Tielaitos

Selvitys tavanomaisen risteys- tai vesistösillan rakennuttamisesta

Tielaitoksen selvityksiä
23/1994

Helsinki 1994

Tielaitos

Tielaitoksen selvityksiä
23/1994

Selvitys tavanomaisen risteys- tai vesistösillan rakennuttamisesta

Tielaitos

Helsinki 1994

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-9386-2
TIEL 3200233

Painatuskeskus Oy
Helsinki 1994

Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotepalvelut
Telefaksi (90) 1487 2652

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

ESIPUHE

Tämä raportti on osa tielaitoksen rakennuttamiskulttuuriselvitystä. Raportissa esitetään malli tavanomaisen vesistö- tai risteyssillan uudeksi rakennuttamismenettelyksi.

Selvityksen on tehnyt Lauri Rahunen SILTANYLUND Oy:stä rakennuttamiskulttuuriprojektin tilaamana. Työtä on valvonut työryhmä, jonka kokoonpano oli suunnittelupäällikkö Esko Sirvio Kuopion tiepiiristä sekä tieinsinööri Harri Jalonen ja diplomi-insinööri Ilpo Virtanen tuotannon palvelukeskuksesta.

Sisältö

1 YLEISTÄ 7

2 SILTAKUSTANNUKSET 7
2.1 Siltakustannukset vuositasolla 7
2.2 Siltakohtainen kustannusjakautuma 9

3 NYKYINEN TOTEUTTAMISMALLI 11
3.1 Siltahankkeen toteuttaminen 11
3.2 Urakkamuodot 13
3.3 Siltavaihtoehdot toteuttamisprosessissa 14
3.4 Vaihtoehtoja rajaavat tekijät 14

4 USEAMMAN VAIHTOEHDON TOTEUTTAMISMALLI 15
4.1 Yleiskuvaus 15
4.2 Vertailu nykyiseen malliin 17
4.3 Kustannusten muodostuminen 19
4.4 Urakoitsijapalautetta 22

5 YHTEENVETO 23

1 YLEISTÄ

Monessa yhteydessä on herätetty keskustelua siltojen rakennuttamismenettelystä erityisesti siltä kannalta, onko uusien siltatyyppien ja rakennusmenetelmien kehittäminen urakoitsijoiden ja elementtien valmistajien vai rakennuttajan tehtävä. Kilpailun kiristyessä urakoitsijoiden todelliset mahdollisuudet panostaa kehitystyöhön ovat kuitenkin vähentyneet. Tarvitaan rakennuttajan myötävaikutusta uuden kehittämisessä, jolloin varmistetaan myös rakennuttajan hyötyminen uusista menetelmistä. Kehitystyön tulokset eivät jää kenenkään yksinoikeudeksi. Viime vuosien siltapäivillä onkin useissa puheenvuoroissa tuotu esille toteuttamismenettelyn kehittämistä siihen suuntaan, että urakkalaskenta toteutettaisiin kevennetyillä suunnitelmilla ja useammalla vaihtoehdolla.

Tässä selvityksessä tarkastellaan tavanomaisen vesistö- tai risteyssillan rakennuttamista ja kustannuksia. Kustannuksista pyritään arvioimaan toisaalta tavanomaisten siltojen kokonaisvolyymia vuositasolla ja toisaalta kustannusjakautumaa yksittäisessä sillassa. Rakennuttamismenettelyä ja sen vaikutusta siltakustannuksiin selvitetään lähinnä tielaitoksen käytännön kannalta. Nykyisen käytännön ja kokemuksen pohjalta tehdään ehdotus useamman vaihtoehdon toteuttamismallista ja selvitetään sen käyttökelpoisuutta ja kehittämisedellytyksiä.

Tavanomaisella sillalla tarkoitetaan seuraavassa pienehköjä teräsbetoni- tai liittopalkkisiltoja; ts. rakenteita, joita lähes jokainen siltaurakoitsija pystyy toteuttamaan. Köysi- ja muut erikoisrakenteet sekä erittäin pitkät jännemitat eivät todennäköisesti sovellu toteutettavaksi jatkossa esitettävällä toteutusmallilla.

2 SILTAKUSTANNUKSET

2.1 Siltakustannukset vuositasolla

Yleisillä teillä toteutettujen siltaurakoiden rakentamiskustannukset ovat vaihdelleet vv 1984-1992 noin 200 miljoonasta 550 miljoonaan. Vuoteen 1989 saakka keskimääräisenä tasona voidaan pitää n. 300 milj. markkaa, jonka jälkeen kustannukset ovat nousseet vv 1991-1992 tasolle 550 milj. markkaa. Nykyisessä taloudellisessa tilanteessa lienee realistisempaa otaksua siltojen vuosittaiseksi rakentamisvolyymiksi ensin mainittu 300 miljoonaa.

Tutkimus-, suunnittelu- ja teettämiskustannukset arvioidaan yleensä 25 % rakentamiskustannuksista, jolloin ne keskimääräisellä tasolla ovat 75 milj. markkaa vuodessa.

Valmistuneiden siltojen lukumäärä on vv 1985-1989 ollut keskimäärin lähes 200 kpl vuodessa.

Vuosikustannusten jakautumisesta siltatyypeittäin on ollut käytettävissä tilastotietoa vuosilta 1986, 1988 ja 1989. Kustannukset ovat ilman tutkimus-, suunnittelu ja teettämiskustannuksia. Taulukon lukuihin ei ole tehty indeksikorjausta. Eri siltatyyppien suhteelliseen osuuteen tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta. Kustannusjakautuman perusteella on laadittu seuraava taulukko.

KUSTANNUSJAKAUTUMA SILTATYYPEITTÄIN

	LUKUMÄÄRÄ/KPL				KUSTANNUS/MILJ			
SILTA-TYYPPI	1986	1988	1989	KA	1986	1988	1989	KA
TB-LAATTA	32	47	46	42	60.8	80.8	98.5	80.0
TB-PALKKI	22	36	29	29	68.0	104.6	97.1	89.9
TB-KEHÄ	54	47	54	52	29.0	32.7	37.3	33.0
JB-ELEM.	21	12	7	13	14.3	9.5	6.8	10.2
MUU ELEM.	60	34	32	42	21.9	18.0	16.0	18.6
LIITTO-PALKKI	11	3	12	9	39.6	1.4	57.8	32.9
MUUT SILLAT	18	11	9	13	7.4	3.7	59.2	23.4
YHT.	218	190	189	200	241	250.7	372.7	288.0

Taulukosta voidaan päätellä eri siltatyyppien osuutta koko siltatuotannossa. Luonnollisesti jakautuma on ainoastaan suuntaa-antava, mutta tähän tarkoitukseen ilmeisen riittävä. Kun indeksikorjatut vuosikustannukset ovat noin 300 miljoonaan, niin siltatyypeittäin voidaan esittää seuraava jakautuma.

TERÄSBET.-LAATTA	28%	84	milj./vuosi
TERÄSBET.-PALKKI	31%	93	milj./vuosi
TERÄSBET.-KEHÄ	11%	34	milj./vuosi
JÄNNEBET.-KEHÄ	4%	12	milj./vuosi
MUUT ELEMENTIT	6%	19	milj./vuosi
LIITTOPALKIT	11%	34	milj./vuosi
MUUT SILLAT	9%	24	milj./vuosi
Yhteensä	100%	300	milj./vuosi

Teräsbetonilaattojen ja palkkien osuus koko tuotannosta on runsas puolet eli 59 %. Kun mukaan lasketaan teräsbetonikehät ja elementtisillat, niin ollaan jo suuruusluokassa 80 % koko siltatuotannosta.

Mikäli liittopalkkisilloista voidaan tavanomaisiin siltoihin laskea vähintään kolmasosa, niin tällöin tämän selvityksen tarkoittamien siltojen rakentamiskustannukset vuositasolla ovat noin 250 milj. markkaa.

Lukumääräisesti tavanomaisten siltojen osuus em. otaksumilla on vielä suurempi eli 90 % kaikista silloista. Vuositasolla tämä on n. 180 kpl, jolloin keskimääräiseksi sillan hinnaksi tulee 1.4 milj. markkaa.

2.2 Siltakohtainen kustannusjakautuma

Siltakohtaista kustannusjakautumaa tarkastellaan jakamalla kokonaiskustannukset kolmeen osatekijään - yleiskustannuksiin, alusrakenteen kustannuksiin ja päällysrakenteen kustannuksiin. Yleiskustannuksilla tarkoitetaan tässä selvityksessä tutkimus-, suunnittelu- ja teettämiskustannuksia; ts. kustannuksia, jotka eivät sisälly urakkahintoihin. Alus- ja päällysrakenteen rajaus on julkaisun RIL 179 "Sillat" peruskäsitteistön mukainen. Kustannusten karkea jako on seuraava:

1. Yleiskustannukset
   - tutkimukset
   - suunnittelu
   - valvonta ja teettäminen

2. Alusrakenteen kustannukset
   - yhteiskustannukset alusrakenteen osalta
   - maanrakennustyöt
   - maa- ja välituet

3. Päällysrakenteen kustannukset
   - yhteiskustannukset päällysrakenteen osalta
   - kannatinrakenne
   - kansirakenne päällysteineen
   - varusteet ja laitteet

Kustannusjakautumaa alus- ja päällysrakenteen osalta on tarkasteltu VT 5:n parantamiseen liittyneiden Kuopion tiepiirin omana työnä rakentamien siltojen toteutuneista kustannuksista. Lisäksi aineistossa on työmaan yhteiskustannukset koko työmaan osalta.

Sillat ovat suurimmaksi osaksi ulokelaattoja tai -palkkeja. Perustukset vaihtelevat maanvaraisperustuksista kaivinpaaluihin. Kaikki sillat ovat risteyssiltoja.

KUSTANNUSJAKAUTUMA ERÄISSÄ KUOPION TIEPIIRIN RAKENTAMISSA SILLOISSA

SILTA	KOK.KUST.	YHTEISKUST.		ALUSRAKENNE		PÄÄLLYSRAKENNE	
	MK/1000	MK/1000	%	MK/1000	%	MK/1000	%
S1	6020	720	11.9	2160	35.9	3140	52.2
S2	3250	380	11.7	1080	33.2	1790	55.1
S3	2530	260	10.3	410	16.2	1860	73.5
S5	1700	200	11.8	220	12.9	1280	75.3
S9	4160	430	10.3	1120	26.9	2610	62.8
S14	2850	330	11.6	650	22.8	1870	65.6
S26	1480	180	12.2	530	35.8	770	52
S32	4120	510	12.4	1120	27.2	2490	60.4

Rakennustyöhön sisältyvät yhteiskustannukset ovat keskimäärin 11.5 % rakennuskustannuksista ja pysyvät varsin vakiona. Alusrakenteen suhteellinen osuus vaihtelee 16 - 35 prosentin välillä ollen keskimäärin 26.4 %. Päällysrakenteen osuus on alimmillaan noin puolet kokonaiskustannuksista ja enimmillään noin 75 %. Keskiarvo päällysrakenteen kustannusosuudessa on 62.1 %.

Sillan työmaalla muodostuvien kustannusten suhteelliseksi jakautumaksi saadaan edellisen perusteella:

Yhteiskustannukset		11.5
Alusrakenne		26.5
Päällysrakenne		62.0
	Yht.	100.0

Jos ajatellaan, että työmaan yhteiskustannukset jakautuvat alus- ja päällysrakenteelle näiden kustannusten suhteessa, niin tällöin keskimääräiseksi alusrakenteen kustannusosuudeksi saadaan 30 % ja päällysrakenteen kustannusosuudeksi 70 %.

Koko hankkeen kustannuksiin tulee rakentamiskustannusten lisäksi tutkimus-, suunnittelu- ja teettämiskustannukset eli yleiskustannukset. Näiden osuutena voidaan pitää noin 25 % rakentamiskustannuksista.

Esimerkiksi julkaisussa RIL 179 "Sillat" on esitetty tutkimuksen ja eri suunnitteluvaiheiden kustannuksia. Yleiskustannusten jakautuminen tavanomaisissa silloissa voisi olla keskimäärin:

- tutkimukset 3 % rak.kust.
- esisuunnittelu 1 % -"-
- yleissuunnittelu 2 % -"-
- rakennesuunnittelu 6 % -"-
- valvonta ja teettämiskust. 13 % -"-

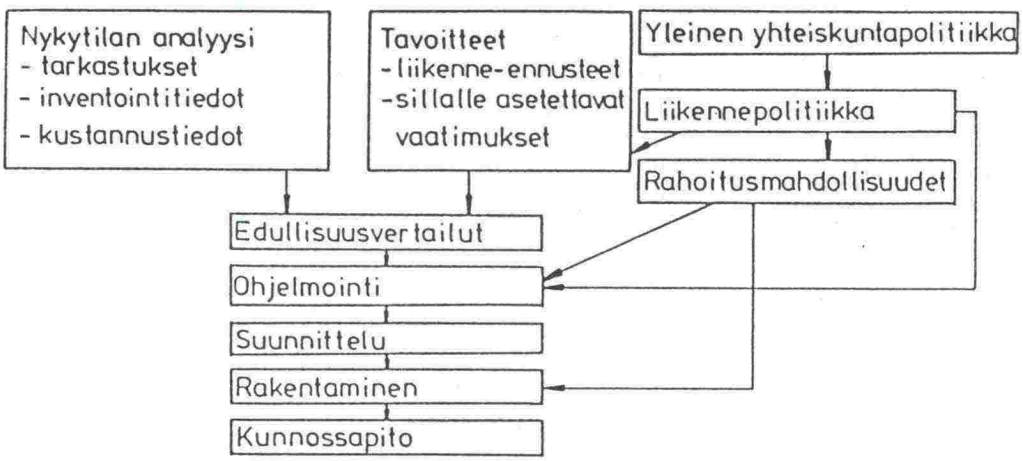
Edelleen koko siltahankkeen kustannusten keskimääräisenä jakautumana ja eri tekijöiden kokonaiskustannuksina vuositasolla voidaan edellisen perusteella esittää:

YLEISKUSTANNUKSET	**25**	**20.0 %**	**62 milj/a**
- tutkimukset	3	2.4 %	8 milj/a
- esisuunnittelu	1	0.8 %	2 milj/a
- yleissuunnittelu	2	1.6 %	5 milj/a
- rakennesuunnittelu	6	4.8 %	15 milj/a
- valvonta ja teet. kust.	13	10.4 %	32 milj/a
RAKENNUSKUSTANNUKSET	**100**	**80.0 %**	**250 milj/a**
- alusrakenne	30	24.0 %	75 milj/a
- päällysrakenne	70	56.0 %	175 milj/a
Yhteensä	**125**	**100.0 %**	**312 milj/a**

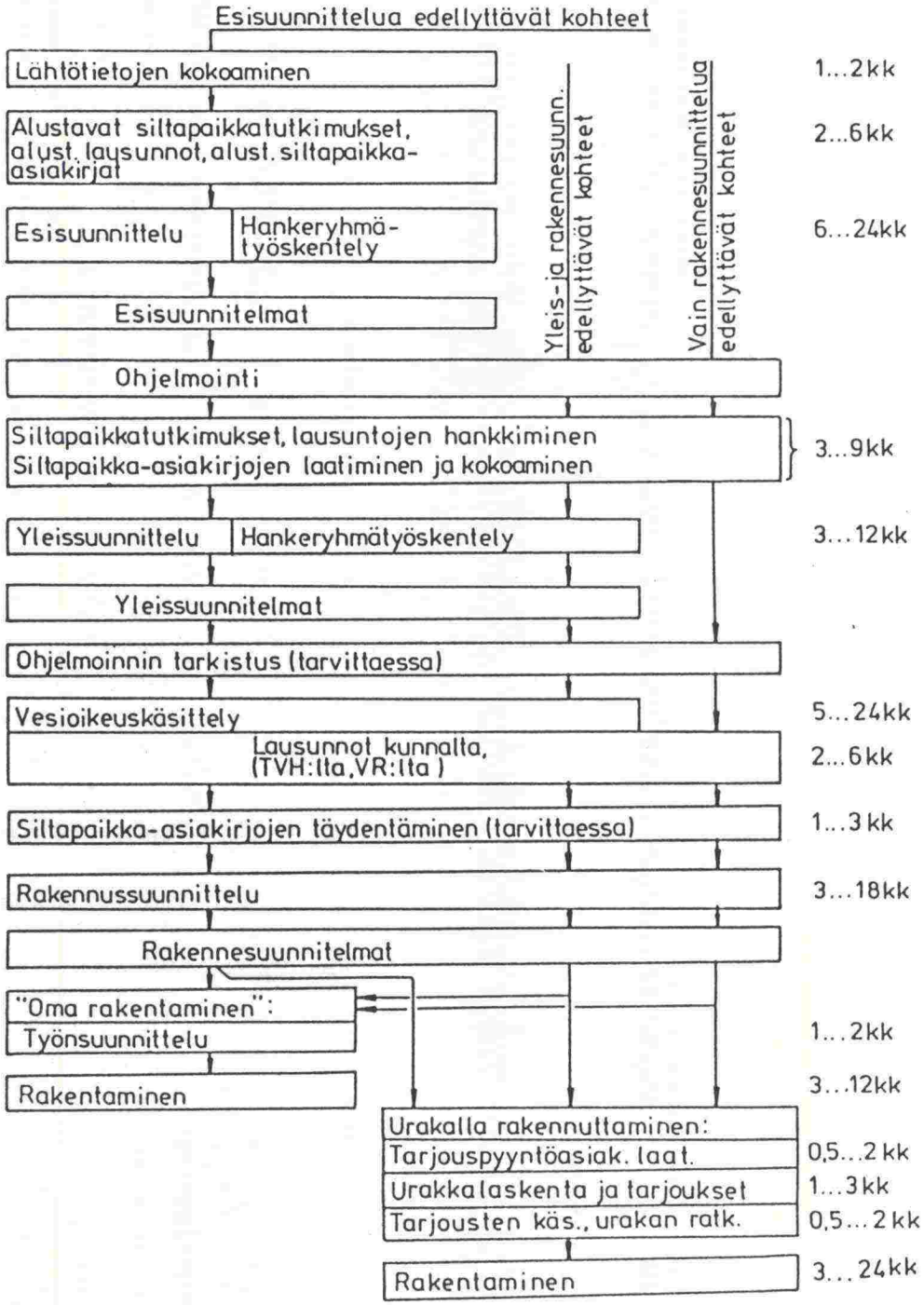
3 NYKYINEN TOTEUTTAMISMALLI

3.1 Siltahankkeen toteuttaminen

Julkaisussa RIL 179 "Sillat" on käsitelty yksityiskohtaisesti siltahankkeen toteuttamisprosessia ja esitetty se seuraavan kaavion muodossa, josta ilmenevät siltahankkeen eri vaiheet ja vaikuttajat.



Siltahankkeen toteuttaminen kokonaisuudessaan on varsin monimutkainen ja pitkä prosessi, varsinkin jos silta kuuluu osana uuteen tiehankkeeseen. Lisäksi hankkeella on paljon muitakin intressipiirejä kuin toteuttajana oleva tielaitos. Edellämainitussa julkaisussa on esitetty siltahakkeen eri vaiheita ja niiden kestoa kuvaava kaavio.



Kaavio kuvaa siltahankkeen tavanomaista etenemistä. Siltavaihtoehtoja tuotetaan esisuunnitteluvaiheessa ja myöskin hankeryhmätyöskentelyssä. Esisuunnittelun tuloksena on yleensä 2-5 siltaluonnosta, joista laaditaan myös alustavat kustannusarviot. Kustannusarviot perustuvat kokemusperäisiin neliöhintoihin ja ovat lähinnä suuruusluokkaa kuvaavia.

Hanke jatkuu yleissuunnittelulla, minkä aikana selvitetään sillan lopullinen paikka ja valitaan yleensä yksi vaihtoehto jatkosuunnittelun pohjaksi. Kriteereinä ovat toisaalta taloudellisuus ja toisaalta vesistö- ja/tai liikennetekninen mitoitus siltapaikalla. Sillan ympäristöstä riippuen esteettiset arvot ovat viime aikoina saaneet lisääntyvää huomiota.

Kustannusvertailut tehdään siten, että alustavan mitoituksen perusteella määritetään sillan massat ja yksikköhintoina käytetään tielaitoksen julkaisemia rakennusosien yksikköhintoja. **Juuri tässä piilee se vaara, että kustannusvertailu ei vastaa toteuttamishetken kilpailutilannetta.** Yksikköhinnat ovat määräytyneet aikaisemmin toteutuneiden hintojen perusteella ja lisäksi toteuttamisprosessista johtuen siltaratkaisun valinnan ja toteutuksen välinen aika saattaa olla vuosia.

Pienemmissä hankkeissa esisuunnittelu ja yleissuunnittelu yhdistyvät yhdeksi vaiheeksi. Esisuunnittelu tehdään usein rakennuttajan toimesta hankesuunnittelun yhteydessä. Näissä tapauksissa vaihtoehtoja tutkitaan mahdollisesti vielä vähemmän.

Valitun siltaratkaisun pohjalta hanke siirtyy hallinnolliseen käsittelyyn. Tämän vaiheen aikana hyväksytyksi tullut yleissuunnitelma on rakennussuunnittelun ja lopullisen toteutuksen pohjana.

Ennen toteutuksen aloittamista sillan rakennussuunnittelu tehdään rakennuttajan toimesta yleensä täysin valmiiksi. Toteutus tapahtuu urakkamenettelyllä ja ehkä joissakin poikkeustapauksissa rakennuttajan omana työnä.

3.2 Urakkamuodot

Pääosa silloista teetetään urakalla. Tavallisimmin käytetty urakkamuoto on kokonaishintaurakka. Urakan laskentaperusteena on rakennuttajan yksityiskohtaisesti suunnittelema silta. Tarjouskyselyssä ilmoitetut massat ovat yleensä rakennuttajaa sitovia. Urakkaohjelmassa annetaan urakoitsijalle mahdollisuus tarjota oma vaihtoehtonsa joko koko sillan tai esimerkiksi perustusten osalta. Muutosten osalta urakoitsija vastaa suunnittelusta.

Siltojen toteutuksessa on käytetty urakkamuotona myöskin KVR-urakointia. Siinä urakoitsija laatii siltasuunnitelman, jolla hän tarjoaa siltaa. Rakennuttaja esittää suunnittelun perustaksi usein viitesuunnitelman ja muut haluamansa rajoitukset. KVR-urakkaa on käytetty yleensä vaikeammissa tai muuten erityisratkaisuja vaativissa kohteissa, joissa urakoitsijoiden omat tekniikat voivat tuottaa huomattavia säästöjä.

3.3 Siltavaihtoehdot toteuttamisprosessissa

Edellä kuvatun siltahankkeen etenemisen mukaisessa esi- ja hankesuunnitteluvaiheessa ideoidaan eri siltatyyppejä ratkaisumalliksi. Ideoita rajaavia tekijöitä on hyvin vähän; jopa siltapaikkaa voidaan tarvittaessa muuttaa. Luonnokset yleissuunnittelun pohjaksi valitaan hyvin pitkälle vastaavista siltapaikoista olevien kokemusten perusteella. Kustannustarkastelut palvelevat paremminkin koko hankkeen suuruusluokkakustannusten selvittämistä kuin siltaehdotusten taloudellisuusvertailua.

Lopullisen siltavaihtoehdon valinta tapahtuu yleissuunnittelun aikana. Tällöin lähtötiedot ovat tarkentuneet ja niiden pohjalta tarkastellaan useampia luonnoksia. Luonnoksista laaditaan vertailun pohjaksi kustannusarviot, jotka yleensä perustuvat alustavasti laskettuihin massoihin ja tielaitoksen julkaisemaan sillanrakennustöiden yksikköhintoihin. Kustannusvertailun oikeellisuus riippuu massojen laskentatarkkuudesta ja siitä, miten hyvin yksikköhinnat kuvaavat todellisia hintoja sillan toteuttamisajankohtana. Saattaahan aikajänne siltavaihtoehdon valinnasta urakkalaskentaan olla jopa useita vuosia.

Urakoitsijan omat vaihtoehdot tulevat esille tavanomaisten siltojen osalta vasta toteutusvaiheessa, jolloin hankkeen hallinnollinen käsittely on jo tehty rakennuttajan valitseman vaihtoehdon perusteella. Tällöin on luonnollista, että joudutaan pohtimaan uuden hallinnollisen käsittelyn tarpeellisuutta, mikäli urakoitsijan vaihtoehto poikkeaa huomattavasti alkuperäisestä. Lisäksi siltasuunnitelmien tarkastamiseen ei saata olla käytettävissä tarpeeksi aikaa. Nykyisellään urakoitsijoiden vaihtoehdot ovat lisääntyneet kannatinrakenteen ja jopa siltatyypinkin osalta. Tätä on lisännyt elementtiteollisuuden kehittelemät uudet ratkaisut ja parantunut kilpailukyky. Lisäksi teräsrakenteiden kilpailuasetelma on paranemassa risteyssiltojen kasvaneiden jännemittojen ja uusien terässiltatyyppien vuoksi. Perustusten osalta urakoitsijat esittävät lähes poikkeuksetta omia vaihtoehtojaan.

3.4 Vaihtoehtoja rajaavat tekijät

Liikennetekninen mitoitus on risteyssilloissa ratkaisevassa asemassa sillan vaihtoehtoja etsittäessä. Se määrittää tukien sijoittelun ajorataan nähden ja monessa tapauksessa lyö lukkoon sillan aukkojen lukumäärän suhteessa siltatyyppiin. Minimijännemitoilla siltaratkaisu on yleensä teräsbetoninen laatta- tai palkkiratkaisu. Aukkojen lukumäärän minimointi johtaa jännitettyihin vaihtoehtoihin tai terässiltaan. Käytettävissä oleva rakenteen paksuus saattaa myöskin määrittää aukkojen lukumäärän ja sitä kautta siltatyypin. Liikennetekniset mitat määrittävät yleensä ehdottoman minimin.

Vesioikeuden lupa tarvitaan lähes kaikkiin vesistösiltoihin. Luvassa määritellään silta-aukot hakemuksen perusteella siten, että niissä toteutuvat vesistöön kohdistuvat intressit toisaalta vesiväylän kannalta ja toisaalta hydrologisten tekijöiden kannalta. Vesioikeuden lupa on rajoittava tekijä siinä mielessä, että korkeimman hallinto-oikeuden tulkinnan mukaan lupaa ei voida myöntää useammalle vaihtoehdolle. Kun silta-aukkoja yleensä saadaan

suurentaa mutta ei pienentää ilman uutta vesioikeuskäsittelyä, niin hakemuksessa esitetyn sillan merkitys korostuu vaihtoehtoja rajaavana tekijänä.

Toimenpidelupa sillan rakentamista varten on tarpeellinen tietyissä rakennusasetuksessa mainituissa tapauksissa. Lupa vastaa lähinnä talonrakennuksesta tuttua rakennuslupaa, mutta on sitä lievempi. Tielaitos on kehittänyt luvan hakemista varten tehtävän pääpiirustusmallin, jossa esitetään sillan soveltuminen ympäristöön. Toimenpideluvan vaatiminen liittyy rakennetun ympäristön esteettisten arvojen korostumiseen. Tiedossa ei ole, että tavanomaisten siltojen osalta lupaa ei olisi myönnetty, mutta tielaitos hoitaakin kiitettävästi eri intressien huomioinnin koko suunnittelun ajan.

Tähän liittyvät läheisesti myös muut ympäristötekijöiden asettamat rajoitukset sillalle ja sen rakentamistyölle. Näitä voivat olla esim. pohjavesiolosuhteista, viereisistä rakenteista tai vastaavista aiheutuvat rajoitukset.

4 USEAMMAN VAIHTOEHDON TOTEUTTAMISMALLI

4.1 Yleiskuvaus

Useamman vaihtoehdon toteuttamismallissa rakennuttaja ideoi mahdollisia toteuttamisvaihtoehtoja. Näistä karsitaan ne vaihtoehdot, joita rakennuttaja tai muu intressitaho ei voi hyväksyä. Jatkosuunnitteluun jää esim. 2-4 vaihtoehtoa, joista mikä tahansa soveltuu sellaisenaan kyseiseen siltapaikkaan. Vaihtoehdot voivat koskea siltatyyppiä tai jotain osaa sillasta. Vaihtoehtojen suunnittelu viedään rakennuttajan toimesta niin pitkälle, että sitovan urakkatarjouksen tekeminen on mahdollista. Suunnitteluvaihetta nimitetään tässä selvityksessä **urakkalaskentasuunnitteluksi**. Ts. kaikilla urakoitsijoilla on mahdollisuus tarjota mitä tahansa ratkaisuista ilman lisäsuunnittelua laskentavaiheessa. Lopullinen siltaratkaisu voidaan valita puhtaasti hintakilpailun perusteella ja ainoastaan voittaneesta vaihtoehdosta tehdään **toteuttamissuunnittelu**.

Urakkalaskentasuunnittelu minimoidaan siihen tasoon, että laskentaperusteeksi voidaan antaa sillan massat sitovina. Tämä edellyttää sillan statiikan käsittelemistä ja mitoitusta pääosiltaan. Siltasuunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytään kaikkien vaihtoehtojen osalta periaatetasolla ennen urakkalaskentaa.

Massojen sitovuustasoa jouduttaneen tarkistamaan siten, että veloitus- tai hyvitysseuraamukset alkavat, kun määräpoikkeama on suurempi kuin esimerkiksi 5 %.

Lisäksi tarvitaan siltakohtaiset laatuvaatimukset ja piirustuksia siten, että siltakohtaisesti ehdottomina pidettävät mitta-, muoto-, tms-vaatimukset käyvät kiistattomasti ilmi. Sen sijaan detaljitason suunnittelu ja työpiirustukset tehdään urakan ratkettua voittaneen vaihtoehdon osalta.

Siltahankkeen toteuttamismalli vaiheittain eriteltynä voisi olla seuraava:

ESISUUNNITTELU

SUUNNITTELUPERUSTEET
- Lähtötietojen kokoaminen
- Alustavat tutkimukset

SILTARATKAISUJEN IDEOINTI
- Ehdotuksia 1-n kpl

OHJELMOINTI

PERUSTEIDEN TARKENNUS
- Siltapaikkatutkimukset
- Siltapaikka-asiakirjat

YLEISSUUNNITTELU

SILTARATKAISUJEN KARSINTA
- Ympäristön kannalta
- Käyttäjien kannalta
- Toteutuksen kannalta

SILTAPAIKKA-ASIAKIRJOJEN TÄYDENTÄMINEN
- Täydentävät siltapaikkatutkimukset

VIRANOMAISKÄSITTELYT

VESIOIKEUSKÄSITTELY
- Periaatepiirros minimiaukkoisesta vaihtoehdosta

LAUSUNNOT VAIHTOEHDOISTA
- Vaihtoehtojen karsinta muiden intressitahojen kannalta

RAKENNUSSUUNNITTELU

RAKENNESUUNNITTELU URAKKALASKENTAVALMIUTEEN (1-4 KPL)
- Minimisuunnittelu sitovan tarjouksen saamiseksi

TEETTÄMINEN

RAKENTAMISEN VALMISTELUT
- Tarjouspyyntöasiakirjat ja urakkalaskenta
- Urakan ratkaisu
- Voittaneen vaihtoehdon rakennesuunnittelun täydentäminen toteuttamissuunnitelmaksi

RAKENNUSTYÖN TOTEUTTAMINEN
- Valvonta

4.2 Vertailu nykyiseen malliin

Esisuunnitteluvaihe molemmissa tuotantomalleissa on jokseenkin samanlainen. Tarkoitus on tuottaa mahdollisimman erilaisia ideoita siltaratkaisuksi. Tuotettuja vaihtoehtoja ei tässä vaiheessa tulisi karsia ilman selkeitä perusteita, vaikka ehdotukset olisivatkin tavanomaisista poikkeavia.

Ohjelmoinnissa tarkennetaan suunnitteluperusteita, tehdään siltapaikkatutkimukset ja kootaan siltapaikka-asiakirjat. Siltapaikkatutkimuksia pitäisi tässä vaiheessa tehdä nykyistä enemmän, jotta tarpeellisella tarkkuudella voitaisiin tarkastella kaikkien ehdotusten perustamismahdollisuuksia. Vesistösiltaa varten hankittaisiin tässä vaiheessa vesi- ja ympäristöpiirin lausunto aukkovaatimuksista ja vesioikeuden luvan tarpeellisuudesta.

Yleissuunnittelussa ei esitetyssä mallissa valitakaan yhtä vaihtoehtoa jatkosuunnittelun pohjaksi vaan karsitaan luonnoksista ne, jotka eivät rakennuttajan kannalta jostakin syystä tule kysymykseen. Tavanomaisen kustannusvertailun perusteella määritetty hinta olisi karsintaperuste ainoastaan erittäin selvissä tapauksissa. Jäljelle jääneistä luonnoksista laadittaisiin alustavat yleispiirustukset jatkon kannalta tarkoituksenmukaisella tarkkuudella.

Viranomaiskäsittelyssä tulisi selvempiä eroja tavanomaiseen menettelyyn verrattuna. Vesistösiltojen osalta vesioikeuden käsittely on ratkaiseva. Kuten aikaisemmin on todettu, niin vesioikeus ei voi myöntää lupaa vaihtoehtoisille suunnitelmille. Sen sijaan lupa kannattaisi hakea minimiaukkoiselle vaihtoehdolle, johon ei merkittäisi aukkojen tarkkoja mittoja vaan aukkojen vähimmäismitoiksi esitettäisiin vesi- ja ympäristöpiirin lausunnon mukaiset minimimitat. Lisäksi lupahakemukseen liitettävä siltapiirustus voisi mahdollisesti olla yleispiirustusta kevyempi ja kaaviomaisempi periaatepiirros.

Itä-Suomen vesioikeuden edustajat esittivät käydyissä keskusteluissa käsityksenään, että aukkomittoja voidaan yleensä suurentaa ilman muutoshakemusta vesioikeudelta.

Asiasta tulisi vain sopia valvontaviranomaisen eli vesi- ja ympäristöpiirin kanssa. Sen sijaan aukkojen pienentäminen luvassa mainituista mitoista vaatii aina vesioikeuskäsittelyn, vaikka pienennetyt aukot täyttäisivät

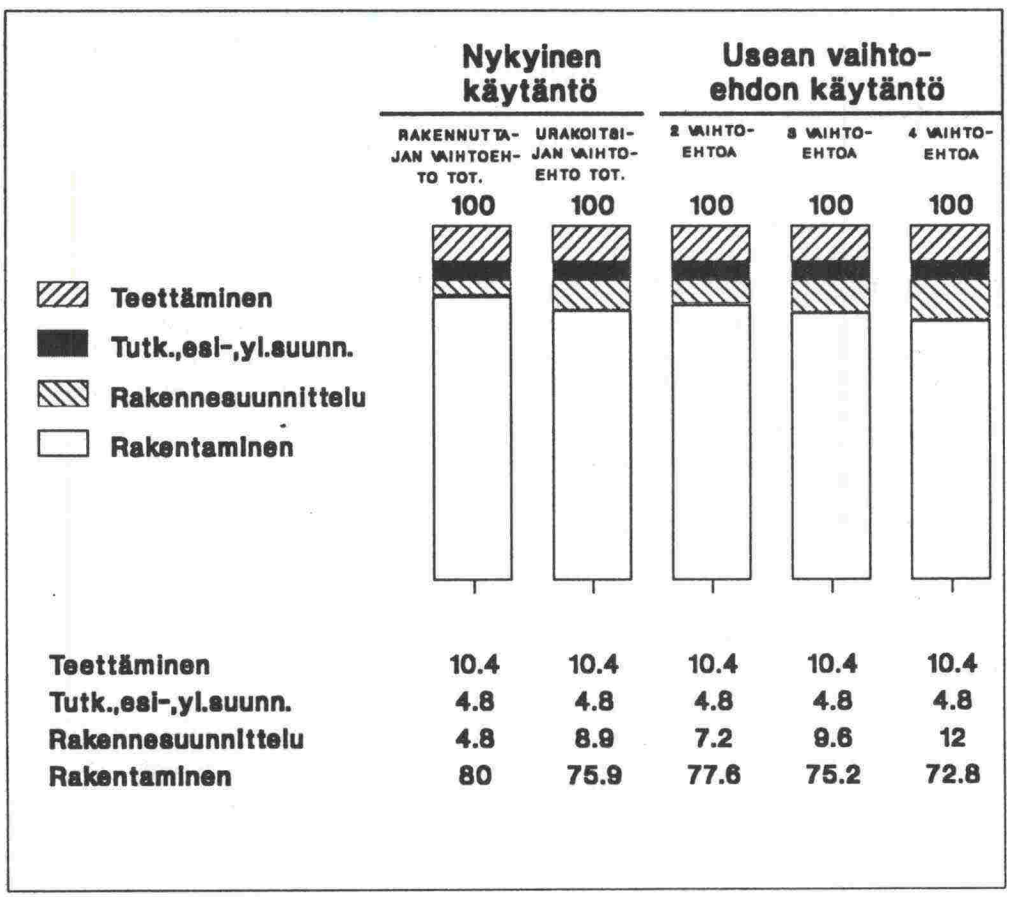
alkuperäisen lausunnon mukaiset minimimitat. Lopullisesti toteutuneen sillan aukkomitat on ilmoitettava vesioikeudelle väyläkarttoihin merkintää varten.

Kaupunkien, kuntien ja muiden intressitahojen viranomaisilla ei sen sijaan liene estettä antaa lausuntoa vaihtoehtoisista siltasuunnitelmista. Varsinkin jos näillä tahoilla olisi jonkinasteinen "veto"-oikeus karsia ratkaisuja, joita he esimerkiksi kaupunkikuvallisista syistä eivät haluaisi toteutettavaksi.

Rakennussuunnittelu jakautuisi selkeästi kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa jäljelle jääneistä ehdotuksista laadittaisiin em. urakkalaskentasuunnitelmat. Karkeasti ajateltuna nämä käsittäisivät sillan staattisen käsittelyn, mitoituksen pääpiirteissään sekä tarvittavat piirustukset ja asiakirjat, joista kävisivät ilmi sillan sijoitus, rakenteiden mitat, tyypilliset raudoitukset ja muut rakennuttajan siltaan kohdistamat vaatimukset. Lisäksi tarjouspyyntöasiakirjoissa annettaisiin sitovat massatiedot. On luonnollista, että tässä vaiheessa vaihtoehtoja voisi olla enintään kolmesta neljään.

Siltasuunnitelmat kaikkien vaihtoehtojen osalta tarkastetaan ennen urakkalaskentaa, jolloin varmistetaan siltäkin osin eri vaihtoehtojen hyväksyttävyys.

Rakentaminen tulisi kysymykseen lähinnä urakkamenettelyllä. Urakkakyselyssä olisivat mukana kaikki jäljellä olevat vaihtoehdot. Pääsääntöisesti urakoitsijat eivät voisi enää esittää siltatyypin osalta täysin poikkeavia ratkaisuja . Sen sijaan toteutukseen liittyvät yksityiskohdat ja tekniset ratkaisut



Teettäminen	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Tutk.,esi-,yl.suunn.	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
Rakennesuunnittelu	4.8	8.9	7.2	9.6	12
Rakentaminen	80	75.9	77.6	75.2	72.8

olisivat urakoitsijoiden vapaasti valittavissa. Myös ei-näkyviin jäävissä rakennusosissa urakoitsijat voisivat mahdollisesti esittää omia ratkaisujaan. Urakan ratkaisu voitaisiin tehdä suoraan hinnan perusteella, koska rakennuttaja on jo selvittänyt eri vaihtoehdot ja niille on hankittu periaatteellinen viranomaishyväksyntä.

Toteutettavan vaihtoehdon selvittyä rakennussuunnittelu täydennetään lopulliseksi toteuttamissuunnitelmaksi. Pääsääntöisesti suunnittelun loppuun saattaminen tapahtuisi rakennuttajan toimesta kuitenkin siten, että suunnittelussa huomioitaisiin urakoitsijan tuotantotekniikka.

4.3 Kustannusten muodostuminen

Uuden rakennuttamiskäytännön kehittelyssä keskeisenä motiivina täytyy pitkällä tähtäyksellä olla siltatuotannon kokonaisedullisuuden paraneminen entiseen menettelyyn verrattuna. Voisiko tämä olla mahdollista useamman vaihtoehdon toteuttamismallissa, koska suunnittelukustannukset kokonaisuudessaan tulisivat kasvamaan. Kysymystä voidaan tarkastella siltakohtaisen kustannusjakautuman avulla.

Kohdassa 2.2 esitetyn mukaisesti tutkimuksen ja suunnittelun osuus hankkeen kokonaiskustannuksista jakaantuu seuraavasti:

- tutkimukset 2.4 %
- esisuunnittelu 0.8 %
- yleissuunnittelu 1.6 %
- rakennussuunnittelu 4.8 %

Siinä tapauksessa, että rakennuttajan valitsema vaihtoehto toteutuu, tutkimuksen ja suunnittelun osuus on siis yhteensä 9.6 % hankkeen kokonaiskustannuksista .

Mikäli urakkalaskennassa voittaa urakoitsijan oma vaihtoehto, niin urakkasummaan sisältyvät tämän vaihtoehdon rakennussuunnittelun kustannukset. Koska urakoitsijan vaihtoehto harvoin poikkeaa täydellisesti rakennuttajan vaihtoehdosta, niin rakennussuunnittelun kokonaiskustannuksiksi voidaan arvioida 4.8 + 0.85 x 4.8 = 8.9 %. Tällöin tutkimuksen ja suunnittelun osuus kokonaiskustannuksista on yhteensä 13.7 %.

Edellä esitetyssä usean vaihtoehdon mallissa voidaan olettaa, että tutkimusten osuus kasvaa hieman, esisuunnittelun osuus pysyy ennallaan ja yleissuunnittelun osuus saattaa jopa hieman pienentyä.

Tutkimusten osuus kasvaa siinä tapauksessa, että vaihtoehtoisten siltaratkaisujen jännemitat poikkeavat toisistaan oleellisesti. Tutkimusten ohjelmoinnilla tästä aiheutuva kustannuslisä voidaan minimoida. Toisaalta jos vaihtoehdot koskevat pelkästään kansirakennetta, tutkimuksia ei tarvitse lisätä.

Yleissuunnittelun vähenemistä voidaan perustella sillä, että luonnosten analysointia ja kustannusvertailua ei tarvitse tehdä samalla tarkkuudella kuin yhtä ainoata ratkaisumallia optimoitaessa. Myöskin yleissuunnittelun tulostus olisi nykyistä alustavaa yleispiirustusta luonnosmaisempi.

Kokonaisuutena voitaneen olettaa, että edellä olevat seikat kumoavat toistensa kustannusvaikutukset ja myös useamman vaihtoehdon rakennuttamismallissa tutkimuksen, esisuunnittelun ja yleissuunnittelun yhteinen osuus hankkeen kustannuksista on keskimäärin 4.8 %.

Tärkeimmäksi yleiskustannuksiin vaikuttavaksi tekijäksi jää luonnollisesti rakennesuunnittelu. Ratkaisevaa on, mikä tulee urakkalaskentasuunnittelun osuudeksi kokonaisrakennesuunnittelusta. Voitaisiin ajatella, että tämä osuus saattaisi olla 30-60 % riippuen siltatyypistä. Statiikaltaan työläämmissä silloissa prosentti on suurempi kuin esim. elementtisilloissa, joissa mahdollisesti voidaan käyttää eri valmistajien tyyppielementtejä. Rakennuttamismenettelyn keskeisenä osa-alueena tuleekin olemaan suunnittelukäytännön kehittäminen tältä osin.

Rakennussuunnittelun kokonaisosuus riippuu vaihtoehtojen lukumäärästä ja urakkalaskentasuunnittelun suhteellisesta osuudesta seuraavan taulukon mukaisesti. Taulukossa ensimmäinen luku tarkoittaa rakennussuunnittelun

osuutta ja suluissa oleva luku tutkimuksen ja kaikkien suunnitteluvaiheiden kokonaisosuutta.

SUUNNITTELUN OSUUS / VAIHTOEHTOJEN LUKUMÄÄRÄ

VAIHTOEHTOJEN LUKUMÄÄRÄ	URAKKALASKENTASUUNNITTELUN OSUUS RAKENNUSSUUNNITTELUSTA		
	40 %	50 %	60 %
2 KPL	6.7 (11.5)	7.2 (12.0)	7.7 (12.5)
3 KPL	8.6 (13.4)	9.6 (14.0)	10.6 (15.4)
4 KPL	10.6 (15.4)	12.0 (16.8)	13.4 (18.2)

Taulukosta nähdään, että rakennussuunnittelun osuus kahdella vaihtoehdolla on aina pienempi kuin 8.9 % (urakoitsijan vaihtoehto toteutuu nykyisessä mallissa). Kolmellakin vaihtoehdolla saavutetaan lähes sama taso, jos urakkalaskentasuunnittelun osuus pystytään pienentämään alle puoleen koko rakennussuunnittelusta. Muissa tapauksissa rakennuskustannuksissa on saavutettava ne säästöt, joilla katetaan lisääntyneet suunnittelukustannukset.

Kun rakennuskustannukset ovat alkuperäisessä tapauksessa 80 % kokonaiskustannuksista, saisivat ne neljän vaihtoehdon epäedullisimmassa tapauksessa olla enää 71.4 % , jotta kokonaiskustannukset pysyisivät samoina. Ts. kolmesta ylimääräisestä vaihtoehdosta joku olisi pystyttävä rakentamaan n. 10.8 % alkuperäistä ratkaisua halvemmalla.

Asian havainnollistamiseksi on laadittu hankkeen kustannusjakautumaa kuvaavat pylväät eri vaihtoehdoille. Urakkalaskentasuunnittelun osuutena pylväissä on käytetty 50 %.

Uudella menetelmällä ei luonnollisestikaan saavuteta etua siinä tapauksessa, että rakennuttajan valitsema ainut vaihtoehto osoittautuu rakentamiskustannuksiltaan halvimmaksi.

Usein kuitenkin urakoitsijat tekevät tarjouksen myöskin omasta vaihtoehdostaan, vaikka joutuvatkin kattamaan urakassa oman vaihtoehdon rakennesuunnittelun. Tällöin oman vaihtoehdon pitää olla huomattavasti edullisempi, koska se voittaa itse asiassa ilman kilpailua. Voidaan vain kysyä, kuinka paljon kustannukset vielä alenisivat, jos useampi urakoitsija voisi laskea ja tarjota kaikkia vaihtoehtoja.

Uuden menettelytavan oletettu edullisuus perustuu juuri siihen, että hyväksyttävät vaihtoehdot ovat kaikkien tarjottavissa. Parantunut kilpailu suurimmasta osatekijästä eli rakentamisesta korvaa lisääntyneet suunnittelukustannukset, kun samalla suunnittelua urakkalaskentavaiheessa kevennetään.

4.4 Urakoitsijapalautetta

Urakoitsijoiden mielipiteitä on selvityksessä kartoitettu haastattelemalla kolmea valtakunnallista siltaurakoitsijaa sekä kahta jännebetonielementtien valmistajaa. Haastattelu on toteutettu keskustelumuodossa ja siinä on kartoitettu kuinka yleistä omien vaihtoehtojen tutkiminen nykyisellään on sekä mielipiteitä edellä esitetystä useamman vaihtoehdon toteuttamismallista.

Nykyisessä rakennuttamismenettelyssä urakoitsijat tutkivat omaa vaihtoehtoa varsin vaihtelevasti. Varsinkin suurimman urakoitsijan edustaja ilmoitti, että he tekevät lähes poikkeuksetta oman vaihtoehdon kartoituksen ainakin karkealla tasolla. Sen sijaan pienemmät urakoitsijat tutkivat omaa vaihtoehtoa vain, mikäli se tuntuu etukäteen selvästi halvemmalta. Tavallisimmin oma vaihtoehto tutkitaan perustusten osalta eli yli puolessa tapauksista. Kannatinrakenteen ja siltatyypin osalta oman vaihtoehdon yleisyys haastalluissa yrityksissä vaihteli 0:sta 30 %.

Oman vaihtoehdon tarjoamisen rajoituksena nähtiin yhtä useassa tapauksessa tarjousvaiheen ylimääräiset suunnittelukustannukset ja epävarmuus oman vaihtoehdon viranomaishyväksynnästä. Erään urakoitsijan mukaan esteenä oli myös vaihtoehto- tai muutossuunnitelman myötä rakennuttajan vaatima lisävastuu.

Jos rakennuttaja pyytää tarjoukset usealla vaihtoehdolla, kaikki urakoitsijat ilmoittivat selvittävänsä, mikä vaihtoehdoista olisi halvin. Korostetusti tuli ilmi, että suurempien urakoitsijoiden edustajat pitivät omaa vaihtoehtojen ideointiaan kilpailukeinona niihin urakoitsijoihin nähden, joilla ei ole halua/resursseja laatia omaa vaihtoehtoa. Kaikki olivat siinä käsityksessä, että useamman vaihtoehdon urakointimalli kiristää hintakilpailua. Toisaalta siksi, että kaikki voivat tarjota hyväksyttyjä vaihtoehtoja ja toisaalta siksi, että urakoitsijan riskit pienenevät sitovien massatietojen myötä. Joku urakoitsijoista oli jopa sitä mieltä, että kilpailu kiristyy kannattavuusrajan alapuolelle, koska optimivaihtoehdon tarjoajia tulee lisää.

Urakoitsijoiden käsitys minimisuunnitelmasta oli myöskin hyvin samansuuntainen. Urakkalaskennan perusteeksi tarvitaan yleispiirustus, kohdekohtainen työselitys tai laatuvaatimukset ja sitovat massamäärät. Alustava mittapiirustus ja tyypillinen raudoituskuva ovat suotavia, mutta eivät täysin välttämättömiä. Mikäli ehdottamana vaatimuksen on tavanomaisesta poikkeavia yksityiskohtaratkaisuja, niin niistä tarvitaan tiedot urakkalaskennan perusteeksi.

Toteuttamissuunnittelu nähtiin rakennuttajan tehtävänä kuitenkin niin, että se toteutetaan valitun urakoitsijan kanssa yhteistyössä. Tällöin suunnittelussa voidaan huomioida voittaneen urakoitsijan toteuttamistekniikka.

Elemettitehtaiden edustajat olivat varsin yksimielisesti sillä kannalla, että useamman vaihtoehdon rakennuttamismalli olisi nykyistä parempi. Urakkalaskentasuunnittelussa tulisi elementtivaihtoehdoissa sallia pienet poikkeamat esimerkiksi palkkien muodossa.

5 YHTEENVETO

Pääosa tielaitoksen tuottamista silloista voidaan luokitella tämän selvityksen tarkoittamiin tavanomaisiin siltoihin. Vuosittain rakennettava määrä nykyisessä taloudellisessa tilanteessa on noin 200 siltaa, mihin käytetään rahaa yleiskustannuksineen yli 300 milj. mk. Tästä suoranaiset rakentamiskustannukset ovat 250 milj. mk.

Nykyinen rakennuttamismenettely lähtee yleensä siitä, että rakennuttaja valitsee yhden vaihtoehdon, suunnittelee sen yksityiskohtaisesti, hankkii suunnitelmalle viranomaisten ja muiden sidosryhmien hyväksymisen sekä pyytää urakkatarjoukset tällä suunnitelmalla. Lisäksi urakoitsijoille annetaan mahdollisuus tarjota myöskin omaa vaihtoehtoaan.

Entistä useammin varsinkin suurimmat urakoitsijat tekevät rinnakkaistarjouksen omasta vaihtoehdostaan, joko kokonaan erilaisesta siltatyypistä tai osasuorituksesta, lähinnä perustamisesta.

Mikäli urakoitsijan vaihtoehto on selkeästi halvempi, joutuu rakennuttaja ratkaisemaan varsin lyhyellä aikataululla, täyttääkö esitetty vaihtoehto ne vaatimukset, jotka siltahankkeen aikana ovat rakennuttajan ratkaisuun vaikuttaneet. Tästä seuraa helposti ristiriitaa rakennuttajan ja urakoitsijan välillä ja pahimmassa tapauksessa käy, että rakennuttaja tulee hyväksyneeksi ratkaisun, joka ei kaikilta osiltaan ole eri intressipiirien tai ympäristön kannalta tyydyttävä.

Urakoitsijan oman vaihtoehdon toteutuessa vastaa urakoitsija sen osalta rakennussuunnittelusta. Tästä johtuen urakoitsijan vaihtoehdon pitää olla selvästi rakennuttajan ehdotusta edullisempi. Lisäksi urakoitsijan vaihtoehtoa ei ole kilpailtu samalla tavalla kuin rakennuttajan ratkaisua.

Uutena mahdollisuutena on esitetty useamman vaihtoehdon toteuttamismalli. Siinä rakennuttaja tuottaa siltavaihtoehtoja, hankkii niille viranomaisten ja muiden intressitahojen hyväksymisen ja pyytää tarjoukset useammasta vaihtoehdosta sellaisella minimisuunnitelmalla, jolla urakoitsijat voivat antaa sitovan tarjouksen.

Urakoitsijoiden palautteesta on pääteltävissä, että urakkakilpailu tulisi kiristymään useamman vaihtoehdon myötä. Urakkamenettely rakennuttajan kehittämillä vaihtoehdoilla suosisi pienempiä urakoitsijoita. Elementtien valmistajat ja myöskin teräspalkkien tuottajat näkisivät mielellään omat versionsa yhtenä perusvaihtoehdoista.

Kieltämätön tosiasia on, että rakennuttajan suunnittelukustannukset tulisivat nousemaan nykyiseen käytäntöön verrattuna. Ratkaisevaksi muodostuisi urakkalaskentasuunnittelun osuus koko rakennesuunnittelusta. Toisaalta urakoitsijoiden tarjousvaiheen suunnittelukustannukset vähenisivät, mutta sen vaikutus näkyisi vasta pidemmän ajan kuluessa. Rakennuskustannukset ovat n. 70-80 % kokonaiskustannuksista ja tämän osuuden parantuneen kilpailun pitäisi kattaa muutamalla prosenttiyksiköllä lisääntyneet yleiskustannukset.

Tiivistettynä uuden menettelyn etuina voidaan kirjata

- rakennuttaja voi etukäteen määrittää hyväksyttävät vaihtoehdot
- kilpailun tuloksena kokonaiskustannukset alenevat
- vaihtoehtoiset ratkaisut lisääntyvät tavanomaisten siltojen toteutuksessa

ja mahdollisina haittoina

- yleiskustannukset kasvavat
- urakoitsijoiden vastustus kovenevasta kilpailusta

Tässä esitetty useamman vaihtoehdon malli ei varmastikaan ole vielä valmis, vaikka soveltaen sitä on joissakin tapauksissa käytetty mm. perustusten osalta. Menetelmän käyttöön ottaminen laajemmassa mitassa edellyttää suunnittelun, rakennuttamisen ja urakoinnin yhteistyötä ja sillan hankeprosessin uudelleen ajattelua. Mm. seuraavien osatekijöiden edelleen kehittämistä tarvitaan:

- kolmivaiheinen suunnittelujärjestelmä: luonnos - urakkalaskentavaihe - toteutussuunnittelu
- urakkalaskentavaiheen suunnittelu- ja suunnitelmien tarkastuskäytäntö
- vesioikeuden lupamenettely minimiaukoilla haettavaksi luvaksi tai oikeuskäytännön muuttaminen vaihtoehtosuunnitelmille myönnettävän luvan suhteen
- urakkamuodon ja sopimusasiakirjojen kehittäminen

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

1/1994 Suunnittelustrategia. Tiehallinto

2/1994 Ihminen ja tie; Tien kokeminen ja tie kirjallisuudessa. TIEL 3200211

3/1994 Strategic Highway Research Program (SHRP) - Long-Term Pavement Performance (LTPP); Materiaalimodulin määritys takaisinlaskentaohjelmilla sekä tierakenteen vaurioitumisajankohdan ennustemallit. TIEL 3200213

4/1994 Salaojan ympärysaineen vaikutus raudan saostumisessa. TIEL 3200214

5/1994 Syyt yritysten sijoittumiseen liikenteellisten solmukohtien läheisyyteen. TIEL 3200216

6/1994 Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta. TIEL 3200217

7/1994 Tien pohja- ja päällysrakenteet, tutkimusohjelma (TPPT), Tutkimussuunnitelma vuosille 1994-2000. TIEL 3200218

8/1994 Roudan vaikutusten mallintaminen. TIEL 3200219

9/1994 Liikenteen vaatima energia ja kaupunkirakenne. TIEL 3200220

10/1994 Rakennussuunnittelun kehittäminen; Selvitys rakennussuunnittelun sisällyttämisestä rakentamiseen. TIEL 3200221

11/1994 Radiometristen tiiviysmittauslaitteiden käyttäminen päällysteiden tyhjätilamittauksiin. TIEL 3200222

12/1994 Jännitys- ja muodonmuutosmittaukset tierakenteessa 1992-1993; Roudan sulamisen simulointi, pohjaveden pinnan vaikutus korkeassa lämpötilassa ja päällysteen reunan vaikutus. TIEL 3200223

13/1994 Kotitalouksien henkilöauton omistus ja käyttö vuonna 1990. TIEL 3200224

14/1994 Tienvarsien ja -luiskien niitto ja vesakonraivaus. Tuotannon palvelukeskus, Kuopion kehitysyksikkö

15/1994 Kestävä kehitys ja kaupunkirakenne - urbaani palapeli. TIEL 3200225

16/1994 Päällysteiden kulutuskestävyyttä mittaavien sivurullakuluslaitteiden vertailututkimus. TIEL 3200226

17/1994 Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutus; Vaikutusten arviointia pääkaupunkiseudun MEPLAN-koemallilla. TIEL 3200227

18/1994 Liikenne palvelee ja muuttaa yhdyskuntaa - maankäytön ja liikenteen vuorovaikutus. TIEL 3200228

19/1994 Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen. TIEL 3200229

20/1994 Kansalaisten ja suunnittelijoiden vuoropuhelu Pasilanväylän yleissuunnittelussa. TIEL 3200230

21/1994 HOV-ratkaisut; Liikenteen hallintaprojekti S6. TIEL 3200231

22/1994 Nopeus-likkennefunktioiden muodostaminen LAM-aineistosta. TIEL 3200232

ISSN 0788-3722
ISBN 951-47-9386-2
TIEL 3200233