



# Kemiske fingeraftryk - et stærkt bevismateriale

I de senere år er kemisk profilanalyse blevet en almindelig kriminalteknisk undersøgelse. Analyserne er i stigende grad populære hos politiet, da de kan levere objektive beviser for slægtskabet imellem forskellige beslaglæggelser af illegale stoffer.

Af Louise Stride Nielsen, ph.d.-studerende, Institut for Retsmedicin, Aarhus Universitet

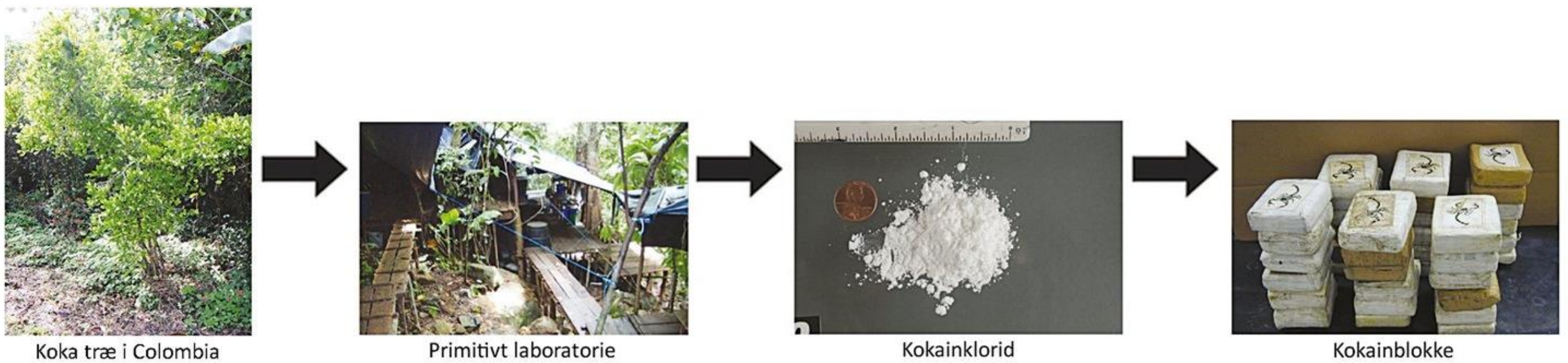
Mange kender til brugen af DNA og fingeraftryk til opklaring af kriminalsager. Disse metoder er anerkendte for at kunne knytte mistænkte personer til fysiske spor på et gerningssted. Illegale stoffer kan ikke direkte knyttes til en person, men en sammenligning af den kemiske sammensætning kan derimod bidrage med vigtigt bevismateriale i en kriminalteknisk undersøgelse. Stoffernes sammensætning kan afsløre meget, hvis man kigger dybere end blot identifikationen af det illegale stof. Udover selve det aktive stof, såsom kokain, heroin eller amfetamin, består et illegalt stof af adskillige andre kemisk nært beslægtede stoffer eller urenheder. Disse urenheder danner tilsammen et "kemisk fingeraftryk", som er unikt for hver enkel stofproduktion. Ved hjælp af analytiske teknikker og matematiske beregningsmodeller kan det kemiske fingeraftryk afsløre en historie om stofprøven og dermed bidrage med information om, hvorvidt forskellige beslaglæggelser af narkotika stammer fra

samme produktion. Denne viden kan være brugbar for politiet. Information fra analyse og sammenligning af kemiske profiler er objektiv og ofte komplementær med efterretning fra eksempelvis telefonaflytninger og personovervågning.

### Kemisk fingeraftryk fra kokain

Kokain er et alkaloid, dvs. et kvælstofholdigt naturstof, som påvirker hjernens belønningscenter, hvilket fører til et øget energiniveau og en følelse af lykke. Af denne grund er stoffet også stærkt vanedannende. Kokain udvindes fra kokaplantens blade (tilhørende planteslægten *Erythroxylum*). Der findes mere end 200 sorter af *Erythroxylum*, hvoraf kun 17 producerer kokain. Af disse 17 sorter er kun to, *Erythroxylum coca* og *Erythroxylum novogranatense*, interessante i forbindelse med kokainproduktion. Indholdet af kokain i bladene fra disse sorter udgør omkring 1%. Efter høst og tørring udvindes kokain fra bladene ved hjælp af stærk base i en vandig opløsning. Et organisk opløsningsmiddel, eksempelvis petroleum eller benzin, trækker herefter kokain og en lang række kokainlignende alkaloider





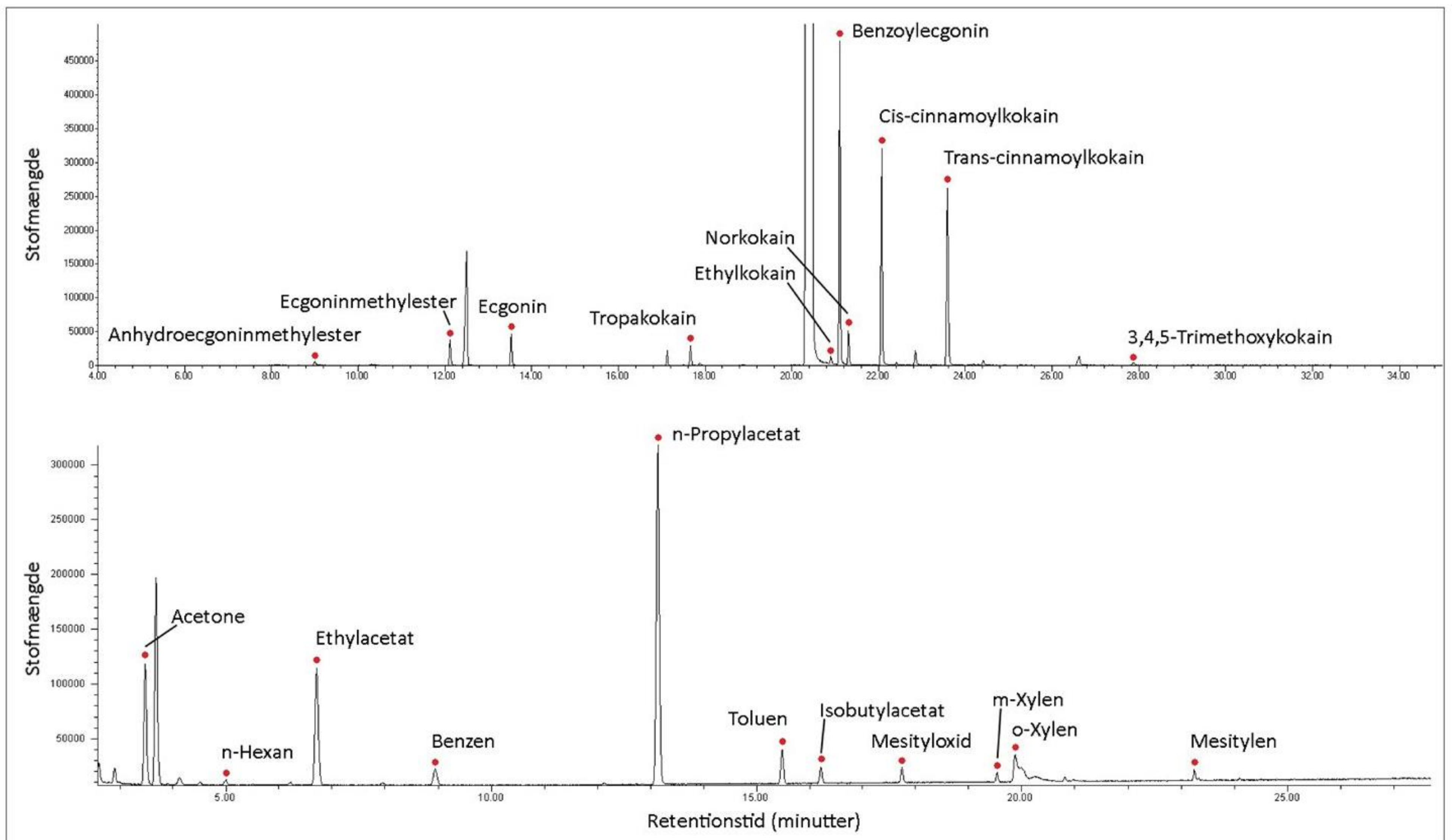
Figur 1. Fra plante til kokainblokke. Bladene fra kokabusken gennemgår ekstraktion og flere oprensingsprocesser, før slutproduktet, kokainklorid, opnås og kan smugles ud til det meste af verden i blokke på omkring 1 kg. Fotos: Wikimedia, DEA, Louise Stride Nielsen.

ud af bladene. Dette mellemprodukt indeholder typisk 60-80% kokain samt en mindre mængde koka-alkaloider. Kokapastaen oprenses efterfølgende til kokabase med en renhed på 80-90%, blandt andet ved tilsætning af et stærkt oxidationsmiddel. Til sidst bliver kokainbasen omdannet til slutproduktet kokainklorid, som presses til blokke af 1 kg, figur 1, hvorefter det distribueres til det meste af verden.

Oprensningen af kokabasen og den efterfølgende omdannelse til kokainklorid danner en række procesrelaterede urenheder, som ender i det færdige produkt sammen med alkaloiderne fra kokabladet. Alle disse urenheder danner tilsammen et unikt kemisk fingeraftryk, som varierer fra produktion til produktion og afhænger af dyrkningsforhold, klimabetingelser og høst-tidspunkt. Det betyder, at hver eneste produktion af kokain har sit eget unikke urenhedsmønster og dermed sit særlige kemiske fingeraftryk. Ved sammenligning af kokainprøver benyttes 13 koka-alkaloider fra kokabladet samt 20 solventrester fra opløsningsmidler anvendt under ekstraktionen.

## Amfetamin versus kokain

Amfetamin er et syntetisk stof, som fremstilles på illegale laboratorier, primært i Holland, Belgien eller visse lande i Østeuropa. Forholdene i disse laboratorier er ofte primitive og har i sagens natur ingen kvalitetskontrol, hvorfor kvaliteten af produktet er meget varierende. Af denne grund vil amfetaminen fra sådanne laboratorier indeholde en række biprodukter/synteseenheder, som alle er kemisk nært beslægtede med amfetamin. Modsat kokain, hvor den kemiske sammensætning fra naturens side varierer fra plante til plante, fremstilles amfetamin ud fra rene kemiske stoffer, og ofte ud fra samme opskrift. Hvis forskellige amfetaminlaboratorier anvender samme udgangsmaterialer og samme fremstillingsproces, burde urenhedsprofilen blive nøjagtig ens. Heldigvis - for efterforskerne - giver de primitive forhold i laboratorierne anledning til forskelle i for eksempel temperatur og proces-tid, hvilket er nok til, at hver produktion har et unikt kemisk fingeraftryk.



Figur 2. Kemiske fingeraftryk fra en kokainprøve.

Øverst: Urenhedsmønster for koka-alkaloider.

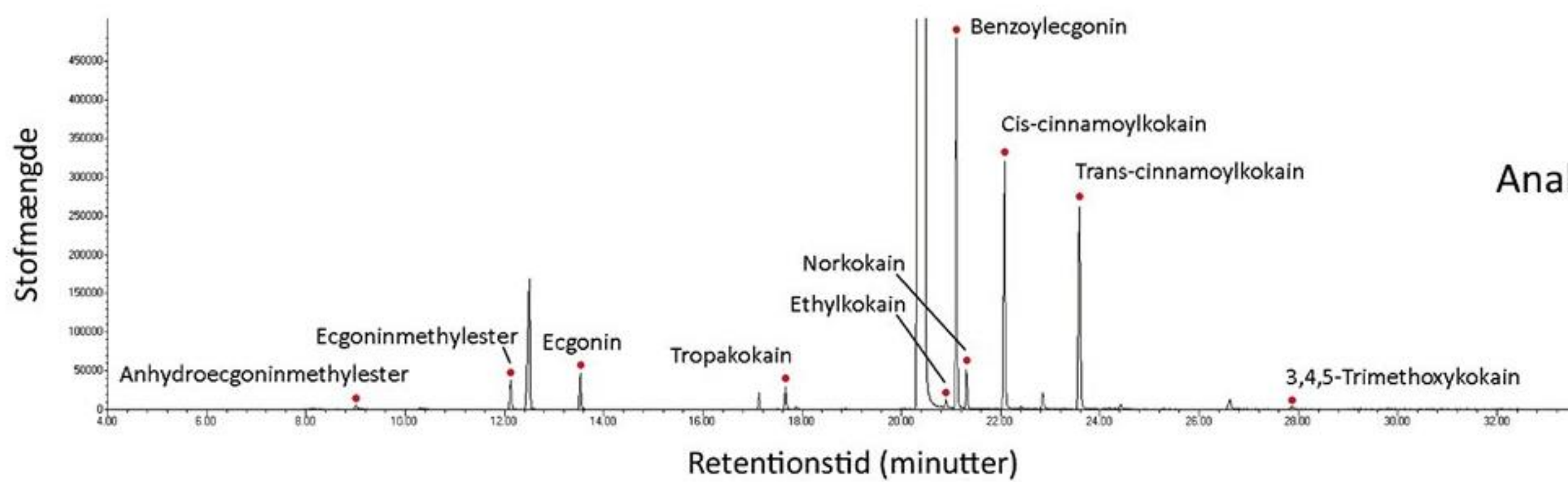
Nederst: Urenhedsmønster for solventrester fra opløsningsmidler.

Eksempler på urenheder, som anvendes til sammenligning, er markeret med rødt.



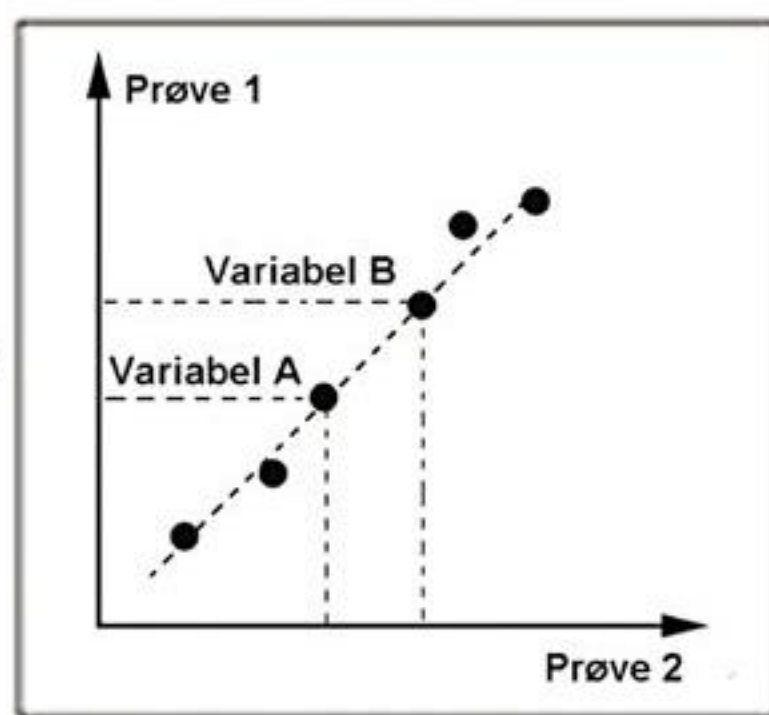
# KEMISK PROFILANALYSE

Figur 3. Oversigt over de centrale ideer bag strategisk sammenligning. Beslaglagte stofprøver analyseres, hvorved et unikt urenhedsmønster fremkommer, og komponenter, som anvendes til sammenligning, identificeres. Analyseresultaterne opsamles i en database og bearbejdes matematisk, hvorved strategisk information om forhandler-netværk, geografisk udbredelse og omsætningshastigheder opnås. Informationerne overdrages til politiet, som efterfølgende kan anvende denne viden i deres efterforskningsarbejde.

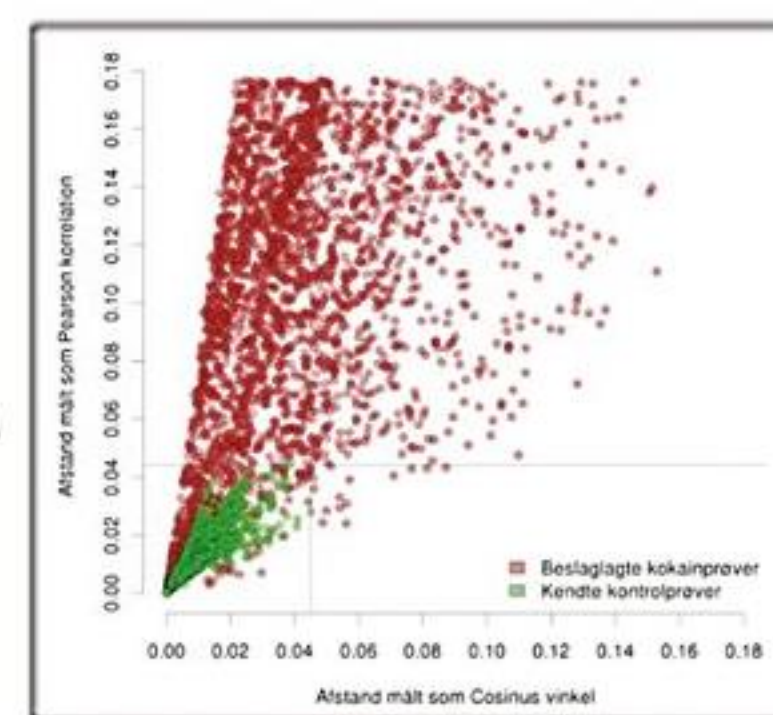


Computer-analyse

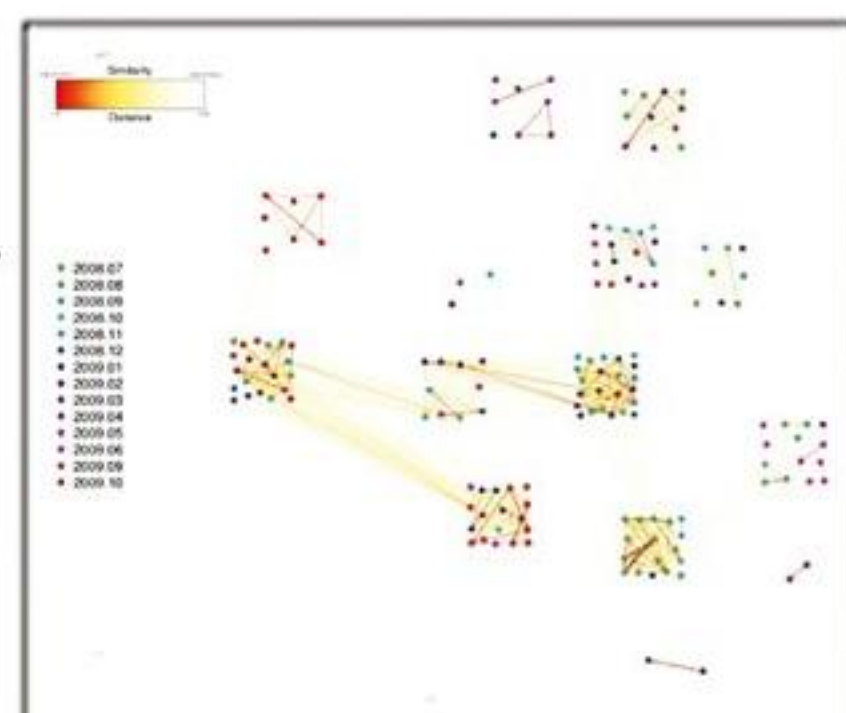
Beregning af korrelationer mellem stofprøver



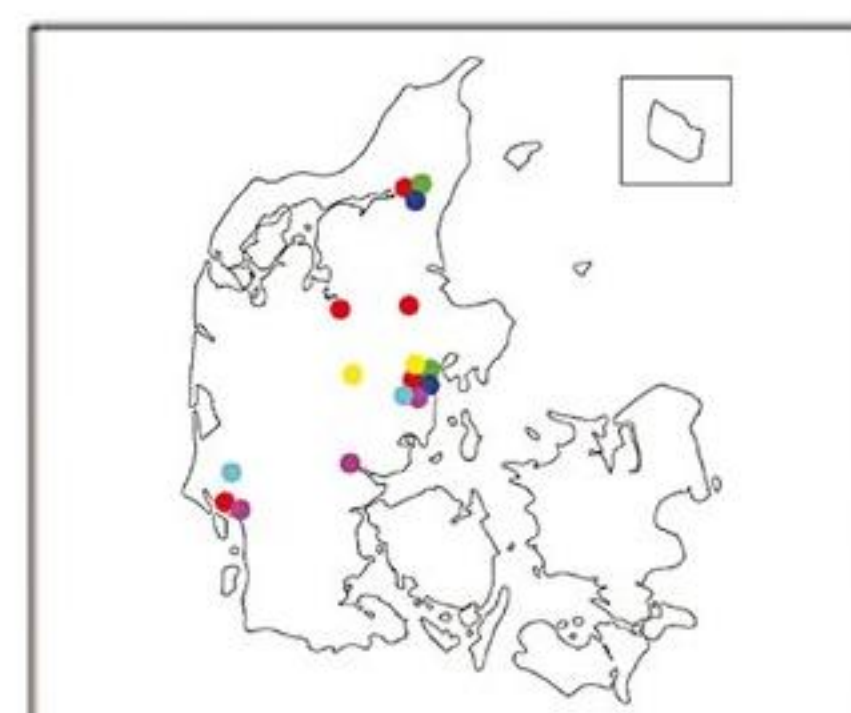
Sammenligning af fundne korrelationer mellem beslagtede og ikke beslagtede stofprøver



Gruppering af stofprøver efter slægtskab



National kortlægning af slægtskaber



Strategisk information

- Kortlægning af:
- Forhandlernetværk
  - Geografisk udbredelse
  - Omsætningshastigheder





## Analyse af det kemiske fingeraftryk

Beslaglagte illegale stoffer undersøges ved brug af gaskromatografi og massespektrometri (GC-MS). Gaskromatografen adskiller de enkelte komponenter i en blanding, hovedsageligt ud fra stoffernes kogepunkt, hvorefter et massespektrometer bombarderer stofferne med elektroner. Kollisionen med elektroner får stofferne til at fragmentere til ioner, som efterfølgende adskilles ud fra deres masse-til-ladning forhold. Til slut detekteres fragment-ionerne, og resultatet bliver et kromatogram, som direkte afspejler indholdet af de forskellige urenheder i en narkoprøve. Efterfølgende kan de ønskede komponenter, som ønskes medtaget i sammenligningen, identificeres og eventuelt ekstraheres. Herved fremkommer det "kemiske fingeraftryk" for en given stofprøve, figur 2, som består af 10-30 urenheder afhængigt af, hvilken stoftype der analyseres.

## Strategisk sammenligning af illegale stoffer

I dag rekvirerer politiet primært kemiske profilanalyser imellem to eller flere sager, ofte som følge af en konkret mistanke om en sammenhæng sagerne imellem. Perspektiverne for arbejdet med kemiske profilanalyser rækker imidlertid længere end blot til disse såkaldte sag-til-sag sammenligninger. Ved at analysere og databehandle en større mængde illegale prøver, kan information om forhandlernetværk, geografisk udbredelse og omsætningshastigheder bidrage til andre typer af politimæssig efterforskning, figur 3. Denne strategiske analyse af beslaglagte illegale stoffer muliggør en mere generel form for sammenligning, hvor slægtskaber mellem stofprøver rutinemæssigt bliver afsløret. Uden disse rutinemæssige analyser er der sandsynligvis en række slægtskaber, som ikke bliver opdaget. Der er dog endnu kun få studier med fokus på anvendeligheden af kemiske profiler som et instrument for politiets strategiske efterforskningsarbejde.

Det kan et nystartet ph.d.-projekt, som foregår i samarbejde mellem Institut for Retsmedicin og Center for Bioinformatik, begge ved Aarhus Universitet, ændre på.

Formålet med projektet er at øge brugen af kemiske profiler inden for den strategiske efterforskning. I projektet vil et større antal narkoprøver fra bestemte politikredse blive sammenlignet over en længere tidsperiode. Resultaterne fra dette arbejde vil blive givet videre til politiet.

E-mail:

Louise Stride Nielsen: lsni@forens.au.dk

Kilder

Casale, J. F. og Klein, R. F. X., "Illicit production of cocaine", *Forensic Science Review*, 1993, 5, 95-107.

Esseiva, P.; Ioset, S.; Gasté, L.; Ribaux, O.; Margot, P.; Gallusser, A.; Biedermann, A.; Specht, Y. og Ottinger, E., "Forensic drug intelligence: An important tool in law enforcement", *Forensic Science International*, 2007, 167, (2-3), 247-254.

Locicero, S.; Hayoz, P.; Esseiva, P.; Dujourdy, L.; Besacier, F. og Margot, P., "Cocaine profiling for strategic intelligence purposes, a cross-border project between France and Switzerland Part I. Optimisation and harmonization of the profiling method", *Forensic Science International*, 2006, 167, 220-228.

Locicero, S.; Esseiva, P.; Hayoz, P.; Dujourdy, L.; Besacier, F. og Margot, P., "Cocaine profiling for strategic intelligence, a cross-border project between France and Switzerland Part II. Validation of the statistical methodology for the profiling of cocaine", 2008, 177, 199-206.

# Master of Industrial Drug Development

## Tag hele uddannelsen eller enkelte kurser

- Udviklet i tæt samarbejde med lægemiddelindustrien
- Giver overblik over alle faser i lægemiddeludvikling
- Undervises af førende forskere på Københavns Universitet og centrale medarbejdere i lægemiddelindustrien

## Kurser studieåret 2014/15

- Drug Formulation and Delivery
- Drug Regulatory Affairs in Drug Development
- Discovery and Development of Medicines
- Pharmacology

Læs mere på [www.mind.ku.dk](http://www.mind.ku.dk)

Eller kontakt [master@sund.ku.dk](mailto:master@sund.ku.dk)