

KIRJALLISUUTTA

Abdel-Sayed, George, Effective Width of Steel Deck-Plate in Bridges. Journal of the Structural Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, July 1969.

Kirjoituksessa on tutkittu teräskantisen sillan kan- nen tehokasta leveyttä. Kansilaatta on muodostettu keskenään kohtisuorista jäykisteistä (kuva 1), jotka ovat reunoistaan hitsatut kansilevyn. Kansilaatalla on tällöin kahdenlainen tehtävä kuormitusten kantajana: (1) toimia rakenteena, jonka kautta kuormitukset siirtyvät pääkannattajille; (2) toimia pääkannattajien laip- pana, kun kuormitukset vaikuttavat uuman tasossa.

Kansilaatan laskeminen pääkannattajien uumiin tuettuna rakenteena suoritetaan tavallisesti ideaali- ortotrooppisen laatan teorian mukaan, jolloin laatan paksuus oletetaan vakioiksi ja laatan jäykkyysominai- suudet kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suun- nassa ovat erisuuret.

Artikkelissa on käsitelty kansilaattaa sen toimiessa pääkannattajan laippana (2). Laatta on tällöin kuor- mitettu kansilevyn tasossa leikkausvoimilla (kuva 2), jotka vaikuttavat uuman ja kansilevyn liitoskohdassa. Liukumien johdosta pääkannattajien suuntaiset nor- maalijännitykset eivät ole vakioita kansirakenteen le- veyssuunnassa. Normaali-jännityksillä on maksimi- arvo uuman kohdalla (kuva 2) ja ne pienenevät keskel- lentäessä.

Laskelmien yksinkertaistamiseksi pääkannattajien taivutuksesta aiheutuvien maksimijännitysten ja muo- donmuutosten määräämistä varten käytetään todellisen leveyden asemesta kuviteltua leveyttä λ , jota kutsu- taan tehokkaaksi leveydeksi.

Kansilaatan jänteen suuntaiset normaali-jännitykset oletetaan vakioiksi tälle leveydelle ja jännitysten arvo on yhtäsuuri kuin maksiminormaali-jännitys uumale- vyyssä kansilaatan liitoskohdassa.

Ratkaisun differentiaaliyhtälö

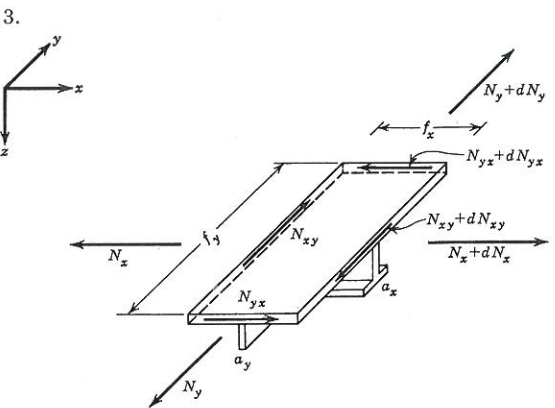
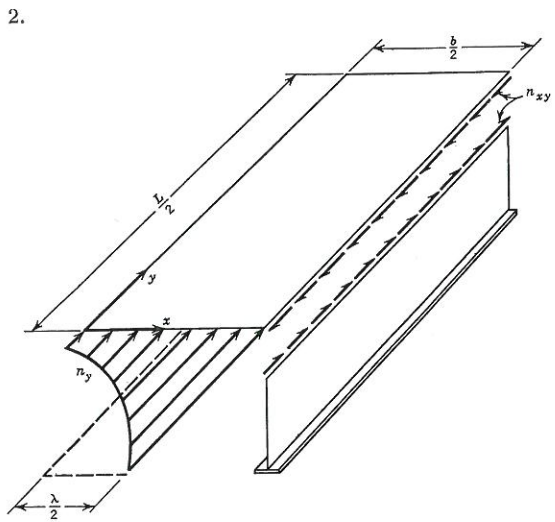
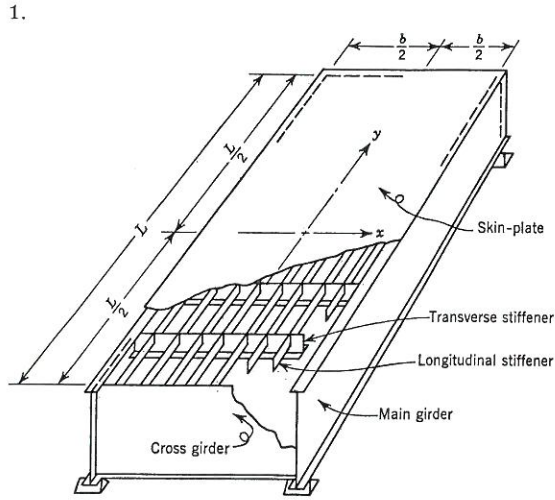
Kuvan 3 merkintöjen mukaan on tarkasteltu kansi- levyn osa, jossa f_x = levyn pituusjäykisteiden väli ja f_y = poikkijäykisteiden väli. Tällöin on oletettu, että leikkausjännityksiä esiintyy vain kansilevyyssä, joten jäykisteiden vaikutusta leikkausjännityksiin ei ole otettu huomioon. Leikkausjännitykset $n_{xy} = n_{yx}$ vai- kuttavat siten kansilevyn tasossa.

Lisäksi on oletettu, että kansilevy on hitsattu jatku- vasti jäykisteisiin, joten levyn ja jäykisteiden venymät ovat jäykisteiden ja levyn yhtymäkohdassa yhtäsuuret.

Jäykisteiden liukumia ei ole otettu huomioon, joten aksiaalinen jännitys jäykisteissä on oletettu vakioiksi koko jäykisteiden korkeudella.

Ratkaisu on muodostettu lähtemällä tasojännitys- tilan jännityskomponenttien tasapainoehdoista otta- malla avuksi jännitysfunktio ja jännitykset on lau- suttu funktion osittaisderivaattojen avulla. Ottamalla lisäksi huomioon kompatibiliteettiehdot on päädytty seuraavaan osittaisdifferentiaaliyhtälöön

$$D_x \frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + 2T \frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0$$



Kertoimet D_x , T ja D_y ovat levypaksuuden, pituus- ja poikkijäykisteiden pinta-alojen sekä Poissonin vakion funktioita.

Jos kysymyksessä on isotrooppinen levy ilman jäykisteitä, yhtälö palautuu tasojännitystilän Airy'n jännitysfunktion differentiaaliyhtälöksi.

Differentiaaliyhtälön ratkaisu

Ratkaisu on etsitty sarjan

$$F = \sum_{m=1}^{\infty} X_m \cos \frac{m\pi}{l} y$$

muodossa, jossa m = kokonaisluku ja l = kansilevyn karakteristinen pituus, joka on valittu siten että reunahdot tuilla tulevat täytetyiksi. X_m on ainoastaan x :n funktio. Kun edellinen funktio sijoitetaan sen differentiaaliyhtälöön, saadaan X_m :n ratkaisu hyperbolisten funktioiden muodossa, jossa on luonnollisesti neljä integroimisvakioita, jotka määrätään reunaehtoista.

Ulkoisen kuormituksen esittäminen

Koska ratkaisu on esitetty Fourier-sarjan muodossa, esitetään myös kannattajalla vaikuttavan kuormituksen aiheuttama taivutusmomentti trigonometrisen sarjan muodossa

$$M_y = \sum_{m=1}^{\infty} M_m \cos \frac{m\pi}{l} y$$

Artikkelissa on annettu M_m :n arvot kahdeksalle eri kuormitus- ja tukemistapaukselle.

Reunaehdot

Tarvittavat reunaehdot saadaan tuilla x -akselin suunnassa sekä pääkannattajien uuman ja kansilaatan leikkauksessa syntyvistä yhtäsuurista y -akselin suuntaisista venymistä.

Tehokas leveys

Artikkelissa on laskettu taulukot kuvan 1 mukaisen sillan kannan tehokkaalle leveydelle symmetriselle ja antimetriselle kuormitustapaukselle. Myös tapaukselle, jossa on samalla jaolla olevia ja samalla tavalla kuormittuja pääkannattajia.

Kuormituksen ollessa sinimuotoinen, tehokas leveys ei ole lainkaan jänteen suuntaisen koordinaatin (y) funktio, vaan leveys on vakio koko pituudella. Leveys ei riipu tällöin myöskään pääkannattajien ominaisuuksista eikä kansilevyn taivutus- ja vääntöjäykkyydestä.

Edellä mainituissa taulukoissa on tehokkaan leveyden arvoja laskettu arvoille, jossa mb/l vaihtelee 0,1–3,0 ja pituusjäykisteiden pinta-alasta, jäykistevälistä ja kansilevyn paksuudesta johtuva termi $a_y/l \cdot fx$ vaih-

telee välillä 0–0,6. Numeerisissa laskelmissa on todettu, että poikkijäykisteiden pinta-alalla on epäoleellinen merkitys tehokkaaseen leveyteen.

Edellä mainittuja taulukkoja hyväksi käyttäen on esimerkkinä laskettu kahdella pääkannattajalla varustetun tasaisella kuormalla kuormitetun palkin tehokas leveys jänteen keskellä neljälle eri tukemistapaukselle.

Artikkelia voidaan suosittelua lähinnä teräskantisten siltojen suunnittelijoille.

Erkki Teräs

Rechard, T., Poijärvi H., »Correlation between Standard Test Results and Concrete Strength in Structures». Nordisk Betong 3/1969.

Artikkelissa on tarkasteltu valmiiden rakenteiden betonin lujuuden määrittämistapoja, erityisesti lujuuden määrittämistä toisaalta betoninormien (1967) mukaisesti koekuutioilla ja toisaalta rakenteista poratuilla koesylintereillä. Näiden molempien todetaan antavan tavallisesti samansuuntaisia tuloksia, ts. jos kuutioita koetettaessa havaitaan betonin olevan huonoa, niin saman tuloksen vahvistaa myös rakenteista poraamalla irroitettujen koesylintereiden koetus. Tavalliseen tapaan, normien mukaan menetellen, koekuutioilla voidaan siis saada kuva valmiin rakenteen betonin lujuudesta, jos valutyö ja betonin jälkihoito ovat asianmukaisesti suoritettut. Valun ja jälkihoitoaikana sattuneiden virheiden vaikutuksesta lujuuteen eivät normaalisti, suojattuina, säilytetyt kuutiot luonnollisesti anna mitään kuvaa. Näiden virheiden vaikutus tulee paremmin esille rakenteista poratuilla sylintereillä tehdyissä kokeissa. Ainetta rikkomattomien koetusmenetelmien (mm. ultraäänimittaukset ja koetusvasara) antamien tulosten tarkkuus betonin lujuutta mitattaessa todetaan artikkelissa riittämättömäksi.

Artikkelissa on edelleen tarkasteltu rakenteista porattujen koesylinterien lujuuteen vaikuttavia tekijöitä, normaalisten kuutioiden ja rakenteesta porattujen sylinterien lujuuksien suhteita sekä statistiikkaan perustuvia betonin lujuuden laskutapoja. Suomessa käytettyjen koesylinterien tavanomaiset koot ovat σ 5 cm, 7,5 cm, 10 cm, 12,5 cm ja 15 cm, korkeus halkaisijan suuruinen. Kokeiden perusteella on todettu, että sylinteri- ja kuutiolujuuksien suhde on noin yksi ($S/K = 1$), sylinterien koosta ja betonin lujuudesta riippumatta. Sylinterien yksittäiset lujuustulokset saattavat poiketa suhteellisen paljon lujuuksien keskiarvosta, enemmän kuin mitä yksittäisten kuutioiden tulokset poikkeavat vastaavasta keskiarvosta. Artikkelissa on esitetty mielenkiintoisia näkökohtia koekappaleiden lujuuksien (keskiarvo \bar{x} ja hajonta s) ja rakenteen betonin lujuuksien (keskiarvo $\bar{\xi}$ ja hajonta σ) keskinäisistä suhteista ja rakenteen betonin ominaislujuuden K_o laskemisesta porattujen koesylinterien lujuuksien perusteella.

Esko Hyttinen

Johansson, G., Beräkning av stålkonstruktioner med plasticitetsteori. Byggmästaren 9, 1969

Artikkelin kirjoittaja toimii tutkijana Chalmersin Teknillisessä Korkeakoulussa, jossa on viime vuosina suoritettu tutkimuksia plastisuusteoriasta ja sen soveltamisesta teräsrakenteiden suunnitteluun.

Kirjoitus sisältää helppotajuinen ja samalla ylimalkaisen katsauksen plastisuusteorian historiaan, perusolettamuksiin, rajamomentin laskemiseen I-poikkileikkaukselle sekä varmuus- ja kuormituskertoimiin. Lisäksi tarkastellaan normaalivoiman ja leikkausvoiman vaikutusta rajamomenttiin sekä I-poikkileikkauksien stabiilisuuskysymyksiä. Ruotsalaisten teräsnormien SBN-S26 mukaan on I-profiilin uuman korkeuden (h) ja paksuuden (d) sekä laipan leveyden (b) ja paksuuden (t) täytettävä stabiilisuuden varmistamiseksi seuraavat ehdot:

$$h/d \leq 2,5 \sqrt{E/\sigma_m} \text{ ja } b/2t \leq 0,3 \sqrt{E/\sigma_m}$$

missä nelöjuuren sisällä on materiaalin kimmomodulin ja myötörajan suhde.

Lisäksi esitetään kolme yksinkertaista esimerkkiä, joilla valaistaan laskelmien suorituksen helppoutta ja saavutettavia materiaalisäästöjä.

Artikkeli on sopivaa luettavaa niille, jotka asiasta mitään tietämättä haluavat nopeasti saada yleiskuvan teräsrakenteiden plastisten mitoitusmenetelmien periaatteista.

Risto Sajaniemi

Volger, Alexander H., Geschlossene Darstellung der Berechnung statisch unbestimmter Systeme mit Hilfe der Eigenwerte von Matrizen. Die Bautechnik 2/1969.

Artikkelissa käsitellään staattisesti määräämättömien sauvarakenteiden laskemista ominaisarvojen ja ominaisvektorien avulla siten, että esintyvien lineaaristen yhtälöryhmien ratkaiseminen helpottuu tai siitä päästään kokonaan. Perusajatuksena on matriisin saattaminen diagonaaliin sopivan transformaation avulla. Tästä on oma etunsa myös tietokonelaskennassa esim. muistitilan tarvetta ajatellen. Matemaattisessa esityksessä on käytetty pelkästään matriisimerkintöjä ja ATK-laskentaan on tehty jatkuvasti viittauksia.

Tarkastelun kohteena ovat sekä voimamenetelmä, siirtymämenetelmä että lyhyesti reduktiomenetelmä. Esityksessä on myös selvitetty staattisesti määräämättömien pää- ja alisysteemien käyttöä, jossa alisysteemit toimivat pääsystemin »jousina». Lopussa on kriittisesti tarkasteltu erilaisia käytännön laskumenetelmiä ja diagonalisointiprosessin käyttömahdollisuuksia. Tällöin kirjoittaja toteaa ettei menettely sinänsä tuo mitään lisäetua, mutta että jos ominaisarvot jostain syystä tunnetaan, joudutaan joka tapauksessa laskemaan tai laskeminen on jostain syystä helppoa, on ominaisarvojen käyttö edullista. Esimerkkeinä on voimamenetelmästä esitetty nelisauvainen rengaskehä ja siirtymämenetelmästä kolmisauvainen kehä.

Artikkelista on vähemmän hyötyä käytännön suunnittelutyössä, mutta se avartaa opettavaisesti statiikan harrastajan kokonaiskuvaa matriiseista ja niiden käyttömahdollisuuksista.

Risto Sajaniemi

Konrad Sattler, Lehrbuch der Statik, Theorie und ihre Anwendung. Erster Band. Grundlagen und fundamentale Berechnungsverfahren. Teil A: Theorie, 464 S, Teil B: Zahlenbeispiele, 318 S. Springer-Verlag, Berlin 1969. Kirjakauppahinta mk 137: 20

Teos on vanhahtavan tyylinen täysin traditionaalinen esitys lineaariseen kimmo-oppiin perustuvasta sauvastatiikasta. Teoriaosassa käsitellään I luvussa yleisiä perusteita, kuten kuormituksia, rakenteiden tukemistapoja ja sauvan poikkileikkaukseen liittyviä suureita ja käsitteitä. Luku II on omistettu staattisesti määrättyjen tasorakenteiden voimasuureille ja luku III muodonmuutosuureille. Sekä täysiä rakenteita että ristikoita käsitellään varsin perusteellisesti. IV luku käsittelee kuormitusten laskemista ja yhdistelyä. Teoksen loppuosassa käsitellään staattisesti määräämättömiä rakenteita eri menetelmin. Esimerkkiossa sisältää teoriaosan jakoa noudatellen selityksiä ja läpikäsittejä numeroesimerkkejä.

Vaikka teos esittää aiheensa huolella ja perinpohjaisesti ja kuuluneen lajissaan alkeisstatiikan oppikirjojen eturiviin, se on luokiteltava vanhanaikaiseksi. Sen sisältöä raskauttaa jo aikansa eläneiden ristikkomuotojen, yli vuosisadan vanhojen graafisten menetelmien ym. runsaus. Perusajatuksat jäävät valitettavasti vähälle korostukselle, sillä ne tuntuvat ikään kuin hukuvan runsaan detajaineiston vyöryyn alle. Energia-periaatteita on teoksen laajuuteen nähden käsitelty melko niukasti ja osittain vajavaisesti. Numeeriset laskelmat on niiden ja teorian esitystavasta päätellen edellytetty suoritettaviksi joko käsin tai pöytälaskukoneella. Asioita ei ole esitetty eikä muokattu tietokoneen käyttöä silmälläpitäen.

Lukija jää helposti nykyisin paikkansapitämättömään käsitykseen, että lineaariset rakenteet muodostavat koko statiikan, sillä tekijä ei mainitse eikä mitenkään rajaa näiden rakenteiden kutistuvaa vaikkakin tärkeätä aluetta modernissa rakenteiden mekaniikassa.

Kokonaisuutena teoksesta on sanottava, että se ei valitettavasti tarjoa uutta, vaan moneen kertaan monina oppikirjoina julkaistun aiheen nykyistä käyttöä silmälläpitäen tarpeettoman laajan aineiston huolellisesti jaoteltua ja seikkaperäisesti esitettyä kokoelmaa. Näin ollen täytyykin ihmetellä, että nykyaikana enää uhrataan energiaa aihetta tällä tavoin käsittelevien kirjojen julkaisemiseen varsinkin saksan kielellä, jolla niitä luulisi jo ilmestyneen riittämiin.

Teoksen hankittavuutta vähentää molempien osien ostopakko, mikä nostaa sen hinnan korkeaksi.

Zweiter Band: Spezielle Berechnungsverfahren on valmisteilla ja toivottavasti omistettu rakenteiden modernimmille käsitteilytavoille.

Pentti Loikkanen