



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Rakennuttajan toimenpiteet urakan ajallisessa ohjauksessa

Jouko Kankainen, professori
Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalous
jouko.kankainen@hut.fi

Riku Kolhonen, erikoistutkija
Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalous
riku.kolhonen@hut.fi

Tilaaan rakennushankkeeseen kohdistamat tavoitteet liittyvät hankkeen valmistumisajankohtaan, kustannuksiin, laatuun ja hallintoon. Yhtä tärkeää kuin tavoitteiden tason määrittäminen on tavoitteisiin liittyvien epävarmuustekijöiden hallitseminen. Tilaaan kannalta on tärkeää hallita ja tunnistaa tavoitteisiin liittyvät keskinäiset ristiriidat, valita hankkeelle oikea toteutusmuoto sekä määrittää tilaaajan ja urakoitsijan yhteistyötä edistävät ja osapuolia tasapuolisesti kohtelevat urakkaehdot.

Urakan keston määrittäminen

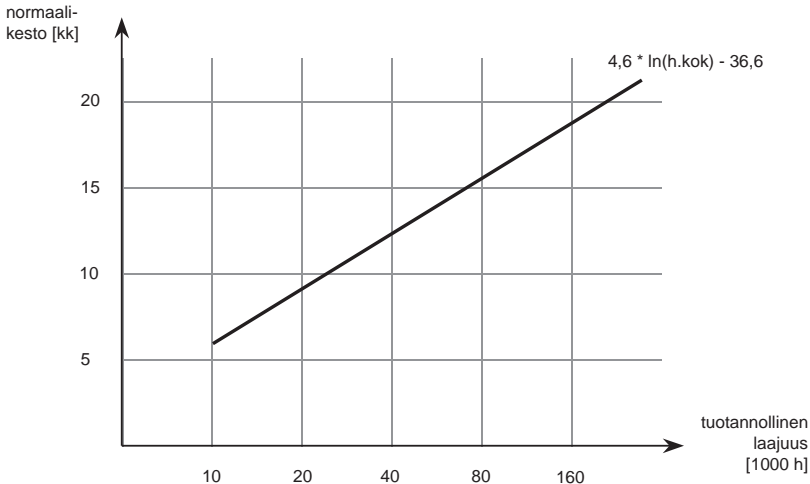
Rakennusurakkasopimuksessa tilaaja määrittää rakennushankkeelle alkamisajankohdan ja valmistuspäivän eli hankkeen keston. Keston kriteerinä on ollut aiempaan kokemukseen perustuva käsitys kohtuullisesta, kustannusten kannalta tarkoituksenmukaisesta ja laaturiskit eliminoivasta rakennusajasta. Kohtuullisesta rakennusajasta on poikettu, kun rakennuksen valmistumiselle on kriittinen ajankohta, viranomais-

käsittelyyn on kulunut luultua enemmän aikaa tai hankkeen rahoitus tai vuokratuottojen saanti on edellyttänyt poikkeamaa.

Yksittäisten hankkeiden kestot ovat kireydel-tään erilaisia. Silloin kun tilaaajan kannalta rakennushankkeen valmistumisajankohta ei ole kriittinen, on sekä tilaaajan että urakoitsijan kannalta tarkoituksenmukaista pyrkiä ns. normaali-keston mukaiseen kokonaisrakennusaikaan (kuva 1).

Normaalikesto lasketaan hankkeen tuotannollisen laajuuden eli työmaalla tehtävien töiden kokonaistyöpanoksen avulla ja kokonaistyöpanos voidaan määrittää tilastollisten tunnuslukujen avulla (kuva 2) tai ajoituskustannusmallia käyttäen [1], [2], [3].

Normaalikestosta voidaan poiketa $\pm 20\%$ ilman, että hankkeen kokonaiskustannukset olennaisesti kasvavat, mikäli hanke toteutetaan *yhtenä lohkona*. Poikkeaman kustannusvaikutus pienenee hankkeen koon kasvaessa. Kustannusvaikutus on iso, kun hankkeen tuotannollinen laajuus on alle 10 000 työntekijätuntia. Jos nor-



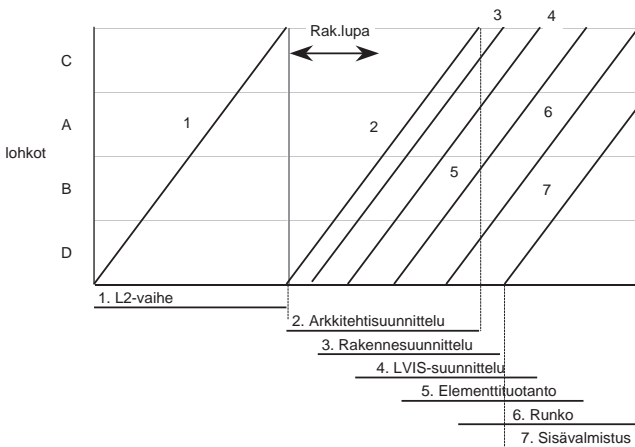
Rakennustyyppi	Täyselmentti- tekniikka, TE	Osaelementti- tekniikka, OE	Paikalla rakentaminen, PR
Peruskoulu	11,37	11,97	14,47
Toimistorakennus	11,98	12,58	15,08
Liikerakennus	11,17	11,77	14,27
Ammattioppilaitos	13,41	14,01	16,51
Päiväkot	20,53	21,13	23,63
Terveyskeskus	12,73	13,33	15,83
Urheilulaitos	11,63	12,23	14,73
Kev.teoll.tuot.rak.	9,36	9,96	12,46
Kirjasto	11,69	12,29	14,79
Asuinkeuhkotalo	7,24	7,84	10,34
Pienkerrostalo	9,66	10,26	12,76
Rivitalo	10,69	11,29	13,79

Kuva 2. Työmaan työmenekkin (h/bm^2) määrittäminen tilastollisten työmenekkin avulla [1], [2], [3].

maalikestoa lyhennetään yli 20 %, seurauksena voi olla laaturiskejä tai laadunvarmistamisesta aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia, kuten betonirakenteiden kuivattamiseksi tehtävistä erityistoimenpiteistä aiheutuvat kustannukset.

Normaalikestoa voidaan lyhentää huomattavastikin käyttämällä hyväksi lohkoittaista rakentamista tai liittämällä suunnittelu ja toteutus keskenään esimerkiksi lohkojakoa hyväksi käyttäen (kuva 3). Tällöin lyhentäminen määritetään aikatauluuunnosten avulla tai ajoitus-kustannusmallilla.

Tilaja voi lyhentää koko hankkeen läpivientiä tarvittavaa aikaa urakkamuodon valinnalla, koska eri urakkamuodot mahdollistavat suunnittelun, rakentamisen ja hankintojen liittämisen eri tavoin. Toisaalta eri urakkamuodot ovat aikatauluriskien suhteen erilaisia ja niihin liittyvät laatu- ja kustannusvaikutukset voivat aiheuttaa tilaajalle yllätyksiä [4].



Kuva 3. Lohkoittain suunniteltavan kohteen paikka-aikakaavio ja jana-aikataulu [3].

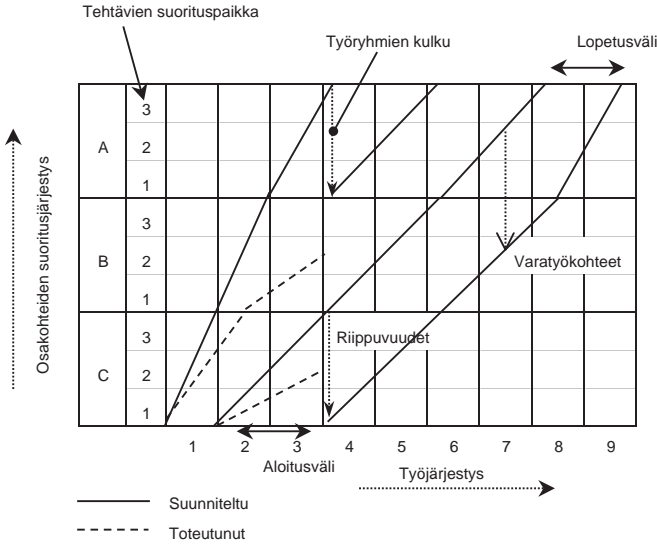
Erilaiset aikataulu muodot ja osakohdejako

Rakennushankkeen aikataulu voidaan esittää eri tavoin: jana-aikatauluna, toimintaverkkona, tuotantoaikakaaviona ja paikka-aikakaaviona [5].

Paikka-aikakaavio on hankkeen ohjauksen kannalta paras. Paikka-aikakaaviossa on pysty-akselina rakennuksen fyysiset osat, kuten lohkot ja työkohteet ja vaakakselina on aika-akseli. Paikka-aikakaaviosta on todettavissa tehtävien suoritusjärjestys, tehtävien toteutuksen aikaväli ja tehtävien suorituspaikka. Tehtäväviivojen kaltevuus osoittaa tuotantonopeuden. Paikka-aikakaavio on erittäin hyvä tuotannon ohjauksen ja valvonnan väline, koska se osoittaa: poikkeamat tuotantonopeudessa, aloitusajankohdissa sekä tehtävien ja osakohdeiden suoritusjärjestyksessä. Lisäksi sen avulla voidaan ennakoita tulevat kriisitilanteet (kuva 4).

Paikka-aikakaavio edellyttää osakohdejako, joita ovat lohkot ja työkohteet (kuva 5). Lohko on rakennuksen osa, jonka runko rakennetaan kerralla valmiiksi yhtenä kokonaisuutena. Työkohte on lohkon osa, jossa tehdään ainoastaan yhtä tuotannon tehtävää kerrallaan [5].

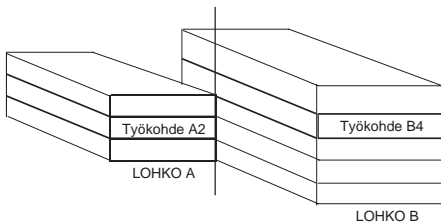
Osakohdejako perustuu suunnitelmaan. Tuotannon kannalta on eduksi sijoittaa runkoratkaisultaan toisistaan poikkeavat tilat eri lohkoihin, muodostaa LVIS-alueet lohkojakoon sopiviksi talotekniikan luovutuksen vuoksi ja sijoittaa lämmönjakohuone ja sähköpääkeskus ensiksi valmistuvaan lohkoon. Tuotannon lohkojako mahdollistaa rungon rakentamisen nopeasti valmiiksi yhdessä kohteen osassa, jolloin sisävalmistustyöt voidaan aloittaa aiemmin kuin jos



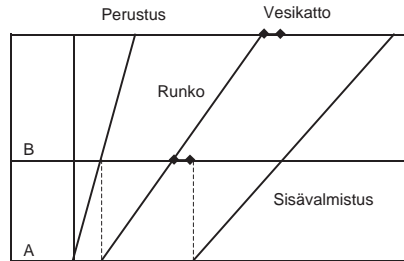
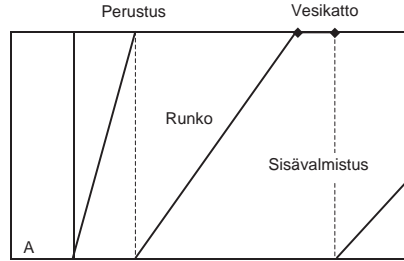
Kuva 4. Paikka-aikakaavion ominaisuudet.

koko kohteen runko rakennettaisiin kerralla valmiiksi (kuva 6).

Tuotannon lohkotuksen vaikutuksista saatuja hyötyjä ovat: vaiheittainen käyttöönotto, laatuvirheiden väheneminen, käyttöhenkilöstön parempi perehtyminen talotekniikkaan ja rauhallinen luovutus sekä suunnitelmien teettäminen osakohteittain, jolloin suunnittelua voidaan tehdä aikaisemmista virheistä oppien ja pidemmällä aikataululla [3].



454 Kuva 5. Lohko- ja työkohtejakko [5].



Kuva 6. Lohkojaon vaikutus rakennusvaiheiden limitykseen.

Hyvän aikataulun tunnuspiirteet

- kohde on suunniteltu lohkoittain
- kohteen aikatauluna on kriittisten tehtävien osalta paikka-aikakaavio
- talotekniset työt on myös mitoitettu ja yhteensovitettu rakennusteknisiin töihin
- tehtävillä on oikea tekninen toteutusjärjestys
- tehtävät on tahdistettu ja rytmitetty
- työmenekkien kireys on normaalilla tasolla (RATU)
- tehtävillä on varatyökohde ja työkohteessa tehdään vain yhtä työtä kerrallaan
- häiriöille varattu pelivaraa
- itselleluovutukselle on varattu aikaa
- betonin kuivumisajat ja urakkaohjelman reunaehdot on otettu huomioon
- aikataululle on tehty riskitarkastelu (DSS)

Kuva 7. Hyvän aikataulun tunnuspiirteet.

Aikataulun tarkastus

Tilaaajan keskeisiä tehtäviä on hyväksyä urakoitsijan aikataulu. Hyväksyessään aikataulun tilaaja sitoutuu tuottamaan suunnitelmat tuotannon tarpeisiin ja on velvollinen laatimaan yhteistyössä urakoitsijan kanssa suunnitelma-aikataulun. Tämän vuoksi tilaajan on tarkistettava täyttääkö laadittu aikataulu hyvän aikataulun tunnusmerkit sekä rakennusteknisten että taloteknisten töiden osalta (kuva 7). Jana-aikataulu-muotoon piirretty aikataulu on syytä muuttaa paikka-aikakaavioksi, jotta aikataulun toteutuskelpoisuus voidaan varmistaa (kuva 8).

Aikataulun valvonta

Työnaikaisen valvonnan avulla selvitetään miten tuotannon toteutus eroaa suunnitelmasta ja mistä poikkeamat johtuvat. Valvonta kohdistetaan yhtäaikaisesti koko tuotantoon ja yksittäisiin kriittisiin tehtäviin [5].

Vaikka tuotannon valvonta on ensisijassa urakoitsijan asia, on myös rakennuttajan osallistuttava valvontaan, jotta rakennuttaja tuntisi tilanteen työmaalla, mutta ennen kaikkea siksi, että rakennuttaja voi hoitaa omat velvollisuutensa ajoissa, kuten suunnitelmien oikea-aikaisen toimittamisen, lisä- ja muutostöiden tilaamisen ajoissa ja alistamattomien sivu-urakoiden ja hankintojen koordinoiminen.

Tuotannon valvonta tehdään paikka-aikakaavio- ja vinjettikuvan avulla [5]. Paikka-aikakaavioon merkitään eri tehtävien valmistuminen eri työkohteissa viikoittain. Viikoittainen valvonta antaa jatkuvan tiedon tehtävien edistymisestä ja tuotannon ongelmista. Erityisen merkittävää valvontatieto on lisä- ja muutostöiden aikatauluvaikutusten selvittämisessä [6] ja lisä- ja muutostöiden aiheuttamien aikatauluhäiriöiden kiinnittämisen ja kiinnittökustannusten määrittämisessä (kuva 9).

Vinjettikuvien [5] avulla voidaan valvoa työkohteen sitoutumista ja vapautumista eri tehtävien osalta sekä kriittisten tapahtumien oikea-aikaisuutta tuotannon edellytysten turvaamiseksi (kuva 10).

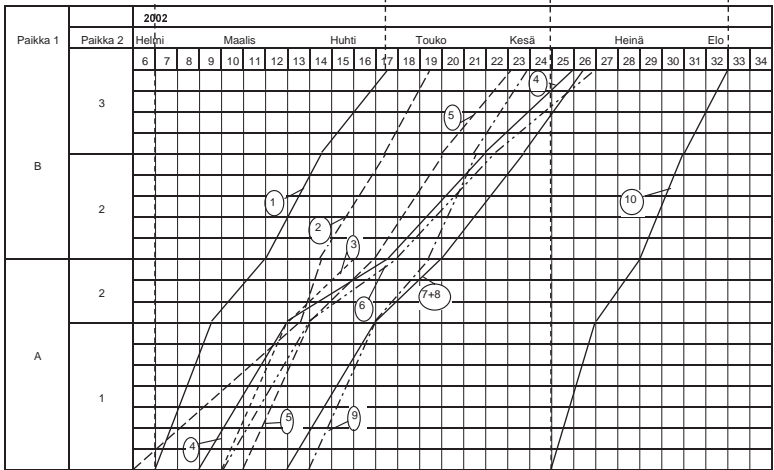
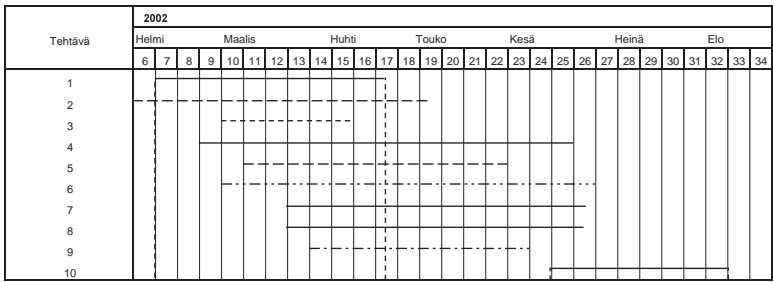
Luovutusvaiheen aikataulu

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (71§) edellyttävät urakoitsijaa itse varmistamaan rakennustyön valmiuden ja vaatimusten mukaisuuden ennen kohteen luovuttamista. Varmistaminen tehdään erikseen rakennusteknisten töiden ja talotekniikan osalta.

Rakennusteknisten töiden luovutus suunnitellaan yleisaikatauluun omana aikataulutehtävänä, ns. itselleluovutuksena. Itselleluovutukselle tulisi aikatauluun varata aikaa 2–4 viikkoa kohteen koosta ja vaativuudesta riippuen. Itselleluovutus vaiheistuu luovutuksen esitarkastukseksi, virheiden ja puutteiden korjausten suunnitteluun, korjausten tarkastukseksi, loppusivouksen teoksi ja tilaajalle luovutukseksi [5].

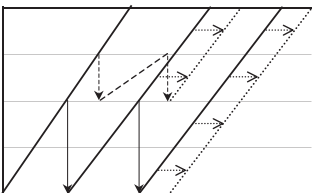
Taloteknisten töiden itselleluovutuksesta tulisi tehdä erillinen luovutusaikataulu (kuva 11), jonka päävaiheet ovat toimintakokeiden aloitusvalmiuden toteaminen, toimintakokeiden teko, koekäyttö, tarkistusmittausten teko ja loppukatselmus [7]. Toimintakokeiden aloitusvalmius käsittää seuraavia asioita toiminta-alueittain:

- teknisen tilan rakennustyöt tulee olla valmiit ja alustavasti siivotut
- rakennuksen seinät, ikkunat ja ovet ovat paikallaan
- koneiden ja laitteiden tulee olla asennetut
- jännite pitää kulkea lopullista kaapelointia pitkin
- koneet ja laitteet ovat merkitty
- talotekniikka-urakoitsijat ovat paikalla.



- 1 Pohjamaalaus 4 Valmiiksi maalaus 7 Puuovet 10 Itsellevuutus
- 2 Seinäläsitöukset 5 Mattotyöt 8 Puulistöukset
- 3 Tiililattiat 6 Alakatot 9 Puukalusteet

Kuva 8. Hankkeesta tehty jana-aikataulu ja sen tarkistus paikka-aikakaavion avulla. Tarkistus osoittaa aikataulun toteutuskelvottomuuden.



- Alkuperäinen suunnitelma
- - - - - Lisätyö
- Vaikutus suunnitelmaan

Valvontavinjetti

Tilanne viikon 37 lopussa

	B1	B2	B3	B4	A1	A2	A3	A4
Kalustermitat otettu	ok	ok	ok	ok	ok	ok		
9 Väliseinät	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
10 Tasoitus ja pohjamaalaus	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
11 Kalusteet	✗	✗	✗	✗	37	37	38	38
12 Valmiiksi maalaus	38	38	38	39	40	40	41	41
Lattian kosteus-%	ok	ok	ok					
13 Mattotyöt	41	41	41	42	42	42	43	43

- ok = Toimenpide tehty / tila kunnossa
- ✗ = Osakohde valmis
- ▤ = Osakohde aloitettu
- = Osakohdetta ei ole aloitettu

(numerointi = ko. osakohde valmiina merkityllä viikolla suunnitelman mukaan)

Kuva 9. Lisä- ja muutostyön vaikutusten määrittäminen aikataulun avulla.

Kuva 10. Ajallinen valvonta vinjetin avulla.

Selite	21	22	23	24	25
Itselleluovutus					
Toimintakokeet, urakoitsijat					
Toimintakokeet, suunnittelijat					
Hissitarkastus					
Sähkövarmennustarkastus					
VSS-tarkastus					
IV-lopputarkastus					
KVV-lopputarkastus					
Kaukolämpötarkastus					
Palotarkastus					
Rakennusvalvonnan ennakkotarkastus					
- Puutteiden korjaukset					
Rakennusvalvonnan lopputarkastus					
Asukasennakkotarkastus					
- Puutteiden korjaukset					
Asukkaiden jälkitarkastus					
Sisäpuolen luovutus rakennuttajalle					
Asukkaiden muutto					

Kuva 11. Luovutusaikataulu [7].

Aikataulu ja rakennusurakan yleiset sopimusehdot

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot velvoittavat työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan laatimaan työmaan työaikataulun yhteistyössä muiden urakoitsijoiden ja tilaajan kanssa.

Sopimusehdot asettavat aikataulun sisällölle vaatimukseksi, että siitä on käytävä ilmi työvaiheet ja niiden edellyttämien hankintojen keskinäinen suoritusjärjestys ja eteneminen, jotta eri osapuolet voivat tahdistaa omat työnsä sen mukaisesti. Käytännössä tahdistaminen edellyttää vähintään isommassa kohteessa paikka-aikakaavioon perustuvaa yleisaikataulua. Lisäksi aikatauluun tulee varata aikaa toimintakokeita ja koekäyttöä varten.

Sopimusehdot edellyttävät, että työaikataulu hyväksytään yhteisesti noudatettavaksi. Kaikkien osapuolten on siten järjestettävä omat velvollisuutensa ja työnsä siten, että aikataulu voi toteutua. Tilaajan näkökulmasta tämä edellyttää, että tilaajan on huolehdittava tilaajan vastuulla olevien suunnitelmien ja toimitusten oikea-aikaisuudesta, lisä- ja muutostöiden tilaamisesta ajoissa ja että tilaajan teettämät tutkimukset ja selvitykset ovat niin oikeat, etteivät ne aiheuta häiriöitä aikatauluun. Lisäksi tilaajan tulee järjestää pääurakkaan alistamattomat työt siten, etteivät ne tarpeettomasti häiritse urakoitsijan suoritusta.

Työaikataulun toteutuminen asettaa myös urakoitsijan toimintaan kohdistuvia vaatimuksia. Toteutuminen edellyttää, että aikataulu ei ole herkkä työsuoritusten vaihteluille ja että työ-

suorituksessa tarvittavien resurssien saanti varmistetaan. Lisäksi urakoitsijan tulee valvoa aikataulun toteutumista ja puuttua ohjaustoimenpitein aikataulupoikkeamiin, mikäli poikkeamalla on vaikutusta koko hankkeen toteuttamiseen.

Työmaalla tuotannon toteutumiseen liittyy aina häiriötekijöitä. Yleiset sopimusehdot mahdollistavat aikataulun tarkentamisen ja muuttamisen yhteisesti sopimalla. Tarkentumista aiheuttavat mm. lopullisten suoritämäärien selkeytyminen, pienet ja kiireelliset lisä- ja muutostyöt, säähäiriöt ja työntekijöiden sairastumiset tms. tuotantonopeuteen vaikuttavat tekijät. Aikataulun muutostarvetta aiheuttavat mm. lisäaika edellyttävät lisä- ja muutostyöt sekä ylivoimaisten esteiden joukkoon kuuluvat asiat. Kun aikataulua joudutaan muuttamaan jonkun osapuolen toimenpiteiden seurauksena, syntyy toisille osapuolille oikeus korvauksiin muutosten aiheuttamista lisäkustannuksista. Toisaalta tilaaja voi urakkaohjelmassa edellyttää urakoitsijalta kohtuullisissa määrin aikataulun kiinniotoa, mutta tällöin tilaaja on velvollinen korvaamaan kiinniotoista aiheutuvat ylimääräiset kustannukset.

Tilaajan edun mukaista on ajoissa selvittää tilaajan vastuuseen kuuluvat lisäajat ja niiden tarve. Jos lisäajoista sopiminen laiminlyödään ja samanaikaisesti vaaditaan aikataulussa pysymistä, on seurauksena hankkeen kokonaisohjauksen häiriintyminen ja sen seurauksena tarpeettomien lisäkustannusten synty sekä laatuun liittyvät ongelmat.

Työaikataulun lisäksi sopimusehdot edellyttävät suunnitelma-aikataulua. Mikäli kaupalli-

sisäasiakirjoissa ei ole toisin sovittu, niin suunnitelma-aikataulun laatimisesta vastaa tilaaja, mutta laatiminen tehdään yhteistyössä urakoitsijan kanssa siten, että suunnitelmat valmistuvat rakennustyön edistymisen mukaan eli tarvittaessa lohkoittain ja niin ajoissa, että urakoitsijalle jää riittävästi aikaa hankintojen hoitamiseen ja työn aloittamiseen käynnistämiseen.

LÄHTEET

- [1] Poikonen J., Kiiras J., Talonrakennuksen ajoituskustannusmalli, Rakentajain kustannus, 1989.
- [2] Keisu V-P., Poikonen J., Kiiras J., Talonrakennuksen ajoituskustannusmalli 2.0, Rakennusteollisuuden keskusliitto, 1993.
- [3] Kankainen J., Särkilahti T., Hyppänen O., Rakennushankkeen aikataulusuunnittelu, Rakennustieto, 1995.
- [4] Peltonen T., Kiiras J., Rakennuttajan riskit eri urakkamuodoissa, RAKLI, 1998.
- [5] Kankainen J., Sandvik T., Rakennushankkeen ohjaus, Rakennustieto, 1999.
- [6] Soikkeli K., Lisä- ja muutostöiden vaikutus aikatauluun, lisensiaatintyö TKK Rakentamistalous, 1996
- [7] Kankainen J., Junnonen J-M, Työmaakan-sio 2, RTK, 1999

Rakennuttaminen

Jouko Kankainen, Juha-Matti Junnonen

Rakennuttaminen-oppikirja kuvaa pääasiassa talonrakennushanketta, hankkeen osapuolten tehtäviä sekä rakennuttajan tehtäviä suunnittelu- vaiheesta valmiin rakennuksen käyttöönottoon. Kirjassa käsitellään myös maa- ja vesirakennus- hanketta siltä osin kuin se poikkeaa talonraken- nushankkeesta. Kirjassa on esitetty rakennutta- miskäytäntöjen periaatteet sekä uudistuneiden rakennusurakan yleisten sopimusehtojen vaikutuk- set rakennuttajan ja urakoitsijoiden toimintoihin.



Rakennustieto Oy, 2001

ISBN 951-682-631-8

144 s.

Hinta 25,00 €, sis. alv 8 %

TILAUKSET

Rakennustieto Oy

puh. (09) 5495 5400, fax (09) 5495 5340

www.rakennustieto.fi

RAKENNUSTIETO®