

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | JOHDANTO | 1.1 |
| 1.1 | Yleistä..... | 1.1 |
| 1.2 | Elementtimenetelmän perusajatukset..... | 1.2 |
| 1.2.1 | Elementtiverkko | 1.2 |
| 1.2.2 | Solmusuureet..... | 1.4 |
| 1.2.3 | Ekvivalenttiset solmukuormitukset | 1.6 |
| 1.2.4 | Solmusuureiden ratkaiseminen..... | 1.7 |
| 1.2.5 | Ratkaisu elementin alueessa | 1.8 |
| 1.3 | Laskentamallit | 1.9 |
| 1.3.1 | Elementtityypit | 1.9 |
| 1.3.2 | Mallin valinta | 1.11 |
| 1.3.3 | FEM-laskennan tulokset | 1.12 |
| | | |
| 2 | RISTIKKORAKENTEET | 2.1 |
| 2.1 | Aksiaalinen rakenne | 2.1 |
| 2.1.1 | Aksiaalisen elementin jäykkyysmatriisi | 2.1 |
| 2.1.2 | Sijoittelusummaus..... | 2.4 |
| 2.1.3 | Vapaat solmusiirtymät verkon vapausasteina..... | 2.8 |
| 2.1.4 | Tuntemattomien suureiden ratkaiseminen..... | 2.9 |
| 2.1.5 | Ekvivalenttiset solmukuormitukset | 2.10 |
| 2.2 | Tasoristikko | 2.12 |
| 2.2.1 | Yleistä ristikkorakenteista | 2.12 |
| 2.2.2 | Tasoristikon elementtiverkko | 2.12 |
| 2.2.3 | Tasoristikon elementin jäykkyysmatriisi | 2.13 |
| 2.2.4 | Ekvivalenttiset solmukuormitukset | 2.15 |
| 2.3 | Avaruusristikko | 2.16 |
| 2.3.1 | Avaruusristikon elementtiverkko | 2.16 |
| 2.3.2 | Avaruusristikon elementin jäykkyysmatriisi | 2.17 |
| 2.3.3 | Ekvivalenttiset solmukuormitukset | 2.20 |

3 KEHÄRAKENTEET3.1

3.1 Yleistä kehärakenteista 3.1

3.2 Tasokehä..... 3.2

3.2.1 Kahden vapausasteen palkkielementti3.2

3.2.2 Neljän vapausasteen palkkielementti.....3.3

3.2.3 Kuuden vapausasteen palkkielementti3.5

3.2.4 Leikkausvoiman vaikutus.....3.7

3.3 Avaruuskehä..... 3.8

3.3.1 Avaruuskehän elementtiverkko.....3.8

3.3.2 Elementin lokaali jäykkyyismatriisi.....3.9

3.3.3 Elementin globaali jäykkyyismatriisi.....3.13

4 YLEINEN ELEMENTTIMENETELMÄ4.1

4.1 Johdanto 4.1

4.2 Potentiaalienergia 4.3

4.3 Siirtymämenetelmään perustuva elementtimenetelmä 4.5

4.4 Yhteenvedo..... 4.7

5 INTERPOLOINTI 5.1

5.1 Johdanto 5.1

5.2 Interpolointi emojanan alueessa 5.1

5.3 Interpolointi emoneliön alueessa 5.4

5.4 Interpolointi emokolmion alueessa 5.9

5.5 Interpolointi emokuution alueessa 5.10

5.6 Interpolointi emotetraedrin alueessa 5.12

6 NUMEERINEN INTEGROINTI 6.1

6.1 Johdanto 6.1

6.2 Yksiulotteinen Gauss-Legendre integrointi 6.1

6.3 Kaksi- ja kolmiulotteinen Gausssin integrointi 6.4

6.4 Kaksi- ja kolmiulotteinen Hammerin integrointi 6.6

7 2D-SOLIDIRAKENTEET 7.1

7.1 Johdanto 7.1

7.2 Lineaarinen kolmisivuinen elementti 7.1

7.2.1 Emokolmion geometrinen kuvaus 7.1

7.2.2 Siirtymäkentän interpolointi 7.3

7.2.3 Muodonmuutostilakenttä 7.4

7.2.4 Jännitystilakenttä 7.6

7.2.5 Jäykkyysmatriisi 7.7

7.2.6 Ekvivalenttiset solmukuormitukset 7.7

7.3 Lineaarinen nelisivuinen elementti 7.12

7.3.1 Emoneliön geometrinen kuvaus 7.12

7.3.2 Kenttien interpolointi 7.15

7.3.3 Jäykkyysmatriisi 7.16

7.3.4 Ekvivalenttiset solmukuormitukset 7.17

8 3D-SOLIDIRAKENTEET 8.1

8.1 Johdanto 8.1

8.2 Lineaarinen nelitahoinen elementti 8.1

8.2.1 Emotetraedrin geometrinen kuvaus 8.1

8.2.2 Siirtymäkentän interpolointi 8.4

8.2.3 Muodonmuutostilakenttä 8.5

8.2.4 Jännitystilakenttä 8.7

8.2.5 Jäykkyysmatriisi 8.8

8.2.6 Ekvivalenttiset solmukuormitukset 8.8