

Halvorsen F. (toim.), Stålbyggnadshandboken. Stockholm, Norrbottens Järnverk Aktiebolag, 1972. 772 s. Kirjakauppa-hinta 154,70 mk.

Ruotsissa 1960-luvulla tapahtunut teräsrakentamisen nopea, suorastaan renesanssiksi luonnehdittu laajeneminen on aiheuttanut mm. vanhojen vuoden 1938 "teräsnormien" (järnbestämmelser) korvaamisen uusilla normeilla v. 1970, teräsrakennusinstituutin perustamisen Ruotsin teollisuuden toimesta v. 1970 sekä tässä referoitavan teräsrakennuskäsikirjan ilmestymisen.

Käsikirja jakaantuu sisällöltään kahteentoista lukuun, joiden kirjoittajina on saman verran ruotsalaisia asiantuntijoita. Aluksi käsitellään teräsrakentamista ja estetiikkaa yleensä pääpainon ollessa profiloidulla levyllä päällystettyjen rakennusten ulkoasussa. Toinen luku käsittää 50 sivua teräksen materiaalioppia lähtien metallurgiasta ja metalliopista päätyen terästuotteisiin ja niiden taloudellisiin valintanäkökohtiin. Kolmannen luvun aiheena on mitoitusperusteet, joita käsitellään rajatilojen, varmuuden ja sallittujen jännitysten kannalta. Seuraavaksi käsitellään ruuvi- ja hitsiliitoksia. Niittiliitokset on jätetty kokonaan pois. Kirjan pääpaino on viidennessä luvussa, jonka yli kahdella sadalla sivulla käsitellään teräsrakenteissa esiintyvien rakenneosien ja niiden yksityiskohtien muotoilua ja lujuusopillista mitoitusta. Mm. estetyn ja vapaan väännön teoriaa on esitetty tässä luvussa kohdistettuna teräsrakenteille ominaisiin poikkileikkausmuotoihin. Stabiilisuusteoria on käsitelty erikseen luvussa 6 melko laajasti. Luvun 7 aiheena on teräsrunkoisten rakennusten ja yleensäkin rakennekokonaisuuksien statiikka. Meilläkin teräsrakentamisen yleistymisen erään pullonkaulan muodostanut paloteknillinen mitoitus muodostaa kahdeksannen luvun sisällön. Pohjois-

maissa nimenomaan Ruotsissa on tutkittu tätä aluetta ahkerasti. Täten tuoreinta sekä teoreettista että käytännön tietoa on tiivistetty ko. lukuun ansiokkaasti. Jäljellä olevat neljä lukua käsittelevät terästen korroosioilmiöitä ja pintakäsittelyä, hitsausta, työpaja- ja asennusteknisiä kysymyksiä sekä terästuotteiden ja -rakenteiden valvontaa.

Kirja kattaa siis varsin laajasti ja tasapainoitettusti koko modernin teräsrakentamisen alueen. Pääpaino on kuitenkin lujuusopissa, mitoituksessa ja rakenteellisissa detaljeissa (luvut 3...7), joten teos soveltuu erittäin hyvin myös suunnittelijan apuvälineeksi. Siitä saatava apu suunnitteluapu riittää aika pitkälle ottaen huomioon, että kysymyksessä on sentään laaja-alainen käsikirja. Eri kirjoittajien yhteistyöllä ja osuuksien muokkaamisella on esityksen yhtenäisyydessä päästy tavallista käsikirjatasoa selvästi parempaan tulokseen.

Kirja on mitä lämpimimmin suositeltavissa paitsi suunnittelijoille myös kaikille muille teräsrakentamisen kanssa tekemisiin joutuville henkilöille opiskeluvaiheesta alkaen. On erinomainen asia, että oloiltaan lähinnä omiamme vastaavassa maassa on saatu aikaan tällainen teos. Se tyydyttää laajasti maamme teräsrakentajien keskuudessa tiedostettua tällaisen uusimman teräsrakentamistietouden tarvetta.

Pentti Loikkanen

KIRJALLISUUTTA RAKENTEIDEN OPTIMOINNISTA

1. Lesniak Z.K., Methoden der Optimierung von Konstruktionen unter Benutzung von Rechenautomaten. Bauingenieur-Praxis 102. Berliini, Erns & Sohn, 1970. 149 s.
2. Hupfer P., Optimierung von Baukonstruktionen. Beiträge zur technologie der Projektierung 3. Berlin, DDR, VEB Verlag für Bauwesen, 1971. 146 s. (ilmestynyt myös BRD:ssa)
3. Fox R.L., Optimization Methods for Engineering Design. Reading, Mass. Addison-Wesley, 1971. 270 s.
4. Gallagher R.H., Zienkiewicz O.C. (toimittajat), Optimum Structural Design. Lontoo, Wiley & Sons, 1973. 351 s.
5. Hemp W.S., Optimum Structures. Oxford, Clarendon Press, 1973. 123 s.

Teoksissa [1], [2], [3] ja [4] pääpaino on näkemyksellä, jonka mukaan rakenteiden optimointiprobleema käsitellään suoraan lineaarisen, epälineaarisen tai dynaamisen ohjelmoinnin menetelmin. Tällöin jätetään huomiotta plastisuusteorian yhteydessä usein esitettävän matemaattisen minimipaino-optimoinnin suomat mahdollisuudet.

Sovellettaessa epälineaarista ohjelmointia rakenteiden optimointiin on yksinkertaisinta käyttää ns. sakkofunktioita. Näiden avulla liitetään esim. jännityksille ja siirtymille asetetut rajoitusehdot rakenteen painosta tai hinnasta muodostettuun kohdefunktioon. Näin syntyvä apuprobleema on ratkaistavissa rajoittamattoman kohdefunktion minimointiin tarkoitetuilla algoritmeilla. Sakkofunktioiden käyttöä on parhaiten kuvattu [3]:ssa ja [4]:ssa. [1]:ssä on rajoitettu ulkoisten ja [2]:ssa sisäisten sakkofunktioiden esittelyyn. Rajoittamattoman kohdefunktion minimointiin tarkoitettuja menetelmiä on monipuolisimmin esitetty [3]:ssa.

Vaihtoehtona sakkofunktioiden käytölle voidaan epälineaarisessa ohjelmoinnissa soveltaa suoraa menettelyä, jossa kohdefunktio

ja rajoitusehdot käsitellään toisistaan erillään kussakin etsintäpisteessä. Suorista menetelmistä on [2]:ssa, [3]:ssa ja [4]:ssa esitetty lineaaristen rajoitusehtojen käsittelyyn hyvin soveltuva gradientin projisointimenetelmä. Tätä yleispätevämpi ja rakenteiden optimoinnissa viime aikoina enemmän suosiota saavuttanut käypien suuntien menetelmä (method of feasible directions) on esitetty [3]:ssa ja [4]:ssa.

Epälineaarille optimointiprobleemalle voidaan etsiä ratkaisua linearisoimalla kohdefunktio ja rajoitusehdot kussakin etsintäpisteessä ja soveltamalla lineaarista ohjelmointia iteratiivisesti. Tämä ns. Cutting-plane menetelmä on esitetty [2]:ssa, [3]:ssa ja [4]:ssa. Teoksissa [2], [4] ja [5] on osoitettu toinen mahdollisuus lineaarisen ohjelmoinnin soveltamiselle rakenteiden optimoinnissa: kehärakenteiden minimipaino-optimointi rajatilamitoituksen yhteydessä.

Kaikissa edellä mainituissa menetelmissä oletetaan muuttujien olevan jatkuvia, vaikka rakenteiden optimoinnissa muuttujat usein ovat diskreettejä. Viime aikoina onkin kiinnostus lisääntynyt diskreettien muuttujien käsittelyyn soveltuvien ns. branch-and-bound menetelmien kehittämiseen. Näiden menetelmien periaatetta on selostettu [4]:ssa. Kirjoissa [2] ja [4] on esitetty dynaamisen ohjelmoinnin periaate sekä täysijännityskriteerin mukaisia menetelmiä. Dynaamisella ohjelmoinnilla voidaan optimoida ainoastaan pitkänomaisia rakenteita kuten jatkuvia palkkeja ja antennimastoja, joissa rakenteosien keskinäinen vuorovaikutus on vähäinen. Täysijännitysoletuksen mukainen menetelmä sekä samalla periaatteella laadittu ns. optimaalisuuskriteeriin perustuva menetelmä ovat [4]:n mukaan tehokkaampia kuin matemaattiset ohjelmointimenetelmät. Näillä menetelmillä saavutettava lopputulos ei kuitenkaan ole välttämättä optimaalinen

rakenteen painon tai hinnan suhteen.

Edellä mainituissa menetelmissä oletetaan optimointiprobleemaan liittyville parametreille kuten kuormituksille ja materiaali-lujuuksille normien mukaiset kiinteät arvot, jolloin rakenteen varmuus vastaavasti määritellään varmuuskertoimien avulla. Kyseisten parametrien tilastollisen luonteen huomioon ottamista rakenteen varmuuden määrittelyssä sekä sen vaikutusta optimointiin on käsitelty [4]:ssä. Teoksessa [4] on esitelty myös suunnittelijan ja tietokoneen väliseen vuorovaikutukseen perustuvaa kuvaputken käyttöä rakenteiden optimointiin (interactive graphics). Menetelmässä rakenne analysoidaan ensin elementtimenetelmällä. Sen jälkeen suunnittelija tekee kuvaputkella haluamansa muutokset rakenteeseen ja tietokone laskee muutosten vaikutuksen analyysitulokseen ilman uusinta-analyysiä.

Kirjat [1] ja [2] soveltuvat johdannoksi alaan perehtymättömälle. Näistä [2] on selkeämpi ja monipuolisempi. Teoksessa [3] on tärkeimmät matemaattiset optimointimenetelmät esitetty melko perusteellisesti. Siinä on samalla kiinnitetty erikoista huomiota optimoinnin yhteydessä sopiviin rakenteiden analyysimenetelmiin. Teos [4] on useiden alan asiantuntijoiden kokoomateoksena muita paljon monipuolisempi. Kirjoissa [1]...[4] pääpaino on numeeristen optimointimenetelmien käsittelyllä. Teos [5] sen sijaan tutkii raja-kuormamenetelmän, lineaarisen ohjelmoinnin ja variaatiolaskennan menetelmin esimerkkirakenteita, joiden optimaalisuudelle voidaan matemaattisesti johtaa välttämättömät ja riittävät ehdot. Tämä teos edellyttää laajempia matemaattisia tietoja kuin edellä selostetut kirjat.

YHTEENVETO

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
epälineaarinen ohjelmointi	x	xx	xxx	xxx	
lineaarinen ohjelmointi		xx	xx	xxx	xx
dynaaminen ohjelmointi		x		xxx	
täysijännitysmenetelmä		x		xxx	
minimipaino-optimointi (rakenteiden mekaniikkaan perustuva menettely)		x		x	xxx
rakenneanalyysi optimoinnin yhteydessä			xxx	xx	
valmiit tietokoneohjelmat	x				
esimerkkejä	xx	x	x	xxx	xx
vaadittavat matemaattiset perustiedot	vähän	vähän	kohtal	kohtal	paljon

[1] = Lesniak, Methoden der Optimierung

[2] = Hupfer, Optimierung von Baukonstruktionen

[3] = Fox, Optimization Methods

[4] = Gallagher, Zienkiewicz, Optimum Structural Design

[5] = Hemp, Optimum Structures

xxx = erittäin hyvä

xx = hyvä

x = kohtalainen

Tuomo Kärnä