

Generalisering af topografiske data

Marlene Meyer og Peter West-Nielsen, Kort & Matrikelstyrelsen

Generalisering af topografiske grunddata er en vigtig proces i kortproduktionen for at sikre at informationsindholdet er tilpasset anvendelse ved forskellige måleforhold. Denne artikel præsenterer forskellige metoder til generalisering og beskriver KMS' strategi for generalisering af TOP10DK grund-databasen til en række generelle afledte databaser.

Baggrund

Generalisering af topografiske data kan sammenlignes med redaktionen på en avis. Hvis nyhedsstrømmen skal kunne formidles må redaktøren udvælge artikler/historier, så vi som læsere får et overskueligt billede af verdenssituationen på den begrænsede plads, som er til rådighed i en avis.

Uden en redaktion ville vi få en kæmpe mængde af rå nyhedsinformation direkte fra reporterne i marken. Kun de færreste vil kunne overskue og bruge dem aktivt – dvs. at nytteværdien af informationerne bliver lav uden en redaktionel proces.

Inden for kort- og geodata-verdenen kaldes redaktionsprocessen for "generalisering". I generaliseringsprocessen sker en sammenhængende bearbejdning af data således at data fra en topografisk grundkortdatabase – f. eks. Top10DK – kan vises i et mindre måleforhold.

Hvad er generalisering?

Generalisering omfatter en række af processer, som alle har til formål at reducere de mindre væsentlige informationer i data og bibeholde de væsentlige.

Linesimplificering eller linieudtynding reducerer antal-

let af punkter i vektorerne og dermed mængden af data. Ved linieudtynding tilstræbes det, at karakteristika geometrien bevares så godt som muligt. Linieudjævning (linesmoothing/spline) udligner mindre og uvæsentlige buer på en linie, f. eks. et vandløb og giver linien et mere jævnt forløb. Ved aggregering sammenlægges punktsignaturer til arealer, f. eks. bygninger til bebyggelsespolygoner eller træpunkter til skovpolygoner. Ved amalgamation lægges små adskilte arealpolygoner sammen til større sammenhængende polygoner. Omklassificering anvendes når små arealer af forskellige klasser lægges sammen til større arenaer med fælles klasse. Ved merging lægges dobbelte linier sammen til én linie, f. eks. vejsider til vejmidter. Ved collapse erstattes polygoner af punktsignaturer, f.eks. en erstattes en bypolygon af en punktsignatur for by. Ved selektion fjernes objekter baseret på areal- eller længdeparametre (se nedenfor). Ved exaggregation (overdrivelse) forstørres karakteristiske træk ved et objekt, hvis det er nødvendigt, for at kunne vise objektet i det givne måleforhold. Det kan f.eks. være kurver på veje og vandløb. Ved forstørrelse forstørres hele objek-

tet, med det formål at gøre det mere synligt. Ved flytning flyttes objektet – enten fordi det selv, eller fordi naboobjekterne, har ændret omfang eller placering.

Semantisk generalisering

Første trin i generalisering omfatter fjernelse af objekter som er for små til at vises i det givne måleforhold, også kaldet semantisk generalisering. Der kan opsættes størrelses- eller længdeparametre for denne form for generalisering, hvilket muliggør at processen kan foretages automatisk og evt. 'on the fly'. Processen kan foregå tema for tema, da fjernelse af objekter – i princippet – ikke giver konflikter i forhold til andre objekter.

Ved semantisk generalisering er der stadigvæk punktsammenfald mellem de tiloversblevne punkter i de afledte objekter og punkterne i de oprindelige objekter. Dette kan i nogle sammenhænge være en fordel – f.eks. hvis data skal anvendes til rute- eller arealberegninger. Det giver også større mulighed for at anvende data fra flere forskellige målforhold i det samme kort.

Geometrisk generalisering

Alle som har prøvet at filtrere i data med det formål at kun-

ne vise dem i mindre målestok, ved at denne metode har sine begrænsninger – man kan fjerne alle de små søer, men de resterende søer kan have en søbred, som stadigvæk er for detaljeret til at vise i den ønskede målestok. Her er en egentlig geometriske generalisering nødvendig. Geometrisk generalisering omfatter mange af de ovennævnte processer, f.eks. udtynding, udjævning, flytninger osv.

Kartografisk generalisering

Semantisk og geometrisk generalisering benævnes også modelgeneralisering - i modsætning til kartografisk generalisering. Kartografisk generalisering omfatter slutvisualiseringen af data, hvilket primært er forstørrelse af objekter for at tydeliggøre dem, herunder forstørrelse af punktsignaturer og forøgelse af vejbredder.

Et grundigt modelgeneraliseret datasæt, hvor der er taget hensyn til de visualiseringsmæssige parametre, f.eks. vejbredder og størrelsen af punktsignaturer, kan principielt visualiseres i et hvilket som helst GIS system. Det er hensigten at KMS' afledte databaser skal forhandles sammen med TOP10DK til kunder i det offentlige og private.

'On the fly' generalisering versus generalisering til afledte databaser

Geometrisk generalisering kan give konflikter i forhold til objekter indenfor det givne tema eller til objekter. Når et hus flyttes væk fra en vej kan det komme til at ligge oven i en

sø. Når et vandløb udjævnes kan de nærliggende huse komme til at ligge på den forkerte side af vandløbet.

De metoder der anvendes i dag til automatisk generalisering tager hensyn til denne type konflikter og konflikterne håndteres ved hjælp af forskellige regelbaserede procedurer, som indregner placering af objekter indenfor alle temaer på en gang. Linieudtyningen af objekter med linesammenfald foregår samtidigt for at undgå 'slivers'.

Der er tale om meget regnunge algoritmer og de metoder som anvendes i den nuværende produktion generaliserer endnu ikke fuldstændigt fejlfrit. Det betyder, at der foregår en efterfølgende manuel editering, inden data kan lægges i den afledte databasen. Det er derfor på nuværende tidspunkt urealistisk at gennemføre en automatisk generalisering 'on the fly'.

Målestok versus måleforhold

Ved traditionel generalisering til papirkort, generaliseres der til en fast målestok. Ved generalisering af digitale data og til anvendelse i digitale medier, hvor det er muligt at zoome ind og ud, er det en fordel at data rettes mod et interval frem for en fast målestok.

Det er i øjeblikket udbredt blandt europæiske NMA'er, at aflede til et antal generelle afledte databaser, som retter sig mod en ideel målestok

– som ofte afspejler de traditionelle målestoksforhold - og som samtidigt dækker et omkringliggende interval.

De enkelte afledte databaser muliggør tilsammen et sømløst zoom fra gadeniveau til landsniveau.

Udfordringen i generalisering såvel som i den efterfølgende visualisering ligger ikke blot i at opnå et godt resultat for den ideelle målestok – det er også vigtigt at overgangen fra et interval til et andet forekommer så sømløs som mulig.

Datamodel

For at opnå en godt resultat ved automatisk generalisering er opbygningen af grunddatabasen af stor betydning. Det er vigtigt at data er intelligent attributteret, således at udvælgelse af forskellige objekttyper inden for samme klasse kan foretages. En hensigtsmæssig attributtering af vejtemaet efter størrelse eller orden kan lette generalisering betydeligt. Det samme gælder for bygninger, hvor information om bygningens anvendelse kan anvendes som udvælgelses-kriterium.

Data må være topologisk struktureret således at areal- længde- og afstandsparametre kan tages i brug. Vejnet og hydrologisk vejnet skal være sammenhængende og den sammenfaldende geometri mellem nabopolygoner skal være identisk. Endelig er det vigtigt at data er sammenhængende – altså ikke opdelt i tiles.

Generalisering i KMS

KMS skal som infrastruktur-virksomhed på kort og geodataområdet sikre at sammenhængende, standardiserede, landsdækkende og ajourførte topografiske grunddata er til rådighed for samfundet. KMS skal også sikre, at data tilvebringes ud fra brugernes behov og i tråd med principperne for netværkssamfundet og en effektiv digital forvaltning. Dette er udgangspunktet for den modernisering af den topografiske produktion, som er iværksat i organisationen.

Moderniseringen blev påbegyndt via MTK-projektet, som blev afsluttet i 2001 ('MTK-projektet, Rapport', 2001). MTK projektets anbefaler:

- At den fremtidige produktion af topografiske kort baseres på TOP10DK
- At de fremtidige topografiske kortprodukter baseres på afledte databaser rettet imod forskellige målforhold, hvor KMS og andre kan etablere produkter og løsninger
- At produktionen bygges op omkring en standardiseret database med åbne snitflader, således at forskellige værktøjer kan anvendes efter behov

Det videre arbejde med udviklingen af den topografiske produktion bygger på følgende principper:

- De afledte databaser skal sammen med grundkortdatabaserne danne et sammenhængende kortværk (figur 1).
- De afledte databaser skal afledes synkront med ajour-

føringen af Grundkortdatabasen.

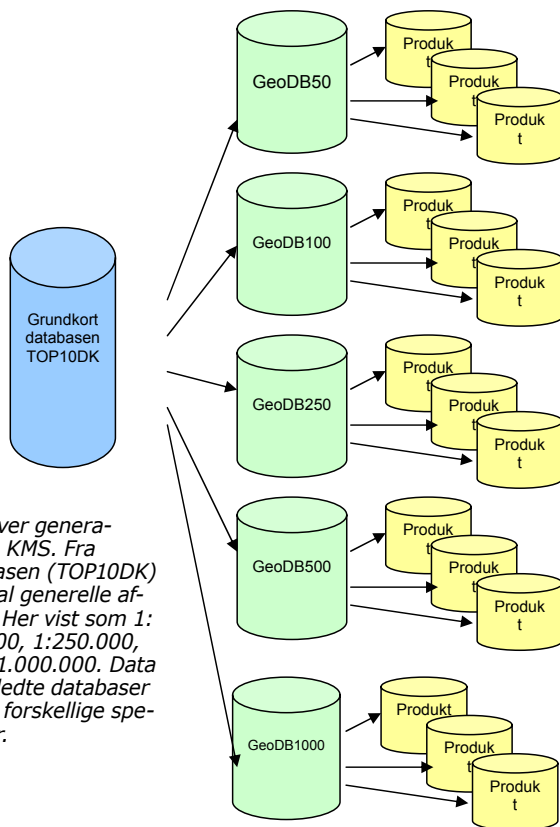
- De afledte databaser skal have en generalitet, som sikrer en bred og fleksibel anvendelse.

Al dataindsamling skal registreres i Grundkortdatabasen efter princippet om en fælles og koordineret dataindsamling og distribution, herunder FOT og Kortforsyningen.

Generalisering i 1:50.000 fra TOP10DK

KMS begyndte i 2000 at producere 2CM kortene (150:000) på baggrund af TOP10DK og ved hjælp

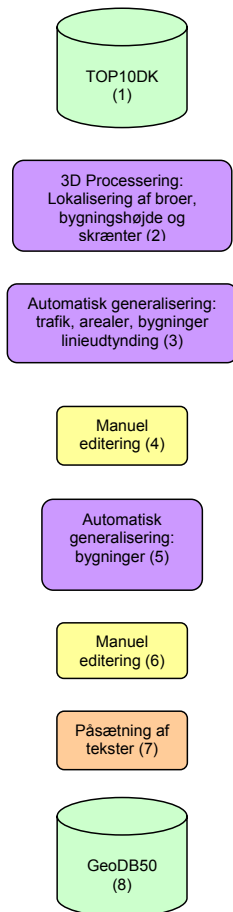
af automatisk generalisering. Generalisering foregår i Laserscans systemer, Lamps2 med AGENT teknologien. Laserscans systemet indeholder en række standard generaliseringsværktøjer, hvor brugeren kan justere på de forskellige parametre, f.eks størrelses- og afstandsparemetre. Desuden kan brugerne justere i hvilken rækkefølge de forskellige temaer skal generaliseres i forhold til hinanden. KMS har desuden yderligere udviklet og implementeret en række generaliseringsværktøjer til denne platform.



Figur 1. Skitse over generaliseringsstrategi, KMS. Fra Grundkortdatabasen (TOP10DK) afledes til et antal generelle afledte databaser. Her vist som 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000 og 1:1.000.000. Data i de generelle afledte databaser kan anvendes til forskellige specifikke produkter.

Generaliseringsworkflowet er skitseret i figur 2.

Grunddata udtrækkes fra grundkortdatabasen (TO10DK) (1). Herefter foretages en række 3D processeringer hvor broer lokaliseres, bygningshøjden udregnes og skrænter identificeres. (2). Herefter bliver data konverteret til 2D, hvori resten af generaliseringen foretages.



Figur 2. Generaliseringworkflow, fra Grundkortdatabasen til den afledte database 1:50.000 (GeoDB50).



Figur 3. Jernbane-net, TOP10Dk. Bemærk dobbelte spor og rangérspor.

På Laserscan-plattformen foretages derefter en række generaliseringsprocedure (3). Først generaliseres veje og jernbaner. Dobbelte vejmidter kollapses, rundkørsler fjernes, motorvejsramper omklassificeres, så de ikke indgår i kollapsningen, broerne lægges ind på de kollapsede veje og jernbanenettet forenkles. Se Figur 3 og 4.

Herefter generaliseres arealerne, som omfatter skove, heder, moser, søer etc. De små arealer bliver enten slettet eller sammenlagt med større arealer og evt. omklassificeret. De større arealer bliver udvidet eller beskåret, så de følger vejene eller andre objekter. Der foretages ikke udlysning af vejene således som i TOP10DK.

Bygningerne på landet (gårde) bliver identificeret ved hjælp af afstandskriterier og bygninger i bymæssig bebyggelse bliver selekteret efter kriterier, så som højde, størrelse og anvendelse, således at høje, store og vigtige bygninger bevares.

Derefter foregår endnu en vejgeneralisering, hvor blinde veje og mindre sløjfer bliver fjernet. Hegn og diger bliver selekteret efter længdekriterier eller de bliver forlænget for at nå sammen. Træpunkter bliver fjernet hvis de er i konflikt med vigtigere objekter. Til sidst foretages en punktudtynding på alle temaer – dette foregår samtidigt, således at objekter som støder op til hinanden bevarer fælles geometri.



Figur 4. Jernbane-net efter generalisering til 1:50.000. Dobbeltspor er kollapsede og rangerspor er fjernet.

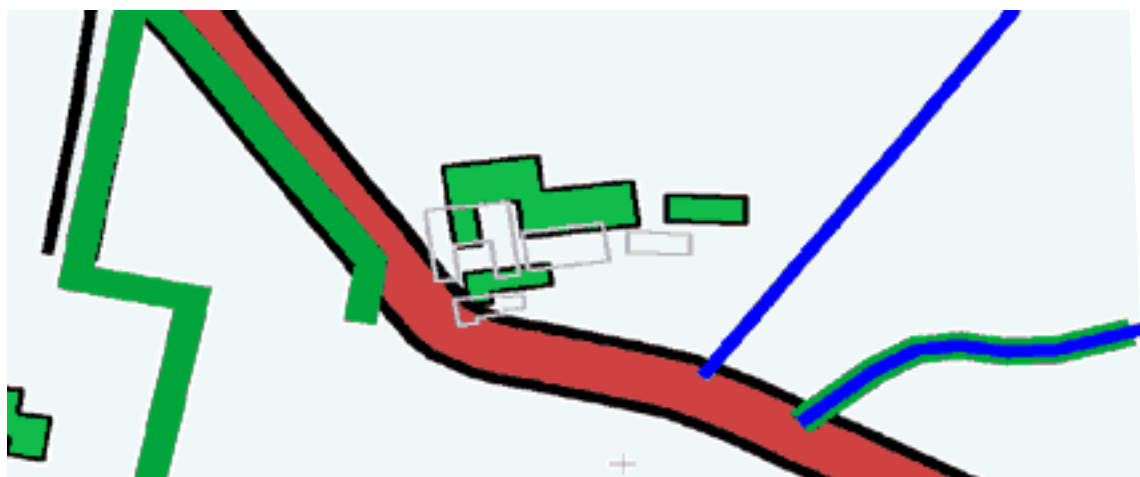
Herefter foretages første manuelle editering, hvor der primært bliver rettet fejl i bygnings- og vejselektionen (4).

Herefter generaliseres bygningerne på landet og i bymæssig bebyggelse (5) – bygningerne bliver simplificeret, skales op og flyttet væk fra vejene (figur 5).

Bygningernes orientering i forhold til hinanden bevares (alignment), således at de f. eks fortsat ligger på række, hvis dette et væsentligt træk. Hvor flytningen af bygningerne skaber konflikter med andre objekter løses disse ved skrumpninger, sletninger eller alternative flytninger. Herefter foretages anden manuelle editering (6), hvor fejl i bygningsgeneraliseringen rettes.

Til sidst editeres teksterne på baggrund af ændringer i KMS navnedatabase. Det er planen, at tekstplaceringen fremover skal foretages automatisk med et dertil beregnet software.

Data lægges i den generelle afledte database GeoDB50, og kan herfra indgå i forskellige services eller produkter – eller data kan sælges videre til partnere. Databasen er underopbygning. I øjeblikket



Figur 5. Generalisering af gårde i 1:50.000. De grå streger viser det oprindelige bygningstema. Bygningerne er flyttet væk fra vejmidten, således at vejene kan visualiseres med bred vejbredde. Tætliggende bygninger er lagt sammen, og bygningsdetaljer er generaliseret.

følger produktionen ajourføringscyklussen på hærkortene (M715), som er på 10 år, men det er planen, at ajourføringen af hærkortene, og dermed produktionen af GeoDB50 skal følge ajourføringen af TOP10DK, som er på 5 år. Se figur 6 og 7.

Internationalt samarbejde

KMS deltager i et netværk bestående af nationale kortlægningsinstitutter og universiteter omkring udvikling af datamodeller og automatiske generaliseringsmetoder. Udviklingsarbejdet i KMS byg-

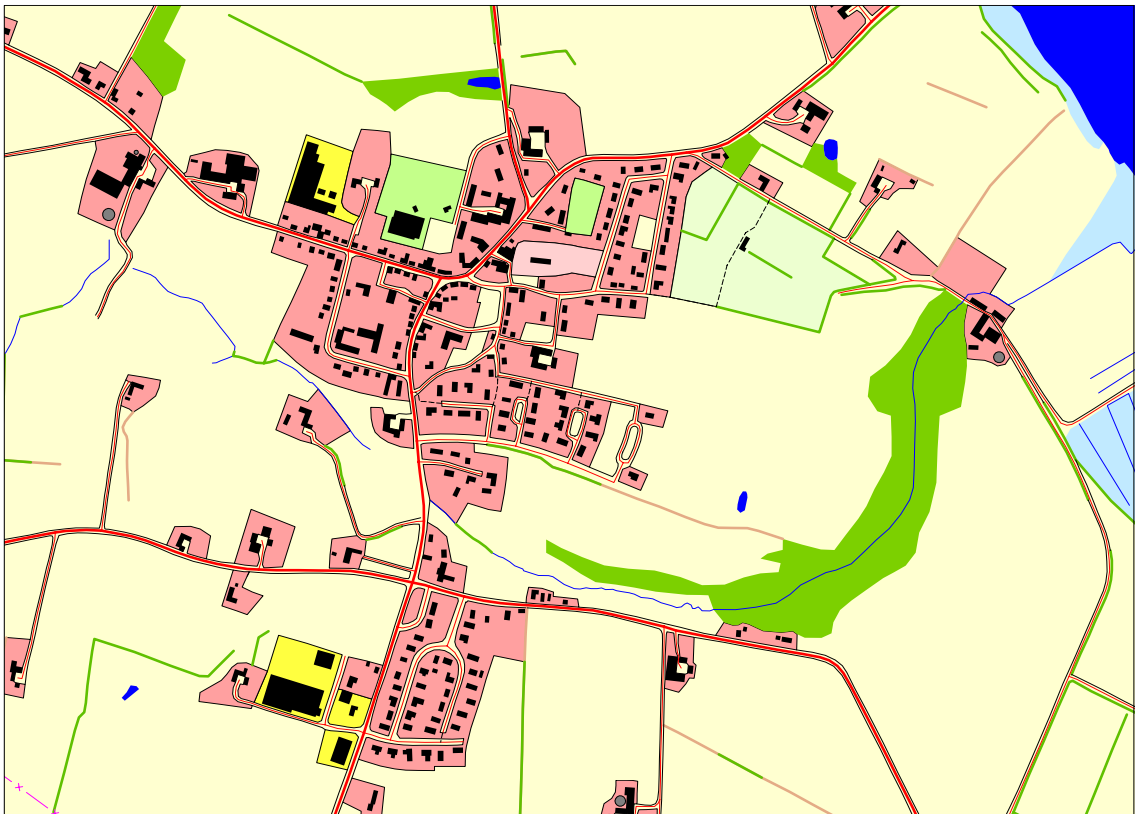
ger i høj grad på de erfaringer, der er opnået her.

KMS deltager desuden i MAGNET Projektet sammen med softwarefirmaet Laserscan, Ordnance Survey, England og Institut Geographic Nationale, Frankrig. Målet med MAGNET Projektet er at udvikle generaliseringsværktøjet CLARITY. Systemet er en videreudvikling af Lamps2 og Agent teknologien, og skal i højere grad gøre det muligt for brugeren at implementere egne algoritmer og justere interaktivt på generaliseringsparametrene. skal

anvendes i KMS' egenudvikling af generaliseringsrutiner.

Perspektiver

De afledte databaser skal sammen med TOP10DK fremstå som et samlet digitalt kortværk, der er baseret på åbne og anerkendte standarder og standardiserede modeller. Det er hensigten, at nuværende og kommende TOP10DK kunder og partnere skal kunne anvende kortværket i en bred vifte af sammenhænge herunder til kommunale, amtslige og statslige hjemmesider, samt private og offentlige services.



Figur 6. Udsnit af TOP10DK data vist i måleforhold 1:25.000.

Litteratur:

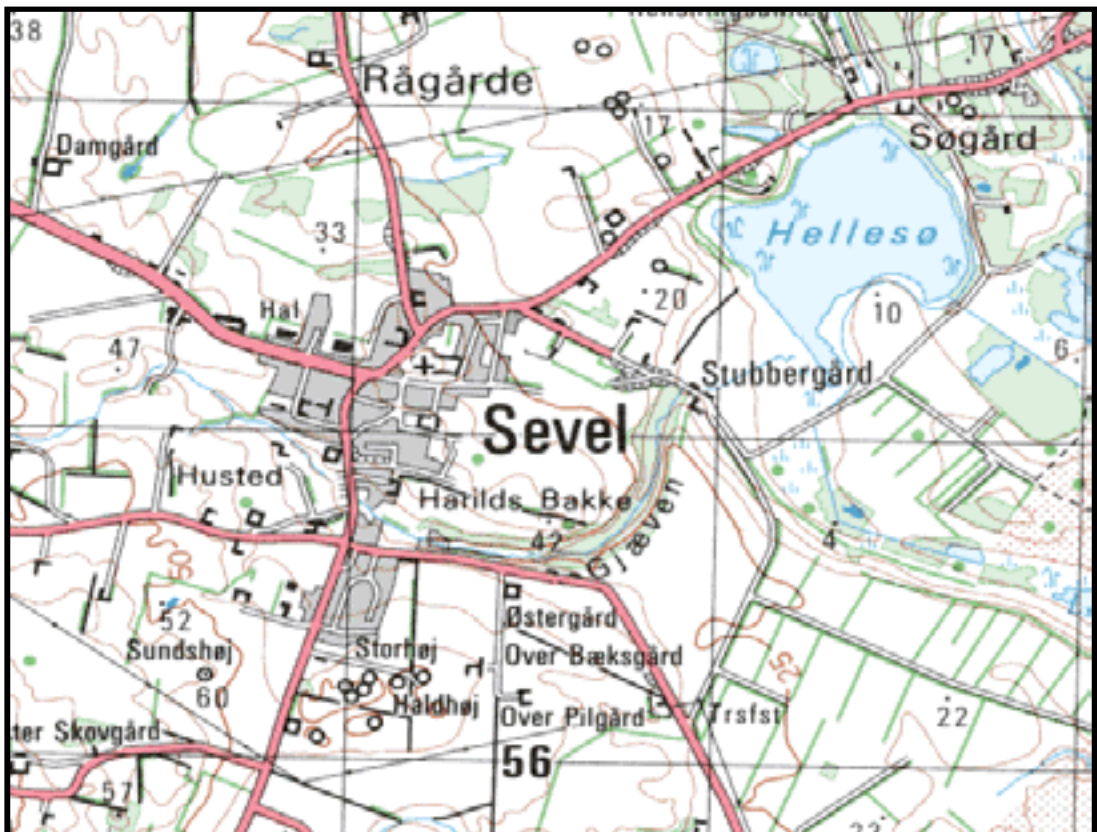
Hardy, Paul & Meyer, Marlene (2003): 'Efficient Map Production By Re-Engineering and Generalising Your Data Assets'. To be presented at The Cambridge Conference, 2003.

Kilpeläinen, Tiina(ed) (1997): 'Multiple Representation and

Generalization of Geo-databases for Topographic Maps. Publications of the Finnish Geodetic Institute.

Kilpeläinen, Tiina(ed) (1996): 'Map Generalisation in the Nordic Countries'. Reports of the Finnish Geodetic Institute. 99:6.

Spiess, Ernst (2002): *Topographische Karten. Karten und Generalisierung*. Kartographische Publikationsreihe Nr. 16. Schweizerische Gesellschaft für Kartographie



Figur 7. Samme udsnit som figur 6 af hærkort 1:50.000 baseret på data som er generaliseret fra TOP10DK.

Om forfatterne

Marlene Meyer, Kort & Matrikelstyrelsen, Rentemestervej 8, 2400 Kbh. NV, e-mail: mlm@kms.dk
Peter West-Nielsen, Kort & Matrikelstyrelsen, Rentemestervej 8, 2400 Kbh. NV, e-mail: pw@kms.dk