

Rumlig interpolering af store datamængder om jordforurening i København

Nemanja Milošević, MOE A/S

Peter Engelund, Martin Jakobsen, Kristoffer Stensbo-Smidt og Marcos A. Vaz Salles

Vingsted, marts 2018

GANDALF projekt

- Udvikling af metoder til Chemical Fingerprinting på jord- og sedimentprøver
- Udvikling af GIS værktøj for **overblik, forudsigelse og beslutningstagning**

4 års projekt støttet af Innovationsfonden



Vision

- Vi ønsker at understøtte bæredygtig økonomisk vækst i byområder ved at levere et **data-drevet analyseværktøj**, der kan bruges til at **prioritere behandling** af forurenede jord og sediment.
- Værktøjerne til byområder skal gøre kemiske fingeraftryk af hele forureningsprofiler let tilgængelige og muliggøre nøjagtige **kemiske konsekvensvurderinger**.

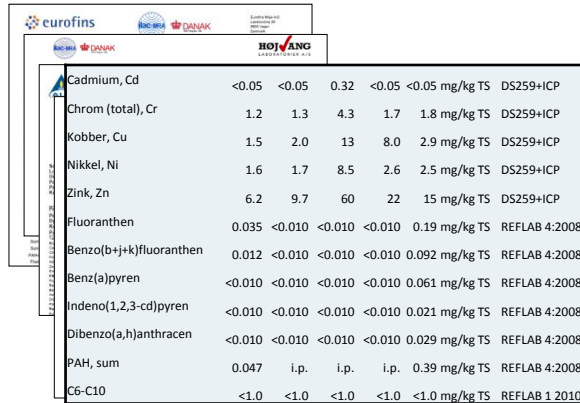
Mål

Digital

risikovurdering

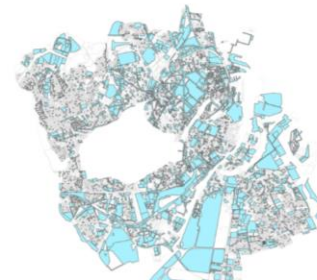
i beslutningstagningsproces

1. Hent, vask & vis data



Cadmium, Cd	<0.05	<0.05	0.32	<0.05	<0.05 mg/kg TS	DS259+ICP
Chrom (total), Cr	1.2	1.3	4.3	1.7	1.8 mg/kg TS	DS259+ICP
Kobber, Cu	1.5	2.0	13	8.0	2.9 mg/kg TS	DS259+ICP
Nikkel, Ni	1.6	1.7	8.5	2.6	2.5 mg/kg TS	DS259+ICP
Zink, Zn	6.2	9.7	60	22	15 mg/kg TS	DS259+ICP
Fluoranthen	0.035	<0.010	<0.010	<0.010	0.19 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
Benzo(b+j+k)fluoranthen	0.012	<0.010	<0.010	<0.010	0.092 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
Benzo(a)pyren	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.061 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.021 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
Dibenzo(a,h)anthracen	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.029 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
PAH, sum	0.047	i.p.	i.p.	i.p.	0.39 mg/kg TS	REFLAB 4:2008
CG-C10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0 mg/kg TS	REFLAB 1 2010

Manuelt & Automatisk datavask



3. Korrelation af data

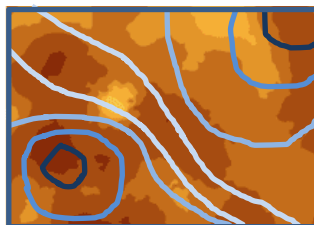
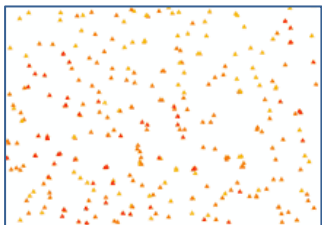
På matrikel-niveau, multivariat:

- Jordkemi
- Historik

1 % data er V2 kortlagt

99 % data kommer fra V1 og ikke kortlagte grunde

4. Evt. interpolering af data



5. Sagsbehandlingsværktøj

- Reel tid anmeldelser i GIS
- Forholdes til kl. 0-4
- Sæt tærskelværdi for nøjagtighed fx 90 %

6. Inkl. fingerprint

- Automatisk algoritme til statistik
- Scenarier til prøver og analyser
- Fletning af fingerprint med jordpakke og arealanvendelse
- Sikkerhedspolice fx ren jord

Risiko = Påvirkning x Sandsynlighed

Koncentration x Nøjagtighed

Husk kvalitet og standarder: Prøvetagning, kemisk analyse, geografisk nøjagtighed osv.

Mål vs. kvalitet

Prøvetagning

- Miljøstyrelsen (2007): Jordflytningsbekendtgørelse
- Dansk Standard 3077 (2013): Repræsentativ prøvetagning – horisontal standard
 - ISO 11648 (2003)

Akkreditering for ”jordpakke”

- Metaller: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb og Zn
- PAH: total PAH, benz(a)pyrene og dibenz(a,h)antracen
- Hydrokarboner: C6-C10, C10-C15, C15-C20 and C20-C40

Upræcise koordinater

- Matrikler: +-50 m
- Udgravningsplaner: +-3 m
- GPS: +-1 m

Husk kvalitet og standarder: Prøvetagning, kemisk analyse, geografisk nøjagtighed osv.

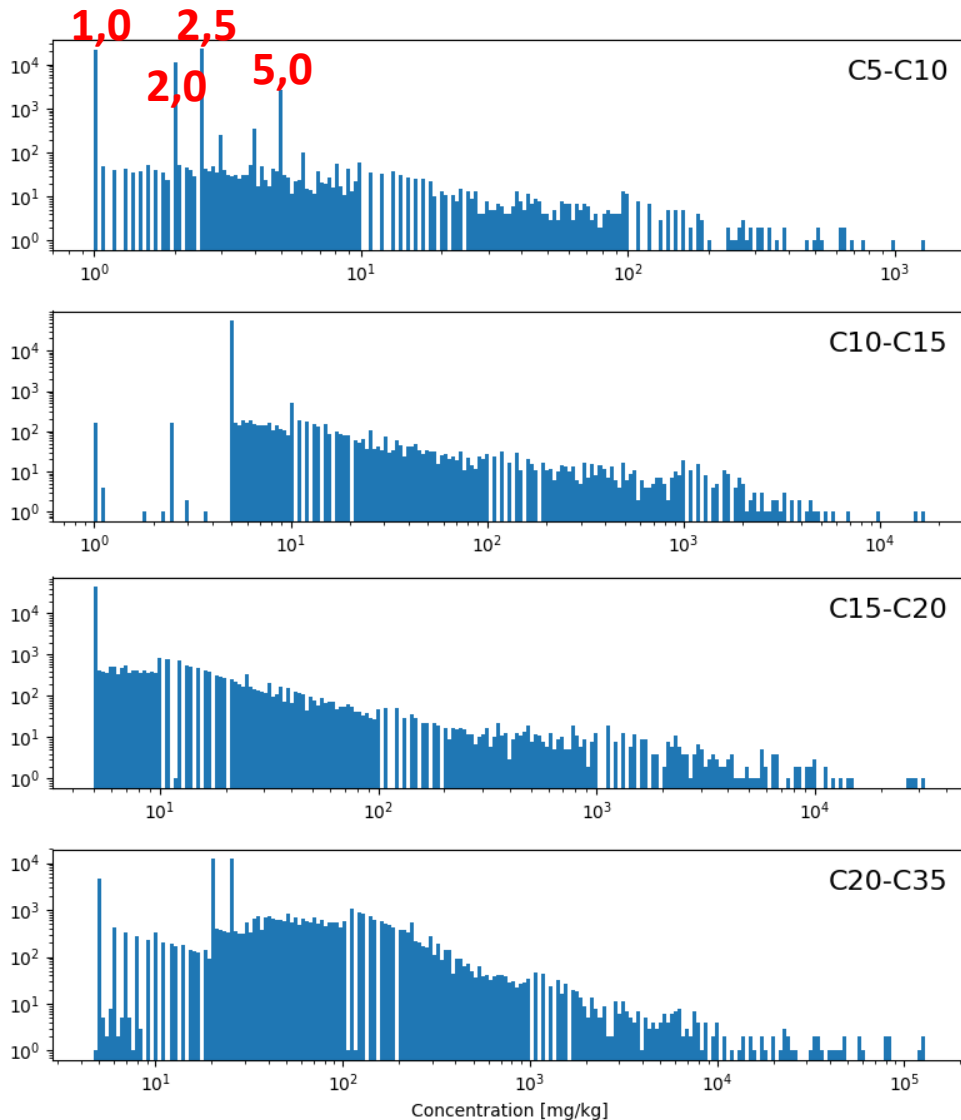
Data processing

Jord analyser (jordpakke)

- 3 års periode (**2012-2014**)
- Ca. 75 % af alle sager
 - 1.800 sager
- Tilfældig spredning på 3.200 matrikler (10 %)
- **66.600** analyser

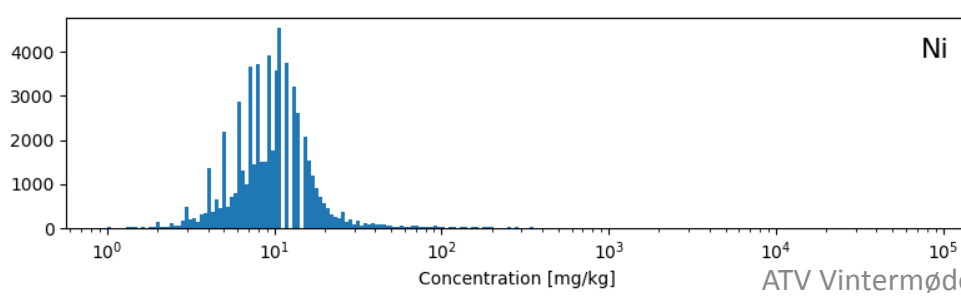
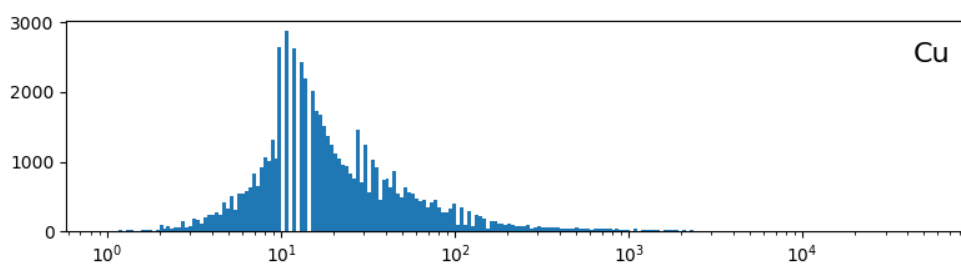
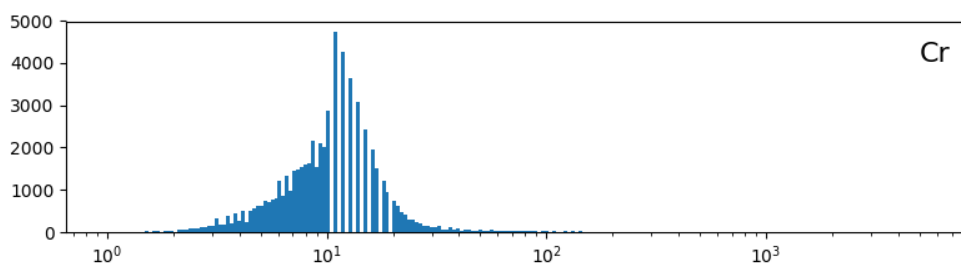
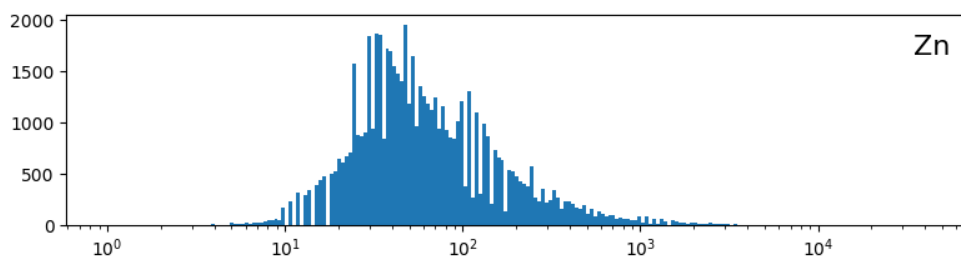
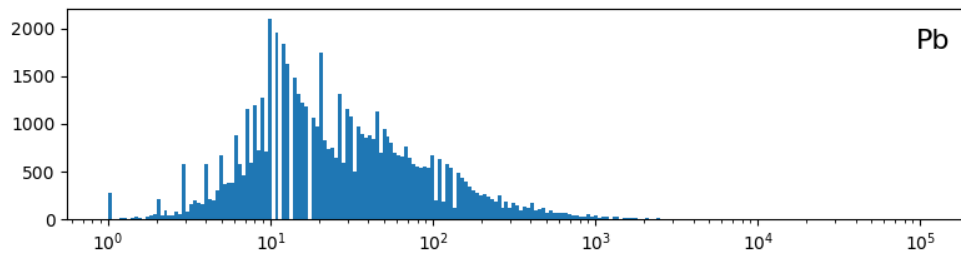


Histogrammer over fordelingen af koncentrationer



Klare peaks ved runde tal:

- En kombination af detektionsgrænse (DL) og afrunding
- Systematisk fejl i DL dvs. skævvridning af dataset til input

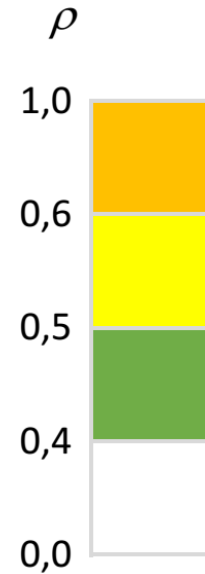


Bedre kvalitet af data for metaller
→ Et datadrevet billede opnås

(Det ville man også være i stand
til med olie hvis god datakvalitet)

Spearman rank korrelation

	-Pb	-Cd	-Cu	-Zn	-Cr	-Ni
Pb		0,54	0,84	0,80	0,26	0,35
Cd	0,54		0,60	0,68	0,28	0,31
Cu	0,84	0,60		0,79	0,40	0,48
Zn	0,80	0,68	0,79		0,40	0,48
Cr	0,26	0,28	0,40	0,40		0,76
Ni	0,35	0,31	0,48	0,48	0,76	



0,84	Cu/Pb
0,80	Zn/Pb
0,79	Zn/Cu
0,68	Zn/Cd
0,60	Cu/Cd
0,54	Cd/Pb
0,48	Ni/Cu
0,48	Ni/Zn
0,40	Cr/Cu
0,40	Cr/Zn

Data kobling

Jord analyser (jordpakke)

- 3 års periode (2012-2014)
- Ca. 75 % af alle sager
 - **1.800** sager
- Tilfældig spredning på 3.200 matrikler (10 %)
- **66.600** analyser



Arealanvendelse

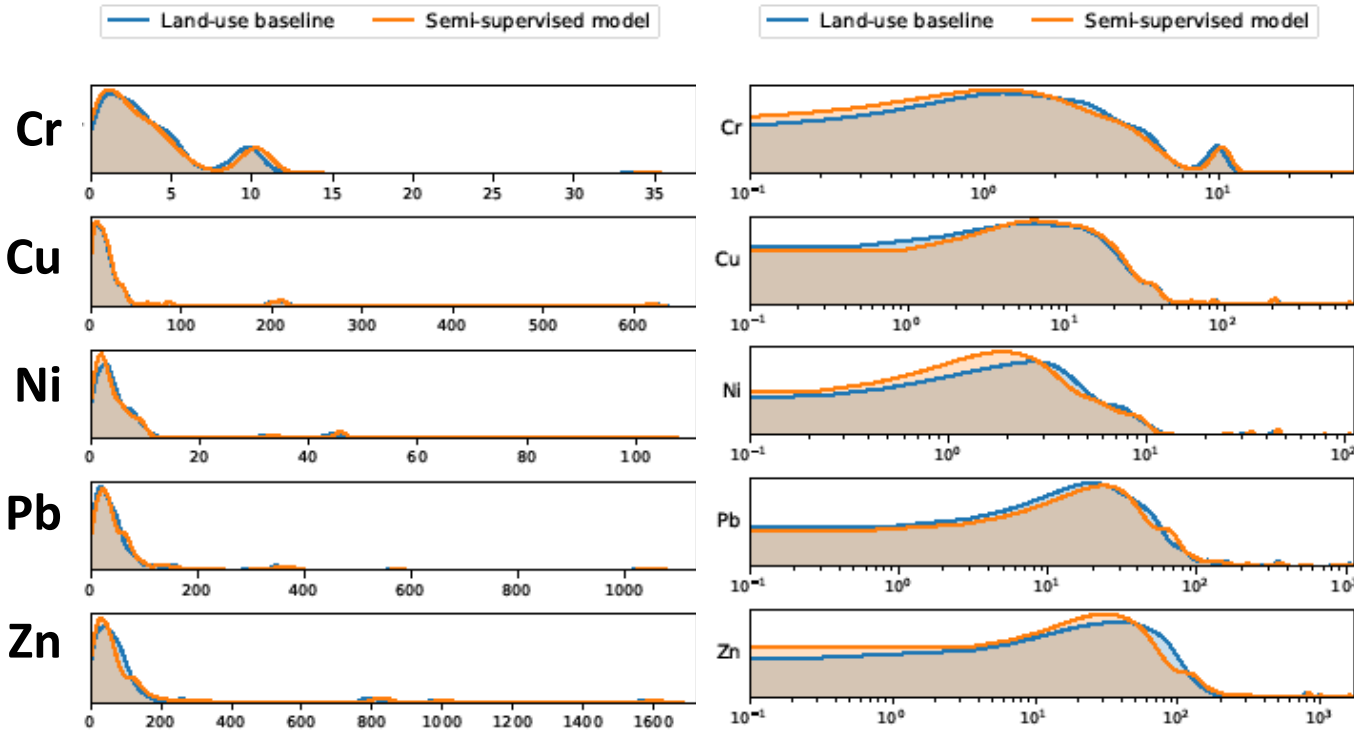
- **55** historiske aktiviteter
- Tilfældig spredning på 3.100 matrikler (9 %)
- 11.700 sager



- **915 kombinationer sager <-> matrikler**

- **26 aktiviteter (44 %)**

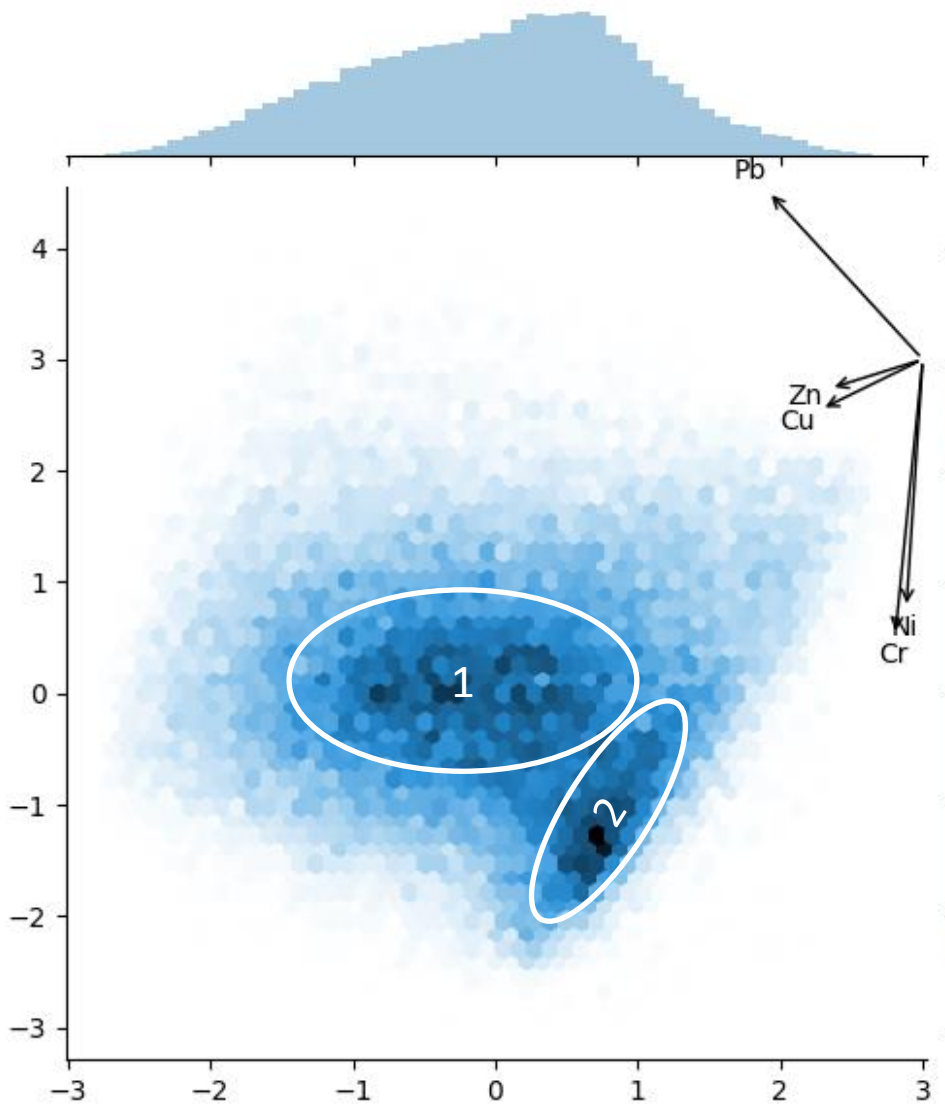
Fordeling af fejl i forudsigelse af forureningen



Arealanvend. baseline	Semi- supervised model
3.8 +/- 0.3	3.6 +/- 0.3
9.2 +/- 0.9	9.2 +/- 1.0
5.9 +/- 0.6	5.1 +/- 0.6
22.0 +/- 3.0	18.8 +/- 2.8
12.7 +/- 7.7	9.9 +/- 6.4

10-fold cross validation

Principal component analyse (forureningstyper)



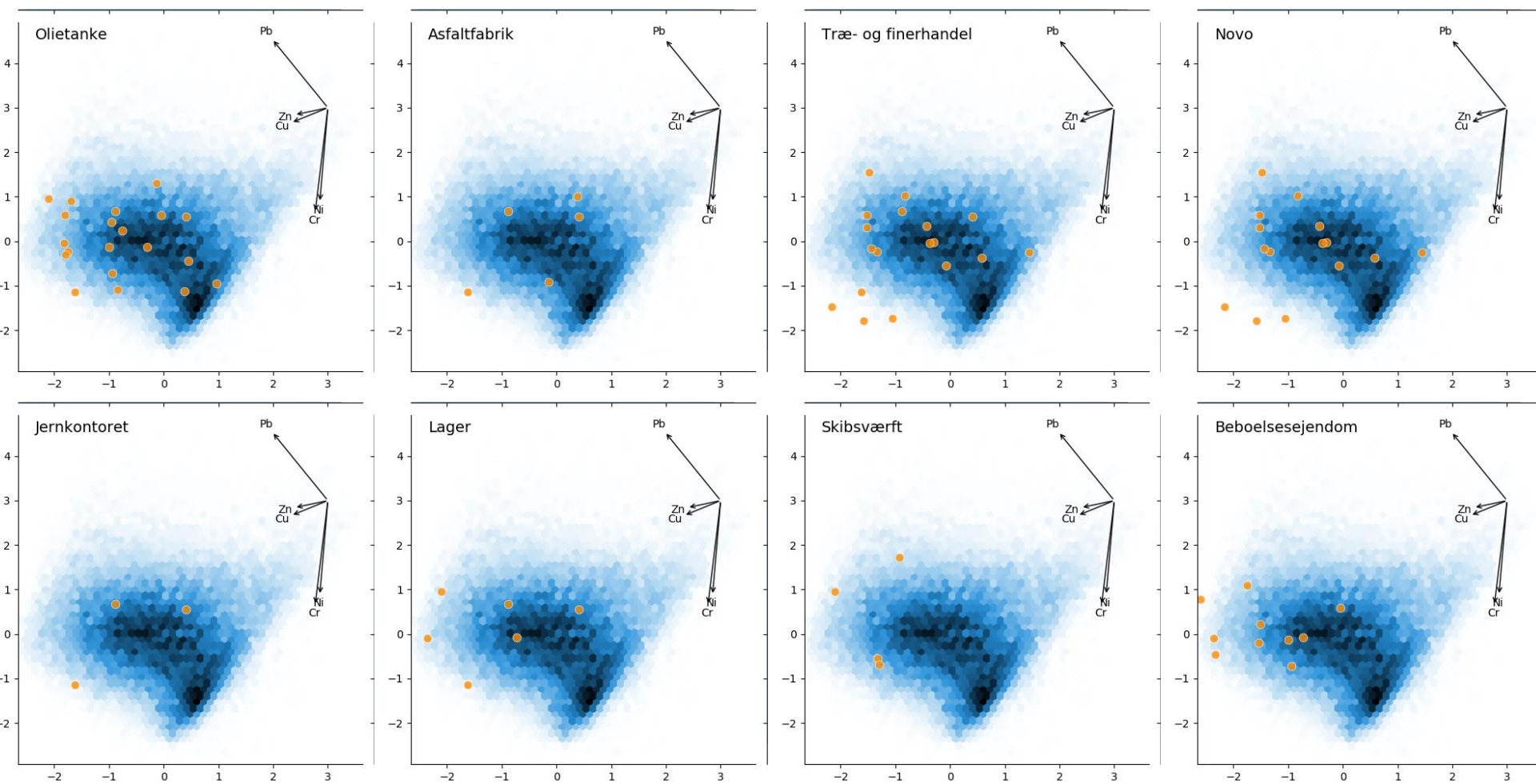
Pile viser i hvilken retning de forskellige elementer varierer.

Længden viser intensitet af elementets ændring.

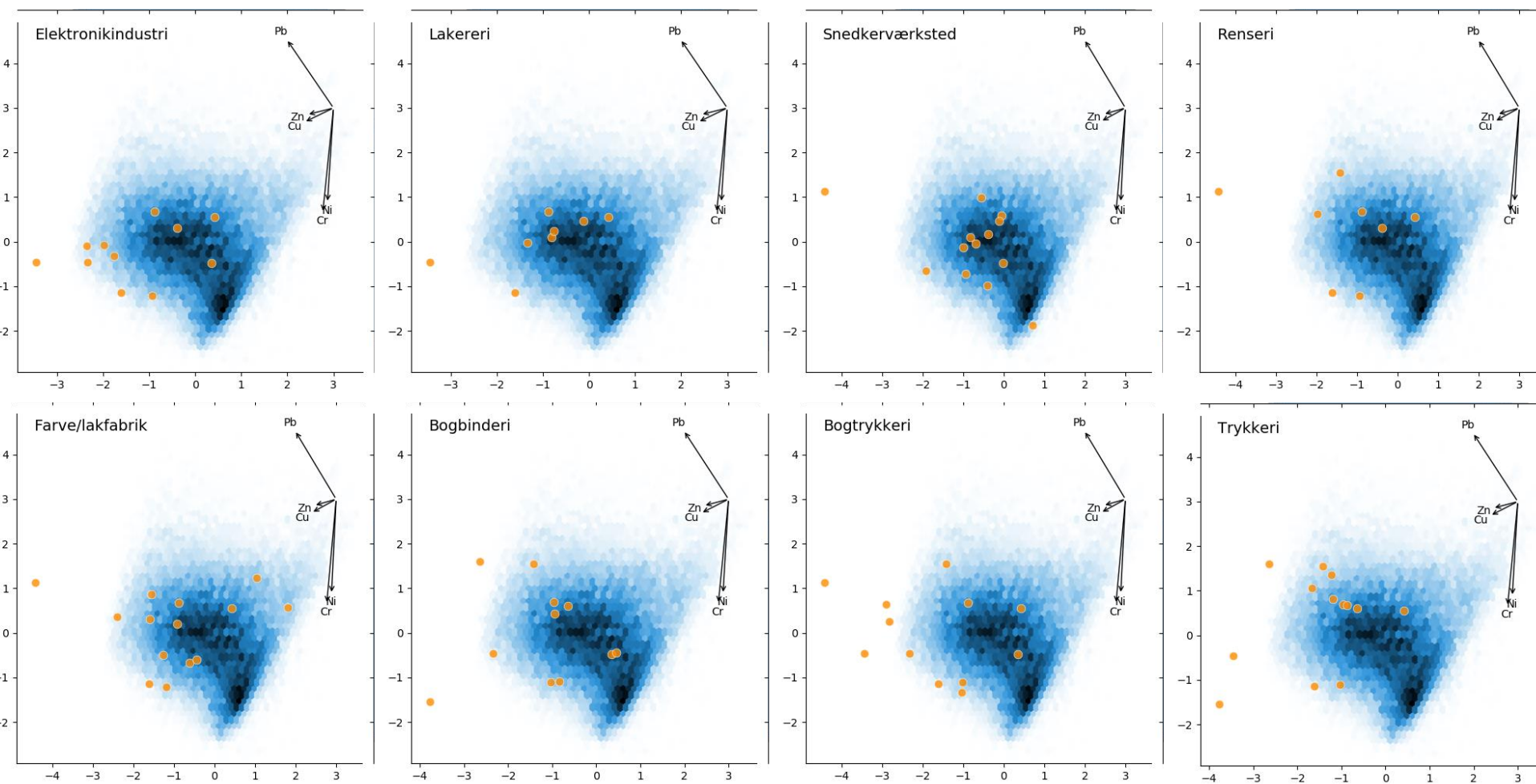
Lang pil = kraftig ændring

1. Baggrund distribution ($x, y \approx 0, 0$) af diffus forurening i byen
2. Matrikler med lavere Pb konc. end gennemsnittet

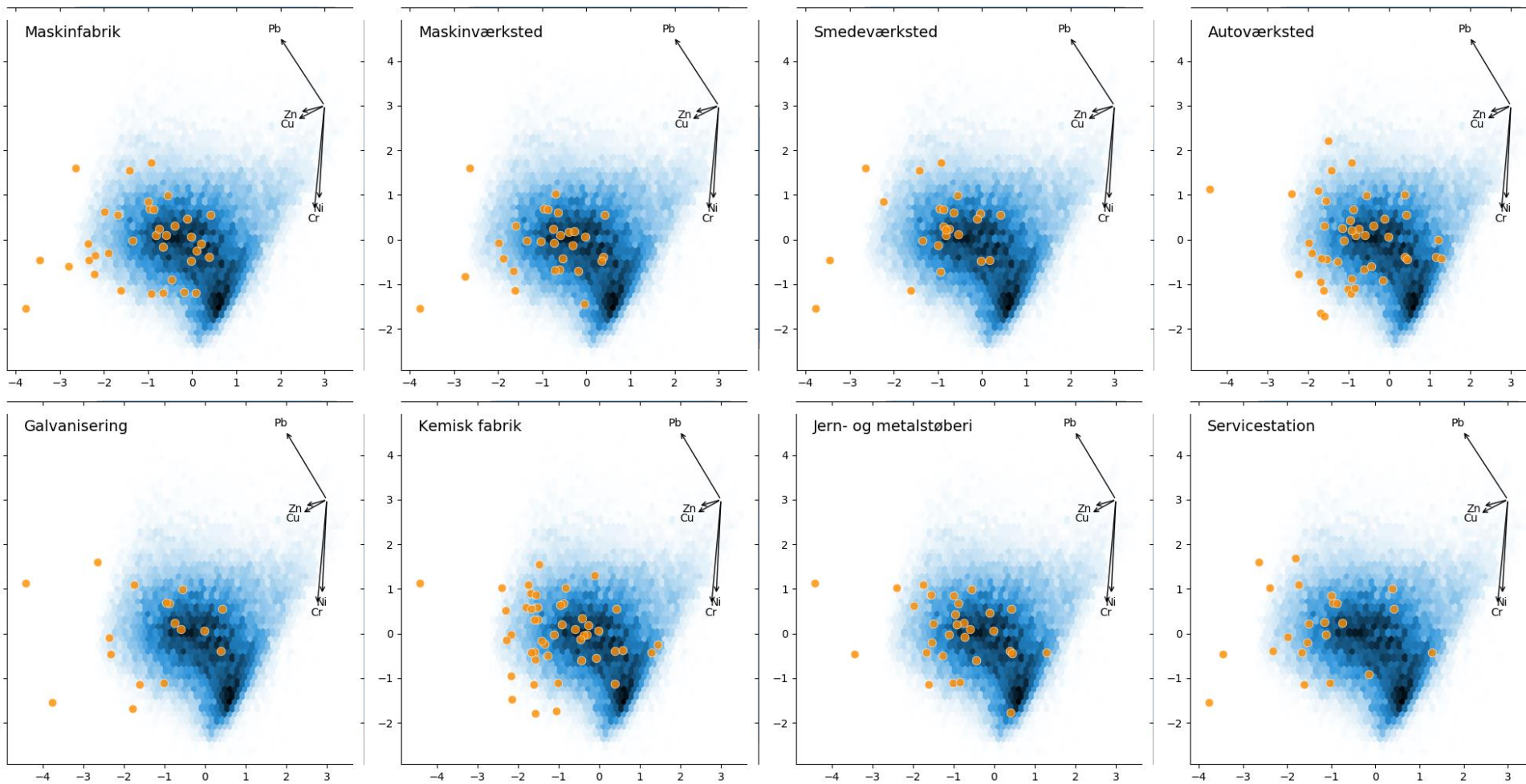
Organiske forureningskilder (~baggrunds niveau)



Let industri (enkelte outlier)



Tung industri (flere outliere)



Mål

Digital

risikovurdering

i beslutningsstagningsproces

1. Hent, vask & vis data

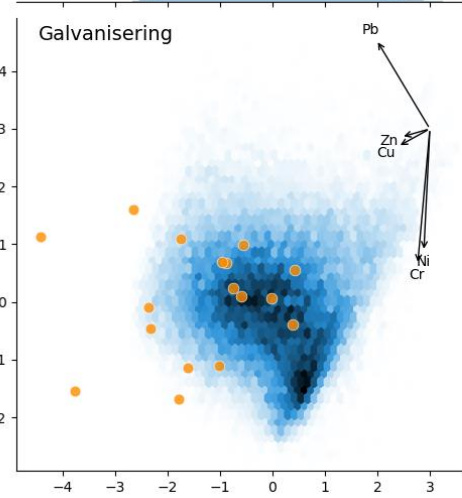
1 % data er V2

Sammenligne med **kommunens bog** om typisk forventning af forurening fra enkelte aktiviteter

GIS statistik af matrikler med arealanvendelse i fx baggrundsværdi af forurening

grunde

	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0.029 mg/kg TS	REFL
PAH_sum	0.047	i.p.	i.p.	i.p.	0.39 mg/kg TS	REFL
CG-C10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0 mg/kg TS	REFL

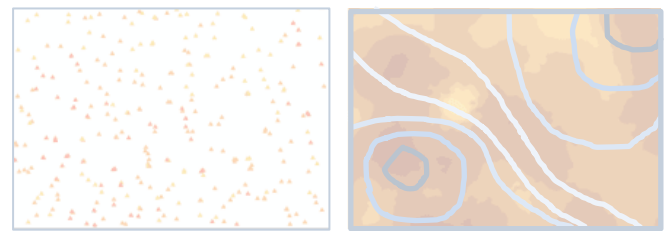


releation af data

å matrikel-niveau, ulitivariat: Jordkemi Historik

4. Evt. interpolering af data

5. Sagsbehar



- Flere data**
- Datavask (fx gamle matrikler)
 - Andre ekstra dataset (fx trafik)
 - Håndtere manglende data
- Bedre data**
- Mere præcise data (fx GPS på alle prøver)
 - Læring fra andre byer
 - GPS på data fra Århus
 - Sediment fingerprint i Oslo

- Reel tid anr
- Forholdes t
- Sæt tærsk
- korrelation

Risiko = Påvirkning x Sandsynlighed
Koncentration x Nøjagtighed

Husk kvalitet og standarder: Prøvetagning, kemisk analyse, geografisk nøjagtighed osv.

Status

- Digitalisering af jorddata
 - Kommuner
 - Forsyninger
- GIS sagsbehandling
 - Bedre overblik og udnyttelse af ressourcer (sagsbehandlere og borgere)
 - Mere tillid i krav sætning (statistisk grundlag)
 - Forudsigelse på byens arealer (multiple matrikler)
- Kommende kobling af fingerprint
 - Strategi for prøver og analyser
 - ”Sikkerhedspolice”
- Kommende kobling til andre modeller
 - Grundvand
 - Økotoksikologi
 - Indeklima

GANDALF

Et udviklingsprojekt der vil forbedre og forenkle undersøgelser af forurening i jord

Miljøundersøgelser af jord forud for byggeprojekter kan være en omfattende proces. Der skal udtages mange jordprøver og foretages mange kemiske analyser. Målet med projekt Gandalf er at teste prøvetagningsstrategier samt at benytte og teste såkaldte kemiske "fingeraftryk" af stoffer i jorden.

Succeskriteriet for udviklingsprojektet er at forenkle kommunal sagsbehandling ifbm. jordprojekter.

Til dette har vi behov for **adgang til byggegrunde** med forventelig forurening af miljøskadelige stoffer, fx tjære, gamle olier eller metaller. Vi ønsker at udtage og analysere jordprøverne.

Resultaterne vil udelukkende blive brugt i forskningsøjemål og således ikke lagt i kommunalt arkiv eller brugt i kommunal sagsbehandling.

Københavns Universitet leder projektet i samarbejde med Københavns Kommune samt virksomhederne Eurofins og MOE. Projektet er støttet af Innovationsfonden.