

Renardin luvut likiarvolaskennassa, osa 1

Opetan pääasiassa rakennusmestariopiskelijoille statiikkaa, jossa erittäin usein laskentaongelmana on selvittää palkin tukireaktioiden suuruudet. Laskenta perustuu tasapainoyhtälöihin, joiden ratkaisu pääsääntöisesti saadaan laskutoimituksena, jossa kerrotaan ja jaetaan lukuja keskenään. Näissä tukireaktiolaskelmissa tehdään usein virheitä, jotka aiheuttavat lumipalloeffectinä virheet kaikkiin muihinkin jatkolaskelmiin, mikä ei esimerkiksi rakenteiden lujuustarkasteluissa ole suinkaan kädet ojossa mielellään vastaanotettu ilmiö.

Mielessäni on pitkään muhinut ajatus menetelmästä, jolla voisi kohtuullisen nopeasti, suunnilleen "silmämääräisesti" arvioida, tarkistaa laskun lopputuloksen. Jokin aika sitten silmiini osui Wikipedian artikkeli ns. Renardin luvuista (Wikipedia: Renard series) ja kun sen näin, tajusin ranskalaisen sotilasinsinööri Charles Renardin (1847 - 1905) itse asiassa keksineen jo noin 150 vuotta sitten oivallisen ratkaisun tähän pulmaan.

Renardin luvut ovat geometrisia lukujonoja, joissa jonon ensimmäinen luku on 1 ja seuraava luku saadaan kertomalla edellinen luku kertoimella $\sqrt[n]{10}$, missä n on kokonaisluku. Lukujonoa jatketaan aina lukuun 10 saakka. Yleensä n = 5, 10, 20, 40, jne., jolloin puhutaan Renardin R5-jonosta, R10-jonosta, jne.

Taulukossa 1 on esitetty Renardin lukujonot R5, R10 ja R20 kokonaan ja lisäksi alkua lukujonosta R40. Luvut on pyöristetty kahden desimaalin tarkkuudelle.

Taulukko 1. Renardin lukujonojen termejä kahden desimaalin tarkkuudella.

| Sarja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| R5 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R10 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R20 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 10,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R40 | 1,00 | 1,06 | 1,12 | 1,19 | 1,26 | 1,33 | 1,41 | 1,50 | 1,58 | 1,68 | 1,78 | 1,88 | 2,00 | 2,11 | 2,24 | 2,37 | 2,51 | 2,66 | 2,82 | 2,99 | 3,16 | 3,35 | ... | | | | | | | | | | | | | | | |

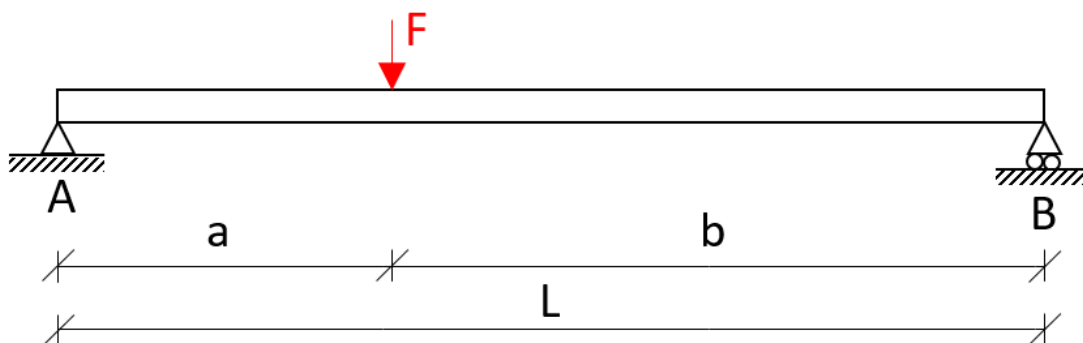
Kuinka Renardin luvuilla sitten lasketaan? Käydään läpi esimerkki yksinkertaisesta statiikan tukireaktiolaskusta, jossa aluksi lasketaan tukireaktioiden tarkat arvot ja sen jälkeen niille likiarvot hyödyntämällä Reynardin luvuista muodostettuja kertolaskutaulukoita.

Kuvassa 1 näkyy kaksitukinen palkki, jota rasittaa epäkeskeinen pistekuorma F. Statiikan menetelmillä voidaan osoittaa, että tukireaktion A suuruus saadaan laskentakaavalla

$$A = \frac{F \cdot b}{L}$$

Vastaavasti voidaan osoittaa, että tukireaktion B suuruus saadaan laskentakaavalla

$$B = \frac{F \cdot a}{L}$$



Kuva 1. Kaksitukinen, pistekuormitettu palkki.

Jos esimerkiksi palkilla oleva pistevoima olisi suuruudeltaan $F = 27 \text{ kN}$ ja pituusmitat $a = 1.2 \text{ m}$, $b = 2.5 \text{ m}$ ja näin ollen palkin pituus $L = 3.7 \text{ m}$, niin tällöin voidaan laskea tarkasti tukireaktioiden suuruuksien olevan

$$A = \frac{F \cdot b}{L} = \frac{27 \text{ kN} \cdot 2.5 \text{ m}}{3.7 \text{ m}} = 18.2432 \dots \text{ kN}$$

ja

$$B = \frac{F \cdot a}{L} = \frac{27 \text{ kN} \cdot 1.2 \text{ m}}{3.7 \text{ m}} = 8.7567 \dots \text{ kN}$$

Tutkitaan seuraavaksi, millaisiin tarkkuuksiin päästäisiin käyttämällä Renardin lukujonoja R5, R10, R20 ja R40.

Renardin R5-lukujono

Ratkaistaan aluksi tukireaktio A. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 2.5$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R5-aulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.51.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 2.5 oleva lukuarvo. Sekin on 2.51.
- Rivillä 2.51 ja sarakkeessa 2.51 löytyy luku 6.31.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.98.
- Haetaan sarakkeesta 3.98 aiemmin kertolaskulla saatu luku 6.31. Tämä löytyy toiseksi ylimmältä riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 1.58
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 15.8 kN

Ratkaistaan seuraavaksi tukireaktio B. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 1.2$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R5-aulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.51.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 1.2 oleva lukuarvo. Se on 1.00.
- Rivillä 2.51 ja sarakkeessa 1.00 löytyy luku 2.51.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.98.
- Haetaan sarakkeesta 3.98 aiemmin kertolaskulla saatu luku 2.51. Tämä löytyy toiseksi alimmalta riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 6.31
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 6.31 kN

Jos verrataan R5-aulukolla saatuja tuloksia tarkkoihin arvoihin, niin

- Tukireaktion A likiarvo on 15.8 kN ja tarkka arvo 18.2432 ... kN, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 13.4 %
- Tukireaktion B likiarvo on 6.31 kN ja tarkka arvo 8.7567 ... kN, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 27.9 %

Suhteellinen virhe on siis melko suuri.

Taulukko 2. Renardin R5-lukujen kertolaskutaulukko.

| R5 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 10,00 |
|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 1,00 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 1,00 |
| 1,58 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 1,00 | 1,58 |
| 2,51 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 1,00 | 1,58 | 2,51 |
| 3,98 | 3,98 | 6,31 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 |
| 6,31 | 6,31 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 |
| 10,00 | 1,00 | 1,58 | 2,51 | 3,98 | 6,31 | 1,00 |

Renardin R10-lukujono

Tukireaktion A laskennassa ei Renardin R10-lukujono tuota mitään muutosta R5-lukujonoon verrattuna. Päädytään täsmälleen samaan lopputulokseen kuin R5-taulukkoa käytettäessä.

Sen sijaan tukireaktion B laskennassa päästään hieman tarkempaan lopputulokseen. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 1.2$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R10-taulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.51.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 1.2 oleva lukuarvo. Se on 1.26.
- Rivillä 2.51 ja sarakkeessa 1.26 löytyy luku 3.16.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.98.
- Haetaan sarakkeesta 3.98 aiemmin kertolaskulla saatu luku 3.16. Tämä löytyy toiseksi alimmalta riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 7.94
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkituna 7.94 kN

Taulukko 3. Renardin R10-lukujen kertolaskutaulukko.

| R10 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 10,00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1,00 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 |
| 1,26 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 |
| 1,58 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 |
| 2,00 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 |
| 2,51 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 |
| 3,16 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 |
| 3,98 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 |
| 5,01 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 |
| 6,31 | 6,31 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 |
| 7,94 | 7,94 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 |
| 10,00 | 1,00 | 1,26 | 1,58 | 2,00 | 2,51 | 3,16 | 3,98 | 5,01 | 6,31 | 7,94 | 1,00 |

Jos verrataan R10-taulukolla saatuja tuloksia tarkkoihin arvoihin, niin

- Tukireaktion A likiarvo on 15.8 kN ja tarkka arvo 18.2432 ... kN, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 13.4 %
- Tukireaktion B likiarvo on 7.94 kN ja tarkka arvo 8.7567 ... kN, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 9.3 %

Likiarvotulos lähenei oikeaa vastausta, mutta suhteellinen virhe on edelleen melko suuri.

Renardin R20-lukujono

Ratkaistaan aluksi tukireaktio A. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 2.5$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R20-taulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.82.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 2.5 oleva lukuarvo. Sekin on 2.51.
- Rivillä 2.82 ja sarakkeessa 2.51 löytyy luku 7.08.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.55.
- Haetaan sarakkeesta 3.55 aiemmin kertolaskulla saatu luku 7.08. Tämä löytyy seitsemänneksi ylimmältä riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 2.00
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 20.0 kN

Ratkaistaan seuraavaksi tukireaktio B. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 1.2$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R20-taulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.82.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 1.2 oleva lukuarvo. Se on 1.26.
- Rivillä 2.82 ja sarakkeessa 1.26 löytyy luku 3.55.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.55.
- Haetaan sarakkeesta 3.55 aiemmin kertolaskulla saatu luku 3.55. Tämä löytyy ylimmältä riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 1.00
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 10.0 kN

Taulukko 4. Renardin R20-lukujen kertolaskutaulukko.

| R20 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 10,00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1,00 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 |
| 1,12 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 |
| 1,26 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 |
| 1,41 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 |
| 1,58 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 |
| 1,78 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 |
| 2,00 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 |
| 2,24 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 |
| 2,51 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 |
| 2,82 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 |
| 3,16 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 |
| 3,55 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 |
| 3,98 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 |
| 4,47 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 |
| 5,01 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 |
| 5,62 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 |
| 6,31 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 |
| 7,08 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 |
| 7,94 | 7,94 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 |
| 8,91 | 8,91 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 |
| 10,00 | 1,00 | 1,12 | 1,26 | 1,41 | 1,58 | 1,78 | 2,00 | 2,24 | 2,51 | 2,82 | 3,16 | 3,55 | 3,98 | 4,47 | 5,01 | 5,62 | 6,31 | 7,08 | 7,94 | 8,91 | 1,00 |

Jos verrataan R20-taulukolla saatuja tuloksia tarkkoihin arvoihin, niin

- Tukireaktion A likiarvo on 20.0 kN ja tarkka arvo $18.2432 \dots \text{ kN}$, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 9.6%
- Tukireaktion B likiarvo on 10.0 kN ja tarkka arvo $8.7567 \dots \text{ kN}$, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 14.2%

Renardin R40-lukujono

Ratkaistaan aluksi tukireaktio A. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 2.5$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R40-aulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.66.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 2.5 oleva lukuarvo. Sekin on 2.51.
- Rivillä 2.66 ja sarakkeessa 2.51 löytyy luku 6.68.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.76.
- Haetaan sarakkeesta 3.76 aiemmin kertolaskulla saatu luku 6.68. Tämä löytyy riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 1.78
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 17.8 kN

Ratkaistaan seuraavaksi tukireaktio B. On laskettava laskutoimitus $27 \cdot 1.2$ ja sen jälkeen jaettava tulos luvulla 3.7 Toimitaan seuraavasti:

- Haetaan aluksi R40-aulukon vasemmasta otsikkosarakkeesta mahdollisimman lähellä lukua 2.7 oleva lukuarvo. Se on 2.66.
- Sitten haetaan ylimmältä otsikkoriviltä mahdollisimman lähellä lukua 1.2 oleva lukuarvo. Se on 1.19.
- Rivillä 2.66 ja sarakkeessa 1.19 löytyy luku 3.16.
- Nyt pitäisi suorittaa jakolasku eli jakaa 3.7:llä. Lähinnä tätä oleva luku on otsikkorivillä luku 3.76.
- Haetaan sarakkeesta 3.76 aiemmin kertolaskulla saatu luku 3.16. Tämä löytyy ylimmältä riviltä, jota vastaava otsikkonumero on 8.41
- Suuruusluokkapäätelyllä voidaan arvioida vastauksen olevan tulkittuna 8.41 kN

Jos verrataan R40-aulukolla saatuja tuloksia tarkkoihin arvoihin, niin

- Tukireaktion A likiarvo on 17.8 kN ja tarkka arvo $18.2432 \dots \text{ kN}$, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 2.4 %
- Tukireaktion B likiarvo on 8.41 kN ja tarkka arvo $8.7567 \dots \text{ kN}$, jolloin suhteelliseksi virheeksi muodostuu 4.0 %

suuruusluokka päätellä ihan matemaattisestikin hyödyntämällä sinne punaisella värillä merkitsemiäni ykkösistä koostuvia vinorivejä, mutta en sitä menetelmää nyt tähän lyhyeen tutkielmaan viitsi kuvailla.

Tässä vaiheessa oli tarkoitus ottaa ensikontakti tähän erikoiseen likiarvomenetelmään, joka on ehkä jäänyt pahasti unohduksiin. Seuraavaksi aion perehtyä tähän menetelmään tarkemmin. Aion tehdä tutkimuksen, jossa simuloin Excelin avulla suurta määrää kerto- ja jakolaskuja sisältäviä laskutoimituksia ja selvitän, kuinka tarkasti näihin Renardin lukujonoilla saatuihin laskujen likiarvolopputuloksiin voi luottaa. Siihen palataan osassa 2.

Juhani Paananen

Matematiikan lehtori

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Lähteet:

Wikipedia: Renard series, https://en.wikipedia.org/wiki/Renard_series