

KIRJALLISUUTTA

Save M.A. & Massonnet C.E., Plastic Analysis and Design of Plates, Shells and Disks. Amsterdam, London, North-Holland Publishing Company, 1972. 478 s., hinta noin 180 mk

Kirja käsittelee teräs- ja teräsbetonisten pintarakenteiden plastisuusteoriaa. Se on käänös belgialaisesta alkuperäisteoksesta ja muodostaa toisen osan kahden plastisuusteoriaa käsittelevän kirjan sarjasta. Ensimmäinen näistä käsittelee palkkirakenteita ja jälkimmäinen yleistä teoriaa sekä sovelluksia levyihin, laattoihin ja kuoriin.

Teos on tarkoitettu rakennesuunnittelijoiden, opiskelijoiden ja tutkijoiden käyttöön. Se pyrkii selvästikin maksimoimaan tiedon määrää ja olemaan yhtä aikaa käsikirja, oppikirja sekä lähdeluettelo (289 kirjallisuusviitettä). Lisäksi se sisältää laskutehtäviä, jotka on tarkoitettu lukijan suoritettavaksi. Kirjan lukeminen ei vaadi korkeakouluinsinööritä matemaattisia erikoistietoja.

Ensimmäiset viisi lukua käsittelevät plastisuusteorian yleisiä perusteita:

- Luvussa 1 on lyhyt kertausenomainen katsaus jännitys- ja muodonmuutostilaan. Lisäksi määritellään muodonmuutosnopeuden käsite ja esitellään Trescan sekä von Mises'in myötöehdot.
- Luvussa 2 määritellään dissipaatiotehotiheys ja esitellään normaaliuuslaki sekä plastinen kokoonpuristumattomuus.
- Luvussa 3 on joukko teoreemoja, joista tärkeimmät lienevät staattinen eli alarajateoreema ja kinemaattinen eli ylärajateoreema sekä yhdistetty teoreema.
- Luvussa 4 luodaan lyhyt katsaus shakedown-analyysiin, jota havainnollistetaan ristikkorakenteen avulla.
- Luku 5 käsittelee yleistettyjä jännityksiä ja muodonmuutoksia sekä dissipaatiotehotiheyden laskemista joissakin erityistapauksissa. Lisäksi esitetään myötöehdon konstruoiminen yleistettyjen jännitysten avulla ja reaktiotyyppisten jännitysten eliminointi myötöehdosta. Lopussa tarkastellaan myötöehdon linearisointia sekä jännitysten ja muodonmuutosnopeuksien epäjatkuvuutta.

Jälkimmäiset viisi lukua käsittelevät edellä kehitetyn teorian soveltamista pintarakenteisiin.

- Kuudennen luvun alussa esitetään kokeista saatuja kuorma-siirtymäkäyriä. Niistä näkyy, että kalvovaikutuksen ansiosta laatalta on vielä runsaasti kantokykyä jäljellä, vaikka sitä kuormitetaan rajakuormalla. Teoriaa sovelletaan ensin isotrooppisiin sekä ortotrooppisiin ympyrälaattoihin, ja mukana on useita suunnittelijalle hyödyllisiä käyrästäjä. Lisäksi käsitellään suppeasti isotrooppisia suorakulmiolaattoja. Luvun lopussa on pitkä, mutta pintapuolinen esitys teräslaatan painon minimoinnista.
- Teräsbetonilaattojen plastisuusteoriaa tarkastellaan luvussa 7. Siinä esitellään teräsbetonilaatan myötöehto sekä eräitä koetuloksia, joista hyvin nähdään, että selvä rajakuorma on olemassa. Pääosan luvusta muodostaa kinemaattinen menetelmä, mutta kuitenkin siihen kuuluvasta solmukuormamenetelmästä on vain yksi lyhyt esimerkki. Myös staattista menetelmää on käsitelty. Lukuun on kerätty taulukko, jossa esitetään useimmat sellaiset tapaukset, joille tarkka rajakuorma on pystytty laskemaan.
- Luku 8 käsittelee teräskuoria rajoittuen ohutseinäisiin, geometrialtaan yksinkertaisiin kuoriin. Aluksi esitetään koetuloksia ja todetaan, että rajakuorma on myös useissa tapauksissa fysikaalisesti havaittavana suureena olemassa. Mallina analyttisestä käsittelestä on ulkoisen paineen kuormittaman ympyräsylinterin rajakuorman laskeminen. Myös erälle

- muille pyörähdysymmetrisille kuorille esitetään rajakuorman lauseke. Luvun lopussa on suppea esitys teräskuorien painon minimoinnista.
- Luku 9 on omistettu teräsbetonikuorien plastisuusteorialle, joka on tällä hetkellä vasta muotoutumassa. Niinpä kirjassa käsitellään vain muutama erityistapaus, kuten ympyräsyylinterisäiliö sekä sylinterikuorikatto.
 - Luvussa 10 sovelletaan plastisuusteoriaa tasojännitys- ja tasomuodonmuutostilaan. Esimerkkeinä ovat lävistetty levy, pyörivä kiekko ja paksuseinäinen ympyräsyylinteriputki.

Kirjan esitystä vaivaa ylimalkaisuus ja painovirheet, jotka yhdessä käyrästöjen puutteellisten merkintöjen kanssa huonontavat kirjan sopivuutta käsikirjakäyttöön. Merkkisääntöjen osalta eivät kirjan tekijät ole noudattaneet riittävää huolellisuutta. Muokkauslujittumista ei missään vaiheessa oteta huomioon ja ylimalkainenkin kytkentä elementtimenetelmään jää tekemättä.

Teoksen painoasu on miellyttävä ja kuvat huolellisesti piirrettyjä. Tehtävänä plastisuusteorian perusteiden ja sovellutusten esittelijänä rakennesuunnittelijana toimivalle insinöörille sekä johdantona alan tutkimustyötä tekeville teos täyttää varsin hyvin, ehkä paremmin kuin monet muut käsillä olevat alan kirjat.

*Juhani Koski
Martti Pora
Tapio Salmi*

Richard H. Gallagher, Finite Element Analysis, Fundamentals, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975, 420 s., hinta 148.90 mk (maaliskuussa 1976)

Teos lienee ensimmäinen elementtimenetelmästä julkaistu oppikirjamainen laitos. Oppikirjamaisuuteen kuuluu lukuisat harjoitustehtävät kunkin luvun lopussa, yhteensä yli 100 kappaletta. Kirjassa uhrataan runsaasti sivuja voima- ja hybridimenetelmien esittelyyn. Kirja on sisällöltään varsin itseriittoinen, kuitenkin sen lukijalle on eduksi omata esitietoja kimmoteoriasta, osittaisdifferentiaaliyhtälöistä, lineaarisista yhtälöryhmistä sekä rakenteiden analyysistä.

Teos jakaantuu 13 lukuun. Ensimmäisenä on johdantoluku, jossa puututaan menetelmän historiaan, eri elementtityyppeihin sekä yleisiin elementtimenetelmään perustuviin ohjelmiin. Toisessa luvussa määritellään jatkossa tarvittavia käsitteitä: vapausasteet, jäykkyysmatriisi, joustavuusmatriisi, työ ja energia, staattinen kondensaatio, erilaiset muunnokset jäykkyysmatriisissa. Kolmas luku sisältää koko rakenteen jäykkyysmatriisin muodostamisen elementin vastaavista, alirakenteiden käsittelyn sekä vapausasteiden välillä vallitsevien lineaarisien riippuvuuksien toteuttamisen. Neljäs luku sisältää kirjassa tarvittavan kimmoteoreettisen tiedon. Viidennessä luvussa johdetaan ristikkosauvan, taivutetun sauvan sekä tasojännitystilassa olevan kolmioelementin jäykkyysmatriisi.

Kuuden luku omistautuu variaatiomenetelmien käsittelyyn. Sisällöstä mainittakoon mm. virtuaalisen työn periaate, elementin jäykkyysmatriisin johtaminen virtuaalisen työn periaatteella, klassista variaatiolaskentaa, kokonaispotentiaalienergian minimin periaate, siirtymähybridimenetelmä I (otaksutaan siirtymätila elementin sisällä yleistettyjen siirtymien avulla sekä reunajännitykset nurkkavoimien avulla, menetelmä johtaa joustavuusmatriisiin), siirtymähybridimenetelmä II (otaksutaan siirtymät elementin sisällä yleistettyjen siirtymien avulla ja reunajännitykset yleistettyjen jännitysparametrien avulla sekä reunasiirtymät nurkkasiirtymien avulla, menetelmä johtaa jäykkyysmatriisiin), komplementaarisen energian minimin periaate, jännityshybridimenetelmä (otaksutaan jännitystila elementin sisällä yleistettyjen jännitysparametrien avulla sekä reunasiirtymät nurkkasiirtymien avulla, tuloksena saadaan

jäykkyysmatriisi), Reissnerin periaate.

Seitsemännessä luvussa selvitetään koko rakenteen matriisin muodostaminen niin siirtymä- kuin voimamenetelmää käytettäessä. Kahdeksas luku on omistettu muotofunktioiden systemaattiselle muodostamiselle. Yhdeksännessä luvussa käsitellään levytehtävää sekä kolmion- että suorakaiteenmuotoisia elementtejä käyttämällä. Johdetaan mm. suorakaide-elementin jäykkyysmatriisi normaalilla siirtymämenetelmällä sekä jännityshybridimenetelmällä. Puututaan elementti-verkon vaikutukseen tuloksiin sekä jännityksen laskemiseen siirtymissä.

Kymmenes luku on omistettu kolmidimensioisille elementeille. 11. luku käsittelee pyörähdyssymmetristä kappaletta. Johdetaan tavanomaisen kolmiopoiikki-leikkauksen omaavan toruselementin jäykkyysmatriisi kuormituksen ollessa myös pyörähdyssymmetrinen. Puututaan myös ei-pyörähdyssymmetristen kuormien käsittelyyn. Toiseksi viimeinen luku käsittelee laattatehtäviä. Johdetaan jäykkyysmatriisi potentiaalienergian minimin periaatteella, joustavuusmatriisi jännitysfunktiota käyttämällä sekä sekamatriisi (tuntemattomina sekä siirtymä- että voimasuureita) Reissnerin energian avulla. Viimeisessä luvussa esitetään lyhyesti elementtimenetelmän käyttämistä stabiliteettitehtäviin.

Kunkin luvun lopussa on runsas referenssiluettelo luvussa esitettyjä asioita käsittelevistä artikkeleista ja kirjoista. Kirjaa ei voi olla suosittelematta elementtimenetelmästä kiinnostuneille, niin siihen vasta tutustumassa oleville kuin jo sen kanssa askarreilleille.

Seppo Orivuori