dokumenttien julkaisemiseen (palvelemille kopiointiin) sekä hakuun ja tulostamiseen. Perinteisesti toimittaessa vastuu dokumentin julkaisusta ja tiedottamisesta on dokumentin tuottajalla, kun dokumentti tulostetaan, kopioidaan ja lähetetään muille osapuolille eli lähettäjä "työntää" dokumentin vastaanottajille (kuva 19).

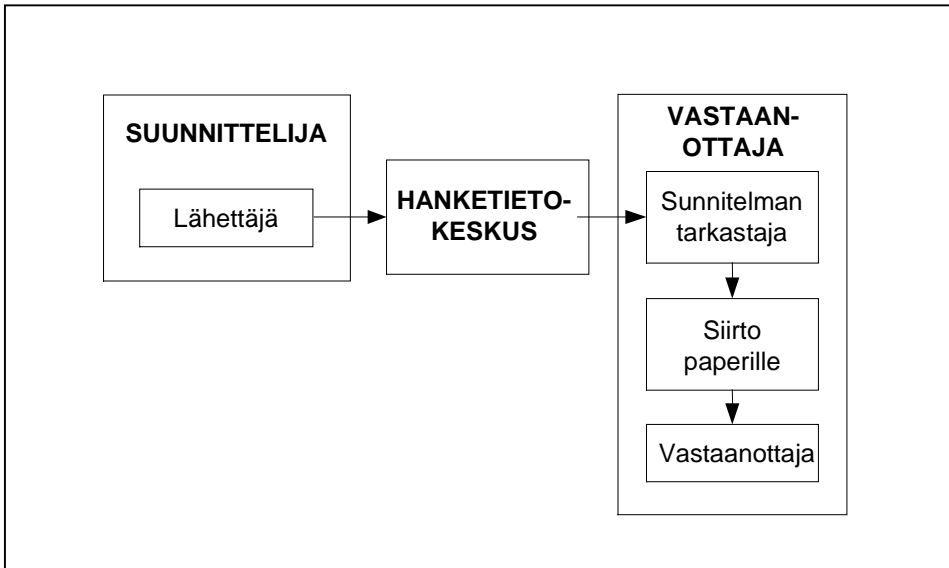


Kuva 19. Perinteinen suunnitelman jakeluprosessi.

Projektinhallintasovelluksen käyttö muutti perinteistä jakeluprosessia. Dokumentin tuottajalla oli edelleen vastuu dokumentin saattamisesta muiden ulottuville ja sen olemassaolosta tiedottamisesta. Sen sijaan tuottaja ei ollut enää vastuussa dokumentin lähettämisestä kopioitavaksi tulostuslaitokselle ja paperikopioiden jakelusta muille osapuolille vaan pelkästään dokumentin julkaisemisesta tallennuksella keskitettyyn järjestelmään. Toisinaan tallennus vaati huomattavan paljon aikaa (kuva 20).

Dokumentin vastaanottajan rooli muuttui vastaavasti. Perinteisesti piirustuksen tuottaja lähetti dokumentin postissa muille osapuolille. Monissa tapauksissa piirustukset vastaanotti sihteeri, joka antoi ne edelleen seuraavalle henkilölle, esim. projektipäällikölle tai muulle suunnitelmien tarkastajalle rekisteröitäväksi ja tämä toimitti suunnitelman edelleen sitä tarvitsevalle henkilölle. Sovelluksen käytön myötä prosessi muuttui siten, että piirustusta tarvitseva joutui nyt itse ottamaan vastuun dokumentin olemassaolon tarkistamisesta esim. lukemalla tallennusta koskeva sähköposti-ilmoitus tai havaitsemalla se palvelimelle lähe-

tettyjen dokumenttien listassa. Vastaanottajan tehtäväksi jäi myös imuroida dokumentti tarvittaessa omaan käyttöön. Dokumentin tarkastajan rooli ei poistunut vaan siirtyi pikemminkin tietoa tarvitsevalle henkilölle. Tämä prosessin muutos koski useimpia järjestelmän kautta julkaistuja dokumenttityyppejä, ja oli syynä monien projektin osapuolien havaitsemaan uudenlaiseen ajankäytön tarpeeseen.



Kuva 20. Suunnitelman jakelu projektihallintasovelluksen avulla.

Uudenlaisesta ajankäytön tarpeesta huolimatta on edellä kuvattujen esimerkkien valossa selvää, että postitukseen liittyvien aika- ja kustannushyötyjen lisäksi sovelluksen käytöstä voidaan katsoa syntyvän myös muita hyötyjä. Sovelluksen käyttö vähensi merkittävästi dokumenttien käsittelyä. Esimerkiksi perinteisestä suunnitelmien julkaisu- ja jakeluprosessista jäi neljä aikaa ja voimavaroja kuluttavaa työvaihetta pois. Tämän seurauksena ajankäyttö todennäköisesti tehostui eli työaikaa säästyi ja sitä kautta saatiin säästöjä työvoimakustannuksissa. Näitä hyötyjä ei kuitenkaan mitattu määrällisesti.

Arkistotilatarpeen ja paperin käytön väheneminen ovat myös CE-ympäristön käytöstä seuranneita hyötyjä, jotka havaittiin muttei mitattu määrällisesti. Yksitoista seitsemästätoista vastaajasta ilmoitti, että paperia kului vähemmän ja dokumenttien arkistointiin tarvittiin perinteistä vähemmän tilaa.

Ajan hallinta:

Rakentamisen kokonaisuuskataulu lyheni verrattuna suunniteltuun aikatauluun ja muihin saman rakennuttajan samantyyppisiin projekteihin. Sovelluksen käyttö ei ollut ainoa syy aikataulun lyhenemiseen, mutta se tuki nopeaa toteutusta mahdollistamalla nopean tiedon jakelun ja varmistamalla uusimman tiedon saatavuuden.

Sovelluksen käyttö lisäsi kyselyn mukaan mahdollisuutta oman ajankäytön suunnitteluun keskimäärin vain vähän hankkeessa 3. Hyöty toteutui kuitenkin jossain määrin yhdeksän seitsemästätoista kyselyyn vastanneen kohdalla (hyöty A31).

Sovellus sisältää ajan hallintaa tukevan tapahtumien hallinta -ominaisuuden, jonka tehtävä on muistuttaa käyttäjiä projektille tärkeistä päivämääristä. Tätä ominaisuutta ei kuitenkaan hyödynnetty kyseisessä hankkeessa eikä sen hyöty-potentiaalia ole arvioitu. On mahdollista, että ominaisuus ei ollut vielä projektin aloitussivua laadittaessa edes valmis käyttöönnottoon.

Rakentaminen:

Merkittävä havainto hankkeen 3 yhteydessä oli, että pääurakoitsijan työmaainsinöörit havaitsivat normaalia vähemmän virheitä rakentamisessa. Kaikki neljä työmaainsinööriä olivat sitä mieltä, että työmaalla tehtiin vähemmän virheitä, koska viimeisin tieto oli helposti saatavilla. Eräs mielipide oli, että virheiden vähentymisen syynä oli myös helppolukuisten tulosteiden saatavuus sekä mahdollisuus tarkastella suunnitelman ongelmakohtia suurennoksina (zoom -toiminnon avulla). Määrällistä tulosta virheiden vähentymiselle ei laskettu, koska arviot virheiden vähentymisen määrästä vaihtelivat paljon.

5.3.5 Kustannushyödyt

Sähköisen tiedonsiirron ympäristön ansiosta toteutuneita kustannushyötyjä havaittiin noin £ 12 000 (19 000 €). Hyödyt liittyivät pääasiassa kommunikointiin ja dokumenttien hallintaan ja vastaavat suoraan "paperittomalle projektille" asetettua tavoitetta vähentää paperilla toimitettavien dokumenttien määrää.

Kommunikointi:

Seurauksena vähentyneestä matkustustarpeesta ja tehokkaammasta ajankäytöstä, toteutui hankkeessa 3 seuraavanlaiset kustannushyödyt:

- säästöt matkustuskustannuksissa noin £ 260,
- säästöt työvoimakustannuksissa matkustusajan vähentyessä noin £ 625,
- säästöt alentuneina puhelinkuluina noin £ 664, ja
- säästöt palkkakuluissa noin £ 7000, kun tarve kysellä tietoa puhelimitse väheni.

Säästöt matkakuluissa perustuvat siihen, että noin 1 050 km (650 mailin) matkustamiselta vältyttiin ja 12,5 tuntia matkustamiseen kuluva aika säästettiin. Vastaavat rahalliset säästöt olivat £ 260 ja £ 625. Säästöt laskettiin keskimääräisen kilometrikorvauksen ja ammattiryhmän keskimääräisen tuntilaskutuksen perusteella. Laskentaan ei sisälly päivärahjoja. Matkustamisessa oli tavanomaista vähemmän säästöpotentiaalia, koska pakollisten viikoittaisten työmaakokousten vuoksi monilla osapuolilla ei ollut mahdollisuutta vähentää matkustamista.

Vähentyneen matkustustarpeen lisäksi sovelluksen käyttö vähensi tietojen kyselyyn puhelimitse käytettyä aikaa noin 140 tuntia (17,5 päivää), mistä kertyi suoraa säästöä puhelinmaksuissa noin £ 660 ja noin £ 7 000 työvoimakustannuksissa. Nämä säästöt laskettiin vastaajilta saadun arvion perusteella, jonka mukaan päivittäin säästy keskimäärin 15 minuuttia puhelinaikaa niiden vastaajien osalta, jotka ilmoittivat säästäneensä puhelinajassa. Kommunikoinnissa säästettiin siis yhteensä £ 7 885, mikä vastaa yli 73 % saavutetusta rahallisesta hyödystä.

Todellisuudessa puhelinkeskusteluissa säästynyt aika ei todennäköisesti vähentänyt projektiin käytettyä aikaa. Säästynyt työaika oli kuitenkin mahdollista käyttää muihin, mahdollisesti arvokkaampiin tehtäviin. Tästä syystä säästynyttä puhelinaikaa voidaan pitää osoituksena lisääntyneestä tehokkuudesta.

Käyttämättä jäänyt mahdollisuus julkaista ja arkistoida tietopyyntöjä ja muutostyöpyyntöjä sovelluksen avulla olisi tuottanut suoria kustannussäästöjä vähentyneen postitustarpeen ja lähetettyjen faksien lukumäärän vähenemisen ansiosta.

Lisäksi työaikaa olisi säästynyt, mistä olisi seurannut säästöä työvoimakustannuksissa.

Dokumenttien hallinta:

Sovelluksen avulla julkaistujen piirustusten ja muiden dokumenttien lukumäärän perusteella arvioitiin dokumenttien hallinnassa saavutetun noin £ 3 160 suuruisen välitön rahallinen hyöty, mikä on noin 27 % saavutetusta kokonaiskustannushyödyistä.

Alentuneiden jakelukustannusten laskentaperusteena käytettiin yhden 60 gramman A4-kokoisen paketin postituskustannuksia kutakin dokumenttia ja tyypillisellä postituslistalla olevaa vastaanottajaa kohden. Postituslista laadittiin arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Lista vaihteli dokumenttityypin mukaan ja kattoi vain ne osapuolet, jotka saivat sähköiset kopiot dokumentista. Piirustuksista kertyneet säästöt laskettiin muista dokumenteista erillään, jotta saatiin käsitys pelkästään piirustuksien jakeluun liittyvistä säästöistä, jotka olivat 85 % dokumenttien hallinnassa saavutetuista kustannushyödyistä. Loput 15 % liittyi työselityksien, viimeistelytöiden aikataulujen, kokouspöytäkirjojen ja työvaiheraporttien jakeluun.

Perinteiset kopiopalvelukustannukset jäivät pois, koska kukin osapuoli tulosti suunnitelmat omaan käyttöönsä. Toisaalta suunnitelmien paperikopiokustannuksia ei voitu kokonaan välttää, koska monet osapuolet havaitsivat edelleen tarvitsevansa paperikopioita ja omaankin tulostukseen liittyä kustannuksia. Kustannukset jakautuivat uudella tapaa toimittaessa osapuolten kesken suhteessa niiden omaan tulostustarpeeseen. Paperidokumenttien tarpeeseen saattoi olla juridiset syyt tai puutteet sähköisten piirustusten näyttämiseen tarkoitettussa tekniikassa. On mahdollista, että tulostuskustannuksissa syntyi säästöä myös, koska jotkut osapuolet tarvitsivat joistain dokumenteista normaalia vähemmän paperikopioita. Tulostuskustannuksissa saavutettuja säästöjä ei kuitenkaan hankkeen 3 kohdalla laskettu.

Rakentaminen:

Virheiden vähentymisestä työmaalla seurasi todennäköisesti kustannushyötyjä. Näitä ei kuitenkaan laskettu, koska arviot virheiden vähentymisen määrästä

vaihtelivat eikä tietoja selvistä tilanteista ollut. Tutkimuksen kriittinen lähestymistapa hyötyjen arviointiin haluttiin säilyttää jättämällä tärkeällä alueella saatutettu, mutta erityisesti kustannushyötytuloksia mahdollisesti paljonkin heilauttava hyöty pois laskennasta.

Kiinteistöhoito:

Palveluntarjoajalta on mahdollista saada projektin täydellinen sähköinen arkisto mukaan lukien dokumenttien metatiedot ja tietokantahaku CD-levylle, DVD-levylle tai muille yleisesti hyväksytyille tallennusvälineelle tallennettuna. Tilaa ei kuitenkaan hyödyntänyt tätä palvelua. Sähköisten dokumenttien sijasta omistaja säilyttää dokumenteista vain paperikopiot. Jos tiedot olisivat sähköisessä muodossa, dokumenttien skannaus- ja uudelleenpiirtämiseltä vältyttäisiin myöhemmin esimerkiksi lisärakentamisessa tai korjausrakentamisessa, mikä merkitsisi tulevaisuudessa suoria kustannussäästöjä.

5.3.6 Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita

CE-ympäristön käytöstä saatiin hankkeessa merkittävää hyötyä. Sovelluksen käytössä havaittiin myös joitakin ongelma-alueita, joilla oli yhä parantamisen varaa.

Teknologia ja sovelluksen ominaisuudet

Keskeisimmät käytettyyn teknologiaan liittyvät ongelmat olivat seuraavat:

- osapuolien käyttämät ohjelmistot eivät olleet yhteensopivia
- tiedostojen avaamisessa ilmeni virheitä
- järjestelmä ei ollut aina käytettävissä
- käyttäjien tietoliikennekapasiteetti ja palvelimen kapasiteetti huippukuormituksessa rajallisia.

Osapuolien käyttämät ohjelmistot eivät olleet yhteensopivia, koska kaikki käyttäjät eivät käyttäneet samaa versiota yleisesti käytetyistä ohjelmista kuten AutoCAD, Microsoft Word tai Microsoft Excel. Esimerkiksi suunnitelmien layer-ominaisuudet saattoivat näkyä erilailta tai dokumenttien asettelussa oli eroa saman ohjelmiston eri versioiden välillä. Ongelmia oli myös piirustusten tulosta-

misessa oikeassa mittakaavassa. Asia voidaan korjata projektin alussa sopimalla yhteisesti käytettävistä ohjelmistoversioista.

Järjestelmässä ilmeni jonkin verran käyttökatkoja. Syynä olivat joko järjestelmän huoltokatkot tai toimimattomat käyttäjätunnukset. Näitä tilanteita ei sattunut kovin usein, mutta sattuessaan ne olivat turhauttavia.

Riittävän infrastruktuurin luomiseksi ja olemassa olevan teknologian päivittämiseksi jotkut osapuolet joutuivat tekemään ylimääräisiä investointeja laitteistoon kuten tulostimiin ja piirtureihin. Sähköisen tiedon tehokkaaseen käyttöön vaadittiin nopea Internet-yhteys, jonka takia perinteinen puhelinlinja ja modeemi piti korvata ISDN-linjalla. Jopa ISDN-linjan kautta tiedon lataaminen Internetin kautta saattoi olla hidasta työaikana, jolloin verkoston käyttöaste oli korkea. Tietojen lähettämisessä, vastaanottamisessa ja suurten tiedostomäärien sähköpostituksessa kohdattiin myös palvelinongelmia.

Suunnitelmien ensimmäinen tallennus oli työlästä ja aikaa vievää. Tässä olisi hyötyä automaattisesta useiden tiedostojen latausprosessista. Yksi ehdotus oli, että nykyisien ominaisuuksien varassa toimittaessa kaikki piirustukset lähetettäisiin aluksi järjestelmään ja julkaistaisiin samanaikaisesti CD-levyllä, joka sisältäisi sähköisessä muodossa kaikkien suunnitelmien ensimmäiset versiot.

Hyödyntäminen projektissa

Keskeisimmät sovelluksen käyttöönottoon ja käyttöön liittyvät kehittämistarpeet olivat seuraavat:

- sovelluksen käyttöönotto viivästyi
- käyttäjäoikeuksien myöntäminen oli hankalaa
- kaikilla tarvitsijoilla ei ollut lukuoikeuksia tietoihin
- sovelluksen monipuolisten mahdollisuuksien hyödyntämättä jättäminen
- tukihenkilöiden puute
- osapuolien työn luonteen muuttumista ei tiedostettu etukäteen.

Useat osapuolet havaitsivat projektin taustatietojen puuttuvan järjestelmästä. Sovelluksen ottaminen käyttöön projektin varhaisemmissa vaiheissa olisi auttanut saamaan taustatiedot talteen.

Käyttöoikeuksien ylläpitäjän rooli oli myös ongelmallinen. Ylläpitäjä on yksityishenkilö tai organisaatio, jolla on oikeus myöntää ja perua järjestelmän käyttöoikeuksia, esimerkiksi sisäänkirjoittautumisoikeudet sovellukseen. Hankkeessa 3 pääurakoitsijalla ei ollut ylläpitäjän oikeuksia eikä se kyennyt myöntämään projektiin liittyville alihankkijoille sovelluksen käyttöoikeutta. Epäkohdasta muodostui tarpeeton este muutenkin haastavalle tavoitteelle suostutella alihankkijat käyttämään sovellusta.

Käyttäjien oikeuksista lukea tiettyjä dokumentteja syntyi myös kiistaa. Toisinaan dokumenttien julkaisijat eivät sallineet kaikkien lukea tallettamiaan dokumentteja vaikka näin olisi pitänyt olla.

Tavoitteena ollut sovelluksen laaja-alainen ja säännöllinen käyttö jäi toteutumattomatta. Syynä oli sekä tarvittavan teknisen infrastruktuurin puute että useissa yrityksissä myös henkilöstön puutteellinen koulutus tietokoneen ja tietokantojen käyttöön. Käytön ongelmatilanteita olivat esimerkiksi, mitä tehdä jos sisäänkirjautuminen järjestelmään epäonnistuu tai miten etsiä tietoa tehokkaasti. Sovellus olisi myös tarjonnut käyttäjille valmiita asiakirjapohjia, joita ei kuitenkaan hyödynnetty. Hyödyllinen apuneuvo voisi olla käyttöopas, jossa kerrotaan miten sovelluksesta saa parhaimman hyödyn.

Sovelluksen laajaa ja säännöllistä käyttöä vähensi osaltaan myös tehtävään nimitettyjen kokeneiden käyttäjien puute, jotka olisivat voineet toimia organisaatioissaan asiantuntijoina. Tukihenkilöiden tehtäviin kuuluu mm. seuraavia tehtäviä:

- järjestelmän käyttöönotto ja ylläpito projektissa
- vastaaminen kysymyksiin
- kiireisten ongelmien ratkaiseminen.

Sovelluksen käyttöönottaminen muuttaa osapuolien tehtävien luonnetta omaaloitteisempaan suuntaan. Yksittäiset työntekijät joutuivat nyt itse etsimään tarpeellisen tiedon uuden välineen avulla sen sijaan, että joku lähettää heille tarvittavat piirustukset. Projektiorganisaation roolin muutosta koskeva keskustelu olisi lisännyt projektiin osallistuvien tietoisuutta tilanteesta ja auttanut heitä perehtymään uusiin rooleihinsa.

Käyttäjät saivat tallennusvaiheessa valita vapaasti dokumenttien kuvailemiseen käyttämänsä avainsanat. Tästä johtuen kunkin dokumentin avainsanojen valikoima oli sattumanvarainen ja tekijästä riippuva. Sovelluksen tehokkaamman hakutoiminnon avulla olisi voitu kokonaan korvata perinteinen piirustusluettelo.

Dokumenttien nimeämiseen ja numerointiin laadittiin käytäntöjä. Ongelmia esiintyi, jos saman piirustuksen eri versiot oli nimetty eri tavalla tai jos samassa organisaatiossa työskentelevät henkilöt käyttivät erilaista numerointijärjestelmää. Johdonmukaisuuden säilyttämiseksi nimeämis- ja numerointikäytännöt pitää määritellä täsmällisesti ja niitä pitää noudattaa tarkasti.


Huomionarvoista on, että tilaaja laati oppaan, jossa käsiteltiin monia edellä kuvattuja kehittämistarpeita. Jostain syystä monia käytäntöjä ei kuitenkaan noudatettu projektissa.

5.4 Rakennushanke 4, USA

5.4.1 Taustatiedot

Neljäs analysoitava kohde oli opetustiloihin liittyvä laajennushanke Yhdysvalloissa (taulukko 15).

Taulukko 15. Hankkeen 4 perustiedot.

Case 4	
Rakennustyyppi:	Koulutuskeskuksen lisärakennus
Hankkeen koko:	Kokonaiskustannukset noin 5,8 milj. € (5,2 milj. USD) Kokonaispinta-ala 3 200 m ²
Toteutus:	Projektinjohtourakka (projektinjohtajana pääurakoitsija)
Osapuolet:	Kaikkien osapuolien pääkonttorit lähellä kohdetta
Aikataulu:	Suunnittelu alkoi 1/2001 ja rakentaminen 5/2001, valmistuminen ja luovutus 10/2001; 25 viikon rakennusaikataulu.
Hankkeen ja käytetyn sovelluksen tila analysointihetkellä:	Analyysi alkoi rakentamisen loppuvaiheessa ja jatkui projektin valmistumisen jälkeen. Jotkut sovelluksen piirteet muuttuivat huomattavasti hankkeen aikana.

Hankkeessa 4 käytettiin Buzzsaw-sovellusta rakentamisvaiheen tietopyyntöjen (RFI) julkaisuun, välittämiseen ja niihin vastaamiseen sekä urakoitsijan huume politiikan julkaisuun ja jakeluun. Sovellus korvasi osittain tietopyyntöjen ja huume politiikan faksamisen eri osapuolille. Se toimi myös tietopyyntöjen, yhteystietojen ja huume politiikan keskitettynä projektiarkistona. Jotkut osapuolet

vastasivat tietopyyntöihin edelleen perinteistä telefaksia käyttäen. Samoin faksaamalla liikkui ilmoituksia, tietopyyntöihin liittyviä luonnoksia sekä informaation tai toimintaohjeiden vahvistuksia. Laillisista syistä ja kahdesta käytössä olleesta tiedotustavasta johtuen useimmat osapuolet myös arkistoivat paperikopiot tietopyynnöistä.

Tietopyyntö on virallinen asiakirja, jolla ilmaistaan tarve saada lisätietoa. Useimmiten se välittää urakoitsijan kysymyksen suunnittelijalle ja tämän vastauksen siihen sekä tallettaa ao. tiedonvaihdon myöhempää käyttöä varten. Tietopyynnön kohteena on usein yksityiskohta, joka on epäselvä tai virheellinen alkuperäisissä suunnitteluasiakirjoissa. Kyseessä voi olla tiettyjen osien mitat, sijainti tai epäselvyys esim. työselityksessä. Tietopyyntöä ei käytetä silloin, kun toimenpiteitä ei tarvitse dokumentoida, esim. pyydettyä lisäkopiota piirustuksesta. Perinteisesti osapuolet ovat faksanneet tietopyynnöt toisilleen.

Tilaaaja, suunnitteluryhmä ja pääurakoitsija käyttivät sovellusta. Kyselyyn vastanneista kukaan ei ollut aiemmin käyttänyt Buzzsaw-sovellusta. Jotain muuta vastaavanlaista sovellusta oli aiemmin käyttänyt 57 %.

Hyötyjen mittausta suoritettiin samalla tavalla kuin hankkeissa 1–3. Kyselyyn saatiin yhteensä seitsemän vastausta: rakennuttajalta, suunnittelijoilta ja pääurakoitsijalta.

5.4.2 Yhteenveto todetuista hyödyistä hankkeessa 4

Toiminnalliset ja laadulliset hyödyt toteutuivat yleisarvosanalla 2,3 eli sovelluksen käyttö auttoi jossain määrin (taulukko 16). Korkeimmin saavutettuja hyötyjä olivat projektitiedon helpompi välittäminen projektiin myöhemmin liittyville osapuolille, parannus yksilöiden vastuullisuudessa ja projektia koskevan tiedon saaminen helpommin omaan käyttöön.

Työajan säästöt olivat yhteensä noin 365 h (46 8-tunnin päivää) ja liittyivät pääasiassa tietopyyntöjen faksaamiseen ja käsittelyyn. Tietopyynnön käsittelyprosessi oli keskimäärin noin 2 päivää perinteistä nopeampi ja aikaviiveitä eliminoitiin tietopyyntöjen läpimenoajoissa yhteensä noin 326 päivää.

Taulukko 16. Yhteenvedo sähköisen tiedonsiirron hyödyistä hankkeessa 4.

HYÖTYTYYPPI	MITTAUSTULOS
LAADULLISET JA TOIMINNALLISET HYÖDYT	Toteutuma 2,3 (asteikko -1–4; 4 = max) Lähin sanallinen kuvaus: Auttoi jonkin verran dokumenttien- ja projektinhallinnassa.
AIKA JA MUUT MÄÄRÄLLISESTI MITATTAVISSA OLEVAT HYÖDYT	Tietopyyntöjen käsittelyprosessi keskimäärin 40 % (2 päivää) lyhyempi Tiedonsiirron aikaviiveitä tietopyyntöihin liittyen noin 326 päivää vähemmän Työaikasäästöt yhteensä noin 365 tuntia (46 työpäivää), pääasiassa tietopyyntöjen käsittelyyn liittyen
KUSTANNUSHYÖDYT	Yhteensä noin 27 000 USD (noin 30 300 €), pääasiassa tietopyyntöjen faksaamiseen ja käsittelyyn liittyviä työvoimakustannussäästöjä

Kustannushyötyjä paperiympäristöön verrattuna mitattiin yhteensä noin 30 300 € (27 000 USD), mikä oli noin 20 kertaa sovelluksen käytön välittömät kustannukset ja 0,5 % projektin kokonaiskustannuksista. Välittömillä kustannuksilla tarkoitetaan tässä palveluntarjoajan veloitusta 1 200 USD (noin 1 345 €). Rahalliset hyödyt liittyivät kommunikointiin ja olivat pääasiassa tietopyyntöjen faksaamiseen ja käsittelyyn liittyviä työvoimakustannussäästöjä.

Kommunikointiin liittyen löytyi merkittävää säästöpotentiaalia, jota ei hyödynnetty. Saatavilla oli räätälöityjä pohjia sekä työmaapäiväkirja-tietojen että muutostyöpyyntöjen syöttämiseen ja arkistointiin, mutta niitä ei käytetty. Jos näitä olisi hyödynnetty, olisi saavutettu lisää kustannussäästöjä alentuneiden postituskulujen ja vähentyneen faksin käytön seurauksena. Lisäksi työvoimakustannuksissa olisi säästetty eliminoimalla työaika, joka henkilökunnalta kului asiakirjojen lähettämisen valmisteluun sekä varsinaiseen postitukseen tai faksaamiseen.

5.4.3 Laadulliset ja toiminnalliset hyödyt

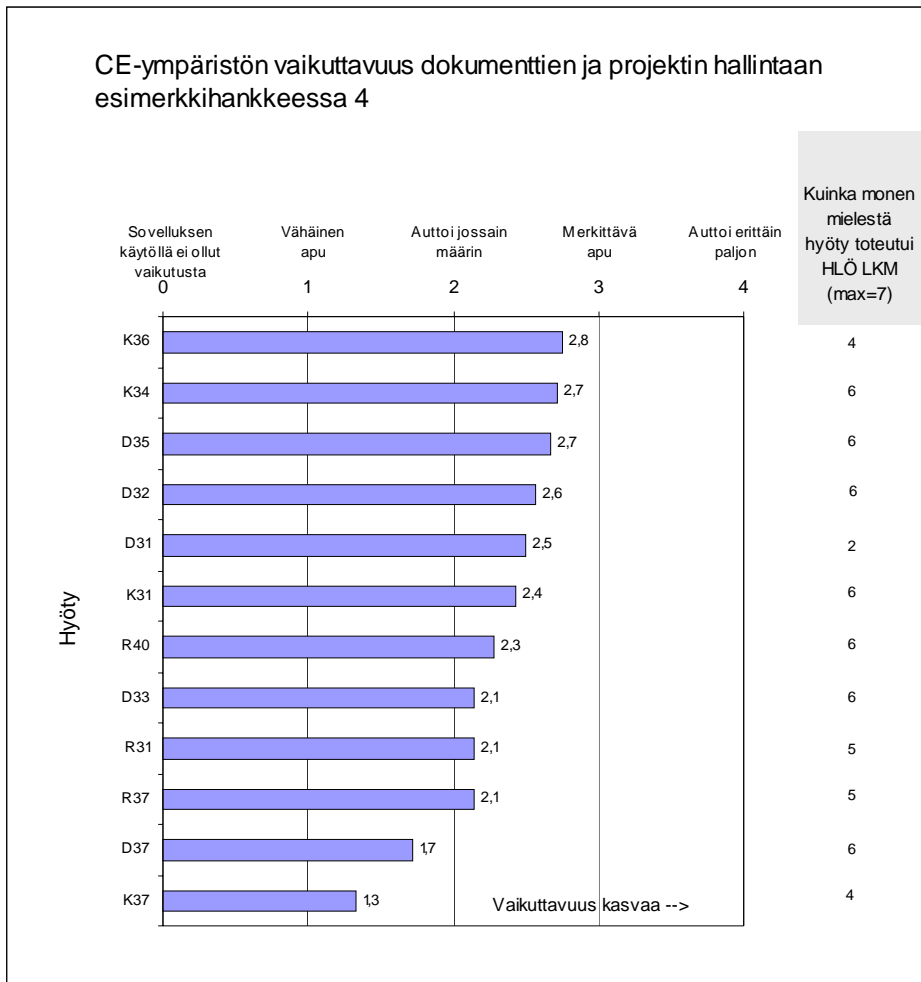
Yleisarvosana laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen toteutumiselle hankkeessa 4 oli **2,3**. Lähin sanallinen kuvaus tälle on: *Auttoi jossain määrin dokumenttien- ja projektinhallinnassa*. Yksittäisten toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen toteutuminen on esitetty kuvassa 21 ja selitykset hyötytunnuksille löytyvät liitteestä 1.

Parhaiten saavutettiin seuraavat laadulliset ja toiminnalliset hyödyt:

- Projektitiedon välittäminen oli merkittävästi helpompaa projektiin myöhemmin liittyville osapuolille (kuvassa 21 hyöty K36, mittaustulos 2,8).
- Merkittävä parannus yksilöiden vastuullisuudessa (hyöty K34, mittaustulos 2,7)
- Projektiin liittyvää tietoa sai merkittävästi helpommin omaan käyttöön (hyöty D35, mittaustulos 2,7).
- Asiakirjat ovat merkittävästi paremmassa järjestyksessä ja helpommin löydettävissä (hyöty D32, mittaustulos 2,6).
- Tuki merkittävästi etätyöskentelyä, kun tiedot saatavissa ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta (hyöty D31, tulos 2,5).

Parhaiten saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt liittyvät tiedon jakeluun ja saatavuuteen.

Vähiten mitatuista hyödyistä sovelluksen käyttö vaikutti keskustelujen laatuun (hyöty K37: parempilaatuiset keskustelut, mittaustulos 1,3). Sovelluksen käytön vaikutus keskustelujen tasoon esim. ajantasaisemman tiedon saatavuuden vuoksi oli siis vähäinen. Vastaajien mielestä sovelluksen käytöstä oli perinteisiin toimintatapoihin verrattuna kaikkien mitattujen tekijöiden kohdalla kuitenkin hyötyä tai he eivät hyödyntäneet sovellusta kyseiseen tarkoitukseen.



Kuva 21. CE-ympäristöllä saavutetut toiminnalliset ja laadulliset hyödyt hankkeessa 4. Tunnuksia vastaavat hyödyt on kuvattu liitteestä 1. Kyselylomake sisälsi myös vaihtoehdon -1 = Negatiivinen vaikutus: sovelluksen käyttö aiheutti ongelmia tai lisätyötä.

Kuvan 21 oikeassa reunassa näkyy myös niiden henkilöiden lukumäärä, jotka katsoivat saaneensa kyseisen hyödyn. Vastaajia oli yhteensä seitsemän. Yksittäiset hyödyt toteutuivat 2–6 vastaajan kohdalla. Merkittävän suuri osa hyödyistä koski tilaajaa jossain määrin. Toisaalta kolme viidestä korkeimmin vaikuttaneesta hyödystä koski yli 85 % vastaajista. Näitä eri osapuolien yhteisiä hyötyjä olivat parannus yksilöiden vastuullisuudessa (K34, mittaustulos 2,7), projektiin liittyvän tiedon helpompi saaminen omaan käyttöön (D35, mittaustulos 2,7) ja

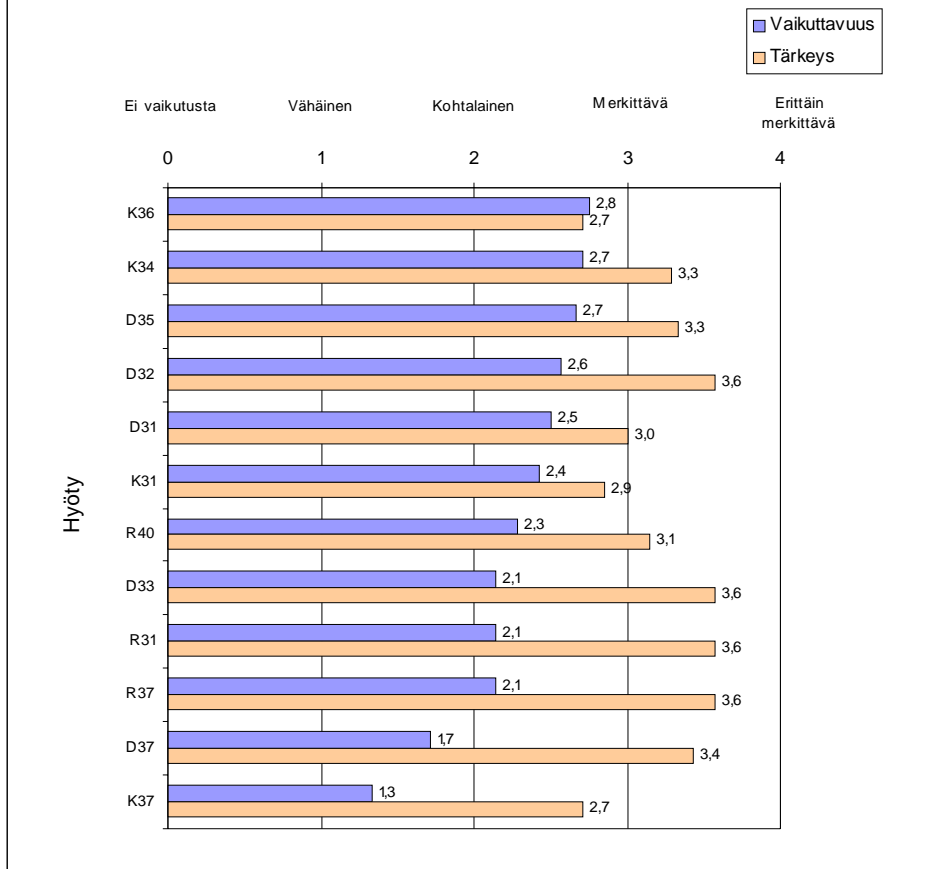
paremmin organisoitu arkisto josta dokumentit oli helpommin löydettävissä (D32, mittaustulos 2,6). Pääasiassa urakoitsijan hyöty oli, että projektitieto oli merkittävästi helpommin saatavissa ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta (D31, mittaustulos 2,5).

Mitattujen hyötyjen vaikuttavuutta ja tärkeyttä on verrattu kuvassa 22. Kaikki mitatut hyödyt arvioitiin tärkeiksi. Sovelluksen merkittävimpänä tukena voidaan pitää hyötyjä, jotka olivat tärkeitä ja myös vaikuttavuustulos oli korkea. Näin ollen merkittävintä tukea kuvaavat edellä esitetyt parhaiten saavutetut hyödyt, jotka löytyvät taulukosta 17 yhdessä tärkeyttä kuvaavan mittaustuloksen ja hyödyn saaneiden vastaajien lukumäärän kanssa.

Taulukko 17. Vaikuttavuustulokseltaan korkeat ja tärkeinä pidetyt toiminnalliset ja laadulliset hyödyt hankkeessa 4.

HYÖTY	VAIKUTTA- VUUS	TÄRKEYS	VASTAAJIEN LUKUMÄÄRÄ
K36 Projektiin myöhemmin liittyville osapuolille on helpompi antaa tietoa	2,8	2,7	4
K34 Parannus yksilöiden vastuullisuudessa	2,7	3,3	6
D35 Projektiin liittyvän tiedon haku omaan käyttöön on merkittävästi helpompaa	2,7	3,3	6
D32 Asiakirjat ovat paremmassa järjestyksessä ja helpommin löydettävissä yhdessä jäsenytyneessä kokoelmassa	2,6	3,6	6
D31 Projektitieto on merkittävästi helpommin saatavissa ajasta, paikasta ja käyttäjäorganisaatiosta riippumatta	2,5	3,0	2

Hyötyjen saavuttaminen verrattuna niiden tärkeyteen, hanke 4



Kuva 22. Hyötyjen saavuttaminen ja niiden tärkeys. Vaikuttavuustulosten rinnalle on lisätty samojen hyötyjen tärkeys (esimerkkihankkeessa 4 mitattujen laadullisten ja toiminnallisten hyötyjen tärkeys vastaajien mielestä keskimäärin).

Tärkeitä, mutta vaatimattomasti saavutettuja hyötyjä olivat puolestaan tietoisuuden paraneminen projektia koskevasta uudesta tiedosta (hyöty D33), projektia koskevan tiedon helpompi tallentaminen rakennusvaiheessa (hyöty R31) ja tuki työnohjaukselle ja työnkululle (hyöty R37).

5.4.4 Aika ja muut määrällisesti ilmaistavat hyödyt

Kommunikointi

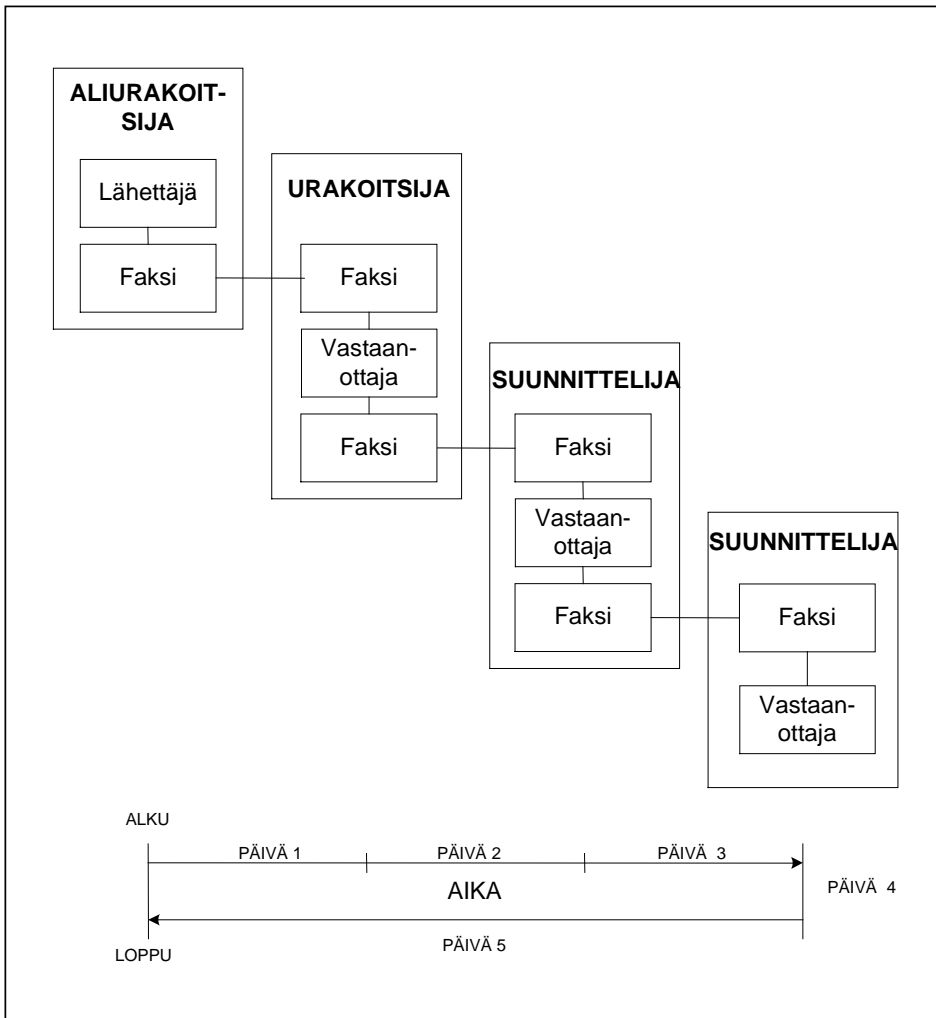
Kommunikointiin liittyviä aikahyötyjä olivat tietopyyntöjen käsittelyprosessiin kuluvan ajan lyhentymisen ja tiedon jakeluun ja hankintaan liittyvät työaika-säästöt. Tietopyynnön läpimenoaika, eli aika joka kuluu kysymyksen esittämisestä lopullisen vastauksen saamiseen, lyheni keskimäärin kahdella päivällä. Tämän seurauksena hankkeessa eliminoitiin kaiken kaikkiaan noin 326 päivää tiedonkulkuun liittyviä aikaviiveitä. Lisäksi työaika säästyi 344 tuntia (43 8 tunnin päivää) johtuen vähentyneestä tietopyyntöjen faksaus- ja käsittelytarpeesta ja 20 tuntia (2,5 8 tunnin päivää) johtuen vähentyneestä tarpeesta kysellä tietoja puhelimitse.

Urakoitsijan kohdalla tietopyyntöprosessiin liittyvien faksilähetysten määrä väheni huomattavasti. Muiden osapuolten kohdalla faksaus ei vähentynyt vaan luonnoksia ja muita tietopyyntöprosessiin liittyviä papereita faksattiin edelleen. Muiden kuin urakoitsijan kohdalla työaika saattoi tosin säästyä siksi, että heillä oli parempi tietoisuus tietopyyntöjen olemassaolosta ja näin myös parempi mahdollisuus ottaa meneillään olevien asioiden vaikutus huomioon omassa työssään.

Perinteisesti toimittaessa urakoitsija faksaa tietopyynnön toisille osapuolille peräkkäisenä hierarkkisena prosessina, jolloin vastuu tietopyynnön julkaisusta ja tunnetuksi tekemisestä on yksinomaan kysymyksen esittäjällä. Tietopyyntö ja vastaukset tulostetaan paperille ja faksataan muille osapuolille. Toisin sanoen asiakirjan laatija vastaa sen lähettämisestä vastaanottajille (kuva 23). Tavallisesti toimistoapulainen ottaa faksin vastaan ja toimittaa sen varsinaiselle vastaanottajalle. Tietopyynnön lopullinen vastaanottaja saa tietää asiakirjasta, kun se hänelle sopii tai kun hänen huomionsa kiinnitetään siihen esim. ylimääräisellä puhelinoitolla.

Perinteisessä käytännössä muut kuin tietopyynnön lähettäjä ja vastaanottaja eivät tiedä, että tietopyyntöprosessi on käynnistetty. Tietopyyntöä käsiteltäessä sen laatija ei tiedä tietopyynnön tilasta prosessissa. Prosessiin osallistuvilla henkilöillä ei ole mahdollisuutta ennakoida ongelmia tai suunnitella kuinka vastaisivat kyselyyn omalta osaltaan. Myös vastausta odottavan tietopyynnön laatijan voi

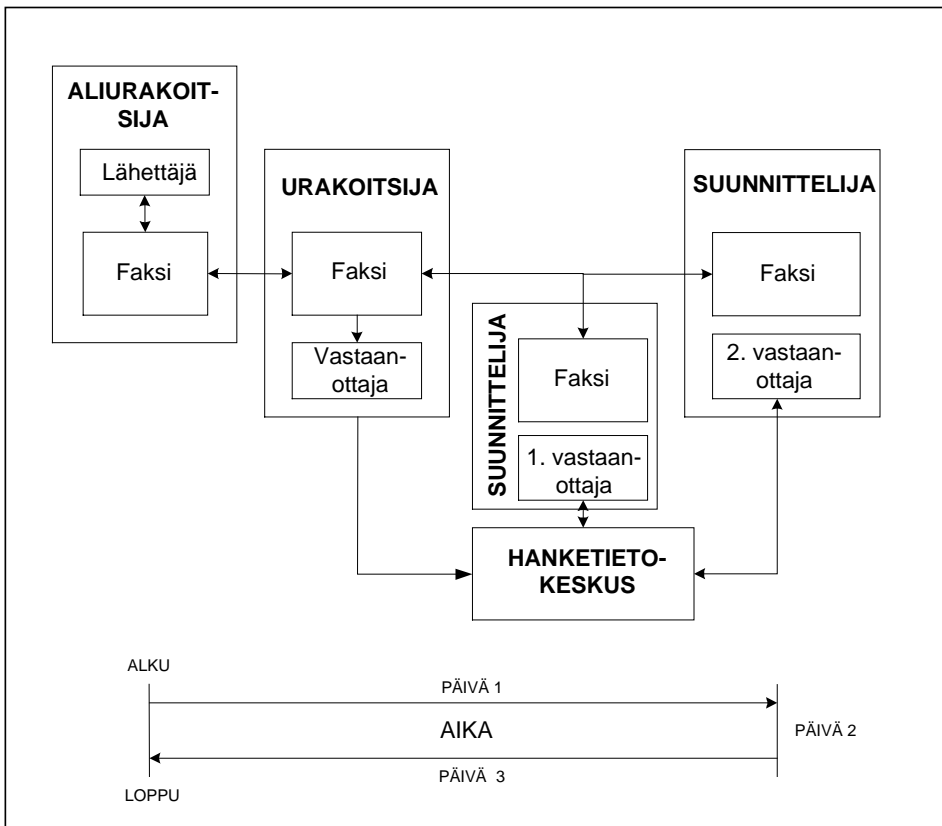
olla vaikea arvioida kuinka kauan joutuu toimimaan ongelmatilanteessa. Seurausena on tehotonta ajankäyttöä.



Kuva 23. Esimerkki perinteisestä peräkkäisestä, hierarkkisesta tietopyyntöprosessista.

Sovelluksen tietopyyntötoiminto muutti perinteistä tietopyyntöprosessia. Tietopyyntöihin vastaaminen säilyi peräkkäisluonteisena niin, että henkilön, jolle tietopyyntö oli osoitettu, täytyi vastata siihen ensin tai lähettää se oikealla vastaanottajalle, jos sai tietopyynnön vahingossa. Tiedonkulku ei kuitenkaan enää ollut hierarkkinen vaan tietopyynnöstä saivat kaikki osapuolet tiedon heti, kun se

syötettiin järjestelmään (kuva 24). Tietoisuus tietopyynnön käsittelyn etenemisestä säilyi koko prosessin ajan. Lisäksi osapuolilla, jotka yleensä vastasivat kysymyksiin, oli mahdollisuus ottaa enemmän vastuuta omasta tietoisuudestaan asiakirjan suhteen: sähköposti-ilmoitus lukemalla tai lukemalla sovelluksen tietopyyntölistalta ja tarpeen vaatiessa vastata esitettyyn kysymykseen välittömästi.



Kuva 24. Tietopyyntöprosessi sähköisen tiedonsiirron ympäristössä.

Jos joku haluaa esittää kysymyksen esimerkiksi rakennesuunnittelijalle, tietopyyntöä ei enää tarvitse faksata erikseen arkkitehdille, jotta tämä olisi tietoinen sen olemassaolosta. Kysymys voidaan esittää suoraan rakennesuunnittelijalle, ja tietopyynnön tultua järjestelmään arkkitehtikin saa tietää siitä. Näin ryhmän jäsenet voivat seurata tietopyyntöjä, jotka saattavat vaikuttaa heidän työhönsä, suunnitella kuinka vastaisivat niihin ja harkita tarkoin kuinka paljon aikaa tarvitsivat ongelman käsittelyyn vastausta odottaessaan.

Muita havaittuja hyötyjä ovat vähentynyt arkistointitilan tarve ja paperin vähentyminen. Näiden määrä ei kuitenkaan arvioitu. Neljä seitsemästä vastaajasta huomasi paperinkulutuksen vähentymisen: paperia käsiteltiin ja arkistoititiin arviolta 25 % vähemmän.

Joitain kertoja sovelluksen käyttäjiltä kului ylimääräistä aikaa tietopyyntöjen vastaanottamiseen, koska ne oli osoitettu väärälle henkilölle. Tietopyyntö täytyi lähettää uudelleen oikealle henkilölle tai, kuten erään suunnittelukonsultin tapauksessa, hänen täytyi lukea tietopyyntö sen henkilön sovellusliittymän kautta, jolle asiakirja oli erehdyksessä lähetetty. Tietopyyntöjä osoitetaan väärin myös perinteisessä prosessissa, jolloin ne täytyy toimittaa oikeaan kohteeseen. Aikaero, joka kuluu väärin osoitettujen tietopyyntöjen käsittelyyn perinteisellä menetelmällä verrattuna käsittelyyn projektinhallintasovelluksen avulla on vähäinen.

Hyödyntämätöntä aikasäästöpotentiaalia oli muutostyöpyyntöjen käsittelyssä. Muutostyöpyyntödokumentit käsiteltiin perinteisellä tavalla. Jos sovelluksen tarjoamia räätälöityjä pohjia olisi käytetty niiden julkaisemiseen ja arkistointiin, asiakirjojen käsittelyyn, postittamiseen ja faksaamiseen kuluva työaika olisi säästynyt.

Ajanhallinta

Ajanhallintaa varten oli toimintoja, jotka osoittivat tietopyyntövastaukseen liittyvän määrääjän ja oliko vastaus mahdollisesti myöhässä. Yksi seitsemästä kyselyyn vastanneesta ilmoitti käyttäneensä ominaisuutta, mutta hyötyä ei arvioitu kvantitatiivisesti. Mainittakoon kuitenkin, että toimintoa käytti hankkeen arkkitehti, eli luultavasti juuri se henkilö, jolle tietopyyntöjäkin eniten osoitettiin.

Mainitsemisen arvoinen hyöty, jota ei myöskään kvantitatiivisesti mitattu, oli 5/7 vastaajaan havaitsema rakennusaikataulun ylittymisriskin huomattava pienentyminen tietopyyntötoiminnon ansiosta. He pitivät tätä tärkeänä seikkana.

Markkinointi

Ajanhallinnan hyötyjen lisäksi kaksi markkinointiin liittyvää hyötyä, jotka oli luokiteltu kvantitatiivisiksi, mitattiin kuitenkin kvalitatiivisesti. Kuusi seitsemästä vastaajasta ilmoitti mielikuvansa sovelluksen käyttöönottaneesta urakoit-

sijasta parantuneen (hyöty M21: parempi yrityskuva) ja pitivät hyötyä tärkeänä. Lisäksi viisi seitsemästä vastaajasta sanoi tulevaisuudessa suhtautuvansa positiivisesti yrityksiin, jotka ottavat käyttöön tai käyttävät vastaavanlaisia sovelluksia kuin hankkeessa 4 käytettiin (hyöty M22: helpompi saada uusia töitä). Myös tätä hyötyä pidettiin tärkeänä.

5.4.5 Kustannushyödyt

Kommunikointi

Kommunikointiin liittyi tehokkaampaa ajankäyttöä, minkä seurauksena saatiin säästöjä työvoimakustannuksissa:

- noin 25 000 USD:n säästö vähentyneen tietopyyntöjen käsittelyn ja faksamisen seurauksena
- noin 2 000 USD:n säästö, koska oli vähemmän tarvetta pyytää tietoja puhelimitse.

Koko projektiryhmältä säästyi 25 viikon rakennusaikana työaika yhteensä noin 344 tuntia (43 8-tuntista työpäivää) tietopyyntöjen faksaukseen ja käsittelyyn liittyen. Vastaava kustannushyöty on noin 25 000 USD. Lisäksi työaika säästyi noin 20 tuntia (2,5 8-tuntista työpäivää), koska oli vähemmän tarvetta kysellä tietoja puhelimitse. Tästä seuraava kustannushyöty on noin 2 000 USD. Kustannussäästölaskelmissa käytettiin asiantuntijoiden keskimääräistä tuntiveloitusta. Todellisuudessa säästynyt aika ei todennäköisesti vähentänyt projektiin käytettyä aikaa vaan se vapautui käytettäväksi tarkoituksenmukaisemmin. Näin ollen kustannussäästöjä tulisi pitää osoituksena lisääntyneestä tehokkuudesta. Kustannussäästöarviot kattavat hyvin hankkeessa saavutetut hyödyt, sillä 88 % sovelluksen käyttäjistä vastasi kyselyyn.

Jos sovelluksen tarjoamia räätälöityjä pohjia olisi käytetty muutostyöpyyntöjen julkaisemiseen ja arkistointiin, olisi saavutettu lisää kustannussäästöjä vähentyneen asiakirjojen postittamisen ja faksamisen seurauksena.

5.4.6 Esiintyneitä ongelmia ja kehittämistarpeita

CE-ympäristön käytöstä saatiin merkittävää hyötyä. Sovelluksen käytössä havaittiin myös joitakin ongelma-alueita, joilla oli yhä parantamisen varaa.

Teknologia ja sovelluksen ominaisuudet

Keskeisimmät käytettyyn teknologiaan liittyvät ongelmat olivat seuraavat:

- tietopyyntöjen käsittely sovelluksen avulla oli epävarmaa
- järjestelmä ei ollut aina käytettävissä
- käyttäjien tietoliikennekapasiteetti rajallinen.

Rakennusvaiheen alussa oli tietopyyntöihin liittyviä ongelmia. Tietopyynnön laatijalle ei lähetetty huomautusta silloin, kun tietopyyntö ei ilmestynyt sivulle. Sen seurauksena henkilö laati uuden tietopyynnön, jolle automaattisesti annettiin uusi tunnistenumero. Näin tuotettiin useita kopioita samasta tietopyynnöstä eri tunnistenumeroilla. Lisäksi projektin alussa jotkut osapuolet eivät saaneet sähköposti-ilmoitusta, kun tietopyynnöt ilmestyivät järjestelmään.

Järjestelmässä ilmeni jonkin verran käyttökatkoja. Syynä olivat joko järjestelmän huoltokatkot tai toimimattomat käyttäjätunnukset. Myös sovelluksen ominaisuuksia koskevat muutokset aiheuttivat häiriötä projektin aikana. Näitä tilanteita ei sattunut kovin usein, mutta sattuaan ne olivat turhauttavia. Käytettävyyttä hankaloitti joidenkin osapuolien liian hitaat Internet-yhteydet. Internetiin pääsy oli hidasta työaikana myös verkon korkean käyttöasteen vuoksi.

Hyödyntäminen projektissa

Sovelluksen käyttö oli hankkeen osapuolille varsin uutta, mikä haittasi sovelluksen sujuvaa hyötykäyttöä projektissa. Sovellus olisi myös tarjonnut käyttäjille valmiita asiakirjapohjia, joita ei kuitenkaan hyödynnetty. Sovelluksen mahdollisuuksia esittelevä koulutusjakso olisi tukenut käyttöönottoa.

Jotkut osapuolet eivät käyttäneet sovellusta jatkuvasti, vaikka hyötyjen saavuttaminen edellyttäisi järjestelmän aktiivista käyttöä. Tietopyyntökäytännön toimintaa haittasivat järjestelmään syötetyt virheelliset tiedot. Kun esimerkiksi tietopyynnön vastaaja oli täytetty väärin, ratkaistiin ongelmaa siten, että oikea

vastaanottaja luki tietopyynnön sen henkilön käyttäjätunnuksilla, jolle se oli erehdyksessä lähetetty. Tällaista käytäntöä tulisi välttää, sillä se vaarantaa asiakirjan jäljitysketjun toimivuuden. Väärin osoitetut tietopyynnot tulisi johdonmukaisesti ohjata oikean osapuolen osoitteeseen järjestelmän sisältä käsin.

Lopuksi, sovellusta tulee johdonmukaisesti käyttää tarkoituksiin, joita varten se on otettu käyttöön. Esimerkiksi kaikki tietopyynnot olisi pitänyt julkaista ja jakaa järjestelmän kautta. Jos tietyt osa-alueet hallitaan sähköisesti ja loput perinteisellä tavalla, projektiin osallistuvat eivät tiedä mistä hakea tietoa.

6. PROJEKTIN JOHTAMINEN JA ORGANISOINTI



6. Projektin johtaminen ja organisointi

6.1 Yleistä

Projektin eri osapuolien välistä yhteistyötä voidaan tukea ja tiedonvaihtoa parantaa CE-ympäristön avulla. Luvussa 6.2 kuvataan rakennusprojektien yhteisiä vaatimuksia CE-ympäristöä kohtaan. Kuvatut vaatimukset ovat pääasiassa sovellusten käyttäjien esittämiä vaatimuksia tai hanke-analyyseissä esiin tulleista ongelmista johdettuja vaatimuksia. Lisäksi tutkimusprojektissa tehdyn ominaisuuskartoituksen yhteydessä tuli esiin joitain sellaisia käyttäjien tarpeita, joihin tarjolla olevien kaupallisten sovellusten ominaisuudet eivät vastaa. Käytettävän sovelluksen toiminnallisuuden ja ominaisuuksien ohella Internet-yhteydellä ja erityisesti sen tiedonsiirtonopeudella on merkittävä vaikutus sovelluksen käytettävyyteen.

Myös toimintatapoja kohtaan on vaatimuksia ja niitä on kehitettävä, jotta työryhmäsovellusten tarjoamat selvät hyödyt saadaan käyttöön. Luvussa 6.3 esitetyt toimintatapaohjeet perustuvat pääasiassa projektiin liittyvissä case-analyyseissä saatuihin kokemuksiin, mutta osittain myös kirjallisuustutkimuksiin. Monet tosiasiassa jo Rative-tutkimukseen /6/ liittyvissä piloteissa kirjatut toimintaperiaatteet osoittautuivat edelleen tarkoituksenmukaisiksi.

6.2 Usean osapuolen projektin vaatimukset CE-ympäristöä kohtaan

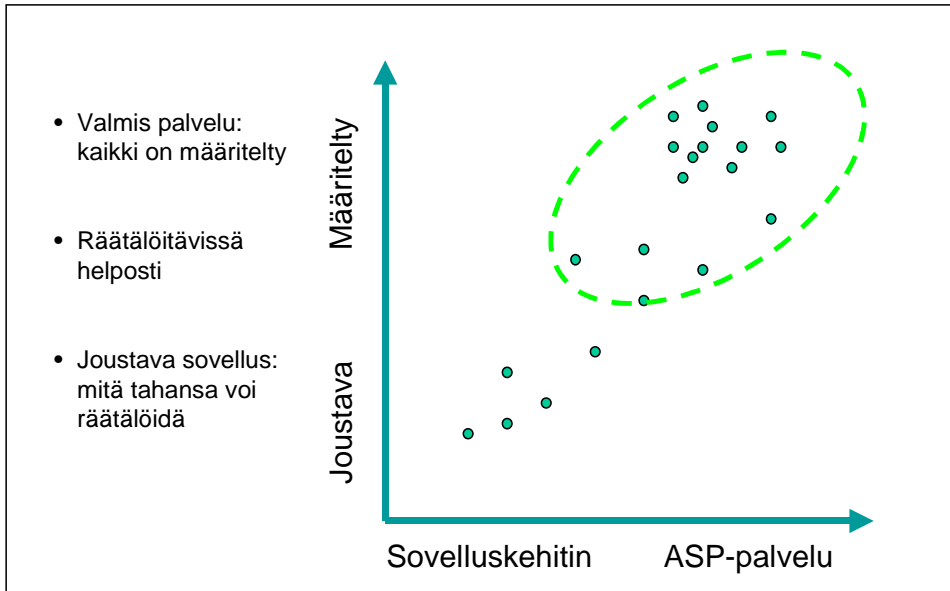
Tieto on oltava helposti tavoitettavissa: Projektin päätietolähteet tulee olla käytettävissä yhdestä paikasta ("single point of access"). Web-pohjaisuus, selain ja selaimen kanssa yhdessä toimivat lisäohjelmat (plug-in) ovat avainasemassa luotaessa liittymää projektitietoon. Kun piirustusten tilalle tulee tuotemallipohjaiset suunnitelmat ja asiakirjojen tilalle tietokantapohjaiset dokumentit (esim. XML-muotoiset pöytäkirjat) tulee tiedon hakemiseen ja hyödynnettävyyteen kokonaan uudenlaisia mahdollisuuksia; projektia koskevaa tietoa pystytään etsimään tehokkaasti tietosisällön perusteella ja siihen saadaan käyttäjistä ja tilanteesta riippuen tarpeenmukaisia näkymiä.

Järjestelmän toimintatakuu: Sovelluksen toiminta tulee olla varmistettu niin, että se toimii reaaliaikaisesti katkoitta myöskin vikatilanteissa ja huoltotöiden aikana esim. varapalvelimen avulla. Käyttäjät odottavat teknistä luotettavuutta sekä palvelun että tiedon säilymisen suhteen. Palvelun sulkemisesta johtuvat järjestelmän käyttökatkokset ovat reaaliaikaiseen työskentelyyn tottuneiden sovellusten käyttäjien mielestä turhauttavia.

Sovelluksen oltava riittävän helppokäyttöinen: Projektin alkaessa työryhmäsovellus on saatava nopeasti käyttöön. Käyttöönottokynnys on oltava matala, jotta projektin eri osapuolet saadaan mahdollisimman laajasti mukaan käyttäjäryhmään ja sovellusta todella hyödynnetään. Helppokäyttöisyys ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että ominaisuuksien määrä olisi niukka: Ajan kuluessa perusominaisuuksia käytetään yhä rutiininomaisemmin ja toiminnallisuutta voidaan lisätä vähitellen. Perusominaisuuksien kuten tietojen syöttäminen järjestelmään ja tiedon hakeminen omaan käyttöön pitää kuitenkin säilyä helppona. Projektin alkaessa sovelluksen toiminnot tulee olla valmiiksi määritelty, kun taas organisaation kannalta sovelluskehittimen on oltava joustava (vrt. muokattavuus).

Muokattavuus: Yrityksen näkökulmasta joustavuus merkitsee mahdollisuutta muokata sovellusta omiin tarpeisiin sopivaksi. Yritykset ovat mm. kehittäneet moniin tarkoituksiin perinteisiä lomakepohjia ja jotkut sovellukset tarjoavat mahdollisuuden luoda näitä omia tarpeita vastaavia dokumenttipohjia sähköisinä lomakkeina. Standardilomakkeita ei välttämättä haluta, koska halutaan säilyttää omat mahdollisesti pitkänkin kehittämisen tuloksena muovautuneet toimintatavat ja niihin liittyvät dokumentit, levittämättä niitä kilpailijoiden käyttöön.

Projektin näkökulmasta joustavuus ei ole yhtä tärkeä ominaisuus. Projektiin tarvitaan valmis, ominaisuuksiltaan täsmällisesti määritelty ratkaisu, joka on helposti käyttöön otettavissa ilman aikaa vievää konfigurointivaihetta. Monet dokumentit, jotka nyt tallennetaan tekstidokumentteina projektipalvelimelle, voitaisiin kuitenkin hyödyntää tehokkaammin jos työryhmäsovellus tarjoaa työkalut sähköisien lomakkeiden määrittelyyn (kuva 25).



Kuva 25. Joustavat ja määritellyt kaupalliset CE-ympäristöt. Ohjelmistokehittäjä pystyy tarjoamaan räätälöityjä ratkaisuja yrityksen tarpeiden mukaan. ASP-palvelussa toiminnallisuus on yleensä määritely täsmällisesti ja se on heti valmis käyttöönotettavaksi projekteissa. Joustava ASP-sovellus tarjoaa käyttäjille kuitenkin mahdollisuuden luoda perinteiset asiakirjat sähköisinä lomakkeina.

Projektihistorian luominen ja jäljitettävyyt: Projektitieto sekä tiedot palvelimella dokumentteihin kohdistuneista toimenpiteistä tulee tallentua järjestelmään niin, että käyttäjät pystyvät jälkeempään löytämään ja hakemaan esim. suunnitelmien aiempia versioita tai näkemään kuka ja milloin on tallentanut tietyn tiedon tai dokumentin järjestelmään. Tiedonvaihtoa koskeva arkistointi onnistuu jollain lailla yhden osapuolen ratkaisuna jo sähköpostiohjelman käytöllä, mutta keskitetty järjestelmä tarjoaa mahdollisuuden kaikkia osapuolia palvelemaan järjestyneeseen ja koko projektihistorian kattavaan ratkaisuun.

Ilmoitustoiminnot palvelimelle tehdyistä päivityksistä oltava tarkoituksenmukaisia: Käyttäjryhmän on saatava tieto heitä koskevista projektitiedon päivityksistä. Järjestelmään on pystyttävä tallentamaan tietoa kuitenkin niin, että käyttäjryhmä ei saa tarpeettomia päivitysilmoituksia. Vaatimus täyttyy pääosin, kun

- Kaikista yhdellä kerralla päivitettävistä tiedoista lähtee vain yksi ilmoitus.

- Ilmoituksia ei synny automaattisesti koko projektin käyttäjryhmälle vaan käyttöoikeuksien perusteella niille, joilla on oikeus kyseisen dokumentin lukemiseen.
- Päivityksiä on pystyttävä tekemään kokonaan ilmankin sähköposti-ilmoitusta, jolloin järjestelmään kytkeytynyt käyttäjä kuitenkin näkee uuden tiedoston esim. lipulla merkittynä. Tästä seuraa, että kaikki joillekin muille hyödyllinen tai arkistointiarvoinen tieto kannattaa tallentaa järjestelmään. Vastakkaisessa tilanteessa tietoa ei tallenneta tietäen, että muut osapuolet saavat suuren määrän sähköpostiviestejä tiedoista, jotka ovat tärkeitä sillä hetkellä vain harvoille projektiin osallistuville.

Projektia koskevien uutisten ja tiedotteiden välittäminen projektiin osallistuville: Nk. ilmoitustaulu palvelee projektiasioiden tiedottamisessa, jos uusi uutinen välittyy automaattisena tiedotteena (sähköpostiviestiviestinä) kaikille projektin jäsenille. Uutiset arkistoituvat keskitettyyn paikkaan, mutta käyttäjiltä edellytetään aiempaa vähemmän aktiivisuutta pysyäksen ajan tasalla.

Suuren tiedostonipun tallentaminen tai useiden tiedostojen päivitys sekä useiden tiedostojen kopiointi palvelimelta omaan järjestelmään: Uusien tiedostojen tallennus tai olemassa olevien päivitys pitää pystyä tekemään nippuna. Toiminnon kohdistuessa yksittäisiin tiedostoihin suunnitelmatiedostojen tallennus (esim. tarjoussarja) sitoo tallentajan usein liian pitkäksi aikaa tähän tehtävään. Samanlainen tarve on haettaessa samanaikaisesti useita tiedostoja palvelimelta omaan järjestelmään; tiedostoja pitäisi pystyä hakemaan nippuna.

Uusien osapuolien liittäminen projektiin oltava helppoa: Käyttöoikeuksien hallinta tulisi olla projektioorganisaatiossa esim. projektipäälliköllä niin, että hän pystyy antamaan asianmukaiset käyttöoikeudet projektiin myöhemmin liittyville osapuolille.

Käyttäjän elektroninen tunnistus: Tarvittaisiin uusi laiteriippumaton käyttäjän elektroninen tunnistus, joka toimisi kaikissa Internetiin kytketyissä laitteissa. Tarjolla on jo useita vaihtoehtoisia elektronisen tunnistuksen teknologioita, joita hyödynnetään sisäänkirjoittautumisessa ja sähköisessä allekirjoituksessa. Näiden merkittävin heikkous on päätelaitteista riippuvien erityislaitteiden ja ohjelmien tarve. Nämä erikoisvaatimukset vähentävät nykyisten elektronisten tunnistustek-

niikoiden käytettävyyttä. Useiden projektikohtaisien käyttäjätunnuksien korvaaminen käyttäjän tunnistuksella selkiyttäisi ja yksinkertaistaisi sisäänkirjoitautumisia usean osapuolen CE-ympäristössä, missä kullakin hankkeen osapuolella on yleensä useita samanaikaisia projekteja meneillään.

Virusten torjunta: Virusten aiheuttamat vahingot järjestelmälle ja projektitiedolle tulisi torjua niin, että sovellus suorittaa virusten skannauksen tiedostoille ennen kuin sallii niiden tallennuksen yhteiselle palvelimelle. Lisäksi virusten saastuttamat tiedostot pitäisi tässä vaiheessa hylätä jos niiden puhdistaminen ei ole mahdollista ja ilmoittaa tallentajalle, onnistuiko tiedoston tallentaminen järjestelmään vai ei.

Hinnoittelu: Kaupallisen työryhmäsovelluksen käyttöoikeuden hinnoittelu ei saa asettaa esteitä sen käyttöönnotolle. Hinnoittelu tulisi olla houkutteleva kaikille projektiin osallistuville. Jos osa hankkeeseen osallistuvista yrityksistä jää pois hyötyihin nähden epäsuhtaisen hinnoittelun vuoksi, saavutettavat hyödyt jäävät alhaisemmiksi mukana olevienkin osapuolien kohdalla.

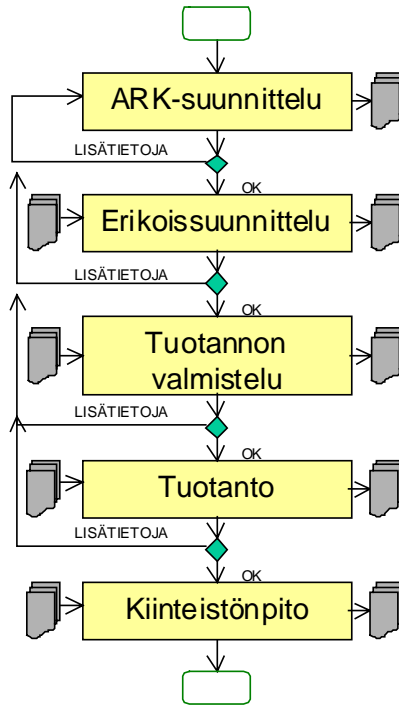
6.3 Toimintatavat

Kehittynyt CE-ympäristö tekee mahdolliseksi tietovirtojen radikaalin uudistamisen usean osapuolen projektissa. Uudistaminen ei onnistu tuomalla perinteisen kommunikoinnin rinnalle uusi kommunikointiväline vaan myös projektin kommunikointiin liittyvät toimintatavat pitää uudistaa.

6.3.1 Tietovirtojen uudistaminen

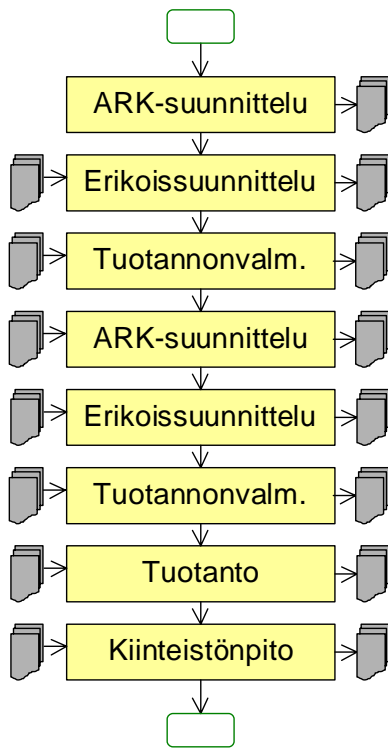
Rakennushankkeen yleinen tiedon valtavirta voidaan pelkistetysti kuvata seuraavasti. Tietovirta alkaa arkkitehtisuunnittelusta, mistä se kulkee erikoissuunnitteluun, erikoissuunnittelusta tuotannon valmisteluun, sieltä tuotantoon ja tuotannosta rakennuksen valmistuttua kiinteistön pitoon. Tarkemmin tarkasteltuna tämä tiedon valtavirta koostuu lukuisista pienistä tietovirroista. Tietovirta kulkee usean osapuolen kautta, joista tiedon tuottajaa voidaan pitää prosessin sisäisenä toimittajana ja tiedon vastaanottajaa prosessin sisäisenä asiakkaana. Sisäinen

asiakas voi pyytää lisätietoja tarkistettuaan saamansa uuden tiedon tai havaitessaan myöhemmin uusia tiedontarpeita (kuva 26).



Kuva 26. Projektin teoreettinen tietovirta. Esimerkkinä rakennushankkeen yleinen tietovirta.

Teoreettisen tietovirran kuvauksessa voidaan käyttää ehdollista paluuta aiempaan, toisen osapuolen suorittamaan tehtävään, jolloin tietovirtaan muodostuu ns. silmukka. Esimerkiksi tietokoneohjelmat voivat suorittaa tällaisen silmukan useita kertoja sekunnin murto-osassa ennen siirtymistään seuraavaan tehtävään. Projektin tietovirrassa ei kuitenkaan voida palata aikaisempaan ajankohtaan – esimerkiksi edelliselle viikolle – suorittamaan jotakin tehtävää uudelleen. Tämän vuoksi todellinen tietovirta ei voi sisältää silmukoita ja iterointikierroksia ilman että aika kuluu eteenpäin, esimerkiksi seuraavaan päivään tai seuraavaan viikkoon. Projektin todellinen tietovirta muodostuukin toinen toistaan seuraavista tehtävistä, jotka mahdollisen silmukan kohdalla toistuvat peräkkäin useita kertoja (kuva 27).



Kuva 27. Todellinen tietovirta. Esimerkinä rakennushanke, jonka tuotannonvalmisteluvaiheessa on ilmennyt arkkitehtisuunnitelmaa koskeva lisätiedon tarve.

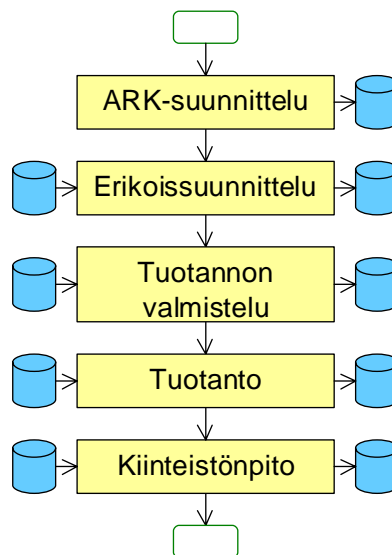
Kehittyneen CE-ympäristön avulla voidaan projektin todellinen tietovirta uudistaa radikaalisti. Sen tekee mahdolliseksi keskitetty tietovarasto, jonne projektin osapuolilla on yhteys ilman kommunikoinnin aiheuttamia pitkiä viiveitä. CE-ympäristön avulla uudistetussa tietovirrassa lisätietotarpeet pystytään täyttämään usealla eri tavalla riippuen siitä, millainen lisätiedon tarve kulloinkin on.

Lisätiedon tarpeet voivat esimerkiksi olla seuraavanlaisia:

- Prosessin sisäinen asiakas ei tiedä käytettävissään olevasta asiakirjasta, onko se lopullinen, vai onko hänelle toimitetusta asiakirjasta mahdollisesti vielä olemassa jokin muu uudempi versio.
- Prosessin sisäinen asiakas havaitsee tarvitsevansa lisätietoja, esimerkiksi tarkennuksia, toimittajan tuottamaan tietoon.
- Prosessin sisäinen asiakas havaitsee käytettävissään olevassa informaatioissa ristiriidan tai virheen.

Vanha todellinen prosessi lisätiedon tuottamiseksi on esimerkiksi seuraava. Prosessin sisäinen asiakas tilaa toimittajalta lisätiedon heti kun onnistuu tämän tavoittamaan puhelimen avulla tai seuraavassa kokouksessa. Sisäinen toimittaja lähettää lisätiedon lähettipalvelun tai sähköpostin avulla kopiolaitokseen, joka sitten toimittaa lisätiedon aikanaan sisäiselle asiakkaalle. Joissakin tapauksissa prosessin sisäinen toimittaja ei ehdi paneutua tietopyyntöön ja lähettää asiakkaalle varmuuden vuoksi jo aiemmin toimittamansa puutteellisen tiedon uudelleen.

Modernin CE-ympäristön avulla uudistettu prosessi lisätiedon tuottamiseksi on esimerkiksi seuraava. Prosessin sisäinen asiakas tarkistaa yhteisen tietovaraston metadataa käyttäen, mikä on viimeisin muutos käsillä olevaan asiakirjaan ja mitä muita asiaa kuvaavia asiakirjoja on olemassa, sekä imuroi tarvitsemansa lisätiedon ilman viiveitä käyttöönsä. Mikäli asiakas havaitsee tarpeen tuottaa uutta tietoa, hän ilmoittaa siitä tiedon toimittajalle sähköpostilla tai tietopyyntötoiminnon (engl. RFI) avulla (kuva 28).



Kuva 28. Modernin CE-ympäristön avulla radikaalisti uudistettu tietovirta. Esi-merkkinä rakennushankkeen yleinen tietovirta.

6.3.2 Uudet toimintatavat

Seuraavassa on listattu toimintatavat, joita toteuttamalla saadaan usean osapuolen projektin CE-ympäristöstä mahdollisimman suuri hyöty. Hyödyntämisessä on kolme pääperiaatetta, joita seuraavat toimintatavat määrittelevät tarkemmin:

1. CE-ympäristö käyttöön mahdollisimman laajasti
2. Yhteiset pelisäännöt joita myös noudatettava
3. Hallittu käyttöönotto ja käyttöön liittyvä tuki.

Työryhmäratkaisun hyödyntämiselle on asetettava tavoite: Tavoitteen asettaminen tarkoittaa, että määritellään, mikä tieto ja mitkä dokumentit jaetaan, arkistoidaan tai hallitaan järjestelmän avulla. Tavoite vaikuttaa luonnollisesti toteutumaan eli saavutettuihin hyötyihin. Jos ei ole mitään tavoitetta siinä, minkä dokumenttien jakelu tapahtuu ainoastaan sähköisesti keskitetyn järjestelmän avulla, voivat menettelytavat hajaantua helposti useisiin rinnakkaisiin tapoihin.

Ei rinnakkaista tiedonjakelua: Sähköiseen tiedonsiirtoon perustuvan työryhmäratkaisun tulee projektissa sovittujen pelisääntöjen mukaan olla ainoa tiedonvälitystapa. Tämän tutkimuksen hankekohtaiset analyysit osoittivat, että saatavissa olevia hyötyjä, kuten työajan säästöjä, jää rinnakkaisia järjestelmiä käytettäessä saavuttamatta. Rinnakkaisista jakelutavoista voi myös seurata tilanteita, jolloin ei olekaan selvää, mistä tiettyä tietoa pitäisi etsiä. Lisäksi Rative-pilottihankkeissa /6/ saatujen kokemusten kuten myös tutkimuksen /12/ mukaan sähköinen tiedonsiirto perinteisten tapojen ohella ei ole tarkoituksenmukaista, koska päällekkäinen työ synnyttää vastustusta projektiin osallistuvien keskuudessa.

Tiedonkulku mahdollisimman kattavasti ja aikaisessa vaiheessa hanketta keskitetyn järjestelmän kautta: Mitä aikaisemmassa vaiheessa tiedon jakelu ja arkistointi tapahtuu hanketietokeskuksen avulla, sitä paremmin projektia koskevat tiedot saadaan talteen. Potentiaalia olisi myös sovelluksen kattavammassa hyödyntämisessä; esimerkiksi varauspiirustusten kierrätyksessä voitaisiin välttää kaikki turhat aikaviiveet.

Kaikki osapuolet mukaan, myös aliurakoitsijat: Jotta tiedonjakelu olisi tiedon lähettäjälle mahdollisimman helppoa ja tehokasta, tulisi jakelu kaikille asian-

osaisille tapahtua yhdellä järjestelmään tehtävällä tallennuksella. Aliurakoitsijat ovat tyypillisesti jääneet sovelluksen käyttäjäjoukon ulkopuolelle. Kun kaikki osapuolet saadaan mukaan, pystytään hyödyntämään tehokkaammin saatavissa olevat työaikasäästöt ja kustannussäästöpotentiaali. Aliurakoitsijoiden ja muiden projektiin myöhemmin liittyvien osapuolien näkökulmasta suurin hyöty lienee siinä, että he saavat käyttöönsä mahdollisimman kattavasti ja samanlaisena kaiken projektissa aiemmin välitetyn informaation.

Käyttäjät perehdytetään sovelluksen käyttöön projektin alkaessa: Uuden sovelluksen käyttöönottokynnys voi olla korkea niille, joilla ei ole aiempaa kokemusta käyttöönotettavasta tai vastaavanlaisesta sovelluksesta. Tottumattomat tietokoneen käyttäjät voivat jopa vierastaa koko sovellusta. Noin päivän mittainen perehdyttämispäivä lienee riittävä sovelluksen esittelylle ja käytön opettelulle niin, että käyttäjillä on valmius ottaa ainakin projektissa tarvittavat sovelluksen perusominaisuudet käyttöön. Jos sovellus on käyttäjäryhmälle ennestään tuttu ja sovelluksen käyttökoulutus tarpeeton, tarvitaan kuitenkin edelleen jonkinlainen aloituskokous, jossa sovitaan sovelluksen käytöstä kyseisessä hankkeessa.

Aloituskokous ja pelisäännöt (IT-ohje): Aloituskokouksessa sovitaan sähköiseen tiedonsiirtoon ja sovelluksen käyttöön liittyvistä yhteisistä tavoitteista ja pelisäännöistä, esim. mitkä tiedot jaetaan vain sovelluksen avulla, käytettävät ohjelmistot, tiedostojen tallennusmuodot, nimeäminen, eri osapuolien velvollisuudet ja käyttöoikeudet jne. /6/.

Sovittuja toimintatapoja pitää noudattaa: Sovittu ja viimeisin tieto on löydettävä palvelimelta. Keskitetyssä tietovarastossa ylläpidettäviä dokumentteja tai tietoa ei saa jakaa "järjestelmän ohi" esim. sähköpostilla eikä sallia vastoin sopimuksia tapahtuvaa vapaamuotoista kommunikointia. Kun uusi tieto ja päivitykset talletetaan yhteiseen tietovarastoon, on se tämän jälkeen kaikkien osapuolien käytettävissä: Jos yksi osapuoli on pyytänyt esim. soittamalla päivitettyä tietoa, ei samaa tietoa tarvitse lähettää esim. seuraavana päivänä seuraavalle sitä pyytävälle eikä samoista dokumenteista ole eri versioita jaossa.

"On-line-tuki": Aikanaan Rative-projektissa /6/ tarjottiin pilottihankkeisiin projektipankin käyttöönottotukea sisältäen "on-line-tuen". Ongelmatilanteissa käyttäjäryhmällä oli mahdollisuus soittamalla pyytää apua kiireisiin ongelmiin

kuten vaikeuksiin sisäänkirjoittautua järjestelmään. Näistä piloteista on kulunut useita vuosia ja työryhmäratkaisut kehittyneet, mutta edelleen hanke-analyyseissä ilmeni samankaltainen tarve; sovelluksen laajaa ja säännöllistä käyttöä haittasi nimettyjen asiantuntevien käyttäjien puute. Tehtävään nimettyillä henkilöillä olisi pitänyt olla vankka peruskokemus tietotekniikasta ja tietoa käytettävästä sovelluksesta, jotta he olisivat voineet toimia organisaatioissaan asiantuntijoina. Nimettyjen asiantuntijoiden olemassaolo olisi antanut lisävarmuutta niille työntekijöille, joiden kokemus tietotekniikasta oli rajoittuneempi, koska heillä olisi ollut käytettävissään tukihenkilö vastaamassa heidän kysymyksiinsä.

Tieto oltava sähköisessä muodossa: Perusedellytys projektia koskevan tiedon mahdollisimman kattavalle keskitetylle jakelulle ja arkistoinnille on, että kaikki projektille oleellinen tieto kuten suunnitelmat, selostukset, muistiot, aikataulut ym. ovat olemassa sähköisessä muodossa. Tähän tähdätään myös esim. sellaisilla uusilla sovellusominaisuuksilla kuin off-line-viestinnän dokumentointi (määritelty ominaisuuksia käsittelevässä luvussa), mutta käytännössä esiintyy vielä tilanteita, joissa kaikkia periteisiä pöytäkirjaliitteitäkään ei ole tehty suoraan sähköiseen muotoon.

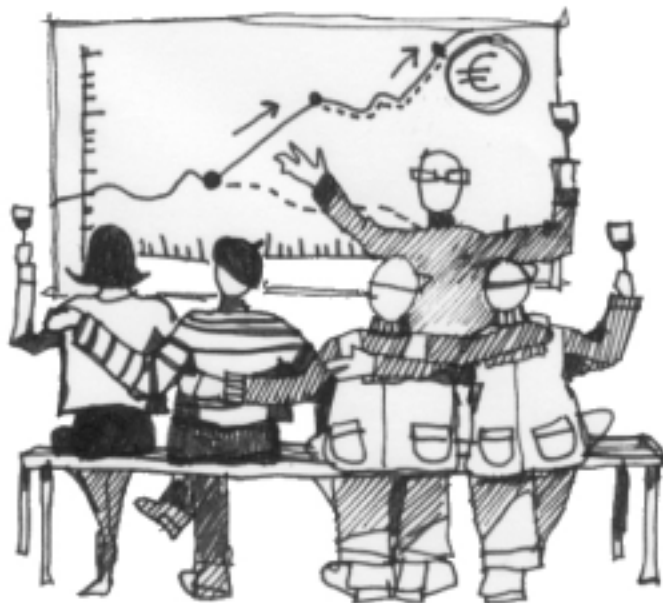
Määritettävä tiedon sähköinen muoto kiinteistönpittoa varten: Aiemmin on pidetty tärkeänä sopia käytettävistä ohjelmista ja tallennusmuodoista ensisijaisesti, jotta suunnittelu- ja rakennusvaiheessa mukana olevat osapuolet ovat kyenneet avaamaan ja hyödyntämään sähköisessä muodossa olevaa yhteistä tietoa. Näin tulee edelleen toimia, mutta vaatimuksia formaatille asettaa myös tiedon käytettävyys kiinteistönpidossa projektin päätyttyä. Kiinteistönpidon näkökulma onkin aiempaa tärkeämpi johtuen mm. katseluominaisuuksien (file viewing) yleistymisestä tarjolla olevissa työryhmäsovelluksissa, mutta erityisesti pyrkimyksestä tehokkaammin hyödyntää rakennusaikana kerättyä tietoa kiinteistönpitovaiheessa.

Selityskenttää tulee käyttää tallennettaessa uutta tietoa palvelimelle: Tiedon vastaanottajan kannalta on yleensä erityisesti suunnitelmien kyseessä ollessa tärkeää yksiselitteisesti ja nopeasti selvittää, mitä muutoksia siihen on tullut. Tästä syystä tallennushetkellä tulee käyttää selityskenttää, jos sovellus tällaisen mahdollisuuden tarjoaa.

Vastuut ja oikeudet: Hankkeen eri osapuolet saavat jaetun tietovaraston avulla mahdollisuuden päästä kattavampaan projektitietoon. Toisaalta yksilöt joutuvat nyt itse hakemaan muiden tuottamaa tietoa omaan käyttöönsä uuden välineen avulla sen sijaan, että voisivat vain odottaa jonkun muun lähettävän heille esim. kaikki mahdollisesti tarvittavat piirustukset. Projektiin osallistuvien tietoisuutta uuteen tilanteeseen liittyvistä oikeuksista ja vastuista tulisi kohottaa, jotta he tuntevat roolinsa ja tietävät miten tulisi toimia.

Loppukäyttäjille laajemmin mahdollisuus seurata suunnittelun ja rakentamisen edistymistä: Nykyistä useammin tulisi harkita loppukäyttäjien mahdollisuutta päästä seuraamaan suunnittelun ja rakentamisen edistymistä hanketietokeskuksen avulla. Teknisesti tämä on jo mahdollista, kun monipuolinen käyttöoikeuksien hallinta mahdollistaa oikeuksien rajaamisen palvelimella henkilöillä tarkoituksenmukaisiksi. Monissa tapauksissa on lopputuloksen kannalta hyvä, jos loppukäyttäjät pääsevät tarkastelemaan suunnitelmia ja antamaan palautetta ja näin vaikuttamaan suunnitteluratkaisuihin. Suunnittelijalle tämä voi kuitenkin merkitä lisätyötä, esim. jos tarvitaan eri tiedostomuotoihin tallettamisia ja toimittamisia eteenpäin.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET



7. Johtopäätökset

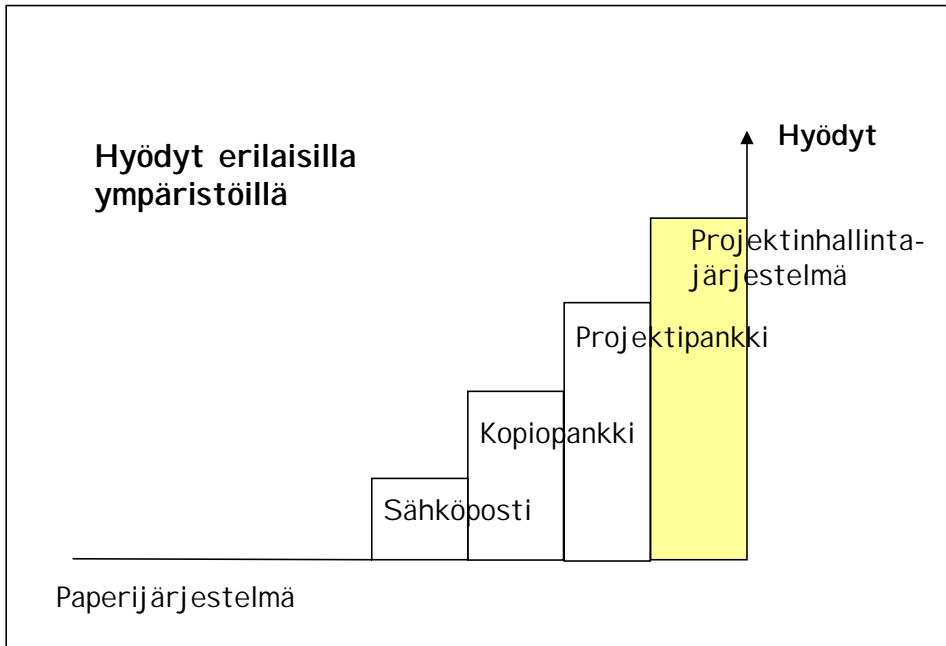
Tutkimuksen keskeinen johtopäätös on, että soveltamalla sähköistä tiedonsiirtoa ja modernia projektitietojärjestelmää usean osapuolen projektissa voidaan saavuttaa merkittäviä laadullisia ja toiminnallisia etuja. Projektitietojärjestelmä mahdollistaa perinteisen informaatiovirran muuttamisen radikaalisti paremmaksi suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa. Parannettu informaatiovirta yksinkertaistaa päivittäisiä rutiineja ja parantaa osapuolien työskentelyä yhtenä tiiminä.

Toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen lisäksi saavutetaan ajassa ja rahassa mitattavia hyötyjä kaikille hankkeen osapuolille. Koko projektia ajatellen merkittävin osoitettu aikahyöty on mahdollisuus tiiviimpään hankkeen läpivientiin. Tiiviimpää aikataulua tukee mm. perinteisen paperiympäristön tiedonjakeluun liitettävissä olevien aikaviiveiden eliminointi ja tehokkaampi ajankäyttö. Jakeluviiveiden eliminoinnilla päästään nopeampaan suunnittelutiedon jakeluun. Henkilötasolla puolestaan merkittävimpiä ovat työaikasäästöt ja lisääntynyt työtehtävien järjestelymahdollisuus. Työaikasäästöjä seuraa mm. siitä, että tietojen pyytäminen puhelimitse muilta osapuolilta on vähäisempää, matkustamistarve vähenee ja rakennusvaiheessa tallennettavan tiedon syöttäminen on nopeampaa.

Suorat kustannushyödyt projektitietojärjestelmien käyttämisestä olivat tutkimuksissa eurooppalaisissa rakennushankkeissa noin kaksinkertaiset verrattuna käyttökuluihin. Epäsuorat kustannussäästöt ovat moninkertaisia suoriin kustannussäästöihin verrattuna. Niiden mittaaminen on kuitenkin käytännössä vaikeaa. Analysoidussa yhdysvaltalaisessa rakennushankkeessa kustannushyödyt olivat jopa 20-kertaiset käyttökuluihin verrattuna.

Sähköisen tiedonsiirron ympäristöjen käyttöönottoon rakennushankkeissa on vaikuttanut myönteisesti kehittyneiden, dynaamisiin www-sivuihin perustuvien sovellusten tulo markkinoille. Valmiiden palveluiden ominaisuudet ovat usein keskenään samankaltaisia ja ne on kehitetty lähinnä parantamaan usean osapuolen projektin dokumenttien hallintaa. Tarjolla on myös monia pitkälle kehitettyjä palveluja, jotka sisältävät erilaisia työnohjaussovelluksia projektin hallinnan tueksi. Pohjoismaisissa ja yhdysvaltalaisissa palveluissa voidaan havaita joitakin kulttuurieroja. Pohjois-Euroopassa korostuu projektin kommunikoinnin parantaminen ja Yhdysvalloissa kommunikoinnin dokumentointi eri osapuolien kesken.

Tutkimuksessa mitattuja hyötyjä voidaan saavuttaa ominaisuuksiltaan hyvin erilaisilla sähköisen tiedonsiirron ympäristöillä. Tutkimuksessa havaittiin, että suurimmat hyödyt saavutetaan kehittyneimmillä järjestelmillä (kuva 29).



Kuva 29. Tiedonsiirron ympäristön kehittyneisyyden vaikutus saavutettavissa oleviin hyötyihin.

Hyödyntämätöntä potentiaalia ilmeni analysoiduissa rakennushankkeissa pääasiassa siksi, että sähköisen tiedonsiirron ympäristöä käytettiin rinnakkain perinteisen paperijärjestelmän kanssa tai että kaikki osapuolet eivät kuuluneet sovellusten käyttäjiin. Tulevaisuudessa suoraa kustannushyötypotentiaalia on erityisesti tarjouspyyntöasiakirjojen keskitetyssä sähköisessä jakelussa. Langattoman teknologian kehittyminen voi tuoda mielenkiintoisia uusia hyötyjä.

Kehittynyt CE-ympäristö mahdollistaa tietovirtojen radikaalin uudistamisen usean osapuolen projektissa. Uudistaminen ei onnistu tuomalla perinteisen kommunikoinnin rinnalle uusi kommunikointiväline vaan myös projektin kommunikointiin liittyvät toimintatavat pitää uudistaa. Jotta saatavissa olevat hyödyt saavutettaisiin mahdollisimman hyvin, on uusilla toimintatavoilla pyrittävä täyttämään seuraavat kolme hyödyntämisen oleellista pääperiaatetta: 1) CE-

ympäristö käyttöön mahdollisimman laajasti 2) yhteiset pelisäännöt joita myös noudatettava 3) hallittu käyttöönotto ja käyttöön liittyvä tuki.

Sähköisestä tiedon siirrosta ollaan siirtymässä sähköisen tiedon hyödyntämiseen. Suunnittelijoiden välillä liikkuvaa tietoa on pyritty myös hyödyntämään sähköisessä muodossa jo pidemmän aikaa. Rakentamisvaiheessa sähköisiä dokumentteja on hyödynnetty tähän asti pääasiassa vain nopeampaan ja halvempaan tiedonsiirtoon. Esimerkkinä mainittakoon kuitenkin suunnitelmatiedon monipuolistunut käyttö työmaalla tarpeen mukaan valittuja A3-tulosteita hyödyntämällä. Tulevaisuudessa yleistyneä muunkinlainen hyödyntäminen. Esim. tarjouspyyntöasiakirjat toimitetaan sähköisesti tarjoajille, minkä jälkeen halukkaat tarjoajat laskevat määrät sähköisistä suunnitelmista hyödyntäen CAD-sovelluksen pinta-alan laskentaominaisuutta. Tuotemallien käyttöönoton myötä määrät saadaan tätäkin helpommin ja tarkemmin.

Lähdeluettelo

Viitatus lähteet

1. Carter, C., Thorpe, A. & Baldwin, A. N. 1999. Benefits Assessment. (IS-OCCCrates Deliverable 3) a report on the ISOCCCrates Project, published by Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University 1999. ISBN 1 897911 106.
2. Churcher, D. W., Johnson, S. T., Howard, R. W. & Wager, D. M. 1996. "IT in construction – quantifying the benefits." CIRIA Report 160, Construction Industry Research and Information Association, London.
3. Construct IT. Measuring the Benefits of IT Innovation. Construct IT Centre of Excellence 1998. ISBN 1-900491-08-7.
4. Hannus, M. & Kazi, S. Keskustelu VTT:llä syyskuussa 2000.
5. Hannus, M. 2000. VTT Building Technology Construction IT Research: Links. <<http://cic.vtt.fi/home/links.html>>
6. Lakka, A. & Sulankivi, K. 1998. Rakennusalan avoin tietoverkko. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 76 s. + liitt. 18 s. (VTT Tiedotteita 1916). ISBN 951-38-5428-0.
7. Lakka, A., Sulankivi, K. & Luedke, M. Features and capabilities in the concurrent engineering environment. ProCE project Intermediate Report, 15 March 2001. 15 pages & appendices.
8. Lakka, A., Sulankivi, K. & Luedke, M. Measuring the benefits of CE-environment solution in the multi-partner projects. In: Proceedings, 2nd Worldwide ECCE Symposium. June 6–8 2001, Espoo Finland. 6 pages.
9. Luedke, M., Lakka, A. & Sulankivi, K. Existing features and attributes in the concurrent engineering environment. In: Proceedings, 2nd Nordic Conference on Construction Economics and Organization. April 24–25, 2001. Göteborg, Sweden. 8 pages.

10. Luedke, M. Measuring the benefit of concurrent engineering environment–Implementation in construction projects. Master's Thesis. University of Wisconsin Madison 12/2001.
11. Orr, J. 2000. "The List." Extranet World. Ed. Steven Orr. 6 September. Viewed online 22 Sept 2000. <http://www.extranets.cc/the_list_2.htm>.
12. Schulz, R. C. Information systems & architectural practices. May 22, 1997.
13. Sulankivi, K., Lakka, A. & Luedke, M. 2001. New potential technologies for the concurrent engineering environment. In: "Proceedings, 2nd Nordic Conference on Construction Economics and Organisation." April 24–25, 2001. Göteborg, Sweden. 8 pages.
14. Sulankivi, K. Sähköisen tiedonsiirron hyödyt projektin johtamisessa. Verateknologiaohjelman seminaari 20.11.2002.

Projektihenkilöstön haastattelut/keskustelut

Timo Hyttinen, Jyväskylän Yliopisto/ Tilahallinto
 Juha Marttinen, SRV Viitokset Oy
 Reijo Harmaajärvi, SRV Viitokset Oy
 Ari Sipinen, Arkkitehtitoimisto Arto Sipinen Oy
 Kari Hyvätti, Inststo Helander & Nirkkonen (rakenne ja geosuunnittelu)
 Jukka Vasara, Granlund Kuopio Oy (LVIA-suunnittelu)
 Tarmo Wilen & Tapani Mäkelä, Granlund Tampere Oy (sähkösuunnittelu)
 Mikko Syrjä, SRV Viitokset Oy, puhelinkeskusteluja
 Göran Henriksson, Peab Sverige AB (urakoitsijan työpäällikkö)
 Cecilia Lundh, Håbo kommun (tilaajan edustaja)
 Rolf Danielsson (LVIS-suunnittelu)
 Anette Nyberg Grau (arkkitehti)
 Kent Forsman (sähkötöiden valvoja)
 Dag Gustavsson (valvoja)
 Bertil Boström (valvoja)
 Yngve Zilen (rakennesuunnittelija)
 Toni Pinchess, Altonwood (projektinjohto-konsultti)
 Christopher Callard, HGP Greentree Allchurch Evans Limited (arkkitehti)

Martin Hathaway, Clarke Bond Structural Engineering Ltd (rakennesuunn.)
Daniel Bilton, Christopher Smith Associates (Quantity surveyor)
Claire Jarvis, Carillion (urakoitsija)
Kirk Pearson, Clackamas Community College (tilaaja)
Jamin Aasum, Yost Grube Hall (arkkitehti)
Scott Vollmoeller, GLUMAC International (LVIS-suunnittelu)
Patrick Houck, DPR Construction (urakoitsijan projektipäällikkö)

Lisäksi määrämuotoiset kyselyt sovellusten käyttäjille

Analysoituihin rakennushankkeisiin liittyen tietoa saatiin yhteensä 41 kyselyvastauksen muodossa.

Viittaamattomat lähteet

aecXML 2001. <<http://www.aecxml.org>>

Al-Qawasmi, J. & Clayton, M. J. "Media usage: observations from an experimental study of computer-mediated collaborative design." *Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII)*, Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 860–867.

Al-Reshaid, K. & Kartam, N. "Application of web-based information technology in construction." *Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII)*, Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 410–417.

Andresen, J., Baldwin, A., Betts, M., Carter, C., Hamilton, A., Stokes, E. & Thorpe, T. 2000. A framework for measuring IT innovation benefits. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*. Vol. 5.
<<http://www.itcon.org/2000/>>

Back W. E. & Moreau K. A. Cost and schedule impacts of information management on EPC process. *ASCE Journal of Management in Engineering*, Vol. 16, No. 2, 2000, pp. 59–70.

Dataudveksling via Projekt web. *ibb*, Oktober 1999, Publikation 7.

Degerstedt, A. 2000. "Inventering och utvärdering av elektroniska dokumenthanteringssystem i byggprocessen." Master's thesis. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.

Fruchter, R. "A/E/C Teamwork: A collaborative design and learning space." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 13.4 (1999): 261–269.

Fruchter, R. "Teamwork apprenticeship in the information age." *Computing in Civil Engineering: Proceedings of the International Computing Congress held in conjunction with the 1998 ASCE Annual Convention, Boston, Massachusetts, 18–21 October, 1998*. Ed. Wang, K. C. P., Adams, T., Maher, M. L. & Songer, A. Reston: ASCE, 1998. 317–320.

Hammad, M. M. & Alkass, S. T. "A web-based construction project document information center in support of claims preparation." *Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000*. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 844–851.

Hartvig, S. C. Course notes on evaluation of project webs. IT-byg, Department of Civil Engineering (BYGDTU), Technical University of Denmark. Unpublished.

Houston AGC Shootout. 2000. <<http://www.beckgroup.com/agcshootout/>>.

Hsin-Chi, C. & Wen, F. L. "WWW-Based Collaborative System for Integrated Design and Manufacturing." *Concurrent Engineering: Reserach and Applications*. 7 (1999): 319–334.

http://www.nokia.fi/matkapuhelimet/9210_faq_tekniikka.html

<http://www.mad.fi/mad/sanasto.html>

IAI 2001. International Alliance for Interoperability IAI. <<http://iaiweb.lbl.gov>>

Jones, S. 2000. "e-Business and the changing face of the construction industry." Conference Proceedings. Construction Industry Institute 2000 Annual Conference, Nashville, Tennessee. 9–10 August 2000: 143–153.

Kog, Y. C. & Swaddiwudhipong, S. "IT strategy of the singapore construction sector." Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 635–642.

Koichiro, H. & Koiso, K. "Group communication using network technology." Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 122–129.

Kraker, J. M. 2000. "Firms jockey for the lead in the race to go on line." ENR. 25 Sept: 50+.

Lahdenperä, P. & Sulankivi, K. 2001. Monikriteerinen toteuttajan valinta rakennushankkeessa. Kansainvälinen kartoitus ja menetelmäperusta., Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 236 s. (VTT Julkaisuja 855). ISBN 951–38–5883–9.

Liston, K., Fischer, M. & Kunz, J. "Requirements and benefits of interactive information workspaces in construction." Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, R., Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 1277–1284.

Malcurat, O., Bignon, J.-C. & Halin, G. "Improving cooperation in small scale projects". Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 488–495.

O'Brien, W. J. "Implementation issues in project web-sites: A practitioner's viewpoint." Journal of Management in Engineering 16.3 (2000): 34–39.

ProCE 2000 homepage. <<http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/>>

Rosenberg, D. "Online information environments: exploring collaborative and coordinating technologies." Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 868–873.

Rueppel, U. & Meissner, U. F. "Cooperative structural engineering in distributed systems." Computing in Civil and Building Engineering: Proceedings from the 8th International Conference (ICCCBE-VIII), Stanford University: Stanford, California, 14–16 August 2000. Ed. Fruchter, Peña-Mora, F. & Roddis, W. M. K. Reston: ASCE, 2000. 504–509.

Simmons, P. Measurement and the evaluation of I.T. Investments, Proceedings of the Second International Software Metrics Symposium, 1994. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Los Alamitos, California, 1994.

Sjøholt O. From quality assurance to improvement management. Project Report 1995. Norwegian Building Research Institute. Oslo, 1995.

Sky, R. W. E. & Buchal, R. O. "Modeling and implementing concurrent engineering in a virtual collaborative environment." Concurrent Engineering: Research and Applications. 7(1999): 279–289.

SyncML 2001. <<http://www.syncml.org>>.

Tinker, A. K. 2000. "Comparative analysis of nine major project management systems for the construction industry." Unpublished paper. University of Arkansas at Little Rock, USA.

Upton, D. & McAfee, A. "The real virtual factory." *Harvard Business Review* 74.4 (1996): 123–133.

Wilson, J. L. & Shi, C. "Computational support for distributed and concurrent design team." *Computing in Civil Engineering: Proceedings from the 3rd Congress on Computing in Civil Engineering*, Anaheim, California, 17–19 June 1998. Ed: Venegas, J. & Chinowsky, P. Reston: ASCE, 1998. 544–550.

XML 2001. W3C Architecture domain, extensible markup language (XML). <<http://www.w3.org/XML>>

Liite 1

Rakennushankkeissa mitattujen toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen tunnukset ja niiden kuvaukset

Tunnus	Hyötykuvaus
	DOKUMENTTIEN HALLINTA
D31	Projektitieto käytettävissä ajasta, paikasta (ja käyttäjäorganisaatiosta) riippumatta
D32	Suunnitelmat paremmin järjestyksessä ja löydettävissä
D33	Parempi tietoisuus projektia koskevasta uudesta tiedosta
D34	Parempi versionhallinta: dokumentin eri versiot ovat paremmin järjestyksessä, löydettävissä ja luettavissa/katseltavissa
D35	Projektia koskevaa tietoa helpommin omaan käyttöön
D36	Tarpeetonta tietoa ei tarvitse ottaa vastaan, vaan pystyy itse määrittelemään, mikä on tarpeellista
D37	Dokumenttien jakelu muille osapuolille helpompaa
	KOMMUNIKOINTI
K31	Enemmän vaihtoehtoisia kommunikointitapoja tarjolla ja paremmat edellytykset tiedonvaihtoon.
K32	Parempi mahdollisuus pysyä ajan tasalla projektia koskevista muutoksista & uutisista
K34	Henkilökohtainen vastuu helpommin seurattavissa ja jäljitettävissä
K36	Projektitiedon välittäminen helpompaa projektiin myöhemmin liittyville osapuolille
K37	Parempilaatuiset keskustelut
	SUUNNITTELU
S31	Paremmat välineet yhteistyön toteuttamiseen lisäävät yhteistyömahdollisuuksia
S32	Helpompi jakaa ja hallita yhteinen sähköinen tieto
S33	Maantieteellisesti hajallaan olevien resurssien parempi koordinointi
S34	Parempi mahdollisuus pysyä ajantasalla tehtävien tilasta
S35	Helpompi julkaista päivitetty dokumentit
S36	Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon
S38	Nopeasti käsitys suunnittelutyön etenemisestä
S39	Suunnitelmien yhteensovittaminen helpompaa
S40	Sujuvampi päätöksentekoprosessi suunnitteluun liittyen
S42	Auttaa muutostenhallintaa
	RAKENTAMINEN
R31	Projektia koskevan tiedon tallentaminen helpompaa
R34	Helpompi pääsy ajantasaiseen projektitietoon (esim. ajantasainen piirustusluettelo)
R35	Sujuvampi päätöksentekoprosessi rakennusvaiheessa
R37	Parempi työnohjaus
R39	Nopeasti käsitys työn etenemisestä
R40	Päätöksien taustat paremmin dokumentoitu
	KIINTEISTÖNPITO
KP33	Täydellinen sähköinen projektitietoarkisto tilaajalle
KP35	Hanketta koskeva tieto ylläpidetään käyttökelpoisessa muodossa palveluntarjoajan palvelimella ja on tulevaisuudessakin eri osapuolien ulottuvilla



Tekijä(t) Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary			
Nimeke Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä			
Tiivistelmä <p>Suomalais-amerikkalaisen tutkimusprojektin päätavoite on ollut kehittää usean osapuolen projektin johtamista ja organisoimista sovellettaessa sähköisen tiedonsiirron ympäristöä. Toinen tavoite on ollut kehittää toiminnalliset mittarit sähköisen tiedonsiirron ympäristön vaikutusten mittaamiseksi valituissa rakennushankkeissa.</p> <p>Tutkimuksen keskeinen johtopäätös on, että soveltamalla sähköistä tiedonsiirtoa ja modernia projektitietojärjestelmää usean osapuolen projektissa voidaan saavuttaa merkittäviä laadullisia ja toiminnallisia etuja. Projektitietojärjestelmä mahdollistaa perinteisen informaatiovirran muuttamisen radikaalisti paremmaksi suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa.</p> <p>Toiminnallisten ja laadullisten hyötyjen lisäksi saavutetaan ajassa ja rahassa mitattavia hyötyjä. Suorat kustannushyödyt projektitietojärjestelmien käyttämisestä olivat euroopalaisissa esimerkkihankkeissa noin kaksinkertaiset verrattuna käyttökuluihin. Epäsuorat kustannussäästöt ovat moninkertaisia suoriin kustannussäästöihin verrattuna.</p> <p>Hyötyjen mittaamisen malli kehitettiin ja testattiin pääosin ensimmäisessä analysoidussa rakennushankkeessa, joka valmistui ja luovutettiin tilaajalle elokuussa 2000 Suomessa. Mittausmallia sovellettiin lisäksi kolmen muun rakennushankkeen analysointiin Ruotsissa, Isossa-Britanniassa ja Yhdysvalloissa.</p>			
Avainsanat project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE			
ISBN 951-38-5993-2 (nid.) 951-38-5994-0 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Projektinnumero	
Julkaisuaika Kesäkuu 2002	Kieli Suomi, engl. tiiv., ruots. tiiv.	Sivuja 162 s. + liitt. 1 s.	Hinta D
Projektin nimi ProCE		Toimeksiantaja(t) Raksanet Oy + 9 muuta yritystä	
Avainnimeke ja ISSN VTT Publications 1235-0621 (nid.) 1455-0849 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	

Published by



Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. +358 9 4561
Fax +358 9 456 4374

Series title, number and
report code of publication

VTT Publications 469
VTT-PUB-469

Author(s) Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary			
Title Project management in the concurrent engineering environment			
Abstract <p>The primary objective of the Finnish-American research project was to develop the management and organisation of multipartner projects when utilizing electronic data exchange and the concurrent engineering (CE) environment. A second objective was to develop functional indicators to measure impact of the CE environment in selected case study construction projects. As a result, the study presents key guidelines for realizing benefit by using electronic data exchange and the CE environment in multipartner projects.</p> <p>A fundamental conclusion of the study is that by using electronic data exchange and a modern CE environment, significant qualitative benefits can be reached in a multipartner project. The CE environment makes it possible to change the traditional information flow, thereby radically improving it at the design and construction stages.</p> <p>In addition to qualitative benefits, benefits measured in terms of time and money can be reached. In the European case studies, direct cost benefits were approximately double as compared to the operating costs. The indirect cost savings are manifold as compared to the direct cost benefits; however, in practice indirect cost savings are difficult to quantitatively measure. In the American case study, cost benefits were even 20-fold as compared to the operating costs.</p> <p>The model for benefit measuring was developed and tested mainly in the first analysed case study, which in August 2000 was completed and handed over to the client in Finland. Additionally, the framework was utilized in three other case studies, in Sweden, Great Britain, and the USA.</p> <p>For more information http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/</p>			
Keywords project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools			
Activity unit VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland			
ISBN 951-38-5993-2 (soft back ed.) 951-38-5994-0 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Project number	
Date June 2002	Language Finnish, Engl. abstr., swedish abstr.	Pages 162 p. + app. 1 p.	Price D
Name of project ProCE		Commissioned by Raksanet Oy + 9 other companies	
Series title and ISSN VTT Publications 1235-0621 (soft back ed.) 1455-0849 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374	

Författarna Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary			
Namn Internetstöd hantering av byggprocessens information			
Referat <p>Det främsta syftet med det finsk-amerikanska forskningsprojektet har varit att utveckla ett system för flera parter att leda och organisera ett projekt med utnyttjande av en elektronisk dataöverföringsmiljö. Det andra syftet har varit att utveckla operativa mätare för att mäta effekterna av den elektroniska dataöverföringsmiljön på valda byggprojekt. Resultatet av undersökningen är centrala spelregler. När dessa spelregler följs ger den elektroniska dataöverföringen fördelar för flera parters projekt.</p> <p>Den främsta slutsatsen av undersökningen är att man kan uppnå avsevärda kvalitativa och operativa fördelar av att tillämpa elektronisk dataöverföring och ett modernt projektdatasystem i flera parters projekt. Projektdatasystemet kan förbättra det konventionella informationsflödet radikalt i planerings- och byggnadsskedet.</p> <p>Utöver de operativa och kvalitativa fördelarna uppnås omfattande inbesparingar i tid och pengar. De direkta kostnadsinbesparingarna av projektdatasystemen i de europeiska modellprojekten var dubbelt så stora jämfört med driftskostnaderna. De indirekta kostnadsinbesparingarna var flerfaldiga jämfört med de direkta kostnadsinbesparingarna. Det är emellertid svårt att mäta dem i praktiken. I ett analyserat byggprojekt i USA var kostnadsinbesparingarna upp till 20-faldiga jämfört med driftskostnaderna.</p> <p>För att mäta fördelarna utvecklades en modell som testades främst i det första analyserade byggprojektet. Modellen blev färdig och överläts till beställaren i Finland i augusti 2000. Därtill tillämpades mätmodellen för analys av tre andra byggprojekt i Sverige, Storbritannien och USA.</p> <p>Närmare upplysningar http://www.vtt.fi/rte/cmp/projects/proce/</p>			
Nyckelord project management, building projects, concurrent engineering, collaboration, Internet, construction, measuring frameworks, re-engineering, cost-benefit analysis, communication tools			
Verksamhetsenhet VTT Bygg och transport, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS			
ISBN 951-38-5993-2 (häftad) 951-38-5994-0 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Projekt nummer	
Datum Juni 2002	Språk finska, eng. ref., svensk ref.	Sidor 162 s. + bil. 1 s.	Prisgrupp D
Projektets namn ProCE		Uppdragsgivare Raksanet Oy + 9 företag	
Series namn och ISSN VTT Publications 1235-0621 (häftad) 1455-0849 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Försäljning VTT Informationstjänst PB 2000, 02044 VTT tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374	

VTT PUBLICATIONS

- 449 Mäntylä, Vesa-Matti. Discrete hidden Markov models with application to isolated user-dependent hand gesture recognition. 2001. 104 p.
- 450 Oasmaa, Anja & Peacocke, Cordner. A guide to physical property characterisation of bio-mass-derived fast pyrolysis liquids. 2001. 65 p. + app. 32 p.
- 451 Ojala, Marja. Novel membrane inlet mass spectrometric methods for analysis of organic compounds in aqueous and solid samples. 2001. 68 p. + app. 44 p.
- 452 Lahdenperä, Pertti. Design-Build Procedures. Introduction, illustration and comparison of U.S. modes. 2001. 176 p.
- 453 Hänninen, Seppo. Single phase earth faults in high impedance grounded networks. Characteristics, indication and location. 2001. 78 p. + app. 61 p.
- 454 Satokari, Reetta. Molecular identification and characterisation of bifidobacteria and lactobacilli in the human gastrointestinal tract. 2001. 135 p.
- 455 Kucza, Timo. Knowledge Management Process Model. 2001. 101 p. + app. 3 p.
- 456 Matinlassi, Mari, Niemelä, Eila & Dobrica, Liliana. Quality-driven architecture design and quality analysis method. A revolutionary initiation approach to a product line architecture. 2002. 129 p. + app. 10 p.
- 457 Pakanen, Jouko & Karjalainen, Sami. An ARMAX-model approach for estimating static heat flows in buildings. A method for computerised energy allocation systems. 2002. 60 p.
- 458 Numerical treatment of inter-phase coupling and phasic pressures in multi-fluid modelling. 2002. 62 p. + app. 51 p.
- 459 Hakkarainen, Tuula. Studies on fire safety assessment of construction products. 2002. 109 p. + app. 172 p.
- 460 Shamekh, Salem Sassi. Effects of lipids, heating and enzymatic treatment on starches. 2002. 44 p. + app. 33 p.
- 461 Pyykönen, Jouni. Computational simulation of aerosol behaviour. 2002. 68 p. + app. 154 p.
- 462 Suutarinen, Marjaana. Effects of prefreezing treatments on the structure of strawberries and jams. 2002. 97 p. + app. 100 p.
- 463 Tanayama, Tanja. Empirical analysis of processes underlying various technological innovations. 2002. 115 p. + app. 8 p.
- 464 Kolari, Juha, Laakko, Timo, Kaasinen, Eija, Aaltonen, Matti, Hiltunen, Tapio, Kasesniemi, Eija-Liisa, & Kulju, Minna. Net in Pocket? Personal mobile access to web services. 2002. 135 p. + app. 6 p.
- 465 Kohti oppivaa ja kehittyvää toimittajaverkostoa. Tapio Koivisto & Markku Mikkola (eds.). 2002. 230 s.
- 466 Vasara, Tuija. Functional analysis of the RHOIII and 14-3-3 proteins of *Trichoderma reesei*. 93 p. + app. 54 p.
- 467 Tala, Tuomas. Transport Barrier and Current Profile Studies on the JET Tokamak. 2002. 71 p. + app. 95 p.
- 469 Sulankivi, Kristiina, Lakka, Antti & Luedke, Mary. Projektin hallinta sähköisen tiedonsiirron ympäristössä. 2002. 162 s. + liitt. 1 s.

Soveltamalla sähköistä tiedonsiirtoa ja modernia projektitietojärjestelmää usean osapuolen projektissa voidaan saavuttaa merkittäviä laadullisia ja toiminnallisia etuja. Projektitietojärjestelmä mahdollistaa perinteisen informaatiovirran muuttamisen radikaalisti paremmaksi suunnittelu- ja rakentamisvaiheissa. Parannettu informaatiovirta yksinkertaistaa päivittäisiä rutiineja ja parantaa osapuolien työskentelyä yhtenä tiiminä.

Julkaisussa esitellään tuloksia suomalais-amerikkalaisesta tutkimuksesta, jossa kehitettiin mittaamismalli sähköisen tiedonsiirron hyötyjen mittaamiseen ja analysoitiin sähköisen tiedonsiirron hyötyjä suomalaisessa, ruotsalaisessa, englantilaisessa ja yhdysvaltalaisessa rakennushankkeessa.

Tätä julkaisua myy
VTT TIETOPALVELU
PL 2000
02044 VTT
Puh. (09) 456 4404
Faksi (09) 456 4374

Denna publikation säljs av
VTT INFORMATIONSTJÄNST
PB 2000
02044 VTT
Tel. (09) 456 4404
Fax (09) 456 4374

This publication is available from
VTT INFORMATION SERVICE
P.O.Box 2000
FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. +358 9 456 4404
Fax +358 9 456 4374