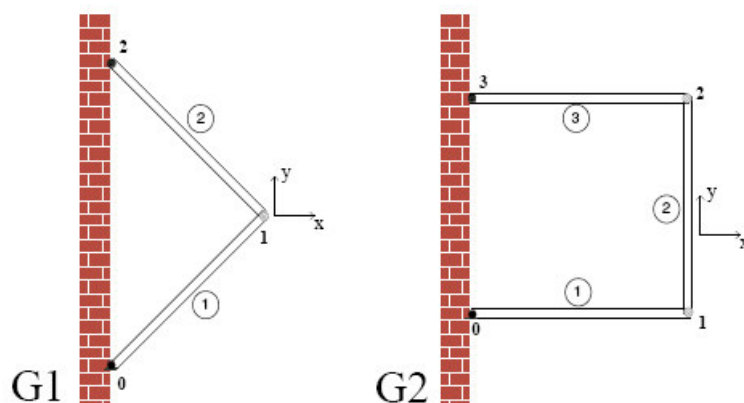
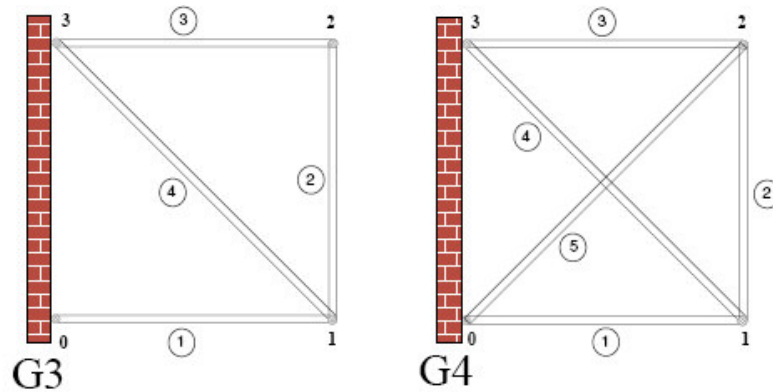


To gitteropgaver:

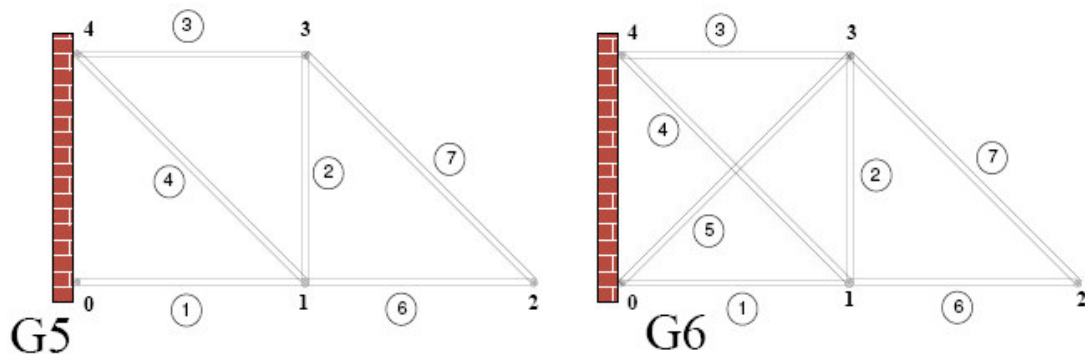


Figur 2: Definitionsskitse I. Vinklerne i knuderne er alle 90° .

Knudepunkterne er nummereret fra 0 til $N + 1$. Knudepunkterne ved de *ueftergivelige vægge*⁵ er tildelt nummer 0 og nummer $N + 1$. De bevægelige knudepunkter har således numrene $1, \dots, N$. Hvert af de bevægelige knudepunkter kan bevæge sig i konstruktionens plan. Denne bevægelse



Figur 3: Definitionsskitse II. Alle vinkler er hele multipla af 45° .



Figur 4: Definitionsskitse III. Alle vinkler er hele multipla af 45° .

kan opdeles i en vandret del regnet positiv mod højre og en lodret del regnet positiv opad, i alt $2N$ forskydningskomposanter (man siger at antallet af *forskydningsfrihedsgrader* er $2N$).

Lad j betegne knudepunktsnummeret. Den vandrette forskydningskomponent i et givet knudepunkt betegnes u_i , hvor $i = 2j - 1$. Den lodrette forskydningskomponent i et givet knudepunkt betegnes u_i , hvor $i = 2j$. Den samlede forskydning af hele gitterkonstruktionen er altså bekræftet ved en vektor $\underline{u}$ med ialt $2N$ elementer.

En tilsvarende fortegnskonvention og notation benyttes for kraftkomposanter i knuderne, vandret og lodret. Specielt er de ydre kræfter $\underline{F}$ i de frie knuder også en vektor med ialt $2N$ elementer.

Ovenstående nummerering af stænger, knuder og bevægelses- og kraftkomposanter er vilkårlig i den forstand, at den udgør een blandt *MANGE* ligeværdige muligheder.

indgående vinkler ved projektion af stangkræfter på vandret og lodret⁶.

G1. Gør rede for at betingelsen for statisk ligevægt i de frie knuder kan skrives som et lineært ligningssystem i stangkræfternes størrelser S_i , $i = 1, \dots, M$, regnet med fortegn (positivt hvis fjederen er i træk og negativt hvis fjederen er i tryk).

1. Hvad er højresiderne i ligningerne?
2. Angiv koefficientmatricen for nogle af standard-gitrene og find stangkræfterne for nogle typiske valg af ydre kræfter.
3. Hvornår giver disse ligninger entydige løsninger?
4. Har ligningerne altid en løsning?

Læg mærke til, at vi her vælger at se bort fra ligevægtsbetingelserne i de fastgjorte knuder. Hvis man ønsker at finde reaktionskræfterne fra understøtningerne, kan dette altid gøres efterfølgende, efter man har bestemt alle stangkræfterkræfter (overvej hvorfor dette er muligt).

G2. I opgave 1 er det vist, at statisk ligevægt kan udtrykkes som et lineært ligningssystem i de variable S_i , $i = 1, \dots, M$. Dette ligningssystem skriver vi nu med matrixnotation på formen:

$$\hat{\underline{\underline{B}}} \underline{\underline{S}} = -\underline{\underline{F}}, \quad (3)$$

hvor $\underline{\underline{F}}$ er de ydre kræfter i de frie knuder og $\underline{\underline{S}}$ er stangkræfterne.

1. Angiv dimensionen af $\hat{\underline{\underline{B}}}$ for enhver af standard-gitrene.
2. Angiv dimensionen af $\hat{\underline{\underline{B}}}$ for en vilkårlig gitterkonstruktion.
3. Gør rede for, hvordan søjlerne i $\hat{\underline{\underline{B}}}$ er konstrueret. Hvilken information om gitterkonstruktionen indgår i koefficientmatricen?
4. Angiv rangen af $\hat{\underline{\underline{B}}}$ for 3 af standard-gitrene (vælg selv).

Citater fra Martin Bendsøes Design-mat og gitre (2007)