

Bevægelse spiller en stor rolle i den globaliserede virkelighed, hvor antallet af forbindelser stadig vokser. Rummet har betydning for udfoldelsen af varetransport, handel, pengetransaktioner, trafik og sociale netværk. Der bliver flere komplicerede netværk i den globalt forbundne verden, og lokale valg kan påvirke resten af netværket. Byplanlægning og anden fysisk planlægning regulerer de rum, der kan enten hæmme eller fremme en udvikling.

Der er derfor brug for metoder til at overskue og analysere komplicerede netværk. Her er **Space Syntax** et brugbart matematisk modelredskab.

HVAD ER SPACE SYNTAX?

Space Syntax er en netværksteoretisk model over et område af rum med en menneskelig tæthed, hvori der foregår alle mulige bevægelsesmønstre. Det kan være fodgængere og biler i byrum, besøgende i shoppingcentre, mennesker til festival osv. Formålet er at afkode den sociale logik i rummet; hvordan et rumligt netværk påvirker menneskelig adfærd, og skaber særlige mønstre.

Space Syntax opbygger teori og metode for en sådan "socio-rumlig" analyse af bebyggelser og beboelser af enhver type og størrelse. Det bruges blandt andet i arkitektur, urban design, byplanlægning, transport og indretning af rum i bygninger.

Sociologi, geografi og matematik spiller sammen når rummet og menneskers adfærd undersøges. Der er både fokus på matematiske beskrivelser og beregninger på rummet (i eller mellem bygninger), og opmærksomhed på hvordan rummet påvirker menneskelig adfærd – det sociale.

Centralt i Space Syntax er at undersøge hvordan **den menneskelige tæthed** og **rumoplevelsen** hænger sammen med rummernes **attraktivitet** (en størrelse der **beregnes** på basis af netværksmodellen). Man kan dermed undersøge i hvilken grad modellen kan forklare rummets stemning, menneskers fremtoning og adfærd eller hvordan rummet er blevet tilpasset over tid. Til dette kan man benytte almindelige statistiske redskaber som **regression** og **χ^2 -test**.

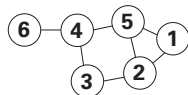
AKSIALKORT

Kortlægning af genstandsområdet og konstruktion af netværksmodellen vil oftest gøres ud fra et aksialkort. Først deler man rummet op i konvekse delrum.



Videnskabeligt set tager **Space Syntax** et empirisk udgangspunkt, idet første skridt er en undersøgelse og beskrivelse af rummet ved et aksialkort, ud fra grundprincippet at individets synsfelt påvirker oplevelsen af rummet.

Som næste skridt benyttes **Netværksteori**, der er baseret på den matematiske gren **Grafteori**, til en hypotetisk deduktiv modelberegning. Grafer består af punkter (noder) der er forbundet med linjer (kanter). Her ses en graf med seks noder og syv kanter:



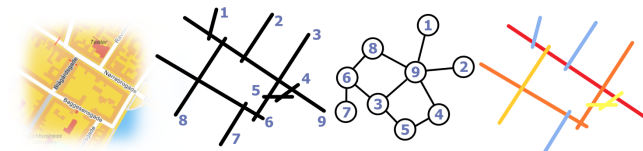
Alt efter modellens anvendelse vil der både under **kortlægning** og konstruktion af **aksialkort** være psykologiske, sociologiske og/eller økonomiske antagelser.

Den matematiske grafteori kører modellen ved at deducere kvantitative mål (f.eks. centraliteten) for hver af grafens noder.

Regression og **χ^2 -test** bruges som redskaber til at undersøge graden af korrelation mellem centraliteten af en hvilken som helst variabel målt ved grafens noder. Space Syntax har således sin styrke i samspillet med udforskende feltarbejde.

I et konvekst rum vil man altid kunne se frit mellem to punkter i rummet og det kan dermed opfattes som en enhed. Som det ses på figuren må det konkave rum deles op i flere rum for at indgå i en konveks model.

Gennem de konvekse delrum tegner man det færrest mulige og de længst mulige rette linjer gennem rummene. Dette er aksiallinjerne.

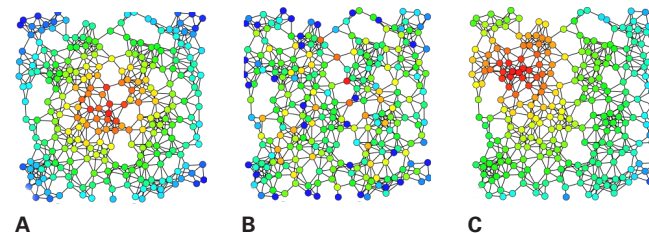


Hver aksiallinje repræsenterer en lokalitet. Skæringspunkterne mellem aksiallinjerne forbinder rummets lokaliteter. Grafteoretisk set repræsenterer man aksiallinjerne med noder og skæringspunkterne med kanter. Efter beregninger på netværket kan aksiallinjerne gives farver alt efter graden af attraktivitet.

CENTRALITET OG INTEGRATION

Valg af centralitet er en del af modelleringen. I forbindelse med trafik bruger man ofte **closeness centrality** til at beregne hvor tæt (attraktiv) en given node er på resten af grafen, dvs. hvor mange kanter man skal passere for at tage den korteste vej til hver af grafens øvrige noder med udgangspunkt i den givne node. Afstande har ingen betydning for valg af rute fra A til B, kun antallet af retningskift.

Modellen tillader også andre valg af centralitet, bl.a. **Betweenness centrality**, der vægter efter hvor ofte en node er en del af den korteste rute mellem to andre noder i grafen. **Eigenvector centrality** beregner en værdi for hver node i grafen baseret på antallet af kanter til andre noder og centraliteten af disse noder. Google bruger blandt andet dette princip i PageRank algoritmen til at rangere søgeresultater.



A Closeness centrality, **B** Betweenness centrality og **C** Eigenvector centrality for den samme graf. Rød betyder en højere grad af centralitet – blå en lavere grad.

Det er ikke altid det giver mening at hele grafen påvirker hver enkelt nodes centralitet. Eksempelvis har en fodgænger begrænset aktionsradius og valget af rute fra f.eks. Rådhuspladsen til Nørreport afhænger sjældent af netværket af gader på ydre Østerbro. Derfor indfører man begrebet **integration radius** som angiver det maksimale antal kanter omkring hver node der skal indgå i beregningen for hver node. Undersøges fodgængere i et tæt bebygget område vil man normalt regne med en integrationsradius på 3 eller 4.

EMPIRISKE UNDERSØGELSER

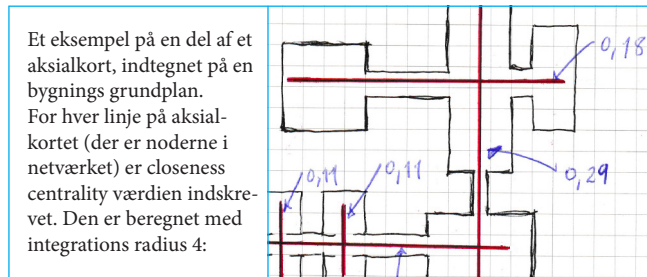
Space Syntax kan bruges i et møde med ethvert byrum. Man kan både opmåle indendørs og/eller udendørs f.eks. en skole, arbejdsplads eller en del af det lokale byrum - det være sig *in situ* eller efter et kort.

I ethvert konvekst rum på kortet (lokaler, åbne rum, vejkryds etc.) skal man indtegne aksiallinjer alt efter hvor langt man kan se ind i de nærliggende konvekse rum.

For at beregne værdien for node nummer i skal man først beregne farness for i, dvs. hvor langt noden i er fra resten af grafen. Dette er summen af antallet af kanter man skal passere for at komme til alle noder i grafen der er maksimalt 4 kanter væk. Closeness centrality er simpelt defineret som den reciprokke af farness.

$$\text{closeness centrality } (i) = \frac{1}{\sum_j (\text{antal kanter mellem } i \text{ og } j)}$$

Da antallet af kanter til grafens øvrige noder er mindst 1, vil closeness centrality værdien for hver node være mellem 0 og 1 og jo større værdi jo mere central er noden.



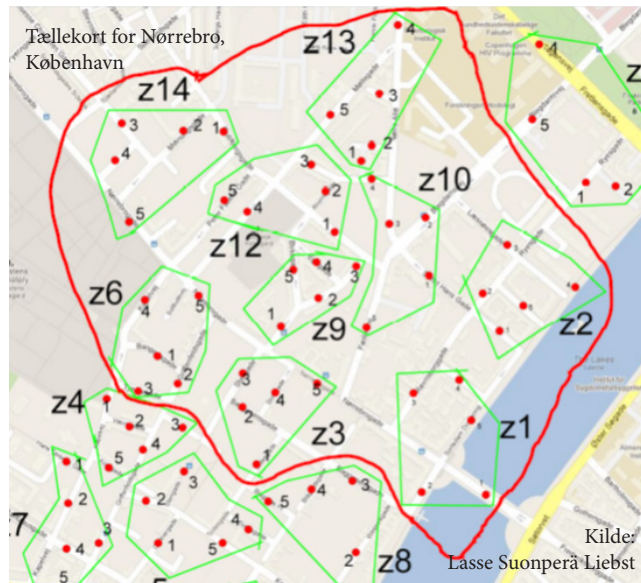
Der kræves ofte nogle interessante subjektive valg undervejs i reduktionen af det virkelige rum til en matematisk graf. Hvad med trapper? Døre? Glasdøre? Uautoriserede stier? Et vejarbejde?

I hvilken grad closeness centrality-værdierne korrelerer med andre variable kan undersøges med lineær regression og χ^2 -tests - for eksempel som antal forbipasserende på en halv time.

Det er altså oplagt at sammenligne Space Syntax netværksmodellen med empiri fra trafiktællinger og andre observationer i byrum.

Tages eksempelvis et område på Nørrebro kan det deles op i tællezoner med hver 5 poster (de røde prikker). Alt efter formålet med undersøgelsen kan der ved hver lokalitet indsamles et væld af forskellige observationer, fra antal voksne fodgængere, voksne cyklister, gadens bredde, hushøjde til kvalitative interviews om menneskers oplevelse af byrummet, registreret på en skala fra 1 til 10.

I reglen er netværket så kompliceret at closeness centrality værdierne bør beregnes med brug af computerprogrammer. Dette giver også større fleksibilitet hvis aksiallinjer skal ændres, tilføjes eller fjernes.



Programmet libreCAD (<http://librecad.org>) kan bruges til at tegne aksialkort. Man kan med fordel importere et baggrundskort til at tegne axiallinjerne ovenpå. Axiallinjerne bør skære hinanden med en god margin så noden helt sikkert opfattes i den senere analyse. Axialkortet gemmes i *.dxf-fil formatet.

Programmet depthmapX (<http://varoudis.github.io/depth-mapX/>) kan foretage en fuld netværksanalyse på et aksialkort importeret som *.dxf fil. DepthmapX har mange funktioner; i denne folder er brugt Axial Graph Analysis med en radius på 4. Projekter i depthmapX gemmes i *.graph-fil formatet.

Begge programmer er gratis og findes i versioner til alle platforme.

DATA OG LITTERATUR

Bogen "The Social Logic of Space", University Press, 1984 af Bill Hillier og Julienne Hanson definerede Space Syntax som teoriområde. Hilliers efterfølgende klassiker "Space is the Machine", Cambridge University Press, 1996 kan læses gratis i en revideret udgave på <http://spaceisthemachine.com/>. En dyb faglig baggrund findes i ph.d. afhandlingen "Staged, yet Unstaged. Sociological Inquiries into Space and Micro-interaction.", Institut for Sociologi, KU, 2014 af Lasse Suonperä Liebšt. <http://www.spacesyntax.net/> er et centralt link om emnet.



Faglig bidragsyder: Ivar Zeck, Lektor i matematik og fysik ved Rødovre Gymnasium - september 2015

dansk byplan
laboratorium

Redaktør: Pernille Ehlers, Rødovre Gymnasium
Layout: Rena Gonatos, Dansk Byplanlaboratorium



Tilskud fra undervisningsministeriets udlodningsmidler



SPACE SYNTAX
BYRUMMET ER MASKINEN