

# TOPOLOGI - 1

Sverre Stikbakke

The diagram consists of two blue arrows pointing towards each other, meeting at a central point. The left arrow is labeled 'spagetti-modell' and the right arrow is labeled 'topologi-modell'. The arrows are stylized with a rectangular body and a triangular tip.

spagetti-  
modell

topologi-  
modell

# HVORDAN LAGE TOPOLOGI?



# STANDARDISERING

ISO-TC211

Referansemodell

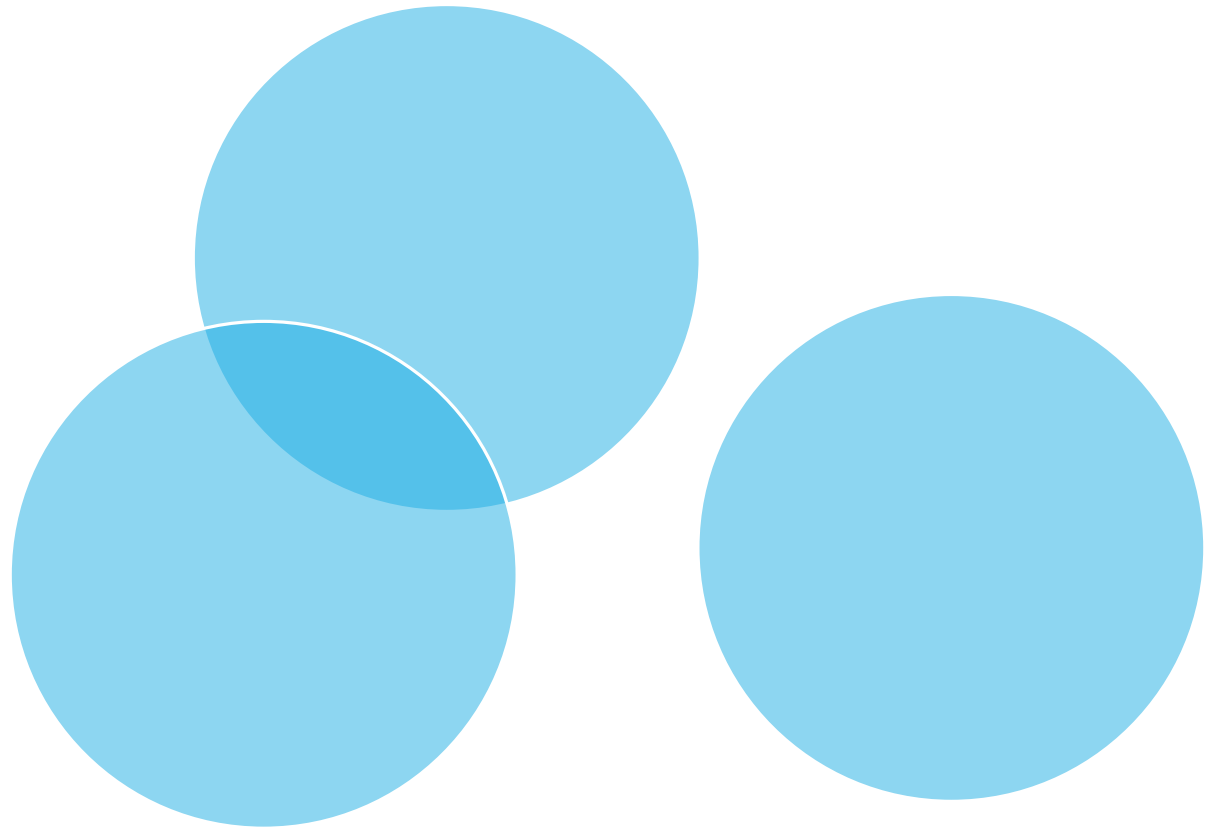
Terminologi

Spatial  
Schema

Simple  
Features

...

# EGENHOFER-TOPOLOGI



# VI SKAL KUNNE BESVARE SPØRSMÅL SOM

Hva er en geografisk database?

Hvordan lage en geografisk database?  
(for simple features-geometri)

Hvordan beskrive geografiske relasjoner?  
(uten topologimodell)

Hvordan utføre geografiske spørringer med SQL?  
(uten topologimodell)

Hvordan sikrer vi at vi har integritet (at kvalitetskrav oppfylles)  
i en geodatabase  
(uten topologimodell)

**VI TRENGER IKKE TOPOLOGI FOR Å LAGE  
KART ..**

men ..



# TOPOLOGI ER GRUNNLAG FOR

Naboskapsanalyse

Ruteberegninger

Arealkonflikt-analyser

Arealberegninger

..med mere



# TOPOLOGIEN KAN BESVARE SPØRSMÅL OM ..

## Adjacency

- hva ligger ved siden av/ grenser inntil?

## Connectivity

- hva henger sammen med hva?

## Containment

- hva ligger innenfor hva?

## Coincidence

- hva ligger på samme sted?

# HVA ER TOPOLOGI?

## Definisjoner:

- En gren av matematikk opptatt av egenskaper til geometrier som er uavhengige av avstandsmål og er uforandret ved deformasjoner som ikke bletter eller river sund overflater (etter Chrisman s 47)
- En gren av den moderne geometrien som behandler de egenskaper hos legemer som har å gjøre med hvordan et legeme "henger sammen" og ikke dets form eller størrelse. (Kunnskapsforlagets matematikkleksikon)

## To typer:

- Algebraisk topologi/graf-topologi/kombinatorisk topologi
- Point-set topologi / Egenhofer-topologi

# KILDER FOR DYPERE INNSIKT

Wolfgang Kainz, Department of Geography and Regional Research,  
Wien:

- 5th Nordic Summer School in GIScience, 2010 (Gävle, Sweden)
  - [The mathematics of GIS](#)
  - [Theory and Methods of Geographic Information Science](#)

Peter Saveliev, professor of mathematics at Marshall University,  
Huntington WV, USA

- [Topology Illustrated](#)

# FRA «TOPOLOGY ILLUSTRATED»

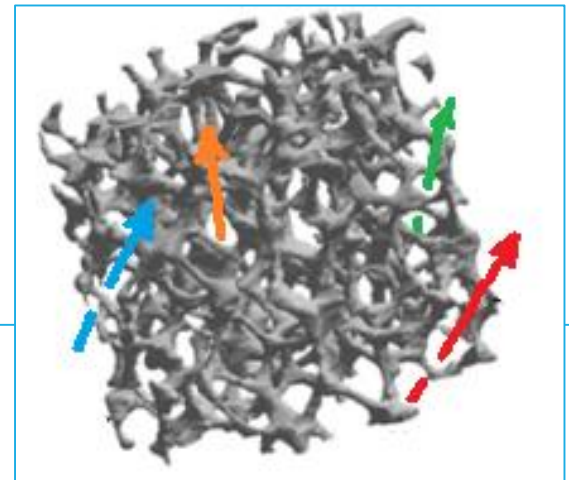
*Topology is the science of spatial properties that don't involve measuring*

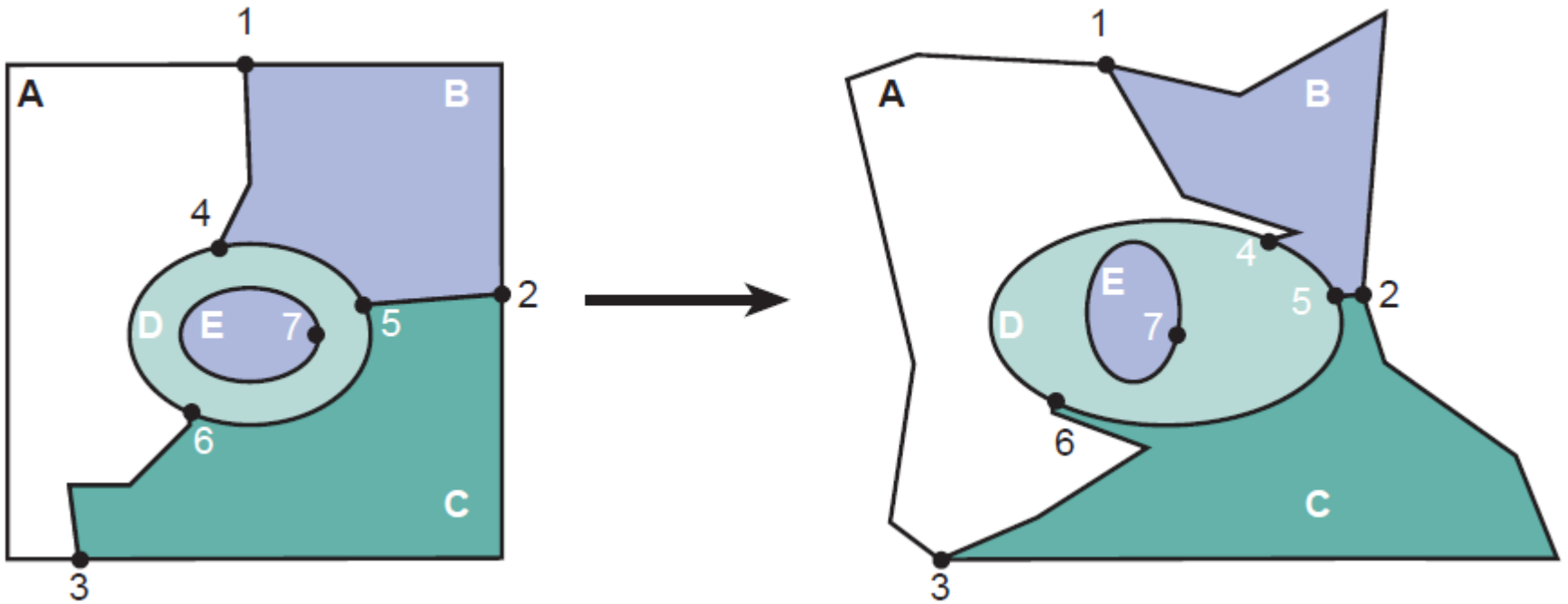
## 1 Topological features of objects

At the very beginning of our study of **Topology** we are interested in the following *visible* features of everyday objects:

- cuts/gaps,
- holes/tunnels, and
- voids/bubbles.

Let's try to describe these features mathematically.





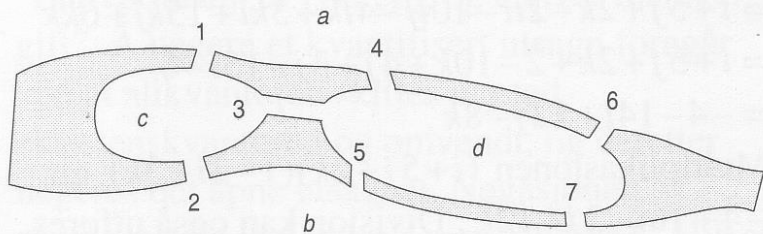
**Figure 2.13:** Rubber sheet transformation: The space is transformed, yet many relationships between the constituents remain unchanged.

Fra:  
 Principles of geographic information systems: an introductory textbook  
 By O. Huisman (editor) and R.A. de By (editor)  
 Fourth edition, Enschede, ITC, 2009

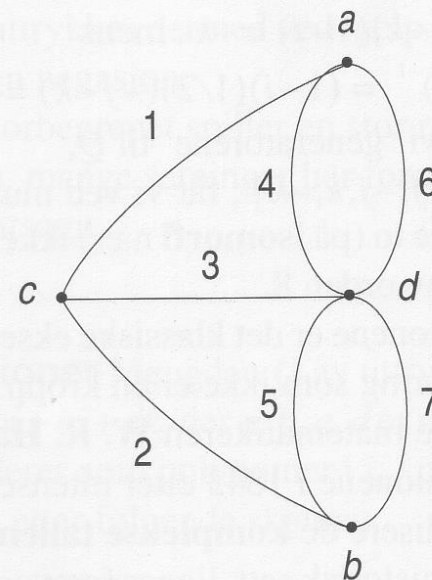
# LEONARD EULER OG BRUENE I KØNIGSBERG

**Königsbergs bruer** Et berømt problem som man regner som starten på en ny matematisk disiplin, **grafteori**.

Problemet er følgende. Byen Königsberg (nåværende Kaliningrad i Russland) ligger på begge sider av elva Pregolja, og i elva ligger to øyer. Syv bruer forbinder de to øyene og fastlandet.

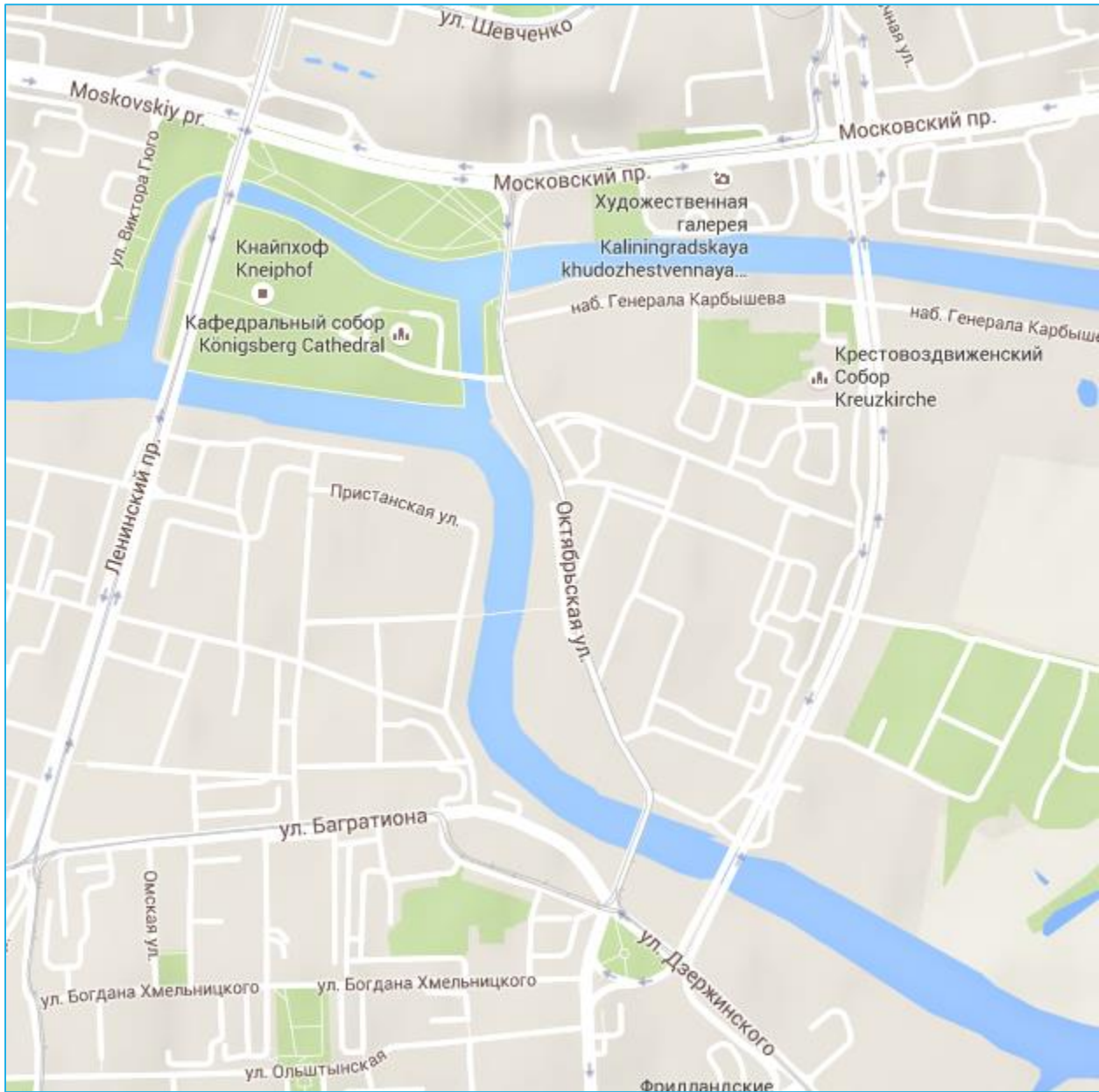


For byens innbyggere var det forvirrende at det syntes umulig å foreta en spasertur som ble innledet på et sted og bestod i en sammenhengende vei slik at hver bru ble passert en og bare en gang, og turen til slutt endte der den startet. **L. Euler** viste i 1736 hvorfor en slik vei ikke eksisterer ved å assosiere geografien med en graf av følgende utseende:

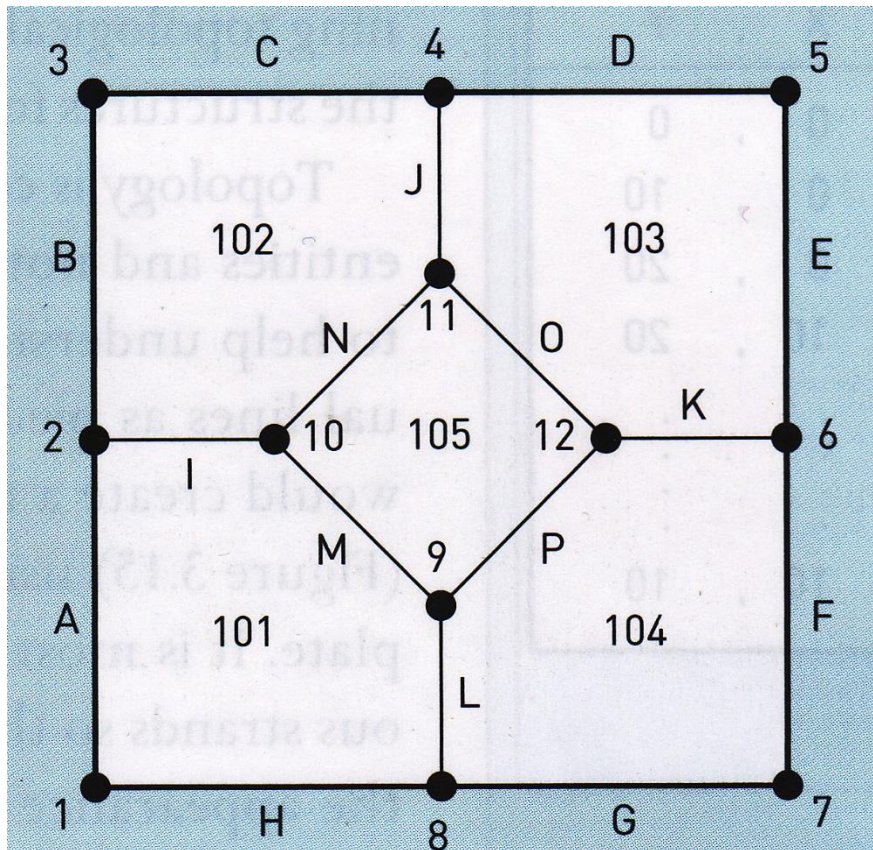


På denne grafen er fastlandspartiene *a* og *b* angitt som *noder*, mens bruene 1, 2, 3, 4, 5, 6 og 7 angis som *kurvestykker*. Grafen gir den strukturen som viser at det ikke finnes noen løsning på det aktuelle problemet. Eulers løsning, se **grafteori**.

Kilde: Kunnskapsforlaget: Matematikkleksikon



# GRAF-TOPOLOGI (HEYWOOD)



Lenker: A-P

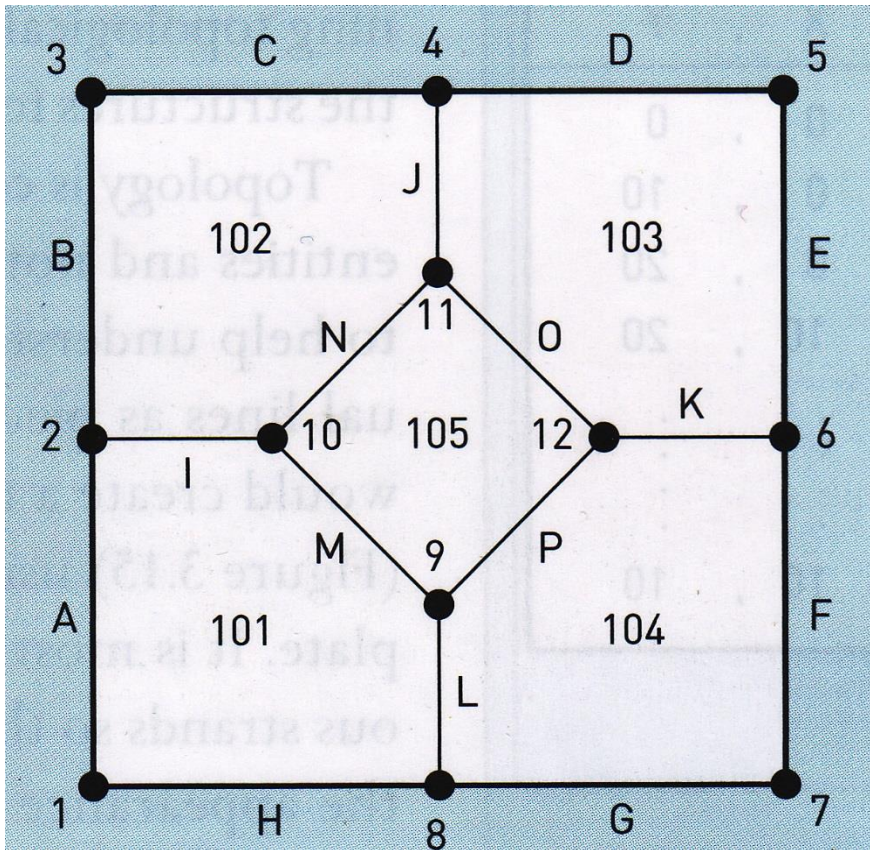
Knutepunkt: 1-12

Flater: 101-105

- Eksempel fra Heywood s. 86

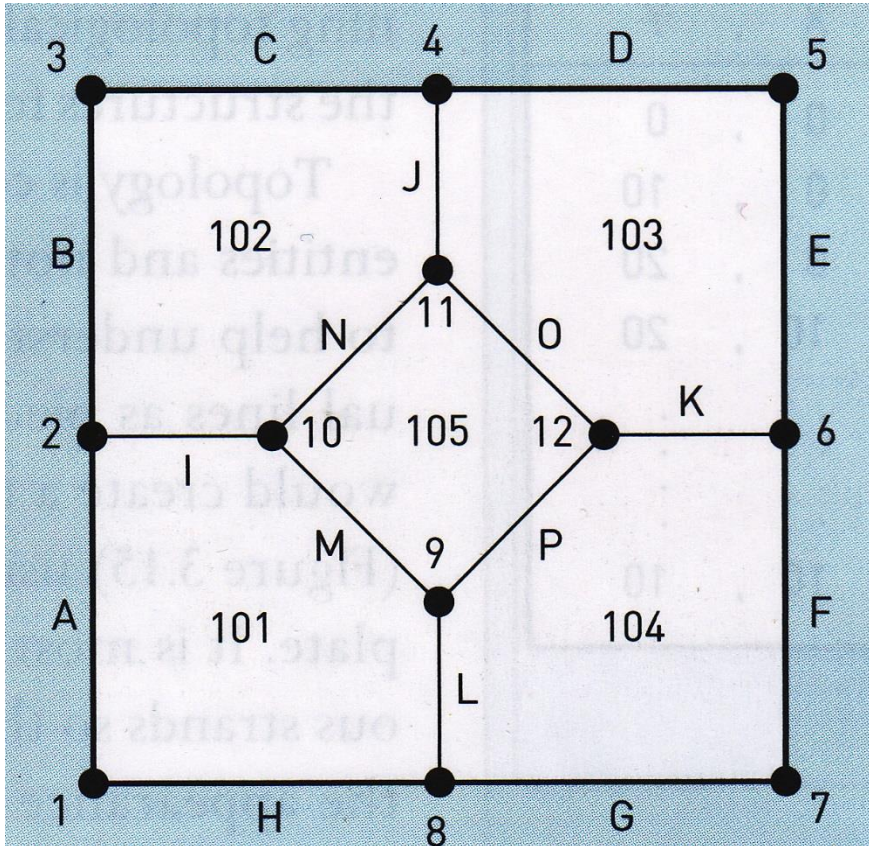


# GRAF-TOPOLOGI (KNUTEPUNKTTABELL)



Node file		
ID	X	Y
1	, 0	, 0
2	, 0	, 10
3	, 0	, 20
:	:	:
:	:	:
:	:	:
12	, 14	, 10

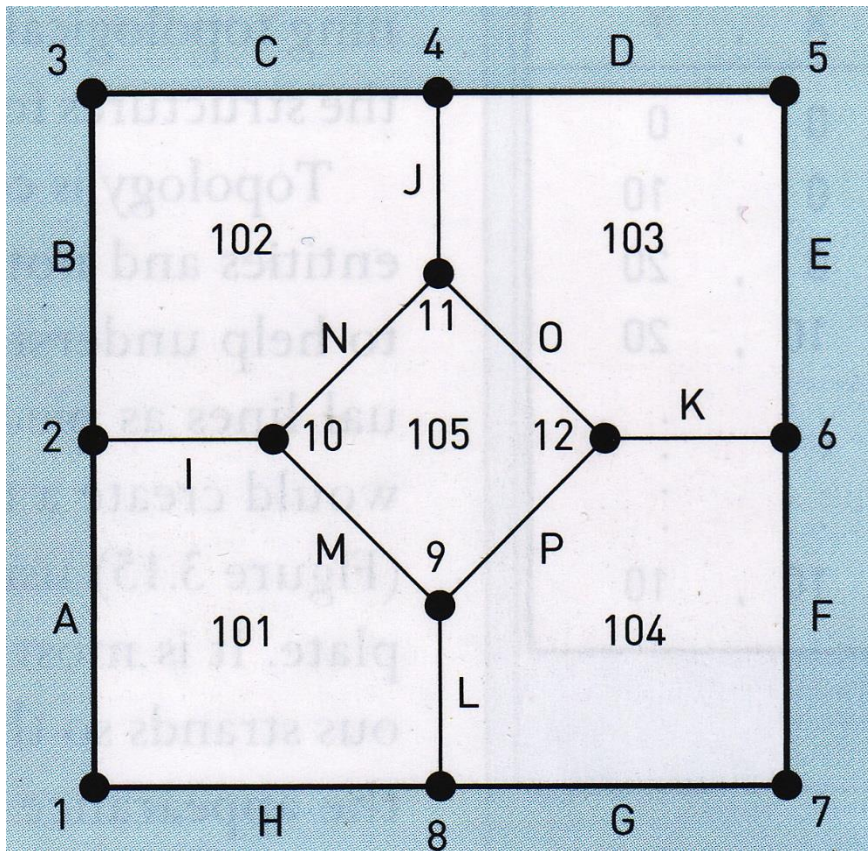
# GRAF-TOPOLOGI (LENKE-TOPOLOGI)



Lenke-liste med egenskaper (hvilke?)

Chain/Segment file					
ID	Start-node	End-node	Left-poly	Right-poly	Length
A	, 1	, 2	Outside	, 101	, 10
B	, 2	, 3	Outside	, 102	, 10
C	, 3	, 4	Outside	, 102	, 10
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
P	, 12	, 9	104	, 105	, 4

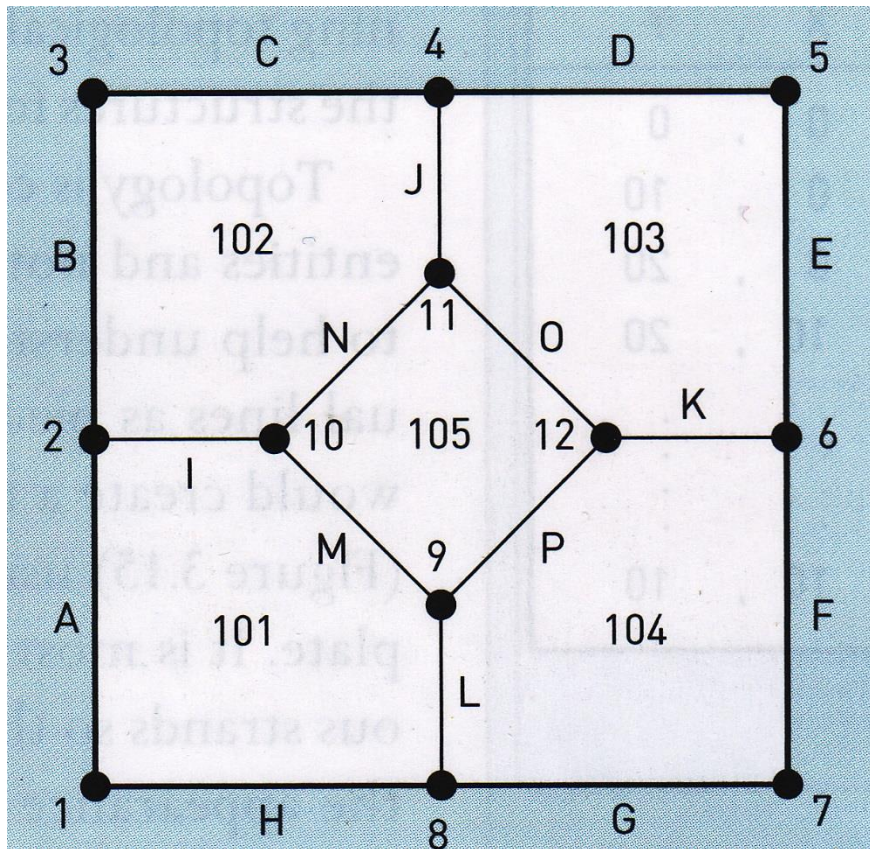
# GRAF-TOPOLOGI (POLYGON-TOPOLOGI)



Polygonliste – polygonene er nå definert av .....

Polygon structure file	
ID	Chain/Segment list
101	A, I, M, L, H
102	B, C, J, N, I
103	D, E, K, O, J
104	F, G, L, P, K
105	M, N, O, P

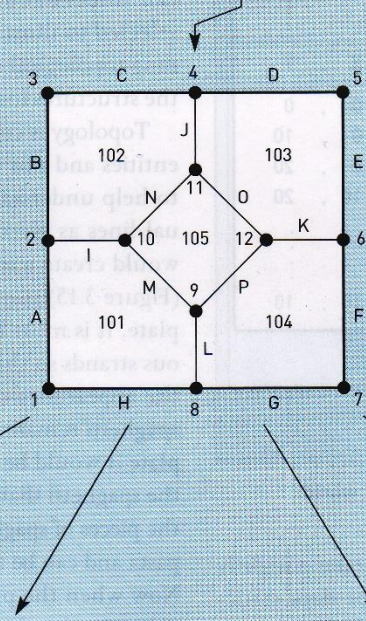
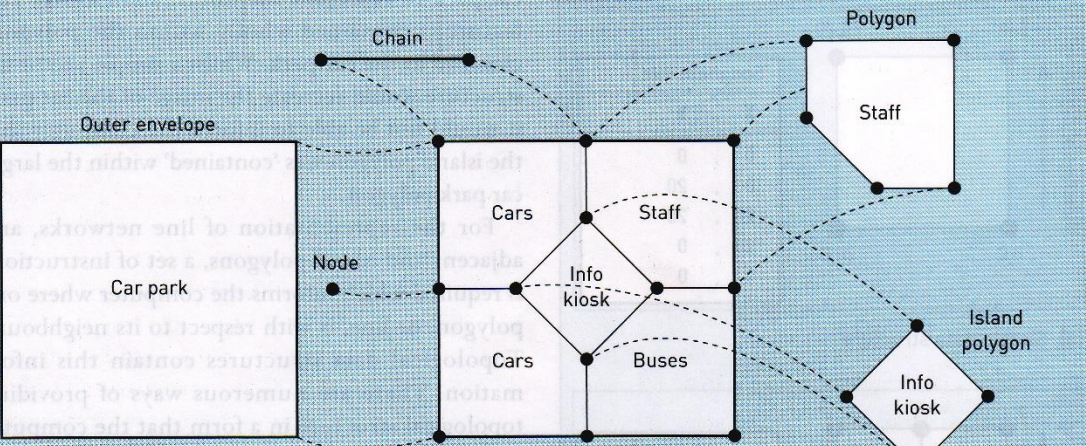
# GRAF-TOPOLOGI



Egenskapstabellen – inneholder den informasjon om geometri?

Polygon attribute file

ID	VAR 1 (Name)	VAR 2 (Area)
101	Cars	96
102	Cars	96
103	Staff	96
104	Buses	96
105	Info kiosk	16



Node file		
ID	X	Y
1	0	0
2	0	10
3	0	20
...	...	...
12	14	10

Polygon structure file	
ID	Chain/Segment list
101	A, I, M, L, H
102	B, C, J, N, I
103	D, E, K, O, J
104	F, G, L, P, K
105	M, N, O, P

Chain/Segment file					
ID	Start-node	End-node	Left-poly	Right-poly	Length
A	1	2	Outside	101	10
B	2	3	Outside	102	10
C	3	4	Outside	102	10
...	...	...	...	...	...
P	12	9	104	105	4

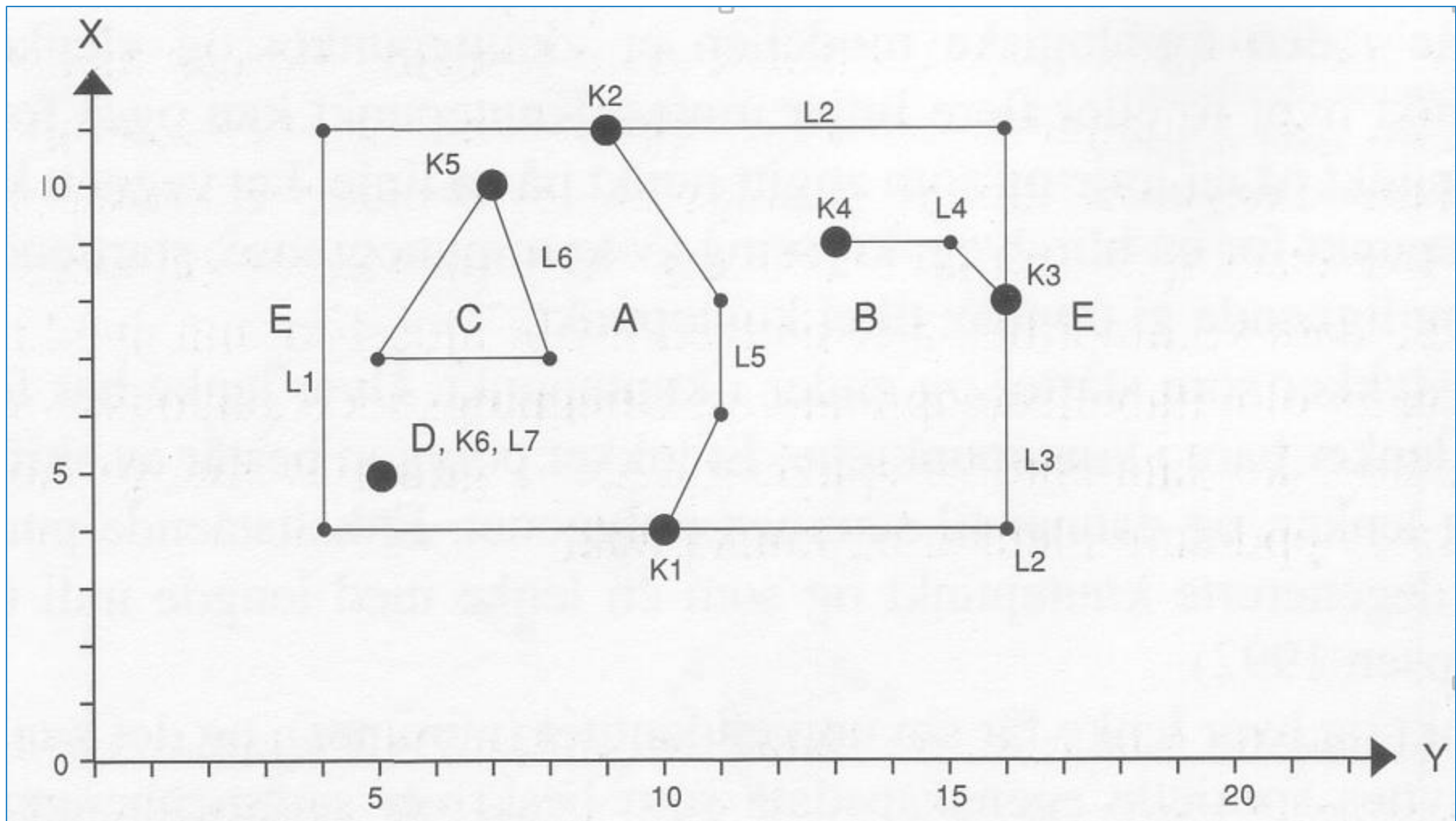
Polygon attribute file		
ID	VAR 1 (Name)	VAR 2 (Area)
101	Cars	96
102	Cars	96
103	Staff	96
104	Buses	96
105	Info kiosk	16

Figure 3.15 Topological structuring of complex areas

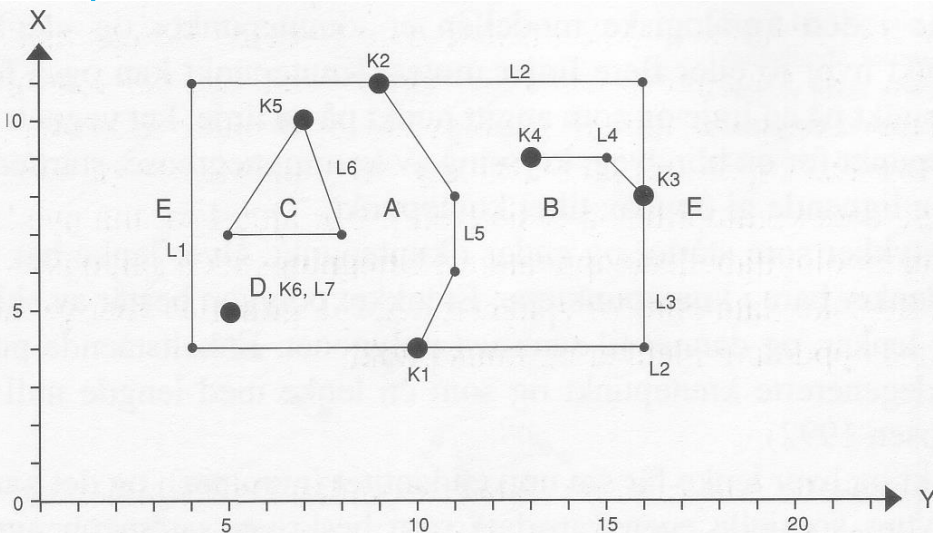


# GRUPPEOPGAVE - TOPOLOGI

- se utdelt ark



# GRAF-TOPOLOGI II (BERNHARDSSEN)



Legg merke til forskjell i  
**KNUTEPUNKT** og  
**LENKE KOORDINATER**

POLYGON TOPOLOGI

Polygon	Lenke
A	L1, L5
B	L2, L3, L5
C	L6
D	L7
E	L1, L2, L3

KNUTEPUNKT

Knutepunkt	Lenke
K1	L1, L3, L5
K2	L1, L2, L5
K3	L2, L3, L4
K4	L4
K5	L6
K6	L7

LENKE TOPOLOGI

Lenke	Start knutepunkt	Slutt knutepunkt	Venstre polygon	Høyre polygon
L1	K1	K2	E	A
L2	K2	K3	E	B
L3	K3	K1	E	B
L4	K3	K4	B	B
L5	K2	K1	B	A
L6	K5	K5	A	C
L7	K6	K6	A	A

LENKE KOORDINATER

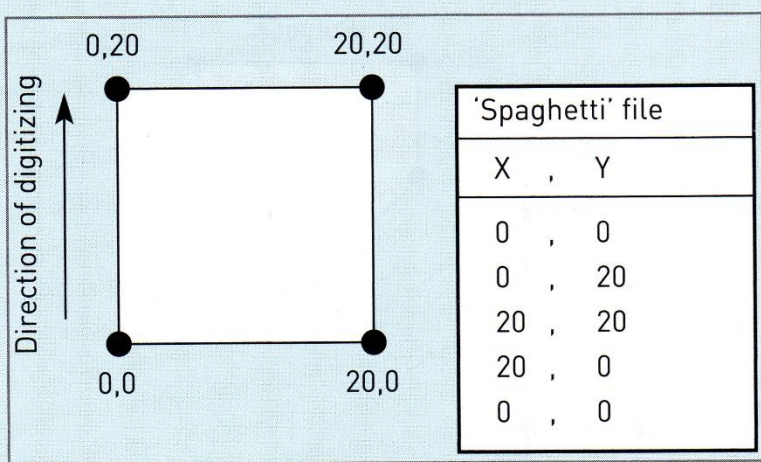
Lenke	Koordinater			
L1	4,10	4,4	11,4	11,9
L2	11,9	11,16	8,16	
L3	8,16	4,16	4,10	
L4	8,16	9,15	9,13	
L5	11,9	8,11	6,11	4,10
L6	10,7	7,8	7,5	10,7
L7	5,5			

Fig. 4.12. Topologimodellen baseres på at de geometriske objektene kan representeres med knutepunkter og lenker. Ved å lagre knutepunkter og lenker i tre tabeller, polygon-topologi-tabell, knutepunkt-topologi-tabell og lenke-topologi-tabell kan en beskrive objektene logiske oppbygging. I tillegg må en ha en tabell med koordinater som knytter objektene til geografien.

Kilde: Bernhardsen 3.utg side 66



# SPAGETTI-MODELL, V. 1 – HELEID



(a) Simple data structure

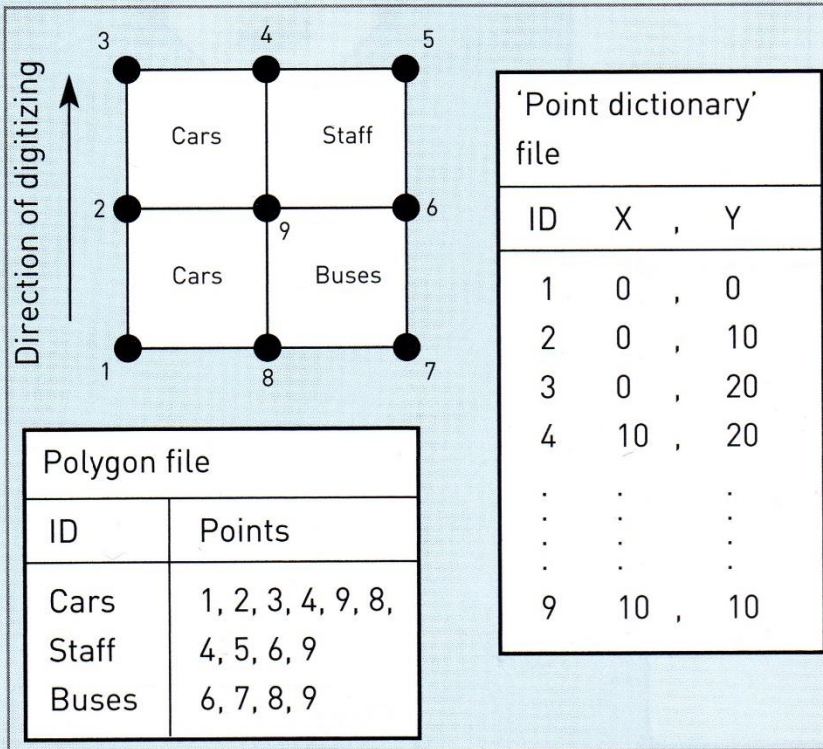
Hvert punkt er lagret uten egenskaper

Startpunkt og slutt punkt er identisk og punktene avgrensar dermed en flate

Flateobjektet har heleid geometri

- Eksempel fra Heywood s. 86

# SPAGETTI-MODELL, V. 2 – DELT



Punktene har en ID

Polygon-tabell definerer polygonene ved hjelp av ID'er

Felles grense mellom polygoner lagres bare en gang, - de har delt geometri.

- Eksempel fra Heywood s. 86

# EN TOPOLOGISK MODELL KAN LAGES UT FRA SPAGETTI-DATA

Demo med SOSI og Fysak

# SOSI NIVÅ 1

enkleste form for overføring av data

Dette er den enkleste form en kan overføre data på i SOSI.

Her er det bare tillatt med en egenskapsopplysning pr. geometritype (ikke FLATE eller TRASE), og det er ikke lov med punktinformasjon.

(Etter de kodeprinsipper som er brukt i SOSI Del 3 er denne metoden nærmest ubrukbar selv til vanlige kart.)

(Fra SOSI Standard v. 4.5 – del 1)

# SOSI NIVÅ 2

fullstendig koding men 'spagetti'

Dette nivået dekker alt som har med koding av data å gjøre.

I dette nivå finner en multiple egenskaper samt punktinformasjon.

Nivået dekker ikke bruk av knutepunkt og definering av geometritypene FLATE eller TRASE

# SOSI NIVÅ 3

fullstendig koding med knutepunkt

Dekker nivå 2, men i tillegg er knutepunkt implementert.

Data på SOSI-NIVÅ 3 indikerer altså at data er renset i krysningspunkter, og at krysningspunktene er etablert som ...KP.

# SOSI NIVÅ 4

fullstendig koding,  
sammenknytning samt flater

Dekker nivå 3.

I tillegg er det på dette nivå  
mulig å overføre geometritypene  
FLATE og TRASE

I nivå 4 er bruk av serienummer/  
referansenummer innført.

# SOSI-HODE

```
.HODE
..TEGNSETT · ANSI
..TRANSPAR
...KOORDSYS · 22
...ORIGO-NØ · 0 · 0
...ENHET · 0.01
..OMRÅDE
...MIN-NØ · 6740244 · 591739
...MAX-NØ · 6740290 · 591784
..SOSI-VERSJON · 4.0
..SOSI-NIVÅ · 2
```



# SPAGETTI-LINJER

```
.KURVE 1:  
..OBJTYPE Teiggrense  
..NØ  
674027693 59178282  
674024481 59176935  
  
.KURVE 2:  
..OBJTYPE Teiggrense  
..NØ  
674025686 59174027  
674028909 59175384
```

# REPRESENTASJONSPUNKT

```
.PUNKT 5:  
..OBJTYPE DekTeig  
..ETABLERINGSDATO 19510616  
..HOVEDTEIG JA  
..MATRIKkelNUMMER 0502 xx yy  
..NØH  
674026722 59176170 0  
  
.SLUTT
```

# SOSI NIVÅ 3 - KNUTEPUNKT

Nivå 2

```
.KURVE 1:  
..OBJTYPE Teiggrense  
..NØ  
674027693 59178282  
674024481 59176935
```

Nivå 3

```
.KURVE 1:  
..OBJTYPE Teiggrense  
..NØ  
674027693 59178282 ...KP 1  
..NØ  
674024481 59176935 ...KP 1
```

# SOSI NIVÅ 4 - FLATER

## Nivå 2 og 3

```
.PUNKT 5:  
..OBJTYPE DekTeig  
..ETABLERINGSDATO 19510616  
..HOVEDTEIG JA  
..MATRIKKELNUMMER 0502 xx yy  
..NØH  
674026722 59176170 0
```

## Nivå 4

```
.FLATE 5:  
..OBJTYPE DekTeig  
..ETABLERINGSDATO 19510616  
..HOVEDTEIG JA  
..MATRIKKELNUMMER 0502 xx yy  
..REF :-2 :-4 :-1 :-3  
..NØH  
674026722 59176170 0
```

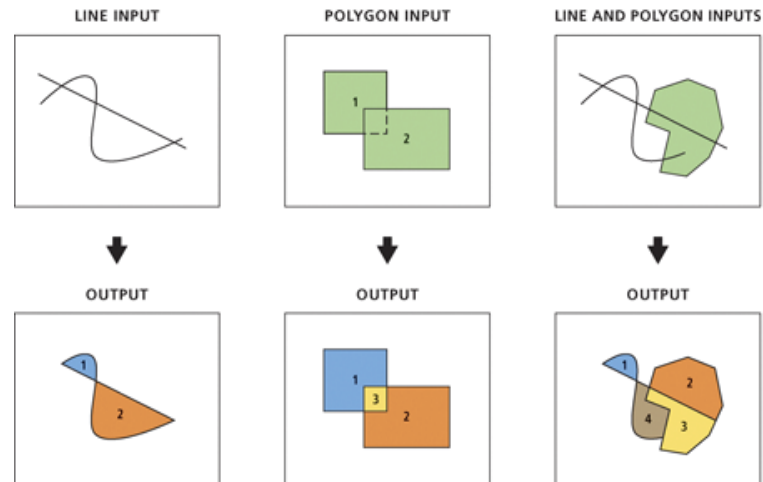
# VERKTØY FOR Å BYGGE TOPOLOGI

ArcGIS:

Points to line:



Features to polygon:



# FORDELER MED TOPOLOGIMODELL

Unngår redundant lagring

Modellen muliggjør oppslag på topologisk informasjon:

- Hvilke polygoner er nabo-polygoner
  - (hvordan finner man dette?)
- Hvilke lenker henger sammen, og hvor henger de sammen?

Lettere å få til flatedannende kartlag uten små hull mellom polygoner.

(På engelsk: Contiguity og Connectivity)

# BRUKER ALLE GIS-SYSTEMER EN TOPOLOGISK DATAMODELL?

ArcGIS help:

- What is a shapefile?
- “A shapefile is a simple, nontopological format for storing the geometric location and attribute information of geographic features”

Det må være noen grunner til at shapefiler ikke bruker den topologiske modellen?

- Fortsettelse følger neste uke.