

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKAI KAR

A generalizálás automatizálásának története

DIPLOMAMUNKA
TÉRKÉPÉSZ MESTERSZAK

Készítette:

Reviczki Daniella

Témavezető:

Dr. Ungvári Zsuzsanna
adjunktus

ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Intézet



Budapest, 2021

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKAI KAR
TÉRKÉPTUDOMÁNYI ÉS GEOINFORMATIKAI TANSZÉK

DIPLOMAMUNKA TÉMABEJELENTŐ

Hallgató adatai:

Név: Reviczki Daniella
Neptun kód: ZVHHWO

Képzési adatok:

Szak: térképész, mesterképzés (MA/MSc)
Tagozat: Nappali

Belső témavezetővel rendelkezem

Témavezető neve: Dr. Ungvári Zsuzsanna

munkahelyének neve: ELTE IK Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék

munkahelyének címe: 1117, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

beosztás és iskolai végzettsége: adjunktus, PhD

A diplomamunka címe: A generalizálás automatizálásának története

A diplomamunka témája:

(A témavezetővel konzultálva adja meg 1/2 - 1 oldal terjedelemben diplomamunka témájának leírását)

A számítógépek megjelenését követően felmerült az igény a térképszerkesztés területén valamely folyamatok, így például a generalizálás egyes lépéseinek automatizálására, különböző algoritmusok kidolgozására. A generalizálás elengedhetetlen a térképészetben, ugyanis ez a kiválogatási folyamat határozza meg azt az információmennyiséget, amelyet a térkép befogadóképessége még megenged. A dolgozatom célja, hogy áttekintést adjon a generalizálás történetéről, bizonyos vektoros térképi elemek automatizált generalizálásáról, illetve, hogy bemutassa az alkalmazott algoritmusok fejlődését, azok változásait. Az automatizált generalizálás megjelenése nagyon fontos a térképszerkesztésben, hiszen így a készítő személyeknek nem maguknak kell kézzel megvalósítani a generalizálást hosszadalmas munkaárán. A dolgozatban szeretnék mindezek mellett röviden kitérni a magyar automatizálási törekvésekre is, amely tekintetében a külföldi országok előttünk jártak. Továbbá célom még a diplomamunkámban a jelenleg használatban lévő egyes szoftverekben meglévő beépített generalizálási funkciókat megmutatni konkrét példákon keresztül, ismertetni, hogy milyen algoritmusokat használnak a generalizálási folyamatok során.

Budapest, 2020.11.30.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. A generalizálás	6
2.1 A generalizálás és alkalmazásának szükségessége.....	6
2.2 A generalizálás elemi folyamatai	6
2.3 Az automatizált generalizálás	7
2.4 Az automatizált generalizálás műveletei (az operátorok).....	9
2.5 Generalizálási eszközökkel ellátott szoftverek.....	12
2.6 A térképkészítés lehetséges digitális alapanyagai	17
3. A generalizálás automatizálásának vizsgálata.....	19
3.1 A vizsgálat alapjául szolgáló ICA	19
3.2 A kialakított témakörök ismertetése	21
4. A nemzeti térképészeti ügynökségek az utóbbi években	44
4.1 Az egyes külföldi nemzeti térképészeti ügynökségek	44
4.2 A magyar helyzetkép	52
5. Összefoglalás.....	55
Irodalomjegyzék.....	57
Ábra- és táblázatjegyzék	65

1. Bevezetés

A különféle térképek fontos szerepet töltenek be a mindennapokban, melyek szerkesztése – annak érdekében, hogy azok az adott méretarányuknak megfelelően, a felhasználók számára olvasható módon, és a lehető legpontosabban ábrázolják a valóságról közvetített ismeretek összességét – szigorú szabályok szerint történik. A térképeken természetesen nem mutatható be a valóság összes részlete, így függetlenül attól, hogy papíralapú vagy digitális térképről van szó, a térképlapokon megjelenített adatok mennyisége és milyensége méretarányfüggő.

A térképen még ábrázolható maximális információmennyiséget, azaz a még megjeleníthető jelenségek és objektumok együttesét, a térkép befogadóképességének nevezzük (Klinghammer, 2010). Ez az azt leginkább meghatározó térképi méretarányon kívül függ még az ábrázolt terület tulajdonságaitól és az ábrázolt elemek természetétől is, így a tematika is releváns. A térképek készítése során szükség van az úgynevezett térképi általánosításra, más néven a kartográfiai generalizálásra, melynek jelentősége a méretarány csökkenésével egyre növekszik. A térképi általánosítás során kiválogatjuk azt az információmennyiséget, amely a térképen még megfelelően ábrázolható, és ami a legfontosabb és legjellemzőbb ismereteket közli (Klinghammer, 2010). Ez a művelet elengedhetetlen része a térképszerkesztési folyamatnak, amely azon kívül, hogy az egyik legfontosabb kartográfiai tevékenység, egyben az egyik legbonyolultabb is (Klinghammer, 2010), hiszen a valóságról közvetített információkat a térkép méretarányának megfelelő mennyiségben, absztrakt módon kell ábrázolni, úgy, hogy a terület karakterisztikája is megőrződjön. Ennek megvalósítása nagy időt ölel fel, emellett pedig igen költséges is lehet.

Az 1950-es években a számítógépek megjelenésével számos területen következett be változás, így a térképészetben is. Magyarországon a rendszerváltással egyidejűleg vált érezhetővé a technológiai előrelépés, ugyanis ekkor tűntek fel az olyan fejlettségű számítógépek és szoftverek, amelyek lehetővé tették a térképalkotási eljárás csaknem egészének digitális úton történő kivitelezését, és amelynek köszönhetően lehetővé vált a minőségi térképészeti termékek gyors és költségkímélő előállítására (Zentai, 2000). A megfelelő technológiai háttér kialakulásával felmerült az igény az emberekben a generalizálás teljes folyamatának automatikussá tételére. Mai napig számtalan kutatást végeznek a témában, mert bár számottevő jól működő algoritmust, eszközt vagy szoftvert dolgoztak már ki, továbbra sem sikerült megtalálni azt a megoldást, amely képes lenne a teljes generalizálást hiba nélkül elvégezni.

Dolgozatomban a generalizálás, illetve az automatizált generalizálás legfontosabb jellemzőinek, elemi folyamatainak és operátorainak bemutatása mellett, szeretnék betekintést adni bizonyos szoftverek generalizáló lehetőségeibe, valamint célom az automatizált generalizálás történetét ismertetni, vagyis szemléltetni annak fejlődését az ICC (International Cartographic Conference), azaz a Nemzetközi Térképészeti Konferencia előadásain keresztül. Szándékom továbbá vázolni az ezeken résztvevő nemzeti térképészeti ügynökségek közelmúltbeli tevékenységeit, kitérve a magyar helyzetre is.

2. A generalizálás

2.1 A generalizálás és alkalmazásának szükségessége

A térképeken soha nem mutatható be a teljes valóság, ugyanis minden térkép esetében van egy olyan maximális információmennyiség, amely még ábrázolható, és amit a térkép befogadóképességének nevezünk. Adott mértékű kicsinyítést követően a szem már nem, esetlegesen csak kis mértékben képes érzékelni az információt közvetítő térképi ábrázolások részleteit, ezért szükségessé válik a térképi rajz generalizálása. Egy térképnek a befogadóképességét mindig a térképen használt ábrázolási módszerek határozzák meg, így ezek jelentősen befolyásolják, hogy milyen generalizálási folyamatokat hajtunk végre (Klinghammer, 2010).

Generalizálás alatt a térképi tartalom kiválogatását, fogalmi átalakítását, összefogását és egyszerűsítését értjük, a térkép célja és méretaránya függvényében. A térkép értelmezhetősége érdekében sokszor kell korlátoznunk az ábrázolás helyességét, illetve teljességét. Ez azt jelenti, hogy egyes elemeket annak érdekében, hogy azok olvashatóak maradjanak, kissé fel kell nagyítanunk, ezáltal nem méretarányosan ábrázoljuk őket. Más esetekben egyszerűsíteniük kell, vagyis nem alakhelyesen jelenítjük meg őket, és az is egy eshetőség, hogy egyes tárgyakat vagy jelenségeket elhagyunk, tehát egyáltalán nem ábrázolunk, ezzel pedig a térkép teljességét korlátozzuk. Ezeknek a műveleteknek is van határa, amit nem szabad átlépni azért, hogy a tények, ténycsoportok ne veszítsék el a jellegüket, illetve az egymáshoz viszonyított helyzetük megmaradjon. Amennyiben ez nem lehetséges, át kell térnünk egy másik ábrázolási módszerre (ezt az átmenetet nevezzük a generalizálás küszöbének) (Klinghammer, 2010).

2.2 A generalizálás elemi folyamatai

Slocum (2004) tanulmányából kiderül, hogy a generalizálási folyamat lebontható különböző logikai műveletekre, melyek összefüggésben állnak a tárgyak geometriájával, így például míg egy egyszerűsítő operátor a vonalas elemek generalizálásában játszik nagy szerepet, addig az összevonás-operátort felületi elemek esetén szokás alkalmazni. Fontos megemlíteni, hogy a generalizálási műveletek a raszteres és a vektoros elemek generalizálása során eltérőek (Slocum, 2004).

A különféle megközelítések eltérő számú generalizálási folyamatokról számolnak be, viszont elmondható az, hogy az idő előrehaladtával egyre több elemi folyamatra bontották fel a generalizálást (Ungvári, 2017). Hazánkban a szakirodalmak hét, egymástól nem független elemi folyamatot (1. ábra) különböztetnek meg. Ezek a következők: egyszerűsítés, nagyobbítás, eltolás, összevonás, kiválasztás, klasszifikálás és értékelés/minősítés (Klinghammer, 2010).

ISMERTETŐJEGY	AZ ELEMI FOLYAMAT JELÖLÉSE	ÁBRÁZOLÁSA		
		A kiindulási térkép a kiindulási méretarányban 1:m	A kiindulási térkép a levezetett méretarányban 1:m	A levezetett térkép a levezetett méretarányban 1:4m
1.	EGYSZERŰSÍTÉS (Simplification) [símitás / smoothing]			
2.	NAGYOBBÍTÁS (widening) [szélesítés]			
3.	ELTOLÁS (a 2. következménye)			
4.	ÖSSZEVONÁS (aggregation)			
5.	KIVÁLASZTÁS (selection) [megtartás vagy elhagyás]			
6.	KLASSZIFIKÁLÁS (classification) [tipizálás vagy rendezés]			
7.	ÉRTÉKELÉS / MINŐSÍTÉS (exaggeration) [hangsúlyozás vagy csökkentés]			

1. ábra: A generalizálás hét elemi folyamata (Klinghammer, 2010)

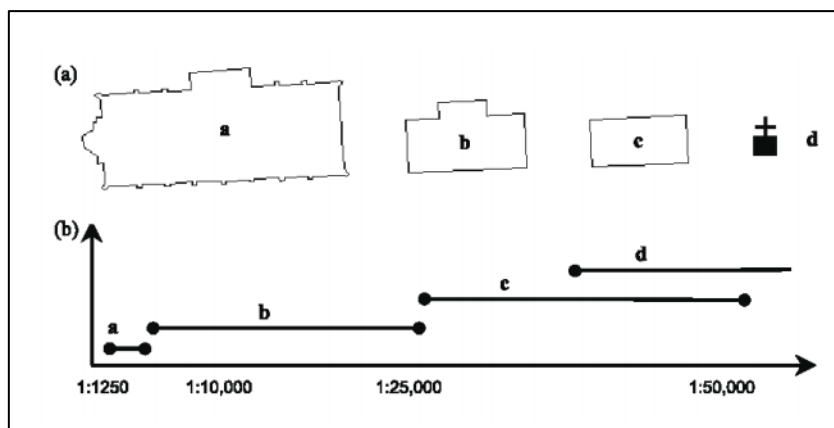
2.3 Az automatizált generalizálás

Annak ellenére, hogy a hagyományos kartográfiaiban a generalizálási eljárást mindössze a térkép grafikai kidolgozásának egyik fontos eszközeként tartják számon (Klinghammer, 2010), valójában az a térképszerkesztéstől nem különválasztható, hanem azt végigkísérő munka, melynek szerepe a méretarány csökkenésével egyre növekszik. Ugyanakkor maga a kiválogatási munkafolyamat egyre nehezebbé válik, ugyanis ilyenkor már körülményesebb a szűrés, az elemek legjellemzőbb tulajdonságainak kiemelése, illetve azoknak a grafikai

eszközöknek a meghatározása, amelyekkel a valóság a lehető legtökéletesebb módon adható vissza (Klinghammer, 2010). Ezenfelül rendkívül időigényes és költséges tud lenni, így nem meglepő, hogy az emberekben felmerült az igény ezen folyamatok automatizálására.

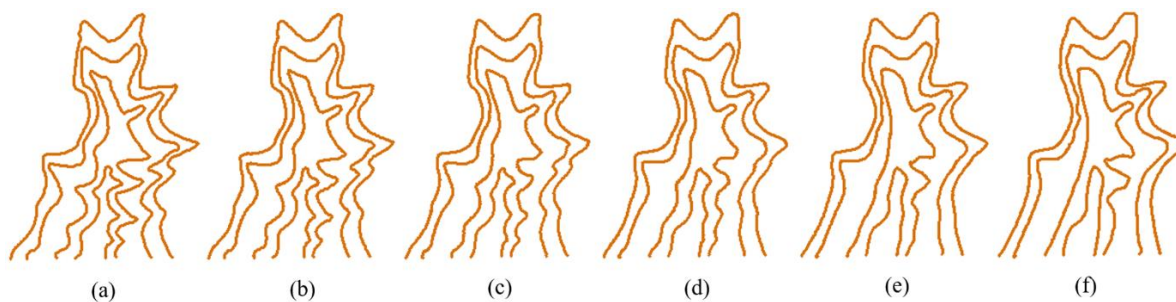
A technológia előrehaladtával, az egyre bővülő informatikai ismeretekkel egyre több szakértő kísérelte meg ennek a feladatnak a megoldását. Az 1960-as évektől kezdődően neki-láttak azon számítógépes módszerek kidolgozásának, melyeket alkalmazva az emberi gondolkodás és munka jelentősen csökkenthető, esetlegesen teljes mértékben kiváltható, mivel ez esetben a számítógép végezné a teljes munkafolyamatot vagy annak kisebb-nagyobb részét. Eredményeképp hamarosan létrejöttek az első algoritmusok, ilyen például a vonalgeneralizálás területén a Douglas – Peucker algoritmus (Douglas – Peucker, 1973), vagy Pillewizer (1966) algoritmus a felületi elemek egyszerűsítésére (Cecconi, 2003). Algoritmusnak nevezünk minden olyan matematikai és logikai műveleti sorozatot, amely egy folyamatot képvisel (Rogers, 1987). Ezek kidolgozása és alkalmazása kulcsfontosságú a generalizálás automatizálásában, mivelhogy általuk az emberi beavatkozás, bizonyos esetekben a szubjektivitás mértéke csökkenthető, a ráfordított idő lerövidíthető (mindez a térkép minőségének megőrzésével). Megalkotásuk folyamán mindig arra törekednek, hogy az általuk létrejövő generalizált térkép a lehető legjobban hasonlítson egy hagyományos úton készített térképre (Ungvári, 2017).

Az automatikus generalizálás kutatásában nagy szerepe volt a mobiltelefonokra szánt, és az interaktív webes térképeknek, melyek megjelenésével az elvárások köre tovább gyarapodott. A multimédia, valamint az internet felbukkanásával például nagyon fontossá vált az információszolgáltatás időtartama, ezért szükséges volt olyan megoldásokat keresni, amelyek lehetővé teszik az ilyen jellegű térképek valós időben történő generalizálását, melyet on-the-fly (menet közbeni/röptében) vagy másképp kifejezve real-time (valós idejű) generalizálásnak (2. ábra) nevezünk (Cecconi, 2003). A legtöbb esetben ugyanis ezek a térképek a felhasználói igényeknek megfelelően nagyon változatos tematikájúak. Tegyük fel, szeretnénk a térképen a boltokat megjeleníteni, viszont a következő pillanatban már a parkolóhelyekre kívánunk rákeresni, merthogy szeretnénk tudni, hogy hol lehet a kiválasztott üzlethez leparkolni. Ez a példa jól szemlélteti, hogy ilyenkor szükség van a valós idejű generalizálásra, amely nagy mértékben hozzájárult az automatikus generalizálás fejlesztési törekvéseihez (Bereuter – Weibel, 2013).



2. ábra: On-the-fly generalizáció (Weibel, 2000)

Az internetes térképeknél is fontos tényező a méretarány, hiszen a felhasználók tetszőleges méretarányú és tematikájú térképeket szeretnének. Emiatt a kapcsolódó tudományokban nagyon népszerű kutatási témává vált a folytonos generalizálás (3. ábra), amely lehetővé teszi bármilyen méretarányú térképadatok előállítását. A folytonos generalizálás megvalósítására megoldást jelenthet a hierarchikus adatszerkezetek használata, vagy pedig különböző generalizáló algoritmusok (például on-the-fly algoritmusok) alkalmazása (Gao et al., 2020).



3. ábra: Szintvonalak folytonos generalizálása (Gao et al., 2020)
 a: 1:10 000; b: 1:18 000; c: 1:26 000; d: 1:34 000; e: 1:42 000; f: 1:50 000

2.4 Az automatizált generalizálás műveletei (az operátorok)

A generalizálás kézi elvégzése során, a nagy mennyiségű adat értelmezését követően a kartográfus maga dönti el, hogy mely adatokat generalizálja és hogyan, illetve az ő feladata az is, hogy megoldást találjon a generalizálásból adódó problémák (azaz a kialakuló konfliktusok) javítására. Ezzel szemben az automatizált generalizálás során generalizálási operátorokat alkalmazunk, melyek képesek a generalizálási folyamat során előkerülő speciális problémákat is megoldani. Az operátorok igen különbözően jelennek meg az egyes irodalmakban, mind a mennyiségük, mind a tudományos leírásuk tekintetében. Robinson (1995) például négyet különböztetett meg, míg McMaster és Shea (1992) tizenkettőt. (Utóbbi volt az első olyan, amely leginkább megfelelt a digitális kartográfia követelményeinek.) Az operátorok segítségével a

hosszadalmas és bonyolult generalizálási eljárás kisebb részekre osztható, melyeket pedig külön-külön egyszerűbb megoldani, mint a teljes folyamatot egyben elvégezni. Az operátorok szabadon kombinálhatóak, így elméletben képesek akár egy teljes generalizálási folyamat elvégzésére is. Azt, hogy éppen melyik operátort kell alkalmazni, több tényező is befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak: a méretarány, az objektumosztály és az előzetes helyzetelemzés (Cecconi, 2003).

Az automatizált generalizálás operátoraival kapcsolatos különféle megközelítések közül McMaster és Shea (1992) modelljén keresztül szeretném bemutatni ezeket a műveleteket (1. táblázat), hiszen ezt tartják az első olyan megközelítésnek, amely megfelel a digitális térképészeti igényeknek, valamint az általam olvasott szakirodalmak többségében is az ő elképzelésüket szemléltetik. Slocum (2004) a következőképp jellemzi a McMaster és Shea modelljében előforduló operátorokat:

Egyszerűsítés: A leggyakrabban alkalmazott generalizálási operátor az egyszerűsítés, amely az (x, y) koordináta-párok helyzetét nem változtatja meg, mindössze törli a felesleges csomópontokat, vagyis azokat a pontokat, amelyek nem tekinthetők kritikusnak, azaz nem játszanak fontos szerepet a kérdéses elem geometriájának megőrzésében. A legtöbbször alkalmazott egyszerűsítő algoritmus a Douglas – Peucker algoritmus (Slocum, 2004).

Simítás: Simítás során az elem szögletes megjelenésén szeretnénk javítani, ezért a simító algoritmusok megszüntetik a kiugró csúcsokat, a szögletességet. Egy részük nem törli a csomópontokat, hanem elmozdítja őket az eredeti helyükről, a célból, hogy a szögletesnek ható vonalak „simábbá”, görbeszerűvé váljanak. Vannak viszont olyan simító algoritmusok is, amelyek további pontok hozzáadásával érik el, hogy a vonal finomabb futású legyen (Slocum, 2004). A hagyományos kartográfiaiban a simítás és az egyszerűsítés nem vált el élesen egymástól, azonban az automatizált generalizálás során általában két külön folyamatként azonosítható.

Egyesítés: Az egyesítés folyamán egymáshoz közel elhelyezkedő poligonokat olvasztunk össze egymással, így például egyesítjük azokat a kisebb épületeket vagy tavakat, melyeket a méretarány csökkenésének következtében egyébként már nem lehetne megfelelően ábrázolni, mivel a kis méretarány okán összeérnének, egybefolynának. Esetenként diszkrét felületi elemek mellett kontinuumokra is szükséges alkalmazni (például hasonló értékű népszámlálási adatokat jelképező felületek egyesítése esetén) (Slocum, 2004).

Halmazképzés: A halmazképzés-operátor több pontszerű elem összekapcsolását szolgálja, mely a pontok csoportosítását követően, azokat felületi elemként ábrázolja. Az eljárás során nehézséget jelenthet annak a pontsűrűségnek a meghatározása, amikor már szükséges halmazba

tömöríteni a pontokat, és így felületi elemként ábrázolni őket (a generalizálás küszöbének megállapítása), továbbá a halmaz pontos határának kijelölése is körülményes (Slocum, 2004).

Finomítás: A finomítás egy kiválogatási folyamat, amikor is csökkentvén egy több elemből álló csoport tagjainak számát, egyszerűsített képet kapunk, vagyis egy összetett geometriát újrászimbolizálunk, azért, hogy egyszerűsített formában tudjuk megjeleníteni. Gyakran alkalmazzák például utaknál, folyóvizeknél vagy épületeknél (Slocum, 2004). Példa gyanánt az 1. táblázat szemlélteti, hogy még az eredeti méretarányú térképen minden kisebb vízfolyás ábrázolva van, addig a generalizált térkép már csak a főbb vízfolyásokat mutatja be.



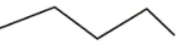







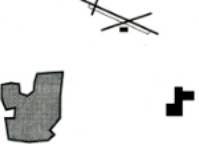
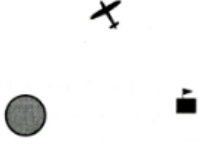

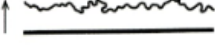

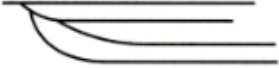




Klasszifikálás: A klasszifikálás minden esetben az adott elem geometriájának átalakítását jelenti, mivelhogy egyes helyzetekben át kell váltanunk az eredeti ábrázolási módról egy másikra (Slocum, 2004). Például, ha a méretarány csökkenése után, egy település már nem fejezhető ki felületként, akkor áttérünk a pontszerű ábrázolásra (minőségi ábrázolásról mennyiségi alapúra). Ilyenkor be kell vezetnünk a helységjel fogalmát, ami általában valamilyen geometriai jel, például kör vagy négyzet.

Eltolás: A méretarány csökkenésével egyes elemek egybeforhatnak, összeérhetnek. Az eltolásművelet ezeket az egyesült elemeket szétszedi és egymáshoz képest eltolja őket. Az eltolás tekinthető az egyik legnehezebben automatizálható generalizálási műveletnek, ugyanis komplex számításokra van hozzá szükség (Slocum, 2004).

Összevonás: Összevonás során vonalcsoportokat olvasztunk egybe. Sokszor alkalmazzák például egymáshoz közel és párhuzamosan futó vasúti sínek ábrázolásakor (Slocum, 2004).

Hangsúlyozás (nagyobbítás): A hangsúlyozás gyakran használt operátor, hisz nem ritka, hogy a méretarány csökkenésével egy ábrázolt térképi elem már nem megfelelően reprezentálja a terepi objektumot vagy jelenséget. Célszerű ezért azt, vagy annak egy részletét felnagyítani, ami így már tisztán és olvashatóan tudja a felhasználó számára közvetíteni az információt. Ilyen egy kisebb, a méretarányban eltűnő, de fontos terepi objektum felnagyítása, vagy például egy öböl „szájának” kiszélesítése (Slocum, 2004).

Kiemelés: A kiemelés során megváltoztatjuk az alkalmazott szimbólumot azért, hogy ezzel a módosítással a sajátos objektum fontosságát hangsúlyozzuk (Slocum, 2004).

Operátor	Eredeti objektum	Generalizált objektum
<i>Egyszerűsítés</i>		
<i>Simítás</i>		
<i>Egyesítés</i>		
<i>Halmazképzés</i>		
<i>Finomítás</i>		
<i>Klasszifikálás</i>		
<i>Eltolás</i>		
<i>Összevonás</i>		
<i>Hangsúlyozás</i>		
<i>Kiemelés</i>		


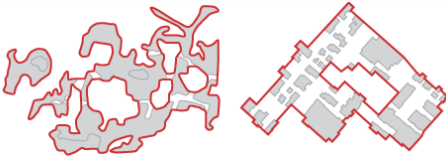
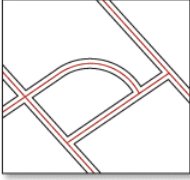
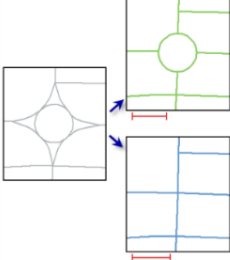
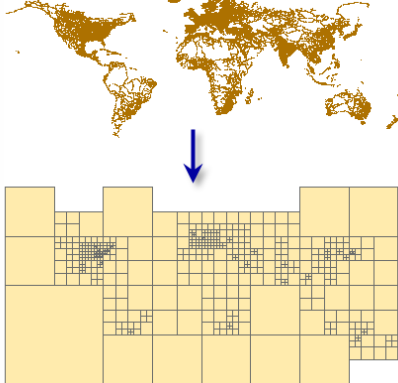
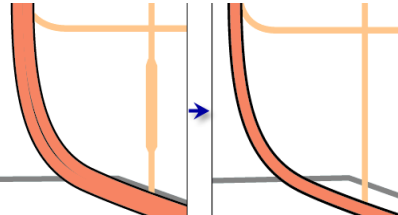
1. táblázat: Az automatizált generalizálás operátorai (Slocum, 2004)

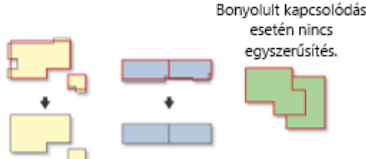
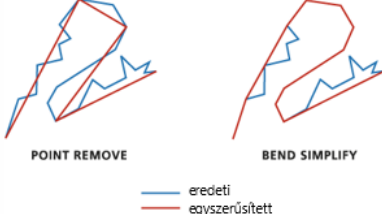
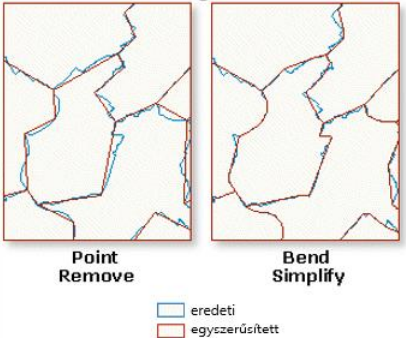
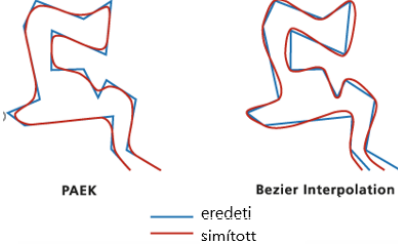
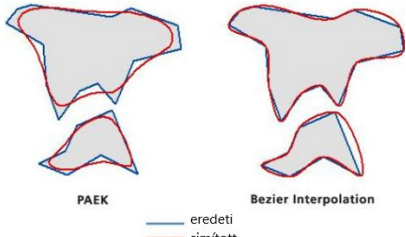

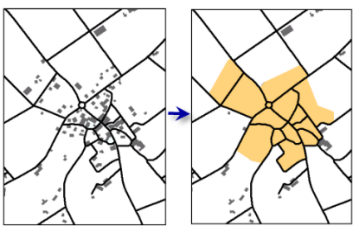
2.5 Generalizálási eszközökkel ellátott szoftverek

Az automatizált generalizáláshoz szükséges algoritmusok, operátorok több térinformatikai szoftverben is megtalálhatók. Az egyetemen tanultak közül hármat röviden bemutatok

azért, hogy szemléltessem, milyen lehetőségeink vannak az egyes szoftverekben, ha térképi általánosítást szeretnénk végezni.

ArcMap: Az ESRI térinformatikai terméke, az ArcMap lehetővé teszi felhasználói számára a különböző GIS feladatok ellátását. A Generalisation toolset nevű generalizáló eszköztára a 2. táblázatban ismertetett generalizálási eljárásokat kínálja.

<p><i>Aggregate Points</i></p>	<p>Poligonokat hoz létre az egymáshoz legközelebb eső pontok halmazából.</p>	
<p><i>Aggregate Polygons</i></p>	<p>Egymástól meghatározott távolságra lévő poligonokat egyesít új poligonokká.</p>	
<p><i>Collapse Dual Lines To Centerline</i></p>	<p>Kettős vonalakból vezeti le a középvonalat (adott szélességi tolerancia alapján).</p>	
<p><i>Collapse Road Detail</i></p>	<p>A körforgalmak leegyszerűsített megjelenítését teszi lehetővé, azokat egyszerű kereszteződéssel helyettesítheti.</p>	
<p><i>Create Cartographic Partitions</i></p>	<p>Addig osztja a teret, amíg minden körbe nem vesz. Így minél több elem van egy adott területen, annál több részre osztja fel, míg végül már nem talál benne újabbat.</p>	
<p><i>Merge Divided Roads</i></p>	<p>Osztott útsávok párojai helyére egyvonalas utakat generál.</p>	

<p><i>Simplify Building</i></p>	<p>Az épületek alapvető alakját és méretét megőrizve egyszerűsíti azok határvonalát.</p>	
<p><i>Simplify Line</i></p>	<p>A vonal fő futását megőrizve egyszerűsíti azt, úgy, hogy a szükségtelen íveket eltávolítja.</p>	
<p><i>Simplify Polygon</i></p>	<p>A poligon alapvető alakját megőrizve egyszerűsíti körvonalait, úgy, hogy a szükségtelen íveket, pontokat eltávolítja.</p>	
<p><i>Smooth Line</i></p>	<p>A térképi minőség és esztétika érdekében simítja a vonalak éles szögeit.</p>	
<p><i>Smooth Polygon</i></p>	<p>A térképi minőség és esztétika érdekében a poligon körvonalainak éles szögeit simítja.</p>	
<p><i>Thin Road Network</i></p>	<p>Olyan egyszerűsített úthálózatot hoz létre a kisebb méretarányban történő ábrázoláshoz, ami megtartja az általános jelleget és az összekapcsolhatóságot.</p>	
<p><i>Delineate BuiltUp Areas</i></p>	<p>A beépített területek reprezentálására kis méretarányokban az épületek sokaságából poligont hoz létre.</p>	

2. táblázat: Az ArcMap generalizáló eszköztára (ArcGIS for Desktop, 2016)

Látható, hogy számos generalizálási feladatra kínálnak megoldást – így például az egyszerűsítésre, a simításra vagy az összevonásra – melyekhez a következőkben ismertetett algoritmusokat használják. A POINT_REMOVE algoritmus, amely megtartja a kritikus pontokat, és eltávolítja a szükségteleneket, valamint a BEND_SIMPLIFY algoritmus, amely a vonal fő futását megőrizve távolítja el a szükségtelen íveket, a vonalegyszerűsítés és a poligon határvonalának egyszerűsítésekor alkalmazott algoritmus. A PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel) algoritmus, amely simítási tolerancia alapján simítja a vonalakat, illetve a BEZIER_INTERPOLATION módszer, amely simítási toleranciaérték nélkül simítja a vonalakat (úgy, hogy Bezier-görbéket illeszt a csomópontok közé) pedig a vonalsimítás és a poligonok körvonalának simításakor használatos. (Lásd: ArcGIS Resources, 2012.)

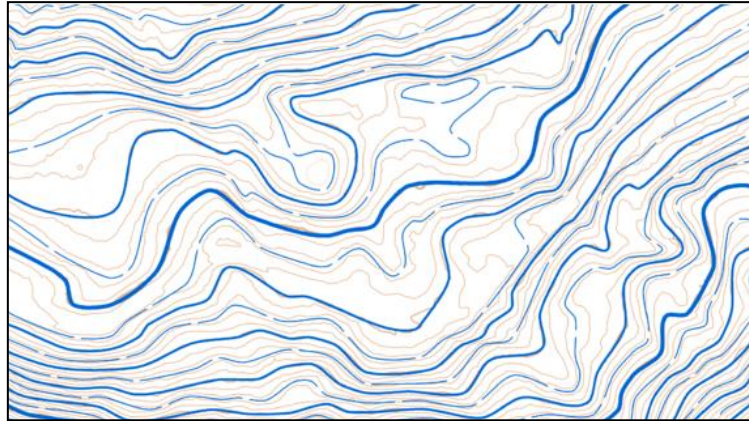
Az ArcGIS generalizálási eszközeinek bemutatása során fontos megemlíteni még négy, nem elhanyagolható eszközt, nevezetesen a Generate Rubbersheet Links-et („gumilepedő” összeköttetések generálása), a Rubbersheet Features-t („gumilepedő” jellemzőinek módosítása), a Generate Edgematch Links-et (szélek összeköttetésének generálása) és az Edgematch Features-t (szélek összekapcsolásának beállítása). Ezek egyéb eszközökkel együtt a Conflation toolset nevű eszköztárban találhatóak meg. Ugyan konkrétan nem generalizálási eszközök, de az adatelőkészítés fontos részei lehetnek, mivelhogy az elemek egyesítését, összefűzését szolgálják átfedő adatbázisok esetén.

OCAD: Az OCAD bár az ArcGIS-től kevesebb generalizáló eszközzel rendelkezik, van három hasznos eszköze e célra, melyek az *ocad.com* honlap szerint a következők:

Smoothing (Simítás): A Douglas – Peucker algoritmus segítségével törli a felesleges pontokat. Alkalmazható vonalas és felületi elemekre egyaránt.

Generalize Building (Épületgeneralizáló): Az épületek generalizálására alkalmas eszköz, amely azok geometriáját egyszerűsíti, vagy téglalappá alakítja. Minden esetben a felhasználó döntheti el, hogy melyik opciót szeretné.

Topographic Position Index (Topográfiai helyzetmutató): Ez az eszköz a szintvonalak egyszerűsítését és simítását szolgálja. A szoftver segítségével automatikusan generáltathatunk DEM-ből szintvonalakat, és meghatározhatjuk, hogy azokat simítva, esetleg simítás nélkül szeretnénk megkapni (4. ábra) (OCAD Wiki, 2018).



4. ábra: Simítás nélküli (barna) és simított szintvonalak (kék) az OCAD-ben (OCAD Wiki, 2018)

QGIS: A QGIS – melyben van lehetőség a röptében generalizálásra – számos bővítmenyt (plugint) kínál felhasználóinak, amelyeket igény szerint letölthetnek. Előfordul, hogy ezek nem működnek megfelelően, hiszen a felhasználók által készített bővítmenyek rejthetnek magukban hibát, illetve egy részük kísérleti. A *plugins.qgis.org* weblapon a „generalization” kulcsszóra rákeresve négy oldalnyi találatot kapunk, azonban ennek jelentős része valójában nem kapcsolódik a generalizáláshoz, amelyek viszont igen, azok az itt felsoroltak:

KARIKA: A domborzat generalizálását hivatott végrehajtani.

Cartographic Line Generalization: A vonalak generalizálására használható.

Generalizer3: Szintén a vonalak generalizálását szolgálja, így képes a kisebb vonalas objektumok törlése mellett a vonalak simítására, illetve egyszerűsítésére. Az említett műveletekhez számos algoritmus áll rendelkezésre, így például a Boyle's Forward-Looking (Boyle „előretékintő” algoritmus), a McMaster's Distance Weighting és Sliding Averaging (McMaster-féle távolsággal súlyozott és csúsztatott átlag) a simításhoz, vagy a Douglas – Peucker és a Lang algoritmus az egyszerűsítéshez.

Point selection algorithms: Ez a bővítmeny a pontok kiválasztását teszi lehetővé, illetve alkalmas a lokális maximum és minimum megtalálására.

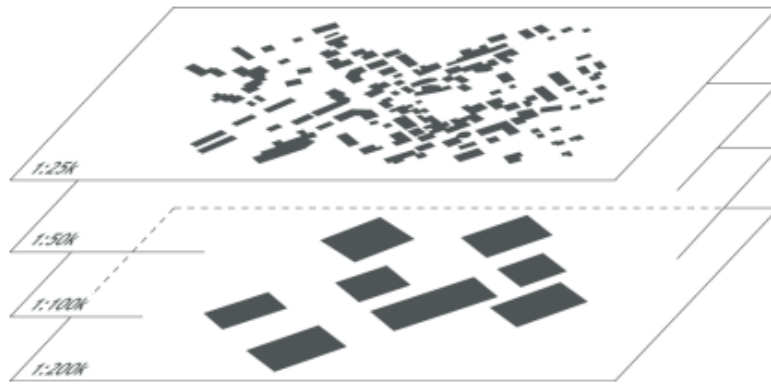
PolygonSimplifier: A Ramer – Douglas – Peucker, a Visvalingam – Whyatt vagy a Whirlpool generalizáló algoritmusok segítségével egyszerűsíthetőek a poligonok, úgy, hogy a topológia közben megőrződik. Ez azonban csak a QGIS 2-es verziójával kompatibilis (QGIS, d. n.).

A felsorolt szoftvereken kívül természetesen más számítógépes programok is rendelkeznek valamilyen generalizáló funkcióval. Vannak olyan szoftverek is, melyek kifejezetten generalizáló szoftverek, azaz létrehozásuk teljes mértékben az automatikus generalizálást hivatott szolgálni. Ilyen például a 1Generalise, vagy a nemzeti térképészeti ügynökségek által gyakran alkalmazott Clarity.

2.6 A térképkészítés lehetséges digitális alapanyagai

Az automatikus generalizálás bemutatása során fontosnak tartom bizonyos térképi alapanyagok ismertetését, melyek kifejezetten fontosak e téma tekintetében. A térképek előállításának szempontjából nagy jelentősége van napjainkban az úgynevezett Volunteered Geographic Information-nek (VGI), azaz az önkéntesen előállított geoinformációnak. A definíciója szerint ez a fogalom az állampolgárok által létrehozott földrajzi információk gyűjtését, készítését és megosztását szolgáló eszközök együttesét jelenti, melynek kialakulásában szerepet játszottak az internet megjelenése mellett a virtuális földgömbök és a nagysebességű adatátvitelt biztosító hálózatok (Wikipedia, 2008). Kedvező jellemzőiből adódóan rövid idő alatt vált igen népszerűvé, felhasználása pedig ma már széleskörű (gyakran használjuk például az OpenStreetMap-et). Népszerűségét köszönheti többek között annak, hogy nagy területet fed le, amellett, hogy ingyenesen elérhető és naprakész információkat szolgáltató adatbázis, így fontos kiegészítője a professzionális (például nemzeti térképrendszerek) és hagyományos földrajzi információknak (például felméréssel nyert adatok) egyaránt. Természetesen vannak hátrányai, hiszen ezeket az adatokat gyakran szakképesítés nélküli civilek adják közre, ezáltal több esetben is lehet hiba az adatok minőségében (például nem egységes részletesség) (Ai et al., 2018). A VGI továbbá szakmai problémákat is felvet, ugyanis míg a megjelenése előtt szigorú előírások alapján történt a geoinformációk előállítása – melyeket először csak állami szervezetek, később magánvállalkozások kínáltak – addig a VGI esetében már nincsenek ilyen szabályok (Detrekői, 2011).

Ugyancsak fontos alapanyagai a térképeknek a digitális adatbázisok, melyek létrehozása – a digitális térképekhez hasonlóan – az igények felmerülését követően kezdődött meg (Zentai, 2012). Az adatbázisok a valós világ reprezentációját hivatottak tárolni, ezáltal biztosítva a szükséges információkat a szoftverek, applikációk számára, mely adatokat szükség szerint különbözőképpen tárolhatnak (Vangenot, 2004). Az adatbázisok között megkülönböztethetünk multi-scale database-t (MSDB, azaz több méretarányú adatbázis), illetve multi-resolution database-t (MRDB, azaz több felbontású adatbázis). Cecconi (2003) szerint sokan a MSDB-t és a MRDB-t hasonló értelemben használják, pedig a kettő között van némi különbség. Kilpeläinen (1997) meghatározása értelmében az MRDB ugyanannak a területnek, objektumoknak és jelenségeknek a különböző ábrázolási szintjeiből áll eltérő témákban. Ezzel szemben a MSDB az ugyanolyan tematikájú adatoknak a különböző méretarányokban történő tárolását szolgálja. Éppen ezért a MRDB inkább tematikus célokat szolgál, a MSDB pedig inkább a topográfiában tölt be fontos szerepet. A MSDB (5. ábra) szolgálhat alapjául a részletes adatbázisból történő generalizált térkép előállításának (Cecconi, 2003).



5. ábra: MSDB négy részletességi szinttel (épületek) (Cecconi, 2003)

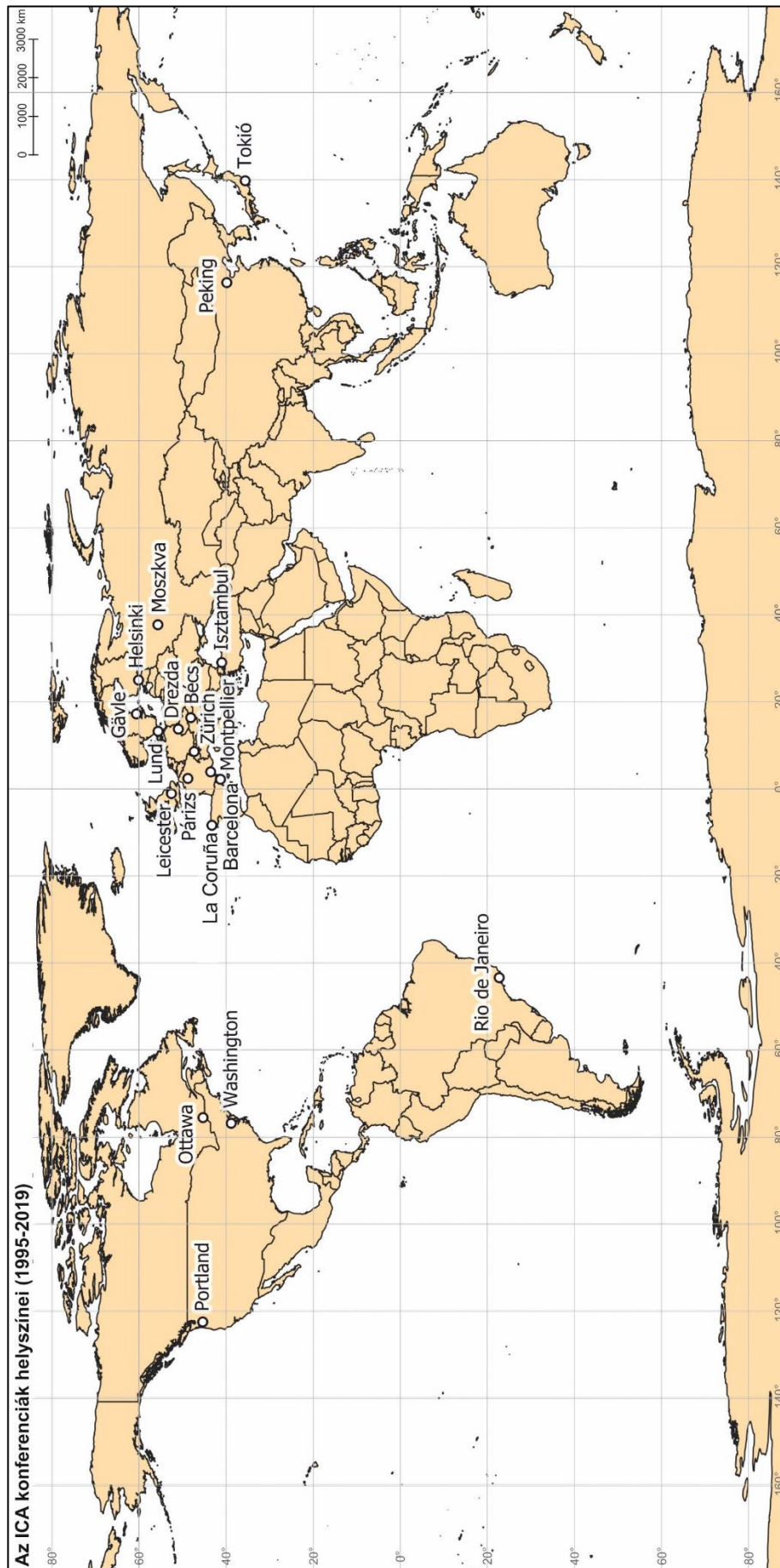
3. A generalizálás automatizálásának vizsgálata

3.1 A vizsgálat alapjául szolgáló ICA

Zentai (2009) cikkéből megtudhatjuk, hogy Carl Mannerfelt 1956-ban térképészeti szakmai összejövetelt tartott Svédországban, egy ottani, térképészéssel is foglalkozó, irodaszereket előállító cég (mai nevén Esselte) egyik fő térképészeként, melyen felvetette egy olyan testület létrehozásának ötletét, amely lehetővé teszi a térképészek közötti nemzetközi kapcsolatok kialakítását. Ez idő tájt alakult meg a Hatok Bizottságának is nevezett testület. Ezt követően több ötlet született egy független nemzetközi térképészeti szervezet kialakítására, míg végül 1959-ben létrejött a Nemzetközi Térképészeti Társulás (International Cartographic Association, röviden: ICA), ezzel egy időben pedig a Hatok Bizottsága feloszlott (Zentai, 2009). A dolgozatomban, az automatizált generalizálás vizsgálatának alapjául az ICA Commission on Generalisation and Multiple Representation, azaz a Generalizálás és Többféle Méretarányú Térképi Ábrázolás Bizottságának konferenciáin (6. ábra) bemutatott előadások szolgálnak.

A konferenciák előadói között számos ország képviselői szerepelnek, témáik pedig igen változatosak (ahogy az egyes évek prezentációinak száma is nagyon változó). Leggyakrabban a generalizálás területén előforduló jelentős eredményeket és fejlesztéseket ismertetnek, így rendszeresen mutatnak be szoftvereket, ahhoz kapcsolódó eszközöket, vagy valamilyen generalizáló algoritmust. Különösen népszerű a nemzeti alapadatok, topográfiai térképek automatizált generalizálásának folyamatát szemléltető beszámolók, illetve sokszor fordul elő, hogy valamilyen megoldandó problémát közölnek, vagy a generalizálással kapcsolatos addigi tudást foglalják össze.

Az értekezletek előadásainak vizsgálatából jól nyomon követhető, hogy az évek folyamán milyen problémák és megoldások kerültek elő a generalizálás témájában, ezáltal megfigyelhető az automatizált generalizálás fejlődése is. Az ICA hivatalos weboldalán (icaci.org) megtalálhatóak az úgynevezett workshopok (munkaértekezletek), 1995-től egészen a legutóbbiig, melyet 2019-ben rendeztek meg. Az itt ismertetett előadásokat tematikájuk tekintetében különböző csoportokba lehet sorolni. Korábban már készült egy ilyen kutatás, melyet szerzője, Dirk Burghardt (2010) be is mutatott a tizenharmadik Nemzetközi Térképészeti Konferencia keretein belül. Szakdolgozatomban, mondhatni az ő munkáját folytatván, a 2011 és 2019 közötti időszak, vagyis az elmúlt tíz év konferenciáinak előadásait vizsgálom.



6. ábra: A konferenciák helyszínei 1995 és 2019 között (adatok forrása: icaci.org)

3.2 A kialakított témakörök ismertetése

Az automatizált generalizálás fejlődésének megismeréséhez a Nemzetközi Térképészeti Konferencia honlapján fellelhető összes anyag megismerését követően tizenhét osztályt hoztam létre, melyekbe besorolható valamennyi előadás. Csak azokat a kis számban előforduló bemutatókat hagytam ki, amelyek nem kapcsolódnak szorosan a generalizáláshoz, így nem lényegesek jelen vizsgálat szempontjából. A honlapon található 22 workshopból négyhez (ezek az első, a második, a harmadik és a kilencedik) – esetlegesen azok címét leszámítva – semmilyen prezentáció vagy leírás nem érhető el, ezért ezek a jelen tanulmányból kimaradtak, valamint a hatodik workshop esetében mindössze vázlatok, rövid kivonatok lettek feltöltve (ez hét előadást jelent), melyekből csak következtetni lehetne azok témájára, így ezeket szintén mellőztem, azért, hogy az esetleges téves következtetés miatt ne torzuljon az eredmény.

Ugyan a Dirk Burghardt (2010) által már megvizsgált időszakot (1995-2010) jelen munkában részletesen nem tanulmányozom, a kategorizálásbeli különbségek végett ezen előadásokat is besoroltam az általam létrehozott osztályokba, így a honlapon megtalálható összes konferencia anyaga egységesen megtalálható az új, részletesebb rendszerezésben. A tizenhét kategóriából kettő, a „Mobiltelefonokra/autós navigációra szánt térképek generalizálása” és a „Generalizálás során fellépő konfliktusok javítása/optimalizáció” csak az általam ki nem fejtett időszakra jellemző.

Burghardt 2010 szeptemberében, Svájcban bemutatott prezentációjának címe az „ICA Generalisation workshops (1995-2010), from past generalisation workshops to future works on the field”, azaz az: ICA Generalizáló workshopok (1995-2010), a korábbi generalizáló workshopoktól a jövőbeli munkákig ezen a területen. Célja az addigi tizenhárom konferencia előadásainak vizsgálata volt, melyek jól szemléltetik, hogy akkoriban az automatizált generalizálással kapcsolatban milyen kutatási témák foglalkoztatták az embereket. Munkájában (7. ábra) mindössze hat kategóriát hozott létre, melyek a következők:

Létrehozással kapcsolatos kérdések és a gyártói szemszög: Azokat a tanulmányokat sorolta ide, amelyek a nemzeti térképészeti ügynökségek térképgyártása kapcsán felmerülő követelményeket és a kapcsolódó megoldásokat ismertetik.

Minőségértékelés, a tudás megszerzése és formálissá tétele: Ide azokat az értekezéseket osztotta be, melyekben előkerül a következő tárgykörök egyike: a generalizálás során fellépő különböző konfliktusok észlelése, kimutatása, a generalizáláshoz kapcsolódó tudás formalizálása vagy a korlátok modellezése.

A szemantika és a kapcsolatok modellezése: Ehhez a kategóriához tartozik minden, ami a generalizálás segítése érdekében a hierarchikus és térbeli kapcsolatokat modellezi.

Generalizáló operátorok és algoritmusok: Ebbe a csoportba azok a munkák kerültek, melyek valamilyen generalizáló algoritmus vagy operátor vizsgálatával, illetőleg annak problémáival foglalkoznak, esetleg azokhoz kapcsolódó javaslatokkal állnak elő.

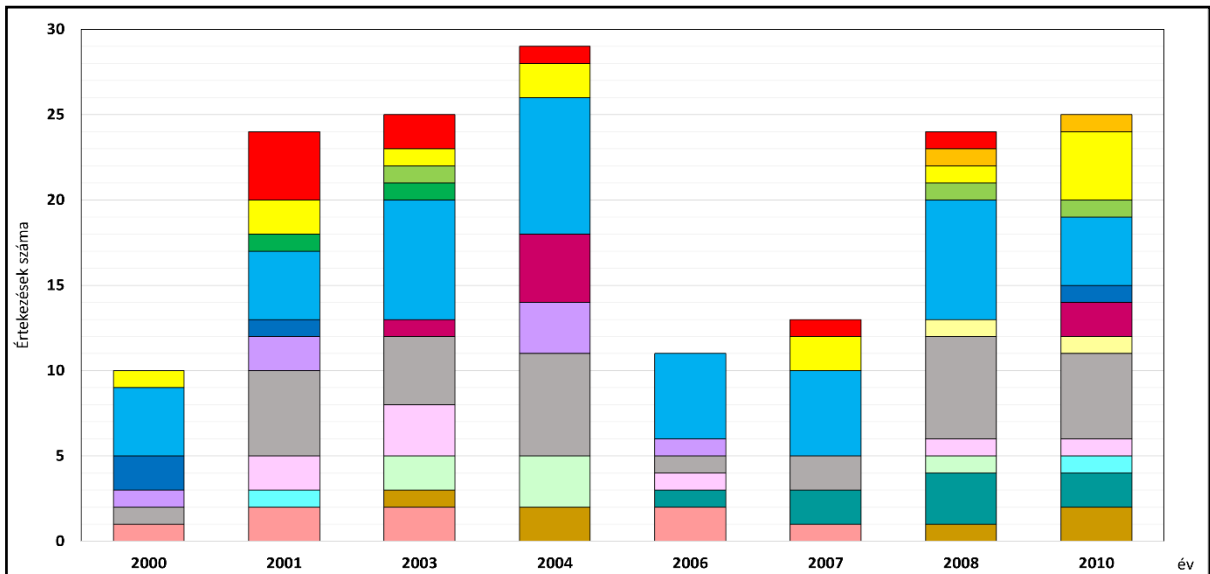
Generalizáló operátorok a többféle felbontású adatbázisokhoz, frissítésükhöz: Minden olyan előadás ezen osztály tagja, amelyben ezekről az adatbázisokról, megjelenítésükről, frissítésükről, a modellgeneralizálásról vagy az adatok összekapcsolásáról, integrációjáról van szó.

Generalizálási folyamatok: Itt találhatóak a generalizálási munkafolyamatok kidolgozásán kívül többek között a generalizálási operátorok különböző paraméterezéseit taglaló írások.

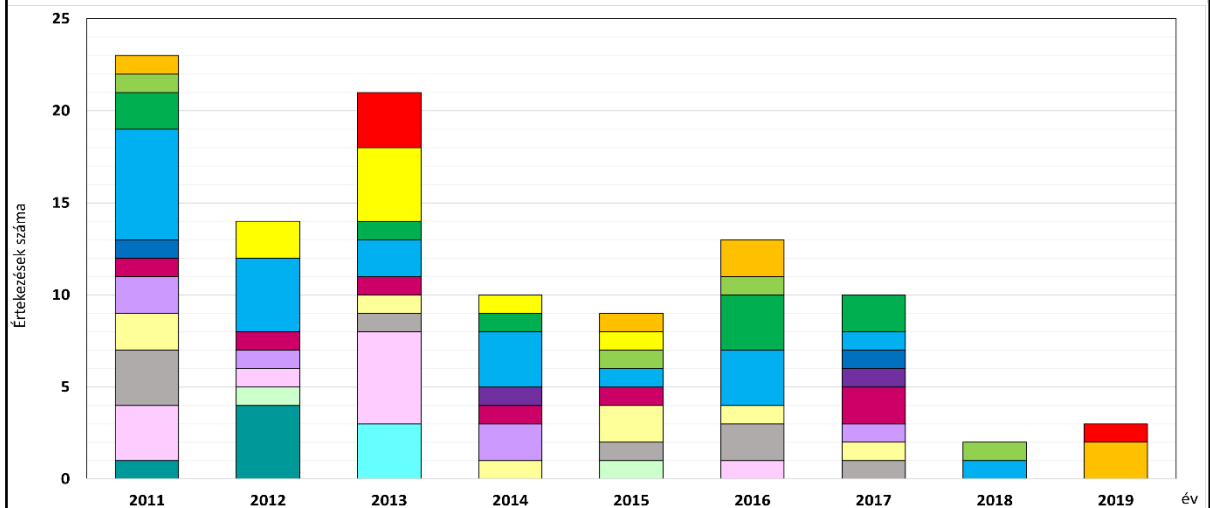
	Témák	95	97	99	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
I	Létrehozással kapcsolatos kérdések és a gyártói szemszög		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
II	Minőségértékelés és korlátok	X	X	X	X	X	X					X	X	X
	Ismeret szerzése és kódolása	X	X				X				X			
	Konfliktusok detektálása, formaelemzés	X	X			X	X		X					
III	Hierarchikus és térbeli kapcsolatok modellezése		X	X		X					X	X	X	X
	Szemantika és a nem térbeli struktúrák modellezése		X	X						X			X	X
	Adatbázis gazdagítása						X	X	X		X	X	X	X
IV	Generalizáló operátorok	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
V	MRDB és frissítése			X	X	X		X			X	X		
	Modellgeneralizálás			X			X							
	Összefűzés								X					
VI	Optimalizálási módszerek			X	X		X						X	X
	Ügynökök, gépi tanulás						X		X			X	X	

7. ábra: Dirk Burghardt kategorizálása (1995-2010) (Burghardt, 2010)

Az általam készített rendszerezés (8. ábra) részletesebb, ugyanis míg Burghardt a kategóriákon belül hozott létre alkategóriákat, addig én mindennek külön kategóriát alakítottam ki, emellett a mennyiségbeli eltérés háttérben az is állhat, hogy azóta új témák kerültek elő (például: domborzatgeneralizálás). Ugyanakkor, ha összehasonlítjuk a két osztályozást, láthatjuk, hogy nagyon hasonlóak. Fontos megjegyezni, hogy az osztályozásom folyamán egy előadás nemcsak egy, hanem akár több csoportba is bekerülhetett. Például, ha az egyik tanulmányban valamelyik nemzeti térképészeti ügynökség, arról számolt be, hogy ők adott pillanatban hogyan generalizálják az utak hálózatát (milyen módszereket, algoritmusokat használnak), akkor azt mind a „NMA adatok generalizálása/minőségbiztosítás”, mind a „Hálózatok generalizálása (pl. utak)” kategóriához hozzárendeltem. Alábbiakban bemutatom az általam kialakított kategorizálást, és ismertetem az eredményeket a 2011-2019 közötti időszakra.



A Nemzetközi Térképészeti Konferenciák kategorizált értekezéseinek eloszlása (2000-2010)



A Nemzetközi Térképészeti Konferenciák kategorizált értekezéseinek eloszlása (2011-2019)

- Generalizáló algoritmusok hibáinak/eredményességének becslése/összehasonlításuk
- Térképsorozatok olvashatóságának vizsgálata
- Hálózatok generalizálása (pl. utak)
- Épületek alakjának generalizálása
- Tematikus adatok generalizálása
- NMA adatok generalizálása/minőségbiztosítás
- Automatikus névelhelyezés
- Domborzat generalizálása (DEM)
- Épületek mintázatának generalizálása
- Folytonos generalizálás
- Vízrajz generalizálása
- Új/meglévő generalizálási algoritmusok adaptálása az adott feladatra, generalizálási algoritmusok kidolgozása/ ezek használatának vizsgálata
- Vonalgeneralizálás/Poligonok egyszerűsítése
- 3D épületek generalizálása
- Pontok/pontszerű adatok generalizálása
- Ontology/ vagy automatizált generalizálás elmélete
- Mobiltelefonokra/autós navigációra szánt térképek generalizálása
- Generalizálás során fellépő konfliktusok javítása/optimalizáció

8. ábra: Az ICA konferenciák értekezéseinek kategorizálása

Generalizáló algoritmusok hibáinak/eredményességének becslése/összehasonlításuk:

A konferenciákon viszonylag ritkán előforduló téma a különböző generalizáló algoritmusok eredményességének bemutatása, a lehetséges hibáik ismertetése, esetlegesen két algoritmus összehasonlítása. Ez a téma ugyanakkor alapvető fontosságú, hiszen tudjuk, hogy a generalizálás hibamentes elvégzésére a különféle algoritmusok, módszerek nem képesek, ezért az esetek többségében indokolt a számítógépek által elvégzett generalizálás eredményességének vizsgálata, azaz a hibák feltárása, majd javítása. Ezen információk ismeretében lehet egyebek mellett az algoritmusokat továbbfejleszteni, a felmerülő hibákra megoldást keresni. Deng et al. (2019) például a különféle vonalegyszerűsítő algoritmusok pontosságát igyekezett megbecsülni, melyhez matematikai módszereket használtak (ezek a Fréchet-távolság és a Hausdorff-távolság voltak).

Ismert, hogy ugyanazon generalizálási feladat elvégzésére több módszer is létezhet. Ilyenkor sokszor nem egyszerű meghatározni, hogy az adott feladatra melyik megoldás nyújthat jobb eredményt, melyiket lenne érdemes használni. Ezért is készülnek olyan tanulmányok, amelyek két algoritmus összehasonlításával segíthetnek ezt eldönteni. Ungvári et al. (2013) például két vonalgeneralizáló algoritmust (a Douglas – Peucker algoritmust és a lineáris regressziót) hasonlítottak össze, majd értékelték az eredményeket. Megállapították, hogy mindkét algoritmus jól használható a vonalak generalizálására, valamint mindkettő hozzájárul a generalizálási feladat gyors elvégzéséhez.

A generalizálás eredményességét nagymértékben befolyásolja az objektumok geometriája, természete és pontossága mellett a számítógépnek átadott tudás, vagyis a számítógépes intelligencia is (Fiedukowicz et al., 2013). Fiedukowicz et al. (2013) szintén a vonalgeneralizálás (vonalegyszerűsítés) témájában írtak. Szemléltették, hogy milyen eredményeket értek el a mesterséges neurális hálózat és a Fuzzy következtető rendszer alkalmazásával, ami jelen esetben a WEA (Weighted Effective Area, azaz súlyozott hatékony terület) algoritmus átalakítását jelentette.

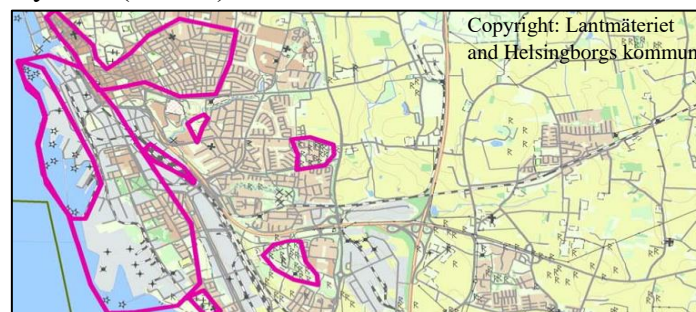
Térképsorozatok olvashatóságának vizsgálata:

A térképtudomány területén fontos kutatási téma a térképek olvashatóságának vizsgálata, így időnként ezeken a konferenciákon is előkerül. A különböző webes térképek estében, mint például a Bing Maps, a Google Maps, vagy az OpenStreetMap, a felhasználók igény szerint állíthatják be a nagyítási fokozatot. Minden térképszint egy bizonyos szintű tartalmi részletességet

jelent, ahhoz azonban, hogy a térképi tartalom mindenhol, vagyis minden nagyítási szinten megfelelően jelenjen meg, elengedhetetlen a térkép megfelelő kialakítása. Ez azt jelenti, hogy a térképi tartalmat úgy kell generalizálunk, az adatokat úgy kell ábrázolnunk, hogy az minden nagyítási szinten helyesen mutakozzon. Két évvel ezelőtt Gröbe és Burghardt (2019) e szempontból vizsgálták a webes térképszolgáltatásokat. Mivelhogy az egyes zoomszintek közötti éles törések, jelentős eltérések megfelelő grafikai megjelenítéssel elkerülhetőek lennének, a szerzők javaslatokat tettek a megfelelő dizájn kialakítására, amivel elérhető a különböző nagyítási szintek közötti simább átmenet. Kidolgoztak továbbá egy olyan módszert is, amivel ellenőrizhető a térképstílus folytonossága több nagyítási szinten, és ami lehetővé teszi a különféle térképstílusok összehasonlítását.

Ugyancsak jelentős problémának számít a webes térképek esetében az úgynevezett desert fog (sivatagi kód), amelyet Touya (2019) is vizsgált. A jelenség lényege az, hogy az egyes nagyítási szintek különböző generalizálási mértéke következtében a zoomolás során a felhasználó egy pillanatra elvesztheti a térérzékelését, ugyanis minden ember fejében vannak különféle tájékozódási pontok, melyek a nagyítás során eltűnhetnek. Touya (2019) azt kutatta, hogy ezeket hogyan lehetne megőrizni, és megállapította, hogy megoldás lehet a problémára az egyes nagyítási szintek közötti kisebb változtatások alkalmazása, hiszen minél kevesebb a változás a jelkulcsban, annál könnyebb a térképi azonosítás. Az általa javasolt ötlet mellett, más kutatások szerint az is eredményes lehet a problémára, ha a meglévő szintek közé köztes ábrázolásokat, köztes szinteket illesztünk. Dumont et al. (2015) ebben a témában végzett kezdetleges kutatásaikról beszéltek még 2015-ben. Ennek alkalmával olyan módszereket kerestek, amellyel a köztes szintek automatikusan származtathatók.

2011-ben Olsson et al. (2011) az előzőektől eltérően még nem megoldásokat kerestek, hanem a nehezen olvasható térképi területek megkeresését tűzték ki célul. Ehhez két elemző módszert is megadtak, egy klaszterező eljárást (pontosűrűséget vizsgál), és a threshold (küszöbérték) módszert, amely raszteres alapú (gridet definiál). A kapott eredményeket összehasonlították felhasználói tesztek eredményeivel (9. ábra).



9. ábra: A felhasználók szerint nehezen olvasható területek (körülhatárolással) (Olsson et al., 2011)

Hálózatok generalizálása (például utak, vasutak):

Számos előadás esetében egy konkrét adattípus generalizálásának legmegfelelőbb kivitelezésére koncentráltak, ezáltal több olyan cikket is bemutattak 2012 és 2015 között, amelynek fő célja valamilyen hálózat generalizálása volt. Ez leginkább az utak hálózatát jelentette, de a vasúthálózatok generalizálása is előfordult. Elmondható, hogy ezeknek a hálózatoknak a generalizálása (10. ábra) összetett feladat. Jelenlétük sok térkép esetén alapvető fontosságú, így például a topográfiai térképek és adatbázisok esetében egyaránt. A felhasználók tájékozódásának segítése mellett szerepük van még többek között a térkép olvashatóságának javításában (Suba et al., 2015).



10. ábra: Úthálózat generalizálása (Suba et al., 2015)

Az úthálózatok generalizálásának egyik célja az elhagyható útszakaszok kiválasztása és törlése, ezáltal a részletesség csökkentése. Mindezt úgy kell megvalósítani, hogy a végén csak a legfontosabb utak maradjanak (Benz – Weibel, 2013). Fontos, hogy ne keletkezzenek végeredményként olyan hibák, mint például új zsákutcák megjelenése, vagy véletlenül se forduljon elő olyan, hogy az utcák – amik a valóságban csatlakoznak – nem kapcsolódnak egymáshoz (Weiss – Weibel, 2013).

A törölhető szakaszok kiválasztására ma már számos algoritmus létezik, amelyből például a következő kettő igazoltan is eredményes. Ezek a stroke-based módszer (ami egy olyan fő „csapásvonalat” – útvonalat – választ ki, aminek van folytatása) és a mesh-based módszer (ami egy hálózati alapú kiválasztás, és ami először mindig a legsűrűbb hálózattal kezdi, a legjelentéktlenebb részét pedig elhagyja) (Benz – Weibel, 2013). Benz és Weibel (2013) kidolgoztak egy algoritmust, amely az imént említett két algoritmus kombinációja. A tesztek alapján az új, kombinált algoritmusuk még eredményesebb, mint az alapjául szolgáló másik kettő, ettől függetlenül még ezzel is van néhány probléma, illetve ez sem felel meg minden követelménynek. Stanislawski et al. (2012) is végeztek tesztek az utak generalizálásával kapcsolatosan. Ők az akkor még fejlesztés alatt álló Thin Road Network eszközt vizsgálták az ArcGIS-nek, ami az egyik legnépszerűbb ilyen eszköz ennek a feladatnak az elvégzésére.

Néhány évvel később a 18. konferencia keretein belül Suba et al. (2015) az utak generalizálásáról beszéltek, a teljes méretarány-tartományban, egészen a nagy 1:500-as méretaránytól kezdődően, ahol az utak még poligonként vannak ábrázolva. (Az utak és folyók esetében a generalizálás során sokszor a korábbi felületábrázolásról, a méretarány csökkenésének következtében át kell térnünk vonalas ábrázolásra.) Céljuk az volt, hogy olyan megoldást találjanak az eltérő méretarányú ábrázolások közötti átmenetekre, amely a nagyítás során nem zavarja meg a felhasználókat.

Manapság az internetes és mobilos térképek nagyon népszerűek. Ezek esetében sokszor nincs előre meghatározott méretarány, hanem a felhasználó igénye szerint változtathatja azt, ezáltal a számára szükséges részletességű térképet kapja. Ehhez azonban szükség van az adatok megfelelő generalizálására. Suba et al. (2014) a nagy méretarányú, még felületként ábrázolt utak generalizálására keresték a megoldást. Az utakat kisebb egységekként vizsgálták meg azért, hogy megállapítsák, melyek hagyhatóak el. Módszerükkel az úthálózat jellege is kellően jól megőrződött, hiszen a folytonos generalizálás során nagyon fontos, hogy a generalizálás egyes lépései között a lehető legkisebb változás történjen a geometriában (Suba et al., 2014).

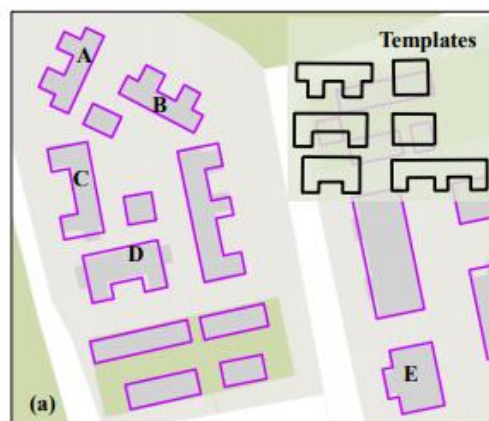
A topográfiai térképek generalizálásának automatizálásával kapcsolatban több olyan cikk látott napvilágot, amelyek a hálózatok generalizálásával foglalkoznak. A svédek korábban (még 2013 előtt) teljes egészében manuálisan végezték ezt a feladatot, nehézsége miatt azonban elkezdtek érdeklődést mutatni az úthálózatok automatikus kiválasztása iránt, így erre kerestek megoldást, ami a stroke-based szemléletű kiválasztás lett (Weiss – Weibel, 2013). A hollandoknál ugyanabban az évben a topográfiai térképek teljesen automatizált módon történő készítéséről prezentáltak (van Altena et al., 2013), ami annyira eredményes, hogy az így készült térképek átvették a korábbi, kézzel generalizált térképek helyét. Munkájukat az úthálózatok generalizálásán keresztül mutatták be, hiszen ez tette ki a feladat jelentős részét. Az utak a méretarányban poligonként jelentek meg, amelyeket a road thinning (utak ritkítása) algoritmussal generalizáltak. A generalizálás leírása mellett az előkerülő problémákat is részletezték, ugyanis az automatizált generalizálás egyik legnehezebb feladata ezek megoldása.

A 15. konferencia prezentációi között előkerült az elektromos hálózatok témája is (Lüscher et al. 2012), mely hálózatok többsége nem látható a terepen, mivel azok a föld alatt helyezkednek el. A különböző munkálatok során az illetékesek a nyomtatott ábrákat preferálják, ezért kataszteri térképi adatbázisokból szeretnének sematikus ábrát nyerni, ami jól reprezentálja a térbeli kapcsolatokat. A két (kataszteri és elektromos hálózati) adatsor külön van nyilvántartva. Ennek

megvalósítása során a következő generalizálási lépéseket alkalmazzák: eltolás, finomítás és automatikus névelhelyezés.

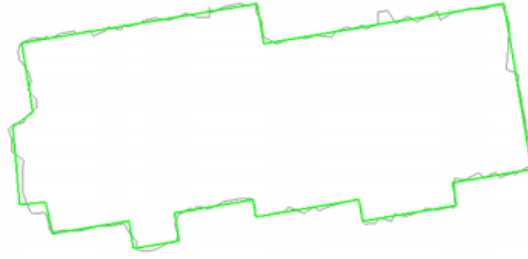
Épületek alakjának generalizálása:

Az épületek (ideértve a lakóépületeket, a különböző középületeket, a szolgáltatási szektor épületeit és a gazdasági célt szolgáló épületeket) részletes bemutatása csak nagy, és ahhoz közel álló közepes méretarányokban valósítható meg. A méretarány csökkenésével az épületek alakját is generalizálni kell, hiszen bizonyos méretarányokban az épületek egyes részleteit már nem lehet felismerni. Ezért dolgozott ki Ai et al. (2018) egy új módszert. Létrehoztak egy sablonkönyvtárat (templates), amelyben előre megrajzolt négyzet, téglalap, E, U, T, L, C stb. alakzatokat tároltak el. A generalizálási folyamat során a program az eredeti épületeket megvizsgálja, és a sablonok közül kiválasztja azt, amelyik alakja legjobban hasonlít ahhoz (11. ábra). Teszteléseik alapján az algoritmus kifejezetten jól működik, apróbb hibák fordulhatnak elő. Kétféle kisebb méretarányban használható.



11. ábra: Sablonkönyvtár az épületek generalizálásához (Ai et al., 2018)

Korábban, 2016-ban Meijers (2016) szintén bemutatott egy új, GRASSFIRE fantázianévre hallgató algoritmust, amely lehetővé teszi az épületek alakjának egyszerűsítését, illetve szükség esetén az épületek összeolvasztását épületblokkokká. Az épületek egyszerűsített vázrajzának kialakításához minden épület esetében straight skeleton-t (egyenes csontvázat), vagyis vázrajzot hoz létre. Guercke és Sester (2011) is beszámolt egy új algoritmusról 2011-ben. Készítésekor kétféle olyan eshetőségre koncentráltak, amikor szükség van az épületek alakjának generalizálására: LIDAR által nyert pontfelhőkből készített, egyenetlen körvonalú épületpoligonok esetén, illetve, amikor a nagyon részletes épületek megjelenítése nem oldható meg (például kisebb méretarányú vagy mobilos térkép esetén). Az úgynevezett zajos vonalakra a legkisebb négyzetek módszerével állít egyeneseket, majd ezeket a vonalszakaszokat összefűzi, ezzel előállítva az épületek egyszerűsített változatát (12. ábra).



12. ábra: Az egyenetlen körvonalú épület alakjának egyszerűsítése (Guercke – Sester, 2011)

A topográfiai térképek esetében is nagy jelentőséggel bír az épületek alakjának generalizálása. Vetter et al. (2015) 2015-ös tanulmánya szerint a svéd topográfiai térképek készítése során már ekkor óriási szerepe volt az automatizált generalizálásnak, ezért is keresik további fejlesztések céljából az újabb és eredményesebb eszközöket, algoritmusokat. Az épületek alakjának generalizálására nagy hangsúlyt fektetnek, emellett pedig a sűrűség generalizálására is ügyelnek. A generalizáláshoz az ArcGIS ModelBuilder-ét használják. Sok esetben az igényeiknek megfelelő a generalizálás eredménye, persze akadnak komolyabb problémák is, például a speciális alakú épületek alakját nem tudja megfelelően megőrizni, illetve a régi történelmi városközpontok struktúrájának megtartása is okoz némi kellemetlenséget.

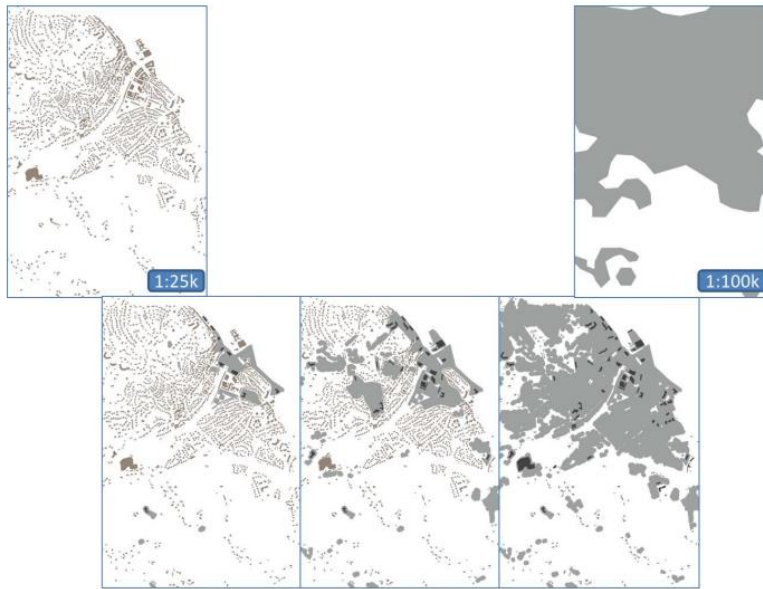
Épületek mintázatának generalizálása:

Az épületek alakjának generalizálása mellett kialakítottam egy kategóriát az épületek mintázatának generalizálására is, ugyanis az épületek generalizálásának kutatása a vizsgált konferenciákon határozottan erre a két típusra oszlik. Elmondható, hogy az épületek kartográfiai általánosítása még mindig nem egy abszolút téma, hiszen majdnem minden konferencián foglalkoznak vele, különösképp a mintázat generalizálásával.

A térképészetben gyakran okoz problémát a nagy méretarányú térképek épületeinek generalizálása, például az, amikor az épületek egyenkénti ábrázolása helyett bizonyos méretarányokban a települést már egyetlen poligonon fejezzük ki. Ennek a megfelelő térképi ábrázolásához arra van szükség, hogy az épületek körül meghatározzuk a település körvonalát, melyre 2014-ben Reimer és Kempf (2014) kidolgozott egy eljárást. Ahhoz, hogy a települések épületszintű adataiból leképezzük a beépített területek körvonalát, a következőket kell tenni: az épületek köré pufferzónát kell generálni, ezeket egyesíteni, majd a kapott körvonalat egyszerűsíteni és szögletessé alakítani.

A többi térképi elem webes megjelenítéséhez hasonlóan az épületek esetében is elmondható, hogy a nagyítási szintek közötti átmenet gyakran nem elég sima, vagyis éles törésű. Ez azt jelenti, hogy ami az egyik nagyítási szinten még különálló épületek sokaságából épül fel, az a

következően már csak egy, a beépített területet reprezentáló poligonként jelenik meg. Ezen a problémán is köztes térképi szintek hozzáadásával lehet javítani, tehát a legjobb megoldás az, ha úgynevezett vario-scale (többféle méretarányú) modellt használunk, folytonos generalizálással. 2017-ben Touya és Dumont (2017) kialakított egy módszert arra, hogy hogyan lehetne az eredetileg önálló épületekből levezetni ezeket a köztes ábrázolásokat a hirtelen átváltó épületblokkok helyett (13. ábra).



13. ábra: Épületek generalizálása: a felső képek az éles váltást szemléltetik, az alsók esetén már vannak közbeiktatott térképi szintek (Touya – Dumont, 2017)

Négy éve Wang és Burghardt (2017) kifejezetten az OSM ezen hibájára keresett megoldást, ami a stroke-based módszer. A stroke egy olyan vonallánc, ami a szomszédos épületeket köti össze, és azok szomszédsági viszonyairól, illetve alakjáról ad információt. A stroke-based megközelítés azt jelenti, hogy ezen vonalláncok alapján történik az épületek kiválasztása, összevonása.

Szintén az épületek generalizálása során előforduló és javítandó hiba lehet az, hogy a méretarány csökkenésének következtében az épületek pontszerű jelei egymással összeérnek, vagy más objektumokat (például utakat) kifednek, ezért szükség van az elmozdítás-operátorra. Azonban ahogy Aslan et al. (2012) is írják, sok esetben a térképi tartalom sűrűségéből adódóan nem elegendő az elmozdítás, szükség lehet még más operátorokra is. A szerzők (a fedések megszüntetése érdekében) 2012-ben az elmozdításra dolgoztak ki egy algoritmust. Egy évvel korábban Bildirici et al. (2011) is bemutatott egy új módszert az épületek tipizálására, azaz az épületek számának csökkentésére, úgy, hogy közben az épületcsoportok a mintázatukat megőrizték. A két új módszer a Length és Angle (L&A) módszerek. A Length (itt: távolság) módszer az épületeket egyetlen csoportként kezeli, és a csoport legtávolabbi tagját választja ki, majd megnézi

a vonal mentén a következő épületet, és ha az átfed a legszélsővel, akkor elhagyja, ha pedig nem, akkor megtartja, majd újrakeresi a következő legtávolabbit és iterál. Az Angle (szög) metódusnál az összes épületből képeznek egy nagy poligont, majd sorban, a poligon két oldala által bezárt legkisebb szögtől a legnagyobb felé haladva megvizsgálják azokat, és amelyik nem fed át egyetlen másikkal sem, azt tartják meg.

Tematikus adatok generalizálása:

A térképi generalizálással kapcsolatos kutatások csak ritkább esetben irányulnak a tematikus térképek felé. Már ha csak az ICA konferenciáinak előadásait vizsgáljuk, jól megfigyelhető, hogy az előtérben a topográfiai térképek generalizálásának kutatása áll, azon belül is leginkább az épületekkel, úthálózatokkal és vízhálózatokkal foglalkoznak. Esetenként viszont előfordul, hogy valamilyen tematikus térkép generalizálására van szükség, ezért időnként a konferenciákon bemutatják az ezzel kapcsolatos tevékenységeket. Például 2017-ben Duchêne et al. (2017) bizonyos fajok természetes élőhelyeit, és az azokat összekötő folyosókat ábrázoló országos térképet készítettek Franciaországról, melyhez a rendelkezésre álló adatbázist használták úgy, hogy a generalizálás során arra raszteres hálót fektettek. Ilyen Burghardt et al. (2017) munkája is, akik a közösségi médiában előkerülő POI-knak (Point of Interest, azaz érdekes helyek, pontok) generalizálását vizsgálták, vagyis azt, hogy ennek a feladatnak a szempontjából mely generalizálási módszerek lényegesek. Látható, hogy változatos, egyéni problémákról és megoldásokról is szívesen adnak elő.

A tematikus térképek generalizálásával kapcsolatos kutatásokat fellendítette a természeti erőforrások feltárása iránti érdeklődés, így a geológiai térképek generalizálása egyre nagyobb figyelmet kap. Touya és Girres (2014) azzal indokolta a tematikus adatok generalizálása iránti növekvő érdeklődést, hogy a topográfiai térképek tipikus elemeinek térképi általánosításához már számtalan eszköz létezik, ezért mostmár van lehetőség a különféle tematikák problémáinak megoldására is. Ők az OpenStreetMap speciális elemeinek (pl. vezetékek, repülőterek) generalizálását vizsgálták. Úgy gondolják, ezekhez az elemekhez olyan sajátos algoritmusok kellenek, amelyek képesek megőrizni a szerkezetüket és kapcsolataikat egyaránt. Különböző algoritmusokat készítettek a vasutak és repterek generalizálásához. Sayidov és Weibel (2016) szerint, bár a már létező generalizálási eszközök szolgálhatnak a tematikus adatok generalizálásának alapjául, nincsenek sajátos eszközök kifejezetten erre a célra kifejlesztve. 2016-os írásukban azt mutatták be, hogy milyen szabályokat alkalmazhatunk a geológiai térképeken, és hogyan. Szerették volna felhívni a figyelmet a geológiai térképek automatikus generalizálásához szükséges eszközök fejlesztésének fontosságára is.

A tematikus adatok generalizálása nevű osztályba lett még besorolva két, egymáshoz hasonló 2011-es tanulmány: Stern és Sester, illetve Jaara, Duchêne és Ruas munkája. Ezekben valamilyen tematikus adatot helyeznek topográfiai térképi alapra. Az első esetében Németország természetvédelmi területeinek adatbázisát illesztették a nagyobb méretarányú topográfiai térképre. A határok nem mindenhol estek egybe, ezért ennek automatikus javítására kerestek megoldást. Utóbbi a térképi „mashup”-ok generalizálásáról szól, vagyis eltérő forrásból származó adatokat integrálnak egy térképbe (például topográfiai alap és valamilyen más forrásból jövő tematikus adat), és ezt generalizálják.

Automatikus névelhelyezés:

Az automatikus névelhelyezéssel kapcsolatos bemutatók ritkán fordulnak elő a Nemzetközi Térképészeti Konferenciákon. A feladat kivitelezése nem egyszerű, de automatizálása nagy mértékben megkönnyítené a kartográfusok munkáját.

Nyberg (2017) munkájából megtudhatjuk, hogy a Lantmäteriet nevű svéd nemzeti topokartográfia vállalat elkezdett egy projektet (a megvalósítás tervezett ideje: 2015-2022), melynek célja a teljes egészében automatizált generalizálás. A projekt végére hagyták az automatizált névelhelyezés megvalósítását. Az automatikus névelhelyezés során az egyik legfontosabb feltétel az, hogy a neveknek a térképen (és a valóságban is) ténylegesen megtalálható elemekre kell vonatkozniuk. Előfordulnak azonban olyan esetek, amikor az egyes objektumok geometriája a térképen nem határolható le egzakt módon, így az automatikus névelhelyezés nem végezhető el. Ilyen például a hegyek és a völgyek esete. Az ezekhez tartozó nevek automatikus elhelyezésére találták ki az úgynevezett invisible features (láthatatlan elemek) módszerét. Lényege, hogy ezen elemek geometriája a térképen láthatatlan marad, de mivelhogy a nevek hozzá vannak rendelve a láthatatlan geometriákhoz, az ő esetükben is lehetővé válik az automatikus névelhelyezés. Terveik közt szerepel ezeknek a láthatatlan elemeknek az automatikus generálása, amelyeket így ezekben az esetekben nem egyesével, és nem manuálisan kéne létrehozni.

Tíz éve Brewer et al. (2011) is olyan munkát mutattak be, melynek célja a kis méretarányú térképeken történő automatikus névelhelyezés volt. Mindezt úgy kívánták megvalósítani, hogy a neveket automatikusan kategóriákba is tudják sorolni, illetve, hogy a pontokhoz köthető adatokat felületen is el tudják helyezni.

Domborzat generalizálása (DEM):

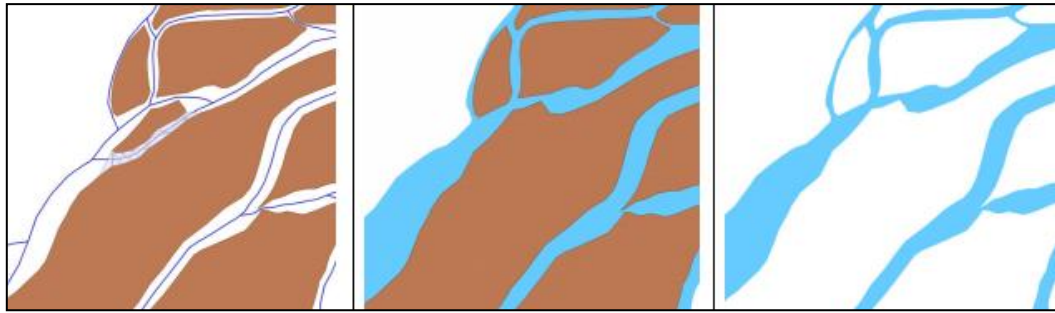
A domborzat generalizálása különösen ritka témának számít az ICA konferenciákon, hiszen inkább a vektoros adatok generalizálása a jellemző. Azonban a DEM, vagyis a digitális magasság- és mélységmodell igen fontos adat, így nem maradhatott ki a konferenciák előadásaiból sem. Ennek ellenére is mindössze két előadás volt ezzel kapcsolatos.

Vannak olyan földrajzi adatok, amelyek esetében a raszteres modell természetesebb, mint a vektoros, ilyen a DEM is (Raposo – Samsonov, 2014). Raposo és Samsonov (2014) raszteres adatok (domborzatmodellek) generalizálását szemléltették különböző alakú kernelekkel (képszűrés), attól függően, hogy azok milyen vetületben vannak. Podobnikar (2017) pedig a különböző forrásokból származó DEM-ek egységesítését tanulmányozta, kiemelve azok „legjobb” minőségű részeit. A feladat részét képezte az adatok homogenizációja és karakterizációja, vagyis a lényeges, mint például a lejtők, csúcsok, idomvonalak, valamint antropogén származású elemek kiemelése. Ezután elvégezhető a különböző forrásból származó DEM-ek egyesítése megadott grid mérettel (méretarány). Tanulmányában tehát bemutatta a generalizálás átfogó feladatát, a több forrásból származó adatok összefűzését.

Vízrajz generalizálása:

A vizek ábrázolása szinte mindegyik térképtípuson elengedhetetlen, hiszen többek között segít a tájékozódásban, illetve a tematikus adatok földfelszínre vonatkoztatásában. Ezért is fontos nagyon, hogy minden térképen megfelelően jelenjenek meg, jól legyenek generalizálva. Ennél fogva az épületekhez hasonlóan, ez a téma a konferenciák jelentős többségén megjelenik.

A vízfolyások generalizálása során az egyik leggyakrabban alkalmazott operátor a kiválasztás, emiatt gyakori a folyamat során az adatgazdagítás (amely elősegíti a szelektálást). A vízrajz generalizálásakor általában alapozhatunk arra, hogy a folyóhálózat topológiája egy faszerkezethez hasonlítható, ezáltal pedig viszonylag könnyen meghatározható, hogy a generalizálás során mely szakaszok hagyhatóak el, és melyeket kell mindenképp megtartani (Savino, 2014). Savino (2014) munkájában az úgynevezett braided rivers-ről, vagyis a fonott/fonódott folyók generalizálásának nehézségeiről ír. Ezek olyan csatornák, folyók, amik szétágaznak, majd később újra egyesülnek. A faszerkezetű, hurkóktól mentes folyóktól eltérően, tele vannak hurkokkal. Esetükben a kiválasztás nem oldható meg a faszerkezetű modellhez hasonlóan, így ilyenkor a generalizálás például a területek összevonásával valósulhat meg. Savino módszere a körbezárt szigeteket összeolvasztja a szomszédosokkal (14. ábra). (A köztes szigeteket nevezik braid bars-nak.)



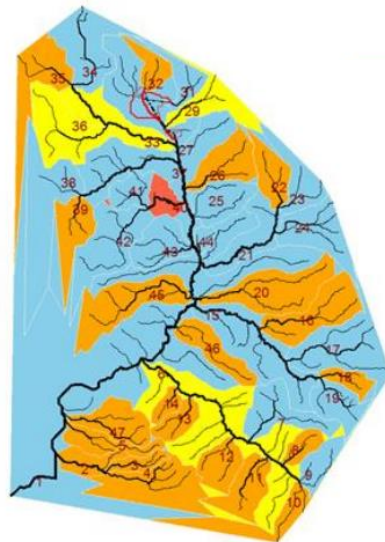
14. ábra: Savino javaslat a fonott folyók generalizálására: szigetegyesítés (Savino, 2014)

A fonódott vízhálózatokkal foglalkozott korábban Buttenfield et al. (2013) is, akik három eljárást (Outer Channel, Inner Channel és Weighted Channel, vagyis külső, belső és súlyozott csatorna) mutattak be a fő folyásvölgyek kiválasztásához.

A vízrajzgeneralizálás során fontos az is, hogy megőrizzük a vízfolyások íveit, azaz a kanyarulatokat, ugyanis az ilyen adat a térképek készítése mellett szolgálhat különböző analízisek alapjául is. Stanislawski és Buttenfield (2017) tanulmányában olvashatjuk, hogy a hagyományos vonalgeneralizáló módszerek, a vonalegyszerűsítő algoritmusok ezeket a kanyarulatokat nem őrzik meg megfelelően, ezáltal az ily módon generalizált folyók a későbbiekben nem igazán alkalmasak bármilyen jellegű vizsgálatra, elemzésre. Ennek kiküszöbölésére hoztak létre egy algoritmust, ami lehetővé teszi az adott méretarányban a folyók ívességének viszonylag állandó csökkentését. Ehhez a Bend Simplify (ívek egyszerűsítése) nevű algoritmust használták fel, mely lényegében minden elem esetében addig állítgatja a toleranciaértékeket, amíg a csökkentés már a célhatárokon belül van. (Ez az algoritmus az ArcGIS-ben is megtalálható.) Az eddigi eredményekhez képest ez már jobban szemlélteti a szinuszosági értékek eloszlását. Stanislawski és Savino (2011) tíz éve két algoritmust mutatott be a folyók generalizálására – melyeket össze is hasonlítottak. Ezek a stratified pruning (rétegzett ritkítás) és a length and density pruning (hossz- és sűrűségritkítás). Voltaképp mindkettő a túl rövid és túl sűrűn elhelyezkedő részeket törli, emiatt eredményességük is hasonlóan jó. Ugyanebben az évben Buttenfield et al. (2011) is összehasonlítottak két vízrajzgeneralizáló módszert, a ladder-t és a star-t. Ezek közül Európában a nemzeti térképészeti ügynökségek mind a kettőt használják, egyik ország egyiket, másik a másikat, némelyik pedig a kettő keverékét. A star (csillag) egylépéses (még akkor is, ha a kiindulási és a végső méretarány között nagy a különbség), a ladder (létra) pedig többlépcsős módszer. Nagyobb méretarányokban, a topográfiai térképek generalizálására előnyösebb lehet a star, míg webes, illetve tematikus térképi adatbázisok előállításánál a ladder módszer lehet a jobb választás.

2016-ban Stanislawski et al. (2016) az Amerikai Egyesült Államok nemzeti vízrajzi adatkészletével kapcsolatban prezentáltak. The Center of Excellence for Geospatial Information Science (CEGIS) és a University of Colorado Boulder együttesen fogtak neki a multi-resolution adatbázis generalizálásának, emellett különböző eszközöket terveztek a vízrajzi elemek térképi általánosításához. A különféle célsűrűségek becsléséhez automatizált munkafolyamatot (TauDEM) dolgoztak ki, amelyhez nyílt forráskódú eszközöket, illetve domborzatmodellek lefolyásmodelljeit használtak. Lényegében a generalizálás során a folyamsűrűségmintákat becsülték meg, ezzel fenntartva a természetes terepviszonyokat tükröző variációkat.

A konkrét generalizálási eljárások bemutatása, új algoritmusok, eszközök vagy munkafolyamatok fejlesztése mellett a generalizálást esetlegesen segítő, de magát a generalizálást le nem író tanulmány is előfordult a konferenciákon. Hat évvel ezelőtt Zhang és Guilbert (2015) a folyók, patakok automatikus osztályozásához nyújtott segítséget a vízgyűjtő alakja alapján (15. ábra).



15. ábra: Tesztadatok a vízgyűjtők mintázatának osztályozására (Zhang – Guilbert, 2015)

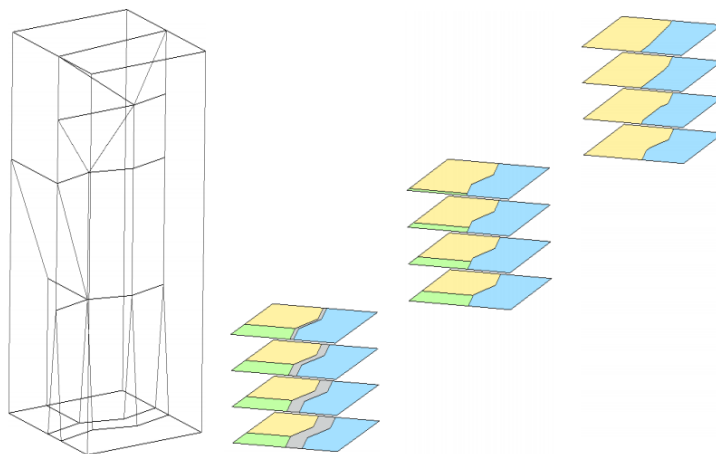
Hozzájuk hasonlóan Stanislawski et al. (2015) is osztályozták a vízfolyásokat, ők azonban mindezt a geomorfológiai tényezők alapján tették. Céljuk az volt, hogy az általuk kidolgozott osztályozás segítségként szolgáljon a folyók alakjának egyszerűsítéséhez használandó vonal-egyszerűsítő algoritmus kiválasztásában.

Ennél a kategóriánál megfigyelhető, hogy az elmúlt évtizedben, az USA nemzeti hidrológiai adatbázisával (National Hydrographic Dataset, NHD) kapcsolatos publikációk különösen nagy számban fordultak elő, csaknem az összes konferencián megjelent legalább egy előadás, amely ehhez kapcsolódott.

Folytonos generalizálás:

Az on-demand, vagyis az igény szerinti térképkészítés napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bír. Lényege, hogy a felhasználók elvárása szerint készülnek az egyéni igényeket szolgáló térképek. Zhou (2014) szerint kedvező esetben ez minimális emberi beavatkozással történik, és a nem szakmabeli személyek kívánságai alapján is minőségi térképek jönnek létre, ráadásul valós időben. 2014-es munkájában a folytonos nagyítást vizsgálta egy adatsoron, vagyis azt, amikor az algoritmusok valós időben generalizálják az adatokat.

2012-ben Meijers két társával, Stoter-rel és van Oosterom-mal (Meijers et al., 2012) együtt topográfiai adatokon vizsgálták a többféle méretarányú (vario-scale) és a diszkrét több méretarányú (multi-scale) adatbázis alapú szemléletet. A vario-scale-re példa a 2D+1 generalizálás, amikor egy hasábként képzeljük el a generalizálandó objektumokat, és a hasáb teteje felé haladva az elemek száma és részletessége egyre csökken. A multi-scale-t az előre meghatározott fix méretarányok jellemzik. Ez utóbbit használják a nemzeti térképészeti ügynökségek. A vario-scale-ben a változások folytonosak (folytonos generalizálás). Van Oosterom és Meijers (2011) egy évvel korábban mutatta be az első igazi vario-scale struktúrát. Ez a smooth tGAP (16. ábra), amely többek között felhasználható folytonos generalizálásra, és melynek elve a kis változás a méretarányban, kis változás a megjelenítésben.



16. ábra: A smooth tGap (van Oosterom – Meijers, 2011)

Előfordultak olyan esetek, amikor gyakorlatilag az automatizált generalizálás megfordítása volt a cél, ugyanis például a mobilok kis képernyője miatt fontos, hogy a felhasználó először kapjon egy áttekintő képet a körülötte lévő világról, illetve, hogy amikor belenagyít a térképbe, ne veszítse el a térérzékelését, a vonatkozási pontjait (Meijers, 2011). Meijers (2011) ezért (ugyan csak 2011-ben) tanulmányozta azt, hogy hogyan lehetne megoldani a tGAP használatával, hogy a felhasználó először egy egyszerűsített, ritkított képet kapjon, majd a felhasználói igények

alapján kövesse ezt az egyre részletesebb kép. A szerző szerint az ilyen megoldást szolgáló megközelítések nagyobbik része az alapadatnak csak a geometriáját finomítja, nem pedig újabb részleteket ad hozzá. Az ő esetében viszont a progressive data streaming az új részletek fokozatos hozzáadását jelenti, melyet nevezünk folytonos vagy sima generalizálásnak is.

Suba et al. (2014) 2014-ben az utak esetében szerették volna elérni a folytonos generalizálást (vonalas utakkal foglalkoztak). Azokat kisebb egységekként vizsgálták meg, azért, hogy megállapítsák, melyek az elhagyható, legkisebb utak. Módszerük az úthálózat jellegét jól megőrizte.

A folytonos generalizálás kutatása főleg az utóbbi évekre jellemző, ugyanis mostanra sikerült elérni, hogy a topográfiai térképek közül a levezetett térképeket gyakorlatilag teljes egészében automatikusan generalizálják. Ennek továbbgondolása lenne a személyre szabott térképkészítés és a webes megjelenítés. Az utóbbi során a különböző nagyítási szintekhez akár valós időben lehetne bizonyos rétegek generalizálását megoldani, és nem csak előre legenerált nagyítási szinteken (vagyis méretarányokban) lehetne a térkép tartalmát vizsgálni. Ezekhez nyilván másféle, új, gyors és hatékony algoritmusok szükségesek.

Új/meglévő generalizálási algoritmusok adaptálása az adott feladatra, generalizálási algoritmusok kidolgozása/ezek használatának vizsgálata:

Ebben a részben azok a tanulmányok találhatóak, melyek olyan algoritmusokkal, módszerekkel kapcsolatosak, amelyek általánosságban köthetők a generalizáláshoz, így egyik másik, konkrét kategóriába se illenek. (Ha más kategóriába is beillő algoritmus kidolgozásáról, használatáról van szó, akkor az a „saját” csoportjában található meg részletesen.) Ide tartoznak például az automatizált generalizálás fejlődését támogató törekvések vagy a generalizálást megelőző előkészítő folyamatok során alkalmazott eszközök használatának bemutatásai.

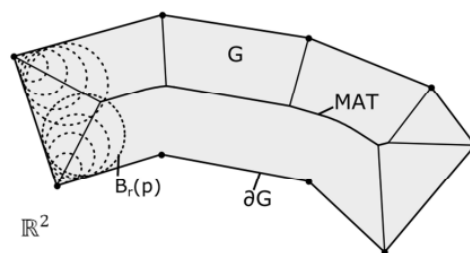
Yan et al. (2016) szerint a generalizálás folyamata igazából olyan, mint egy hasonlósági transzformáció. Ha a kiindulási és a végső méretarány között meg lehetne határozni a hasonlósági fokot, akkor az nagy mértékben hozzájárulna az automatizált generalizálás fejlődéséhez, ugyanis így a rendszer tudná, milyen mértékben kell az adott térképet generalizálni. A szerzők néhány évvel ezelőtt kidolgoztak olyan (tapasztalati úton meghatározott) képleteket, melyekkel a hasonlóság kiszámolható. Még 2011-ben Briat et al. (2011) az automatizált generalizálás egyszerűsítésére a nagyméretű adatbázisok kisebb egységekre történő felosztását javasolták, illetve az automatizálás több számítógépen történő futtatását, hiszen a generalizálási eszközök nagyon memóriaigényesek tudnak lenni (ezért is segíthet az adathalmazok részekre bontása).

A kategória tartalmazza a generalizáló algoritmusok használatának vizsgálatát is. Az adatbázisok létrehozása során sokszor szükséges a nagyméretű, többféle méretarányú adatbázisok adatainak összefűzése, egyeztetése. Az ArcGIS Conflation toolset eszközeivel lehetőség nyílik a pontossági hibák javítására (rubbersheeting, vagyis gumilepedő transzformáció), az attribútumok automatikus egyesítésére, valamint a szomszédos, érintkező területek adatainak egyesítésére. Lee (2015) szerint viszonylag jól automatizálható az adatösszefűző folyamat a különböző adatbázisok között, mégpedig 85-95%-os hatékonysággal.

Vonalgeneralizálás/poligonok egyszerűsítése:

A vonalgeneralizálás kategóriájába sorolható a poligonok egyszerűsítése is, hiszen lényegében azok körvonalának egyszerűsítése egy vonalegyszerűsítési eljárás. Nem véletlen, hogy a vonalgeneralizáló algoritmusok egy része képes egyben az épületek alakjának egyszerűsítésére. Ám bár a vonalgeneralizálás összetett feladat, automatizált elvégzésére ma már számtalan különbözőképp működő algoritmus áll rendelkezésünkre.

Samsonov és Yakimova (2016) öt évvel ezelőtt beszámolt egy új vonalgeneralizáló algoritmus megalkotásáról. Munkájuk létrejöttének fő oka az volt, hogy a természetes (jellemzően íves futású) és a mesterséges (inkább szögletes) jellegű vonalak egyszerűsítése a különleges alakjuk miatt nehezen kivitelezhető. A kifejlesztett algoritmus ezt hivatott megoldani. 2013-ban Peng et al. (2013) a folytonos generalizálás hiánya okozta egyes nagyítási szintek közötti éles törések problémájára keresték a megoldást. Kialakítottak egy olyan módszert (morphing method), melynek célja, hogy a polyline-ok élhosszai és szögei fokozatosan, egyenletes mértékben változzanak. Metódusuk alapjául a legkisebb négyzetek módszere szolgál. Az első tesztek alapján jól működik, de még szükséges továbbfejleszteni. Ugyanebben az évben Szombara (2013) egy klasszifikáló operátort ismertetett, amely poligonok egyszerűsítésére szolgál, azon belül is leginkább – az általa is példaként bemutatott – vízrajzi adatokra használható (például fjordokra). Az operátor alapja a Medial Axis Transform (MAT, magyarul középtengely transzformáció) (17. ábra), amely az eljárás során egy méretarányfüggő méretű „korongot” használ. Az, hogy a felületet hol lehet vonallá alakítani a méretarány függvénye.



17. ábra: Középtengely transzformáció (Szombara, 2013)

2013-ban előkerült a vonalgeneralizálással kapcsolatban egy ritkább, de annál fontosabb kutatási téma is. Peters et al. (2013) a mélységvonalakkal kapcsolatban vizsgálódott, melyeknek fontos szerepe van többek között a hajózásban. Ahogy a három szerző tanulmányában is olvashatjuk, ezeket korábban képzett hidrográfusok készítették, a korlátozott mennyiségben rendelkezésükre álló mélységadatokból. Ma már a technológiai lehetőségek lehetővé teszik ezek egyszerű és nagy mennyiségű előállítását (Peters et al., 2013). Munkájukban az akkor használatos módszerek mellett javaslatot tettek egy újra is, amellyel úgy generalizálhatóak az izobát vonalak, hogy kis méretarányú hajózási térképek esetén se történjen baleset a térkép téves értelmezése miatt (például zátonyon való fennakadás). Az addig megszokott IDW raszteres interpolációval (inverse distance weighting) szemben, a szerzők a természetes szomszédok módszerét (natural neighbour) javasolják.

Mitropoulos és Nakos (2011) még 2011-ben egy olyan modell kidolgozását tűzte ki célul, ami a természetes eredetű vonalak (például tengerpartok, folyók) generalizálását képes elvégezni. Megvalósítása az ArcGIS ModelBuilder platformjában történt, több eszköz kombinálásával (ilyenek többek között a: Gauss filtering (simító algoritmus), Depress (elmozdító algoritmus), Balloon (hangsúlyozó algoritmus)). Eredményeiket a szerzők vizuálisan is szemléltették, mégpedig úgy, hogy az automatizáltan kapott eredményt összehasonlították ugyanazon vonal kézzel generalizált változatával.

3D épületek generalizálása:

A 3D épületek témaköre nem tekinthető gyakorinak ezeken a konferenciákon, ugyanakkor mindenképp érdemes beszélni róluk, hiszen egyre népszerűbbek. A különböző 3D térinformatikai alkalmazásoknak sok esetben van szükségük különféle részletességű 3D épületmodellekre, de hasznosítják például várostervezéseknél is. Ezek a modellek gyakorta készülnek kézzel, számítógépen rajzolva, ami ezáltal számos hibát rejthet magában, megnehezítve a későbbi felhasználhatóságukat (Zhao, 2012). Zhao et al. (2012) kilenc éve a kézzel készült 3D épületek modelljének két leggyakoribb hibáját (hiányosság és elkülönülés) mutatták be, amelyek akadályozhatják a különböző applikációk általi feldolgozásukat. Ilyen hibáknak minősülnek például a topológiai hibák (például hiányzó épületaljzat) és a befejezetlenség (például belső udvarok, erkélyek hiánya). A hibák feltárása és javítása után már lehetséges a kevésbé részletes modellek generálása a kisebb felbontású LOD (level of detail) szintekre.

2015-ben Guerckea és Sesterb (2015) egy olyan generalizáló operátort ismertettek, aminek a homogenization, vagyis a homogenizálás nevet adták. Működésének alapelve, hogy a hasonló objektumokat (azaz amiket azonosnak lehet tekinteni) kicseréljük ugyanolyan sablonra, ezáltal

az adatkészletünk mennyisége valamelyest csökken, mert bár az objektumok, vagy a hozzájuk tartozó paraméterek száma nem fogyatkozik, a sablonobjektumhoz tartozó paramétereket csak egyszer kell tárolni. Az operátor így lehetővé teszi a gyorsabb megjelenítést, valamint a helytakarékos objektumleírást. Használható például 3D épületmodellekhez, vagy 2D-s térképi alakzatok esetén. A szerzők az épületek homlokzatának egyszerűsítését mutatták be példaként.

Pontok/pontszerű adatok generalizálása:

A pontok, pontszerű adatok generalizálása is viszonylag ritkán jelenik meg az ismertetett konferenciasorozaton (a következő három tanulmány mindegyike 2013-ban lett bemutatva), ugyanakkor bizonyos esetekben kiemelkedően fontos ezek megfelelő generalizálása. Ilyen például az autós navigációs térképek esete. Ezeknek a térképeknek, olyan információkat kell szolgáltatniuk, amelyek lehetővé teszik a közlekedők tájékozódását, mindazonáltal nagyon fontos, hogy ne tereljék el a vezető személyek figyelmét az úttestről, tehát csak annyi és olyan információ legyen rajtuk, ami ténylegesen kell. Schwartges et al. (2013) olyan algoritmusokról számoltak be, melyek a vezetők számára fontos POI-kból kiválasztják azokat, melyeket végül ábrázolni fogunk, illetve vizsgálták a pontok csökkentésének/összevonásának lehetséges módszereit a folytonos nagyítás során. A navigációs térképek mellett a mobil vagy webes térképek esetén is nagy jelentőséggel bír a pontok vagy pontszerű adatok generalizálása, amelyek esetében általában alapvető a POI-k jelenléte. Bereuter és Weibel (2013) a pontok és pontszerű adatok valós idejű generalizálását elvégző algoritmusokat elemzett valós adatokon.

Raposo et al. (2013) olyan pontszerű adatokkal kapcsolatban kutattak, amelyekhez felirat tartozik. Úgy gondolják, a topográfiai térképek pontszerű adatait és pontjait úgy kell generalizálni, hogy mindenképp figyelembe vesszük a hozzájuk tartozó feliratokat is, vagyis úgy kell végrehajtani a generalizálási eljárást, hogy az adatokhoz tartozó szövegeknek legyen elegendő hely biztosítva. A szerzők bemutattak egy módszert a megírással rendelkező (egyenrangú) pontszerű adatok kiválasztására. Mindez úgy működik, hogy az adott területre egy négyzet- vagy téglalaphálót terítünk (ennek nagysága a méretaránytól függ), és egy-egy ilyen téglalapban vagy négyzetben csak egy pont (és a hozzá tartozó név) lehet. A kiválasztás során a pontok magassági értékét is figyelembe vették, ugyanis ők hegycsúcsokon végezték a vizsgálatot (18. ábra).



18. ábra: A pontszerű adatok generalizálása, azok neveinek figyelembevételével (Raposo, 2013)

Ontology/vagy automatizált generalizálás elmélete:

Az automatizált generalizálás a valóságban nem feltétlenül jelenti a generalizálásnak ténylegesen szakember nélküli elvégzését, hisz sok esetben a kartográfus feladata, hogy kiválassza a feladat elvégzéséhez a megfelelő algoritmust vagy operátort, és megadja a paramétereit. Ezzel szemben az on-demand térképek esetében a rendszer maga végzi el ezeket a tevékenységeket. Azon térképek, melyek figyelembe veszik a felhasználók igényeit, négy lépésben alakíthatók ki: először szükséges a feladatot röviden leírni, azaz a generalizáló operátorokat meghatározni, majd ezt követi a feladat konkrét megfogalmazása, vagyis az algoritmusok kiválasztása. Ezután történik a munkafolyamat generálása, végül a végrehajtása.

2012-ben Gould és Chaudhry (2012) bemutattak egy olyan ontológiai fejlesztést, amely lehetővé teszi az operátorok és algoritmusok automatikus kiválasztását. (Az ontológia segítségével jelentéstanilag bővíthetjük az adatok vagy szolgáltatások leírását, így a számítógép képes lehet értelmezni őket (Gould – Chaudhry, 2012).) Tanulmányukban arról írnak, hogyan lehet modellezni a folyamatot elméleti szinten. Ugyanebben az évben Touya et al. (2012) ugyancsak bemutattak egy új ontológiát (ontology). Ahogy értekezésükben is írták, a térbeli kapcsolatok nem elhanyagolhatóak a kartográfiában, mivel ezek modellezése segítséget nyújthat a felhasználói igényeknek megfelelő térképek előállításában, valamint hozzájárulhat az automatizált generalizálás fejlesztéséhez. A szerzők a térbeli kapcsolatokat rendszerezik és modellezik. Az ontology vagy automatizált generalizálás témaköréről az általam vizsgált időszak tekintetében 2011-ben és 2012-ben volt szó (míg az általam nem részletezett időszakban 2006 és 2010 között került elő).

NMA adatok generalizálása/minőségbiztosítás:

Ez a téma az egyik leggyakoribb, ha nem a leggyakoribb a konferencia előadásain belül. Egyes témák, mint például az utak vagy a vízfolyások generalizálása a „saját”, külön kategóriájuknál

(pl. „Hálózatok generalizálása” vagy „Vízrajz generalizálása”) kerülnek bemutatásra, így itt már nem részletezem őket.

A nemzeti térképészeti ügynökségek (National Mapping Agencies, röviden: NMA) és egyéb hasonló szervezetek körében egyre inkább az a megoldás kerül előtérbe, hogy a topográfiai adatokat egyetlen (nagy felbontású) adatbázisba (MRDB-be) gyűjtik össze, és ebből hozzák létre a későbbiekben a tetszőleges méretarányú termékeket (Regnauld – Howland, 2017). (Jó példa az ilyen adatbázisra az Amerikai Egyesült Államok, The National Hydrography Dataset (NHD) nevű nemzeti vízrajzi adatbázisa.) Ezekből az adatokból a kis méretarányú térképek hatékony előállításához szükség van automatizált generalizálásra, így az „NMA adatok generalizálása/minőségbiztosítás” kategóriába tartozó cikkek főképp erre fókuszálnak. A kategória tehát a nemzeti alapadatok, a vasútvonalak, az utak vagy a folyók és épületek generalizálása mellett, a különböző országok térképészeti társaságainak generalizálási törekvéseit mutatja be. A következőkben az egyes országok ügynökségeinek tevékenységeit jellemzem röviden.

Csehország: Augustýn (2016) előadása szerint a cseheknél 2016-ban még nem történt nagymértékű előrehaladás, még csak azt tervezték, hogy hogyan lehetne hatékonyan kialakítani az automatizált generalizálást a polgári térképek esetében.

Spanyolország: Baella et al. (2014) a spanyol NMA (az ICGC) törekvéseit írták le, vagyis a 2010-es évek első felében végbemenő topográfiai adatbázisaiknak egy nagy felbontású adatbázisba (MRDB-be) történő átvitelét, egyesítését. A különböző adatbázisok egyesítéséhez az ESRI Conflation eszközeit használták. Két évvel korábban Baella et al. (2012) még csak az MRDB létrehozásának lehetőségeit, valamint akkori állását elemezték. Az 1990-es évek közepén már volt kész vektoros adatbázisuk, 2003-ban pedig lehetővé vált a BT-25M első verziójának előállítása generalizálási folyamatok alkalmazásával (Baella et al., 2012).

Belgium: 2013-ban bizonyos épületeket még kézzel generalizáltak, céljuk ennek rövid időn belüli megváltoztatása volt. Az 1:10 000-es méretarányból 1:50 000-es méretarányt készítettek. A harmadik frissítési körben, csak az épületekkel és az utakkal foglalkoztak. Munkájukhoz a 1Spatial Radius Clarity-jét választották, ellenőrzéseket és szerkesztéseket pedig az ArcGIS-ben végeztek (Erauw – Féchir, 2013).

Hollandia: 1:10 000-es méretarányból készítettek 1:50 000 méretarányú térképet, most először teljes mértékben automatikus generalizálással. Van Altena et al. (2013) az utakon keresztül mutatta be ezt a folyamatot. Még 2011-ben van Smaalen et al. (2011) pedig arról számoltak be,

hogy a holland Kadaster-nél akkoriban két módszert vizsgáltak a felszínborítottság (felületek) automatizált generalizálására, melyhez ArcGIS-t használnak.

Olaszország: Savino (2012) a topográfiai térképek generalizálásába engedett betekintést: az 1:50 000-es méretarány létrehozásának tapasztalatait ismertette. A projekt neve a CARTGEN, amely 2006-ban indult. Az Oracle Spatial-t használták az adatok tárolására, illetve kifejlesztették az OpenJump plugint is.

Egyesült Királyság: Regnauld et al. (2012) 2012-es munkája az Ordnance Survey generalizálási projektjéről szól, valamint a hozzákapcsolódó 1Spatial rendszer bemutatásáról. Az adataikat Oracle-ben tárolták, a szerkesztést ArcGIS-ben végezték, illetve az eljárás folyamán Radius Clarity-t és Radius Studio-t használtak még. Három hét alatt három szerveren futott le ezekkel az eszközökkel a teljes Egyesült Királyság adatainak generalizálása.

A nemzeti adatok, a topográfiai adatok automatikus generalizálását megvalósító különböző szoftverek bemutatásáról is többször volt szó. Regnauld (2016) a 2014-es brit 1Generalise névre hallgató generalizálási szoftvert ismertette röviden (2014-ben még az első verziót). A szoftver képes a nagy méretű adathalmazokat is sikeresen feldolgozni, illetve lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy a rendszerben személyre szabják a generalizálási műveleteket elvégző szabályokat.

Ezen osztály címe tartalmazza a minőségbiztosítás kifejezést is, ugyanis voltak olyan előadások, amelyek ezt a témát dolgozták föl. Ahogy Regnauld és Howland (2017) is írták, a generalizált térképek minőségének vizsgálata nem egyszerű feladat. A vizsgálatot végezheti szakképzett kartográfus, viszont ebben az esetben ez egy hosszadalmas munkafolyamat, emellett pedig vannak olyan hibák (például a topológiai hibák), melyeket az emberi szem nehezebben vesz észre, illetve akaratlanul is elsiklik egy-egy felett. Az automatikus hibakeresés ilyenkor nyújthat segítséget, melynek köszönhetően időt spórolva kaphatunk megbízható eredményt. Természetesen a hiba feltárását követően, annak jellegétől függően a javítás már történhet manuálisan. Előfordulhat az is, hogy adott hibára nincs szabály, ezért nem találja meg a rendszer. Létezik erre is megoldás, ez pedig egy olyan eszköz, amely lehetővé teszi, hogy a felhasználó egy új hiba esetén maga adja hozzá a rendszerhez az addig hiányzó szabályt. Ilyen rendszer például a OSGB (Ordnance Survey of Great Britain) GenIE System. (A sikeres generalizáláshoz ugyanakkor nagyon fontos az is, hogy a kiinduló adatok is megfelelő minőségűek legyenek, és ne hibás adatokon kezdjük elvégezni az eljárást.)

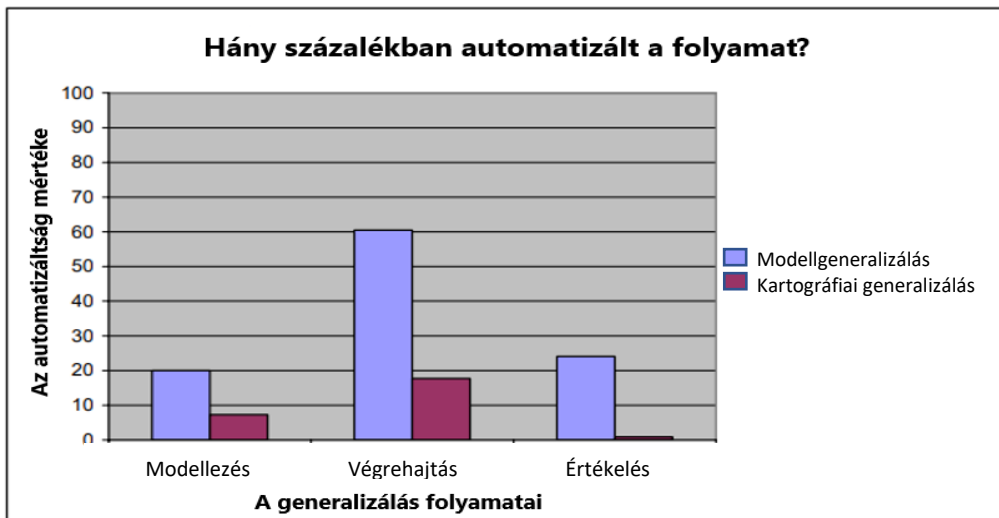
4. A nemzeti térképészeti ügynökségek az utóbbi években

4.1 Az egyes külföldi nemzeti térképészeti ügynökségek

A különböző NMA-k minden alkalommal jelen vannak az ICA konferenciáin, ugyanis az ő igényeik nagy mértékben befolyásolják a generalizálással kapcsolatos kutatásokat, melyek eredményeit elsősorban ők hasznosítják. Ezért is jött létre az EuroSDR nevű szervezet, amely a térinformatika területén végzett kutatások céljából összekapcsolja Európában a nemzeti térképészeti és kataszteri ügynökségeket a különböző egyetemekkel és kutatóintézetekkel. Többször előfordult olyan ICA esemény, amelyen csak a NMA-k, vagy döntő többségben ők vettek részt. Ilyen volt például a „NMA Symposium 2013” és a „2nd NMA Symposium” 2015-ben, ahol egyebek mellett megosztották egymással tapasztalataikat, megbeszélték az aktuális problémákat. Az NMA-k fontosságából adódóan a konferenciákon részt vevő térképészeti cégek csaknem mindegyikét, illetve automatizált generalizálási tevékenységeiket részletesebben ismertetem ebben a fejezetben.

A nemzeti térképészeti ügynökségek kialakulása a legtöbb esetben szorosan összefüggött a katonai igazgatással és az állami földigazgatással, így míg például a francia IGN létrehozásának célja a nemzet védelmének segítése volt, addig az írországi Ordnance Survey alapításának háttérében az adóztatás állt. (Mindkét esetben fontos szerepet játszanak a térképek.) Ma már általánosságban állami tulajdonban vannak, habár még napjainkban is vannak olyan ügynökségek, melyek szervezetileg kapcsolatban állnak a katonasággal (CORY, 2020). Az egyes nemzeti térképészeti ügynökségek helyzetének ismertetésére a 2015-ös szimpóziumon (nemzetközi tudományos értekezésem) bemutatott előadások szolgálnak, amelyek ebben a témában a fellelhető legfrissebb információkat jelentik.

Egy 2008-as kutatás szerint (Foerster – Stoter, 2008), akkoriban még egyik nemzeti térképészeti ügynökségen belül sem volt teljesen automatizált generalizálási folyamat (19. ábra), ámde az elmúlt években végbement jelentős fejlődések eredményeképp ez ma már nem így van.

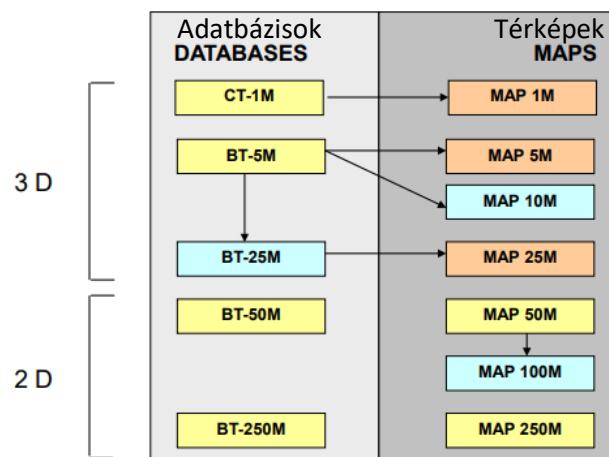


19. ábra: A nemzeti térképészeti ügynökségeken belüli automatizált generalizálás mértéke 2008-ban (Foerster – Stoter, 2008)

Swisstopo, Svájc: A svájci nemzeti térképészeti ügynökség, azaz a swisstopo a felelős az 1950-es évektől létező hivatalos svájci nemzeti térképsorozatok előállításáért (Käuferle et al., 2015). A swisstopo a 2000-es évek elején kialakított két adatbázist, a Topographic Landscape Model-t (TLM, magyarul topográfiai tájképmódel) és az ebből származtatott kartográfiai adatbázist, a Digital Cartographic Model-t (DCM, azaz digitális kartográfiai módel), amely a nemzeti térképsorozatok alapját adja (Duchêne et al., 2014). A swisstopo 2013-ban kezdte meg a legnagyobb (1:25 000) méretarányú nemzeti térképeinek felújítását – magában foglalva a frissítés mellett a térképi dizájn átalakítását is – melyet több éves fejlesztési munka előzött meg. A felújítás során így már számos folyamat (a teljes munka legalább 80%-a) automatizáltan ment végbe, ideértve például az adatok importálását és exportálását, a kartográfiai és a módelgeneralizálást vagy a minőségbiztosítást (Käuferle et al., 2015). A DCM automatikus generalizálása a SysDab nevű rendszerrel történik (amely lebonyolítja a generalizálási munka nagy részét), az adatokat pedig Oracle-ben tárolják. A fennmaradó feladat elvégzése manuálisan történik, melynek mértéke fejlesztésekkel tovább csökkenthető (Duchêne et al., 2014). 2015-re a DCM50 felújításához tervezett munkafolyamat is elkészült, ami a tesztfázisban kiemelkedően jónak bizonyult, továbbá ekkor már a DCM10 fejlesztése is folyamatban volt, ugyanis a swisstopo nekikezdett az első (2016-ban megjelenő) 1: 10 000 méretarányú svájci nemzeti térkép előállításának is, amely már teljesen automatizált gyártásban készül (Käuferle et al., 2015).

ICC, Katalónia: Duchêne et al. (2014) tanulmánya szerint, az 1982-ben megalakult korábbi Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) (ma ICGC) először 1996-ban készített generalizálással nagyobb méretarányúból kisebb méretarányú kartográfiai terméket. Bár ekkor még csak a vektoros topográfiai térképekre alkalmazták a generalizálási eljárásokat, pár év múlva már a

raszteres ortofotókra, vektoros adatbázisokra és a térképi nevekre is. Topográfiai adatbázisaik méretaránya 1:1 000 és 1:250 000 között van. Az 1:5 000 topográfiai adatbázisból (BT-5M) származtatják az 1:10 000 méretarányú (MT-10M) topográfiai térképet és az 1:25 000 topográfiai adatbázist (BT-25M), az 1:50 000 topográfiai térképből (MT-50M) pedig a 1:100 000 méretarányú topográfiai térképeket vezetik le (MT-100M). Automatizált generalizálásuk során a következő eljárásokat alkalmazzák: épületegyszerűsítés, térképi nevek kiválasztása és méretezése, magasságmérési pontok kiválasztása, adott objektumok törlése, halmazképzés, vonalas elemek egyszerűsítése és objektumok magasságának generalizálása. Az, hogy mikor melyik operátort használják, attól függ, hogy milyen méretarányú adatbázisból vagy térképből milyen méretarányú kartográfiai terméket állítanak elő. 2013-ban a topográfiai térképek és a térképi nevek generalizálása még csak félig automatizált folyamat, így azt a manuális utómunka követi, amely a feladattól függően lehet az automatikus generalizálás eredményének javítása, finomítása, illetve olyan generalizálási eljárások elvégzése, amelyeket nem tudnak automatizáltan végrehajtani. 2015-ben viszont egyes esetekben az előállítási folyamat már teljesen automatikus (20. ábra).



20. ábra: Az ICGC topográfiai adatbázisaiból készített térképek. A kék szín a generalizálással előállított termékeket jelöli, a narancssárga már az automatikusan készítetteket. (Baella et al., 2015)

A nevek automatikus generalizálásához az 1990-es évektől fejlesztenek eszközöket. Ezek lehetnek automatikus eszközök, amelyek a nevek kiválasztását és elhelyezését végzik a termék méretarányának és stílusának megfelelően, illetve interaktív eszközök, melyek az automatizált generalizálás eredményének javítása érdekében a generalizált, illetve az egyéb nevek és topográfiai elemek közti konfliktusokat, továbbá az egymáshoz túl közel eső neveket tárják fel, valamint javítják az elhelyezés stílusát (Duchêne et al., 2014). Az utóbbi években leginkább a topográfiai MRDB létrehozására koncentráltak, amelybe a többféle méretarányú topográfiai adataikat integrálva, azokból generalizálással kisebb méretarányú termékeket lehet előállítani,

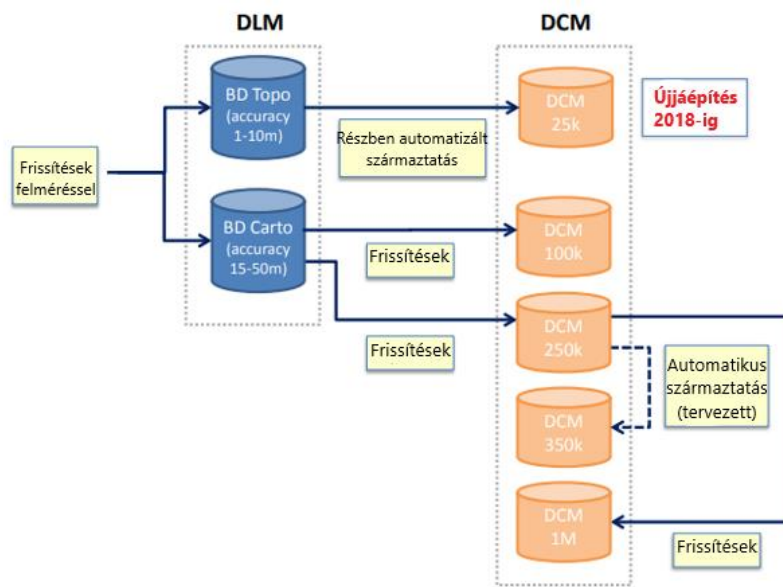
valamint keresték a választ arra, hogy lehetséges-e esetükben a teljesen automatikus generalizálási munkafolyamat kialakítása (Baella et al., 2015).

IGN, Franciaország: Duchêne et al. (2014) munkájából megtudhatjuk azt is, hogy a francia IGN az adatbázisokból generalizálással levezetett térképek gyártása során felmerült problémák miatt, már az 1990-es évek elején befektetett a generalizálással kapcsolatos kutatásokba. Céljuk ugyanis az volt, hogy egyetlen adatbázisba gyűjtsék össze adataikat, és ebből származtassák a további adatbázisokat és térképeket. Ahhoz azonban, hogy ezt a lehető legköltséghatékonyabban végezhessék, szükséges a folyamatot automatizálni. Az évek alatt több fejlesztést is végeztek, így például 2004-ben (a Carto2001 projekt keretein belül) megalkottak egy módszert a hálózatok automatizált generalizálására, de ilyen a saját fejlesztésű automatikus feliratelhelyező szoftverük is, a WinPAT. A BDTopo adatbázisuk szolgált 1993-tól az 1:25 000 méretarányú térképek részben automatizált generalizálással történő előállítására. (1:50 000 méretarányú térképeket ezzel a folyamattal nem tudtak készíteni generalizálási problémák miatt). Az adatgyűjtés folyamatát annak lassúsága miatt muszáj volt felgyorsítani, azért, hogy az egész ország területét lefedjék a topográfiai adatok. A gyorsított eljárással nyert adatok viszont már nem voltak megfelelőek a térképek eddigi előállításához, ezért 2004-2011 között hozzáláttak az új alaptérkép gyártásához. A gyártás során az automatikus generalizáláshoz és névelhelyezéshez a Clarity és a WinPAT szoftvereket használták. Eközben a meglévő DLM-eket egyesítették egyetlen DLM-lé, ami a BDUni nevet kapta. Létrehoztak egy BDComplémentaire nevű adatbázist is, amelybe az ezen térképekhez szükséges, de a BDUni-ban nem szereplő adatokat gyűjtik. A munka első lépése a két adatbázis egyesítése, amiből létrejön a BDDRef, amely már alkalmas a 25 000-es és az 50 000-es térképek származtatására (kartográfiai generalizálással), ugyanakkor a módszer inkább a 25 000-es térképek esetén nyújt megfelelő végterméket. Az automatizált generalizálás eredményét indokolt manuálisan javítani. 2011-ben a javítások után a vidéki területekre megkezdődött a munka a gyakorlatban is, majd további javításokat követően indulhatott a tesztelés az 1:50 000 méretarányban (Duchêne et al., 2014).

2010-ben a Map On Demand nevű projektet is elindították felhasználva az új alaptérkép projekt eredményeit, illetve a COGIT témába vágó vizsgálatait. (A francia IGN COGIT nevű laboratóriuma felelős a földrajzi adatokkal kapcsolatos kutatásokért.) Ezekkel az ismeretekkel a birtokukban a Map on Demand projekt egy olyan teljesen automatizált folyamatot valósított meg, amely lehetővé teszi a BDUni gyors térképezését teljes Franciaországra (Duchêne et al., 2014).

Curtionot (2015) hat évvel ezelőtti beszámolója szerint, a francia IGN a különféle méretarányú referencia-térkép sorozatait a két fő topográfiai adatbázisukból állítja elő, amelyeket DCM-

ekben (digitális kartográfiai modellekben) tárolnak. Az utóbbi időben az 1:25 000 méretarányú térképek újjáépítésével foglalkoztak, ugyanis ezeknél az még mindig részben automatizált generalizálással történik (21. ábra). A munkafolyamat gyorsítása érdekében, ha rendelkezésre áll, korábbi digitális (frissített) kartográfiai termékeket is felhasználnak, illetve olyan eljárást alkalmaznak, melyben több az automatizált folyamat. A 25 000-es topográfiai térképeken kívül az internetes szolgáltatások kiépítésével foglalkoznak (Curtinot, 2015).



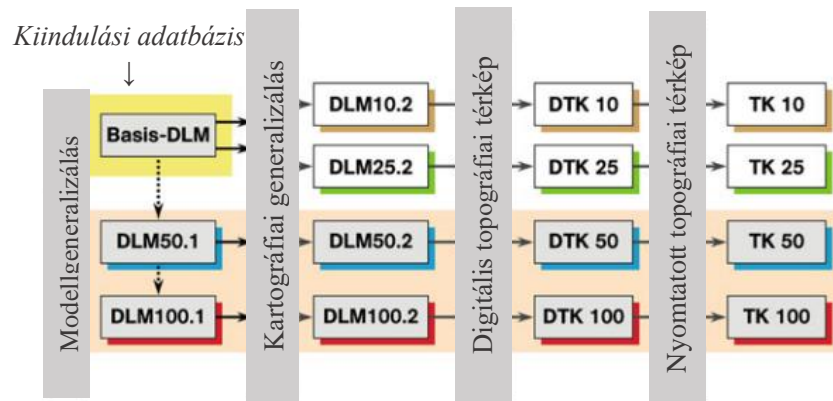
21. ábra: A referencia-térképek előállítás (Curtinot, 2015)

OSGB, Nagy-Britannia: Nagy-Britanniában a megváltozott igények miatt és az előállítás költségének csökkentése érdekében 2014 táján az Ordnance Survey GB nekikezdett egy újfajta gyártási módnak. Ezt a projektet nevezték Multi-resolution Data Programme-nak (MRDP), mellyel céljuk a nagy méretarányú topográfiai adatbázisukból előállítani a további termékeiket. A MRDP során több szoftvert is használtak, ilyen például az OSGB által gyakran alkalmazott Oracle és ArcGIS. A meglévő szoftverek azonban nem elégítették ki minden igényüket, ezért 2009 végén pályázatot hirdettek, azért, hogy megtalálják azt a platformot, amelyben saját, szükséges eszközeiket kifejleszthetik. 2011-ben a 1Spatial-lel összefogva elkezdődött ezek kidolgozása. Közös munkájuk eredménye az OS VectorMap District, mely lehetővé teszi többek között a növényzet, az épületek és a vasutak generalizálását, és amely 2015 szeptemberétől érhető el. A munkaprogram alatt létrejött tehát egy olyan rendszer, amely lehetővé teszi a különféle kartográfiai termékek automatikus származtatását adatbázisból. Ugyanakkor az összetettebb gyártmányok esetében továbbra is szükséges az ember általi szerkesztés, a manuális javítás, ezért céljuk az OS VectorMap District-et a manuális szerkesztés lehetőségével kiegészíteni, illetve lehetővé tenni a növekményes frissítést (Duchêne et al., 2014). 2014-ben újabb

projektbe kezdtek a 1Spatial-lel, ez volt a GenIE (Generalisation Information Engine) rendszer (generalizáló rendszer) kialakítása, amit 2016-ban szerettek volna a gyakorlatban is bevetni. A GenIE esetében is szükség van minimális emberi beavatkozásra (Howland – Walters, 2015).

Kadaster, Hollandia: A holland NMA 2010-ben kezdte el tanulmányozni, hogy hogyan lehetne az automatizált generalizálást beépíteni a gyártási folyamatukba. Ennek során sikeresen kidolgoztak egy olyan munkafolyamatot, amely 2013-tól elérhető, és amely először még csak az 1:10 000-ból az 1:50 000 méretarányú térképek teljesen automatizált előállítását teszi lehetővé. A munkafolyamathoz az ArcGIS ModelBuilder-ében saját fejlesztésű eszközöket (Python-ban), az ArcGIS eszközeit és FME eszközöket használtak. Saját sikereik láttán, szeretnék kiterjeszteni a teljesen automatizált generalizálást (a TOP10NL-ből) a 1:100 000 méretarányra, illetve az on-demand termékekre is (Duchêne et al., 2014).

AdV, Németország: Jelen esetben nem egyetlen nemzeti térképészeti ügynökségről van szó, hanem több regionálisról, az AdV ugyanis a Német Szövetségi Köztársaság államainak földmérési hatóságainak munkabizottságát jelöli, akik 2002-ben kidolgozták az ATKIS-Generalisation névre keresztelt projektet (ATKIS: hivatalos topográfiai-kartográfiai információs rendszer). Célja olyan eszközök megalkotása volt, amelyek lehetővé teszik a topográfiai térképek (DTK) készítését a lehető legnagyobb mértékben automatizált folyamatban, ugyanis 1998-tól (az ATKIS megalkotásának éve) a digitális topográfiai térképek származtatása az ATKIS BASIS-DLM adatbázisból (digitális alaptájképmódel), fontos részévé vált a térképkészítésnek. Az automatizált generalizálás két, egymást követő részfolyamatból áll (22. ábra). Először is a modellgeneralizálást alkalmazva generalizálják a Basis-DLM-t, amelyből így a méretaránytól függően előáll a DLM50.1 vagy a DLM100.1. Ennek a teljesen automatizált folyamatnak során a részletes modelltől kialakítják a kevésbé részletes, ugyanakkor pontos modellt. Ehhez a 1Spatial által fejlesztett eszközt használják. Második lépésben ebből jön létre az automatizált kartográfiai generalizálást követően a DLM50.2 vagy a DLM100.2. Ez a folyamat is teljesen automatikus, és ugyancsak az 1Spatial fejlesztését használják hozzá, mégpedig a RadiusClarity és a Radius ClearText generalizáló eszközeit. A megjelenítést követően előáll a digitális topográfiai térkép vagy annak nyomtatott változata (Duchêne et al., 2014).



22. ábra: A kétlépcsős munkafolyamat (Duchêne et al., 2014)

2011 és 2012 között kezdték el alkalmazni ezt a módszert, azonban még a 2014-es beszámolójuk szerint sem tudnak minden, a generalizálás során fellépő konfliktust megoldani, ezért szükség van manuális utómunkálatokra. Emiatt mindenképp indokolt a generalizáló eszközöket javítani, továbbfejleszteni (Duchêne et al., 2014).

NLS, Finnország: Kettunen (2015) előadásából megtudhatjuk, hogy Finnországban az Országos Földmérés (National Land Survey (NLS)) 2015-ben egy egyesített nemzeti topográfiai adatbázis (NTDB) megalkotásán kezdett el dolgozni, melynek alapjául a korábbi topográfiai adatbázison kívül ortofotók, DEM, légi lézerszkennelés által nyert pontfelhők, valamint az önkormányzat nagy méretarányú adatai, és INSPIRE referenciaadatok szolgáltak. Céljuk ezzel egy több felbontású adatbázis (MRDB) építése volt, melyhez azonban elengedhetetlen az automatizált generalizálás. A finn NLS a kis méretarányú topográfiai adatokat már hosszú idők óta automatizált generalizálás révén állítja elő, így az ebből szerzett tapasztalataikat hasznosítják ezen elképzeléseik megvalósításához (KETTUNEN, 2015).

GST (korábbi KMS), Dánia: A Dán Geodata Ügynökség (GST) – amely többek között a dánok topográfiai térképeinek előállításáért felel – 2013-ban számos adatkészletét (például topográfiai alapadatokat, kataszteri térképeket) elérhetővé tette az állami- és magánszektorok számára. 2015-ös bemutatójuk szerint (Færch-Jensen et al., 2015) az adatokat a 1Spatial Gothic adatbázisában tárolják, generalizálásukhoz pedig a Clarity-t és a Lamps2-t használják. Ezekből az adatokból készítik térképeiket ArcGIS-t használva. Célkitűzésük a generalizálási folyamat automatizálása és az adatok naprakészen tartása (Færch-Jensen et al., 2015).

GUGiK, Lengyelország: A lengyel NMA 2014-ben kidolgozott egy részben automatizált generalizáló eljárást, amely során (FME Desktop-ot és FME Server-t használva) az 1:10 000 méretarányú topográfiai adatbázisból (BDOT10k) 1:250 000 méretarányú adatbázist (BDOO) készítenek. Az automatizált generalizálás mértéke nagyban függ a BDOT10k minőségétől, azonban

szeretnék a folyamatot teljesen automatizálttá tenni. 2016 és 2018 között további generalizálási folyamatokat terveztek megvalósítani, melyek lehetővé teszik a BDOT10k (1:10 000) adatbázisból az 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 és 1:100 000 méretarányú topográfiai térképek, illetve a BDOO (1:250 000) adatbázisból az 1:250 000, 1:500 000 és 1:100 000 méretarányú térképek készítését (Lebiecki, 2015).

Ordnance Survey (OSi), Írország: Az írek térképészeti ügynöksége 1824-től, azaz a megalakulásától kezdődően felelős Írország topográfiai feltérképezéséért. Az ő feladatuk a térképek és a kapcsolódó adatbázisok előállítása, illetve frissítése. Az OSi alapelve az, hogy a legnagyobb hatékonyság elérése érdekében szükséges a különböző folyamatokat automatizálni. 2015-től az ESRI-vel együttműködve azon dolgoztak, hogy létrehozzanak egy Multi Resolution Data Store-t (MRDS), vagyis egy több felbontású adattárat (Madden et al., 2015).

LM, Svédország: A svéd NMA, a Lantmäteriet, öt különböző méretarányú (1:10 000 (SE10), 1:50 000 (SE50), 1:100 000 (SE100), 1: 250 000 (SE250), 1:1 000 000 (SE1M)) térképet készít manuálisan. 2015-ben kezdtek el megoldásokat keresni az automatikus generalizálásra és névelhelyezésre, mely terveik szerint hat évnyi munkát követően elkészülhet, így idén, 2021-ben kell megvalósulnia, ha a terveik szerint haladnak. 2013-ban a holland Kadaster-rel elkezdődött közöttük egy együttműködés, melynek alkalmával 2014-ben tesztelték, hogy a holland generalizálási módszerek működnek-e az ő adataikon is. Habár nem volt átfogó a tesztelés, a vizsgált területeken eredményesnek bizonyult, így aláírtak egy szerződést, mely alapján a Lantmäteriet szabadon hozzáférhet a holland generalizálási modellekhez. Elhatározásuk, hogy az összes adatbázist az SE10-ből generalizálják, és idővel szeretnék azt is elérni, hogy ne legyen szükség manuális javításra. 2015 szeptemberében elkezdték a generalizálási modellek kidolgozását az ArcGIS ModelBuilder-ében és FME-ben, melyhez segítségként felhasználják a Kadaster modelljeit is. Az automatikus névelhelyezés megvalósítását nemrégiben tervezték kivitelezni (Frick – Johansson, 2015).

IGN, Belgium: Belgium 2015-ben két, egy 1:25 000 és egy 1:50 000 méretarányú térképi adatbázis gyártásáról számolt be (Féchir, 2015), melynek alapja a folyamatosan frissített 1:10 000 méretarányú hálózatok és építmények adatbázisa. Ezekből nyomtatott térképek, raszteres termékek készülnek, illetve webszolgáltatásokban szintén elérhetőek. Az ezektől eltérő tematikát (például felszínborítottság) az 1:25 000 méretarányú ortofotókból származtatják 1:50 000 méretarányban (mely vektoros terméként is elérhető). Az iménti folyamatokhoz saját fejlesztésű, illetve ESRI eszközöket használnak, amely által a folyamat részben automatizált (Féchir, 2015).

Kartverket, Norvégia: Az 1:50 000 méretarányú norvég topográfiai adatbázis alapjául az FKB elnevezésű adatbázis szolgál, amely Norvégia legnagyobb méretarányú, legrészletesebb adatbázisa, és amely 1:500-1:5 000 méretarányban az ország területének 60%-át fedi le. A maradék területről azonban hiányzik az adat, illetve a meglévő sem tartalmazza az összes információt, amelyeket így szükséges más forrásokból, más adatbázisokból összegyűjteni. Ezen folyamatok egy hányada, illetve a generalizálás egy része bizonyos mértékben automatikusan zajlik. A munka elvégzéséhez a Python programozás mellett ArcGIS-t és FME-t alkalmaznak (Haug, 2015).

Survey of Israel, Izrael: Izrael térképeinek előállítását az ESRI és Adobe szoftverekkel részben és teljesen automatizált folyamatokkal történik. Izrael három, félig automatizált (1:25 000, 1:50 000, 1:100 000) adatbázist, annak előállítási folyamatait tervezte meg 2015-ös összegzőjük szerint (Haug, 2015).

CZE National State Mapping, Csehország: A csehek a külföldi, leginkább a svájci és dán sikereket látva az automatizált generalizálás területén, 2015-ben (ismételten) megpróbálták a folyamat automatizálását. Szándékuk a részben automatizált generalizálásról – melyben Oracle-t és ArcGIS-t használnak – áttérni a teljesen automatizált folyamatra. Elsősorban az 1:10 000 és 1:25 000 méretarányú polgári térképek esetében kutattak, de amennyiben munkájuk sikeresnek bizonyul, úgy a kisebb méretarányokra és a katonai térképezésre is kiterjesztik az automatizálást (Augustýn, 2015).

HGK, Törökország: Törökország 2015-ben ismertette (Çelik – Simav, 2015) legújabb terveit, melynek háttérében számos tényező áll (ilyen többek között a felhasználók igénye a naprakész és többféle méretarányú adatokra és kartográfiai termékekre, vagy a HGK modernizálási szándéka az előállítási folyamatokkal kapcsolatban). Az Oracle-t (adatbáziskezeléshez) és az ESRI eszközeit (kartográfiai szerkesztéshez és generalizáláshoz) igénybe véve kívánják megvalósítani a különféle elhatározásaikat, így például a fő adatbázisból történő egyéb adatbázisok származtatását modelgeneralizálás által, vagy a digitális kartográfiai modell készítését digitális tájképmodellből, kartográfiai generalizálás és szerkesztés segítségével.

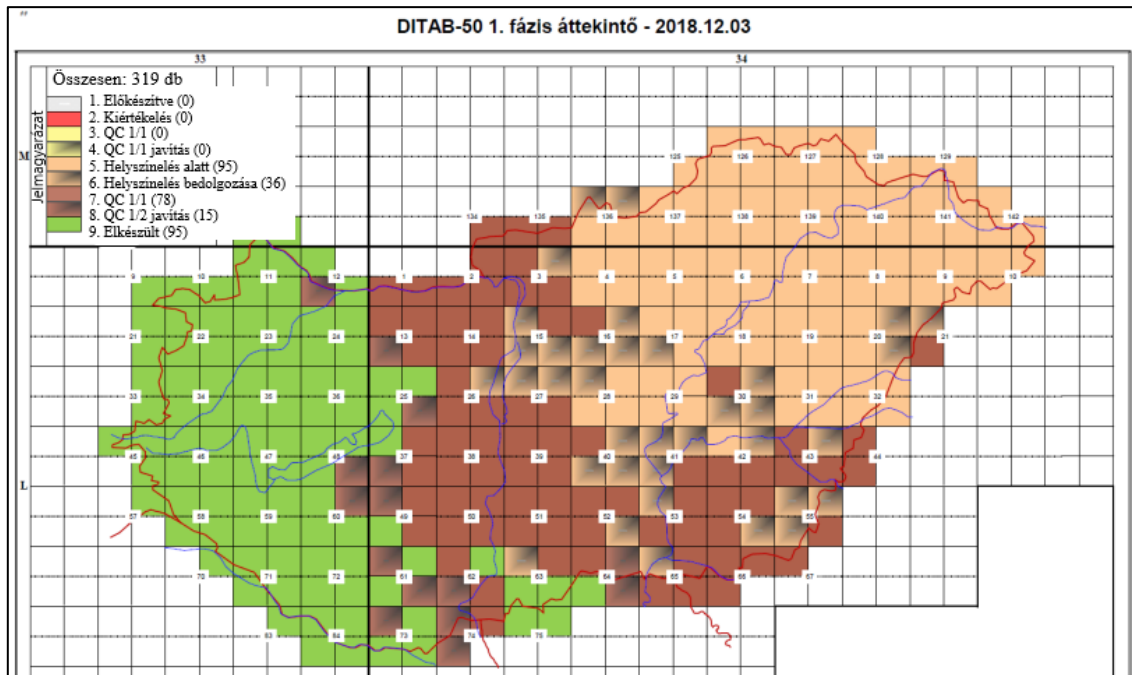
4.2 A magyar helyzetkép

Az előzőekben ismertettem bizonyos külföldi országok nemzeti térképészeti ügynökségeinek az utóbbi néhány évre vonatkozó főbb tevékenységeit, céljait a térképkészítéssel kapcsolatban, valamint bemutattam, hogy milyen mértékben automatizált a generalizálási

eljárásuk, és hogy milyen szoftverekkel dolgoznak. A következőkben ehhez hasonló módon a magyar törekvésekre térek ki.

Hazánkban, a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatánál a vektoros térképek kialakítása az 1:50 000 méretarányú térképekkel kezdődött 2014 táján. Ekkoriban még a térképi megjelenítés volt az elsődleges cél, azonban egy idő után úgy gondolták, hogy inkább legyen egy olyan adatbázis, amelyből aztán majd előállíthatóak lesznek a térképek. Ehhez a GeoMedia nevű szoftvert, míg a térképi megjelenítéshez az OCAD-et használják, de kisebb mértékben alkalmazzák még az ArcGIS-t is (melyet a későbbiekben a generalizálás megvalósításához szeretnének igénybe venni).

Néhány évvel ezelőtt a DTA50 projekttel megkezdődött a 2004-es vektoros állományok felújítása 2014-2018-as állapotra, mégpedig friss ortofotók felhasználásával (az ország nyugati részétől keletre haladva), majd elindult a DTA50 felújításával párhuzamosan futó DITAB projekt, amely nemcsak a DTA50 vektoros adatbázis átkonvertálását jelenti DITAB50 alapadatbázisba, hanem nemzetközi előírásoknak és irányelveknek is megfelelteti azt: például a szélesség attribútum esetében a „szélesség” helyett a „WID” kifejezés szerepel. A DITAB50 (23. ábra) egy olyan térinformatikai adatbázis, mely a földfelszín természetes és mesterséges elemeinek ábrázolását valósítja meg, és amelynek létrehozása a DTA50 felújításával és strukturális átalakításával történik, meghatározott szabályok szerint, ezzel pedig kiszolgálja a Magyar Honvédség igényeit a különféle feladatok elvégzése szempontjából (Rostás, 2015). Jelenleg már kidolgozás alatt áll a DITAB 1.1 is. Az említett tennivalók, illetve a DITAB50 2.0 és a DITAB50 3.0 rendszeres felújítása mellett, szándékuk nagyobb méretarányok, így a DITAB25 és a DITAB10 készítése (az 1:50 000-es adatbázis adatsűrűsége legalább 1:25 000 méretarányú térképnek felel meg), melyeket már szeretnének automatizáltan kivitelezni, valamint szintén automatikus generalizálással és automatikus kartografálással kívánnak levezetett adatbázisokat, illetve térképeket létrehozni (DITAB100, DITAB200/250, DITAB500) (Szalay, 2018).



23. ábra: A DITAB50 2018-as év végi állapota (Szalay, 2018)

Ugyan már vannak törekvések az automatizált generalizálásra – hiszen e célra számtalan miniprogramot kidolgoztak – ezek egyelőre még csak kisebb feladatok megoldását szolgálják, noha a teljes generalizálási folyamatot elvégző fejlesztések is folyamatban vannak, melyeket már tesztelnek. Általánosan elmondható, hogy a katonáknál igyekeznek minden olyan folyamatot automatizálni, amit lehet.

A Lechner Tudásközpont pár évvel ezelőtt kezdett neki egy 1:10 000-es méretarányú megfelelő adattartalommal rendelkező térinformatikai alaptérképnek, a Nemzeti Térinformatikai Alaptérkép adatbázisnak (NTA 1.0), melyet 2020 végére terveztek elérhetővé tenni. A tervezett befejezési dátumot nem sikerült tartaniuk, azonban, ha teljesen elkészül az interneten elérhető, egységes állami téradatokból felépülő, folyamatosan frissíthető országos alaptérkép adatbázis, úgy vélik, kiválthatja majd a közigazgatásban használt webes térképszolgáltatásokat (például az OpenStreetMap-et vagy a Google Maps-et), de bármilyen térképhasználó szervezet és felhasználó számára rendelkezésre áll majd, hisz a legfontosabb információkat tartalmazza, így a közigazgatási határokat, az épülethatárokat (generalizáltan), mellette a belterületi tömbhatárokat, a közlekedési hálózatokat, a vízhálózatokat, valamint a domborzatot, a felszínborítottságot és természetesen a névrajzot (Kristóf et al., 2020).

5. Összefoglalás

A számítógépek megjelenése számos változást hozott a különböző tudományokban, így a térképészetben is, ezzel pedig felmerült az igény az egyes folyamatok automatizált elvégzésére, beleértve például a generalizálási eljárás egyes lépéseinek automatizált lebonyolítását. Dolgozatomban a generalizálás, illetve az automatizált generalizálás, és a hozzájuk kapcsolódó legfontosabb fogalmak ismertetését követően tértem ki a diplomamunkám címét is adó, automatizált generalizálás történetének bemutatására.

Az automatizált generalizálás fejlődését a Nemzetközi Térképészeti Társulás által tartott konferenciák előadásai alapján igyekeztem szemléltetni, ugyanis ezekre az egyes nemzeti térképészeti ügynökségek mellett többek között egyéb térképészeti cégek, szoftverfejlesztők is ellátogatnak, a célból, hogy ott a legfrissebb eredményeiket, tapasztalataikat megosszák a többiekkel. Munkám során a társulat hivatalos weboldalán megtalálható valamennyi tanulmány értelmezését követően tizennyolc kategóriát alakítottam ki, melyekbe az előadásokat – témájuktól függően – besoroltam, és az így létrejött osztályokat részletesen bemutattam, mégpedig úgy, hogy a kapcsolódó előadásokból a legfontosabb fejleményeket kiemeltem, ezzel jól érzékeltetve, hogy melyik évben milyen új algoritmust, módszert dolgoztak ki a különféle generalizálási folyamatok automatikus elvégzésére, illetve a felmerülő generalizálási problémák megoldására. Az is kiderült, hogy az egyes években milyen kutatási téma foglalkoztatta a szakembereket. Az általam részletesen vizsgált időszak a 2011-2019 közötti periódus, ugyanis 2013-ban Dirk Burghardt (2010) már készített egy, az általam készített tanulmányhoz hasonló munkát az 1995-2010 közötti időszakra. Az általam kialakított kategóriákba ugyanakkor az azon időszakon belül bemutatott értekezéseket is besoroltam, de nem részleteztem az akkori eredményeket.

A konferenciák legfőbb résztvevői általánosságban a különféle nemzeti térképészeti cégek, akik a kutatások eredményeinek elsősorban felhasználói. Ezért is szerettem volna az egyes ügynökségek főbb tevékenységeit, a generalizálás területén elért automatizált generalizálás mértékét is bemutatni. Látható, hogy bár nagymértékű előrehaladás történt, sok esetben még nem sikerült megvalósítani a teljesen automatikus generalizálást. Végezetül a konferenciákon résztvevő cégek mellett fontosnak tartottam a hazai helyzetkép ismertetését is.

Összeségében elmondható, hogy számtalan kísérletet tettek már az évek folyamán a teljesen automatizált generalizálás megvalósítására, ám azt még sok esetben nem sikerült a kívánt módon elérni. A cél egy olyan, az emberi munkát kiváltó, idő- és költségkímélő megoldás

megtalálása, mely a munkát egyetlen hiba nélkül tudja elvégezni. A hozzáértő személyek a legjobbra törekedve, az elmúlt évekhez hasonlóan tovább kutatják a különféle generalizáló algoritmusokat és eszközöket, a lehető legjobb eredmény megteremtése érdekében, mind a kész, generalizált termék minőségének, mind az automatizáltság fokának tekintetében.

Irodalomjegyzék

- Ai, T. – Yan, X. – Zhang, X. (2018): A Template Matching Method for Enhancing and Generalizing OpenStreet-Map Building Data. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Lund, Svédország, 2018. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2018/ai_et_al_apper_and_map.pdf
- An overview of the Generalization toolset, (2016), ArcGIS for Desktop. <https://desktop.arcgis.com/en/arc-map/10.3/tools/cartography-toolbox/an-overview-of-the-generalization-toolset.htm>. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- ArcGIS Help 10.1: An overview of the Generalization toolset, (2012. október 25.), ArcGIS Resources. https://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/An_overview_of_the_Generalization_toolset/0070000002r000000/. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- Aslan, S. – Bildirici, İ. Ö. – Simav, Ö. – Çetinkaya, B. (2012): An Incremental Displacement Approach Applied to Building Objects in Topographic Mapping. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session5_sub2.pdf
- Augustýn, R. (2015): CZE National State Mapping Overview. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/czech_republic.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/CZE_National_Mapping.pdf
- Augustýn, R. (2016): CZE State Mapping Generalization Efforts. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_04.pdf
- Baella, B. – Lee, D. – Lleopart, A. – Pla, M. (2014): ICGC MRDB for topographic data: first steps in the implementation. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_8.pdf
- Baella, B. – Lleopart, A. – Pla, M. (2012): ICC Topographic Databases: Design of a MRDB for data management optimization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session4_sub4.pdf
- Baella, B. – Pla, M. – Talaya, J. (2015): Generalization at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/ICGC_Generalization_Amsterdam2015_Abstract.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/ICGC_Generalization_Amsterdam_20151126.pdf
- Benz, S. A. – Weibel, R. (2013): Road Network Selection Using an Extended Stroke-Mesh Combination Algorithm. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_11.pdf
- Bereuter, P. – Weibel, R. (2013): Assessing the Cartographic Performance of Real-Time Quadtree-based Generalisation of Point Data. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_13.pdf
- Bildirici, İ. Ö. – Aslan, S. – Simav, Ö. – Çobankaya, O. N. (2011): A GENERIC APPROACH TO BUILDING TYPIFICATION. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Oeztug.pdf
- Brewer, C. A. – Thatcher, J. E. – Butzler, S. J. (2011): Combining Varied Federal Data Sources for Multiscale Map Labeling of Populated Places and Airports for The National Map of the United States. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Brewer.pdf

- Briat, M.-O. – Monnot, J.-L. – Punt, E. M. (2011): Scalability of Contextual Generalization Processing Using Partitioning and Parallelization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Briat.pdf
- Burghardt, D. – Dunkel, A. – Gröbe, M. (2017): Generalisation and Multiple Representation of Location-Based Social Media Data. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_7.pdf
- Burghardt, D. (2010): ICA-generalisation workshops (1995-2010), From past generalisation workshops to future works on the field. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Zürich, Svédország, 2010. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2010/2010-ICAWSGene-RoundTable-Burghardt.pdf>
- Buttenfield, B. P. – Stanislawski, L. V. – Anderson-Tarver, C. – Gleason, M. J. (2013): Alternate Methods for Automatic Selection of Primary Paths Through Braided Hydrographic Networks. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_15.pdf
- Buttenfield, B. P. – Stanislawski, L. V. – Brewer, C. A. (2011): A Comparison of Star and Ladder Generalization Strategies for Intermediate Scale Processing of USGS National Hydrography Dataset. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Buttenfield.pdf
- Cecconi, A. (2003): Integration of Cartographic Generalization and MultiScale for Enhanced Web Mapping. Doktori értekezés, Zürichi Egyetem, Zürich, p. 3, p. 7, pp. 13–14, p. 27.
- Çelik, H. – Simav, Ö. (2015): Towards MRDB in Production and Updating of DLM/DCM. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/ICA_EuroSDR_NMASymposium2015_Turkey.pdf
- Cory, M. (2020): The evolving role of National Mapping and Cadastral Agencies, eurogeographics. <https://eurogeographics.org/news/the-evolving-role-of-national-mapping-and-cadastral-agencies/>. Utolsó elérés: 2021. május 9.
- Curtinot, P.-Y. (2015): Designing MRDB and multi-scale DCMS. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/France_workshop_ICA_Amsterdam.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Amsterdam_NMA_Meeting_IGNFrance.pdf
- Deng, J. – Kronenfeld, B. J. – Buttenfield, B. – Stanislawski, L. (2019): Alternate definitions of linear and areal displacement between polylines – The plot thickens. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Tokió, Japán, 2019. https://generalisation.icaci.org/downloads/abs2019/Abs2019_paper_8.pdf
- Detrekői Ákos (2011): A közműszerű IT szolgáltatások és az önkéntesen előállított geoinformációk szakmai, üzleti és etikai vonatkozásai. *Geodézia és Kartográfia*, 2011/8, 63. évf., pp. 4–6.
- Douglas, D. – Peucker, T. (1973): Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature. *The Canadian Cartographer*, 10 (2), pp. 112–122.
- dr. Kristóf Dániel – Oláh Róbert – dr. Olasz Angéla – Kovács Iván – Pesti Monika (2020): Hiánypótló térképi szolgáltatást indít év végétől a Lechner, Lechner Tudásközpont. <https://uj.lechnerkozpont.hu/cikk/hianypotlo-terkepi-szolgaltatast-indit-ev-vegetol-a-lechner>. Utolsó elérés: 2021. május 9.
- Duchêne, C. – Baella, B. – Brewer, C. A. – Burghardt, D. – Buttenfield, B. – Gaffuri, J. – Käuferle, D. – Lecordix, F. – Maugeais, E. – Nijhuis, R. – Pla, M. – Post, M. – Regnauld, N. – Stanislawski, L. V. – Stoter, J. – Tóth, K. – Urbanke, S. – van Altena, V. – Wiedemann, A. (2014): Generalisation in Practice Within National Mapping Agencies. In: Burghardt, D. – Duchêne, C. – Mackaness, W., szerk.: *Abstracting Geographic Information in a Data Rich World*, Springer International Publishing, Svájc, pp. 329–391.

- Duchêne, C. – Mustière, S. – Gomes, S. – Kremp, M. – Billon, L. – Sordello, R. (2017): Mapping heterogeneous data: a case study on the French Green Infrastructure. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genmr2017_paper_2.pdf
- Dumont, M. – Touya, G. – Duchêne, C. (2015): Automated Generalisation of Intermediate Levels in a Multi-Scale Pyramid. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genmr2015_submission_6.pdf
- Erauw, P. – Féchir, A. (2013): Implementation of Automatic Generalisation in the Production Process of the 1:50.000 Map Series. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_7.pdf
- Færch-Jensen, A. – Mortensen, H. – Taudorf, E. (2015): Danish Geodata Agency. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/DenmarkAbstract-DanishGeodataAgency.pdf>
<https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Denmark.pdf>
- Féchir, A. (2015): MRDB at IGN Belgium. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Belgium.pdf>
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/MRDB2015_Belgium.pdf
- Fiedukowicz, A. – Pillich-Kolipińska, A. – Olszewski, R. (2013): Utilisation of computational intelligence for simplification of linear objects using extended WEA algorithm. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_17.pdf
- Foerster, T. – Stoter, J. (2008): Generalisation Operators for Practice – A Survey at National Mapping Agencies. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Montpellier, Franciaország, 2008. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2008/11_foerster_stoter.pdf
- Frick, M. – Johansson, M. (2015): Lantmäteriet, Sweden. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Sweden_Abstract_NMA_Workshop_Amsterdam_Dec_2015.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Presentation_Sweden_Amszterdam.pdf
- Gao, A. – Li, J. – Chen, K. (2020): A morphing approach for continuous generalization of linear map features. *PLoS ONE* 15(12): e0243328. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243328>, p. 1.
- Generalization, (2018. június 22.), OCAD Wiki. <https://ocad.com/wiki/ocad/en/index.php?title=Generalization>. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- Gould, N. – Chaudhry, O. (2012): An Ontological approach to On-demand Mapping. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genmr2012_session1_sub2.pdf
- Gröbe, M. – Burghardt, D. (2019): Verification of Multi-Scale Map Design. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Tokió, Japán, 2019. https://generalisation.icaci.org/downloads/abs2019/Abs2019_paper_7.pdf
- Guercke, R. – Sester, M. (2011): Building Footprint Simplification Based on Hough Transform and Least Squares Adjustment. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genmr2011_Guercke.pdf
- Guercke, R. – Sester, M. (2015): Homogenization of Facade Structures. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genmr2015_submission_4.pdf

- Haug, S. (2015): Administrative datacapture. In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Norway.pdf>
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/EuroSDR_Amsterdam_Norway.pdf
- Howland, D. – Walters, R. (2015): OSGB Multi-Resolution Data Programme (MRDP). In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/OSGB_-_Presentation_Abstract.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/OSGB_-_2nd_ICA_EuroSDR_NMA_Symposium_20151119.pdf
- Jaara, K. – Duchêne, C. – Ruas, A. (2011): Toward the generalisation of cartographic mashups: Taking into account the dependency between the thematic data and the reference data throughout the process of automatic generalisation. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Jaara.pdf
- Käufferle, D. – Streit, C. – Forte, O. (2015): New National Maps for Switzerland. In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/20151203_ext_abstract_swisstopo.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/20151203_ICA-EuroSDR-NMA_swisstopo.pdf
- Kettunen, P. – Koski, C. – Oksanen, J. (2015): Needs for automatic generalisation in the forthcoming National Topographic Database of Finland. In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Finland.pdf>
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/EuroSDR_NTDB_generalisation_Finland.pdf
- Kilpelainen, T. (1997): Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps. Doktori értekezés, Finnish Geodetic Institute, Helsinki University of Technology.
- Klinghammer István (2010), szerk.: Generalizálás. In: Faragó Imre – Gercsák Gábor – Horváth Ildikó – Klinghammer István – Kovács Béla – Pápay Gyula – Szekerka József: Térképészet és Geoinformatika I., ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, pp. 171–183.
- Lebiecki, M. (2015): MRDB in Poland. In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Poland_abstractOfpresentation_-_GUGiK.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/ICAEuroSDR_NMA_workshop_34_december_2015_Amsterdam_1_Poland.pdf
- Lee, D. (2015): Using Conflation for Keeping Data Harmonized and Up-to-date. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_8.pdf
- Lüscher, P. – Stoop, P. – Fehlmann, J. – Sparenborg, J. (2012): Automatic generation of network schematics from cadastral databases: Applications for an electric utility compan. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session3_sub2.pdf
- Madden, B. – Clinton, E. – McGurrin, L. – McGann, B. (2015): MRDS. In: 2nd NMA Symposium, Amsterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/OrdnanceSurveyIreland_summary.pdf
https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/MRDS_EroSdr_meeting31015_Final.pdf
- McMaster, R. – Shea, S. (1992): Generalization in Digital Cartography. Association of American Geographers, Washington, USA.
- Meijers, M. – Stoter, J. – van Oosterom, P. (2012): Comparing the vario-scale approach with a discrete multi-representation based approach for automated generalisation of topographic data. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop,

- Iztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session2_sub3.pdf
- Meijers, M. (2011): Cache-friendly progressive data streaming with variable-scale data structures. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Meijers.pdf
- Meijers, M. (2016): Building simplification using offset curves obtained from the straight skeleton. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_11.pdf
- Ministry of Construction, Survey of Israel (2015): The Survey of Israel topographic 1:25.000, 1:50.000 and 1:100.000 scale MRDB and maps. In: 2nd NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/slideshow_Israel.pdf
<https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/israel.pdf>
- Mitropoulos, V. – Nakos, B. (2011): A methodology on natural occurring lines segmentation and generalization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Mitropoulos.pdf
- Nyberg, R. (2017): Automatic placement of text for objects that do not have a clear geographic definition. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_6.pdf
- Olsson, P. – Pippig, K. – Harrie, L. – Stigmar, H. (2011): Identifying areas of a map that are difficult to read. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Olsson.pdf
- Peng, D. – Haunert, J.-H. – Wolff, A. – Hurter, C. (2013): Morphing Polylines Based on LeastSquares Adjustment. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_6.pdf
- Peters, R. Y. – Ledoux, H. – Meijers, B. M. (2013): Generation and generalization of safe depth-contours for hydrographic charts using a surface-based approach. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_3.pdf
- Podobnikar, T. (2017): Semantic generalization of the multi-source digital elevation model (DEM). In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_3.pdf
- Previous Events, (d. n.), ICA Commission on Generalisation and Multiple Representation. <https://generalisation.icaci.org/prevents.html>. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- QGIS Python Plugins Repository, (d. n.), QGIS. <https://plugins.qgis.org/plugins/>. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- Raposo, P. – Brewer, C. A. – Stanislawski, L. V. (2013): Label and Attribute-Based Topographic Point Thinning. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_16.pdf
- Raposo, P. – Samsonov, T. (2014): Towards general theory of raster data generalization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_13.pdf
- Regnault, N. – Howland, D. (2017): Rule based quality control for automated generalisation and conflation. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation

- Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_8.pdf
- Regnauld, N. – Lessware, S. – Martin, P. (2012): An Enterprise System for Generalisation. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session4_sub2.pdf
- Regnauld, N. (2014): 1Generalise: 1Spatial's new automatic generalisation platform. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_10.pdf
- Regnauld, N. (2016): Automatic Generalisation for production. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_09.pdf
- Reimer, A. – Kempf, C. (2014): Efficient derivation and caricature of urban settlement boundaries for 1:250k. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_12.pdf
- Robinson, H. A. – Morrison, J. L. – Muehrke, P. C. – Kimerling, A. J. – Gupill, S. C. (1995): Elements of Cartography. Wiley, New York.
- Rogers, Jr. H. (1987): Theory of Recursive Functions and Effective Computability. The MIT Press, Cambridge-USA, p. 1.
- Rostás Sándor százados (2015): DITAB-50 az új topográfiai adatbázis [diasor]. In: MFTTT, Vándorgyűlés, Szolnok, 2015. https://www.mfttt.hu/mftttportal/index.php/letoltes/eloadasok/doc_view/166-rostas-sandorditab-50
- Samsonov, T. – Yakimova, O. (2016): Geometric Simplification of Administrative Borders With Mixture of Irregular and Orthogonal Segments. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_12.pdf
- Savino, S. (2012): New Perspectives in The Generalization of Mediumlarge Scale Databases in Italy. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session4_sub1.pdf
- Savino, S. (2014): Generalization of braided streams. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_11.pdf
- Sayidov, A. – Weibel, R. (2016): Constraint-based approach in geological map generalization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_10.pdf
- Schwartges, N. – Allerkamp, D. – Haunert, J.-H. – Wolff, A. (2013): Optimizing Active Ranges for Point Selection in Dynamic Maps. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_5.pdf
- Slocum, T. A. (2004): Scale and generalization. In: Slocum, T. A. – McMaster, R. B. – Kessler, F. C. – Howard, H. H.: Thematic Cartography and Geographic Visualization, Pearson College Div, USA, pp. 103–120.
- Stanislawski, L. V. – Briat, M. – Punt, E. – Howard, M. – Brewer C. A. – Buttenfield, B. P. (2012): Density-Stratified Thinning of Road Networks to Support Automated Generalization for The National Map. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session5_sub1.pdf
- Stanislawski, L. V. – Buttenfield, B. P. – Raposo, P. – Cameron, M. – Falgout, J. (2015): Synoptic Evaluation of Scale-Dependent Metrics for Hydrographic Line Feature Geometry. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro,

- Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_9.pdf
- Stanislawski, L. V. – Battenfield, B. P. (2017): Preserving Line Sinuosity in Hydrographic Feature Simplification. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_9.pdf
- Stanislawski, L. V. – Liu, Y. – Battenfield, B. P. – Survila, K. – Wendel, J. – Okok, A. (2016): High Performance Computing to Support Multiscale Representation of Hydrography for the Conterminous United States. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_07.pdf
- Stanislawski, L. V. – Savino, S. (2011): Pruning of Hydrographic Networks: A Comparison of Two Approaches. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Stanislawski.pdf
- Stern, C. – Sester, M. (2011): Towards extraction of constraints for integrating environmental spatial data in digital landscape models of lower resolution – a work in progress. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Stern.pdf
- Suba, R. – Meijers, M. – Huang, L. – van Oosterom, P. (2014): Continuous Road Network Generalization. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_7.pdf
- Suba, R. – Meijers, M. – van Oosterom, P. (2015): Large scale road network generalization for various scale maps. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_7.pdf
- Szalay László ezredes (2018): Katonai topográfiai térképezés az elmúlt 100 évben [diasor]. In: Térképészeti Tudományos Nap, MTA, Budapest, 2018.
- Szombara, S. (2013): Unambiguous Collapse Operator of Digital Cartographic Generalisation. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_20.pdf
- Touya, G. – Balley, S. – Duchêne, C. – Jaara, K. – Regnaud, N. – Gould, N. (2012): Towards an Ontology of Spatial Relations and Relational Constraints. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session1_sub3.pdf
- Touya, G. – Dumont, M. (2017): Progressive Block Graying and Landmarks Enhancing as Intermediate Representations between Buildings and Urban Areas. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_1.pdf
- Touya, G. – Girres, J.-F. (2014): Generalising Unusual Map Themes from OpenStreetMap. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_6.pdf
- Touya, G. (2019): Finding the Oasis in the Desert Fog? Understanding Multi-Scale Map Reading. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Tokió, Japán, 2019. https://generalisation.icaci.org/downloads/abs2019/Abs2019_paper_5.pdf
- Töpfer, F. – Pillewizer, W. (1966): The Principles of Selection: a Means of Cartographic Generalization. *The Cartographic Journal*, 3 (1), pp. 10–16.

- Ungvári Zsuzsanna – Agárdi Norbert – Zentai László (2013): A comparison of methods for automatic generalization of contour lines generated from digital elevation models. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_1.pdf
- Ungvári Zsuzsanna (2017): A térképi generalizálás vizsgálata különféle méretaránytartományokban domborzatmodelleken. Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, pp. 7–9.
- van Altena, V. – Post, M. – Nijhuis, R. – Stoter, J. (2013): Generalisation of 1:50k roads centrelines from 1:10k road polygons in an automated workflow. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_18.pdf
- van Oosterom, P. – Meijers, M. (2011): Towards a true vario-scale structure supporting smooth-zoom. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Van_Oosterom.pdf
- van Smaalen, J. – Nijhuis, R. – Stoter, J. (2011): Automated generalisation of land cover data in a planar topographic map. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Van_Smaalen.pdf
- Vangenot, C. (2004): Multi-representation in spatial databases using the MADS conceptual model. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Leicester, Egyesült Királyság, 2004. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2004/Vangenot-v2-ICAWorkshop.pdf>
- Vetter, A. – Wigley, M. – Käuferle, D. – Gartner, G. (2015): The automatic generalisation of building polygons with ArcGIS standard tools based on the 1:50'000 Swiss National Map Series. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_2.pdf
- Volunteered geographic information, (2008. április 28.), in: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Volunteered_geographic_information. Utolsó elérés: 2021. május 8.
- Wang, X. – Burghardt, D. (2017): A Stroke-based Approach to Detect Patterns of Discrete Buildings for Generalization Purposes. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_5.pdf
- Weiss, R. – Weibel, R. (2013): Road Network Selection for Small-Scale Maps Using an Improved Centrality Approach. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_14.pdf
- Yan, H. – Yang, W. – Liu, T. – Li, J. (2016): Approach to calculating spatial similarity degree using map scale change of road networks in multiscale map spaces. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Helsinki, Finnország, 2016. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2016/genemr2016_paper_06.pdf
- Zentai László (2000): Számítógépes térképészet (A számítástechnika alkalmazása a térképésztben), ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, p. 13.
- Zentai László (2009): A Nemzetközi Térképészeti Társulás 50 éve. Geodézia és Kartográfia, 2009/12 (61), pp. 4–5.
- Zentai László (2012): A digitális térképek Magyarországon az első digitális adatbázisoktól a kilencvenes évek végéig. <http://www.rsgis.hu/RS&GIS-2012-1-3.html>. Utolsó elérés: 2021. május 07.
- Zhang, L. – Guilbert, E. (2015): Drainage tree construction based on patterns in a river network. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_5.pdf

- Zhao, J. – Stoter, J. – Ledoux, H. – Zhu, Q. (2012): Repair and generalization of hand-made 3D building models. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Isztambul, Törökország, 2012. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/submissions2012/genemr2012_session5_sub3.pdf
- Zhou, S. (2014): Towards a Multi-Representation Database Approach to On-Demand Mapping and Continuous Zooming. In: ICA (International Cartographic Association) Commission on Generalisation and Multiple Representation Workshop, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_5.pdf

Az ICA konferenciák előadásainak internetes anyagainak utolsó elérése: 2021. május 8.

Ábra- és táblázatjegyzék

1. ábra: Klinghammer István (szerk.): Térképészet és geoinformatika I., ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, p.177, 41. ábra
2. ábra: Weibel, R. (2000): On-demand Mapping: Challenges for Generalization and Web Mapping [diasor], p. 28. In: 4. ICA Workshop on Progress in Automated Map Generalization, Barcelona, Spanyolország, 2000. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2000/presentations/weibel.pdf>
3. ábra: Gao, A. – Li, J. – Chen, K. (2020): A morphing approach for continuous generalization of linear map features. PLoS ONE 15(12): e0243328, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243328>, p. 12, 13. ábra
4. ábra: DEM Import Wizard: Create Contour Lines, (d. n.), OCAD Wiki: Custom contour lines in brown, smoothed contour lines using TPI in blue [ábra]. https://ocad.com/wiki/ocad/en/index.php?title=DEM_Import_Wizard#Create_Contour_Lines. Utolsó elérés: 2021. május 8.
5. ábra: Cecconi, A. (2003): Integration of Cartographic Generalization and Multi-Scale Databases for Enhanced Web Mapping. Doktori disszertáció, Zürichi Egyetem, p. 27, 2.7. ábra
6. ábra: saját ábra
7. ábra: Burghardt, D. (2010): ICA-generalisation workshops (1995-2010): From past generalisation workshops to future works on the field [diasor], p. 10. In: 13. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Zürich, Svájc, 2010. <https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2010/2010-ICAWSGene-RoundTable-Burghardt.pdf>
8. ábra: saját ábra
9. ábra: Olsson, P. – Pippig, K. – Harrie, L. – Stigmar, H. (2011): Identifying areas of a map that are difficult to read, p. 4, 1. ábra. In: 14. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Olsson.pdf
10. ábra: Suba, R. – Meijers, M. – van Oosterom, P. (2015): Large scale road network generalization for vario-scale map, p. 2, 1. ábra. In: 18. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_7.pdf
11. ábra: Ai, T. – Yan, X. – Zhang, X. (2018): A Template Matching Method for Enhancing and Generalizing OpenStreetMap Building Data, p. 6, 3. ábra. In: 21. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Lund, Svédország, 2018. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2018/ai_et_al_apper_and_map.pdf
12. ábra: Guercke, R. – Sester, M. (2011): Using Hough Analysis and Least Squares Adjustment for the Generalization of Building Footprints [diasor], p. 35. In: 14. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Guercke_slides.pdf
13. ábra: Touya, G. – Dumont, M. (2017): Progressive Block Graying and Landmarks Enhancing as Intermediate Representations between Buildings and Urban Areas, p. 8, 6. ábra. In: 20. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Washington, Amerikai Egyesült Államok, 2017. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2017/genemr2017_paper_1.pdf

14. ábra: Savino, S. (2014): Generalization of braided streams, p. 3, 3. ábra. In: 17. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Bécs, Ausztria, 2014. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2014/genemr2014_submission_11.pdf
15. ábra: Zhang, L. – Guilbert, E. (2015): Drainage tree construction based on patterns in a river network, p. 5, 4. ábra. In: 18. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Rio de Janeiro, Brazília, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2015/genemr2015_submission_5.pdf
16. ábra: van Oosterom, P. – Meijers, M. (2011): Towards a true vario-scale structure supporting smooth-zoom, p. 7, 5. ábra. In: 14. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Párizs, Franciaország, 2011. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2011/genemr2011_Van_Oosterom.pdf
17. ábra: Szombara, S. (2013): Unambiguous Collapse Operator of Digital Cartographic Generalisation, p. 2, 1. ábra. In: 16. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_20.pdf
18. ábra: Raposo, P. – Brewer, C. A. – Stanislawski, L. V. (2013): Label and Attribute-Based Topographic Point Thinning, p. 6, 4. ábra. In: 16. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Drezda, Németország, 2013. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2013/genemappro2013_submission_16.pdf
19. ábra: Foerster, T. – Stoter, J. (2008): Generalisation operators for practice - a survey at National Mapping Agencies, p. 5, 3. ábra. In: 12. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, Montpelier, Franciaország, 2008. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/workshop2008/11_foerster_stoter.pdf
20. ábra: Baella, B. – Pla, M. – Talaya, J. (2015): Generalization at the Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya [diasor], p. 4. In: 2. NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/ICGC_Generalization_Amsterdam_20151126.pdf
21. ábra: Curtinot, P. Y. (2015): Recent developments at IGN France [diasor], p. 5. In: 2. NMA Symposium, Amszterdam, Hollandia, 2015. https://kartographie.geo.tu-dresden.de/downloads/ica-gen/symposium2015/Amsterdam_NMA_Meeting_IGNFrance.pdf
22. ábra: Duchêne, C. – Baella, B. – Brewer, C. A. – Burghardt, D. – Bittenfield, B. – Gaffuri, J. – Käuferle, D. – Lecordix, F. – Maugeais, E. – Nijhuis, R. – Pla, M. – Post, M. – Regnaud, N. – Stanislawski, L. V. – Stoter, J. – Tóth, K. – Urbanke, S. – van Altena, V. – Wiedemann, A. (2014): Generalisation in Practice Within National Mapping Agencies. In: Burghardt, D. – Duchêne, C. – Mackaness, W., szerk.: *Abstracting Geographic Information in a Data Rich World*, Springer International Publishing, Svájc, p. 370, 11.18. ábra
23. ábra: Szalay László ezredes (2018): Katonai topográfiai térképezés az elmúlt 100 évben [diasor], p. 17. In: *Térképészeti Tudományos Nap, MTA, Budapest, 2018.*
1. táblázat: Slocum, T. A. – McMaster, R. B. – Kessler, F. C. – Howard, H. H. (2004): *Thematic cartography and geographic visualization* (2. kiadás), Pearson College Div, p. 111, 6.7. ábra
2. táblázat: *An overview of the Generalization toolset*, (2016), ArcGIS for Desktop. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/cartography-toolbox/an-overview-of-the-generalization-toolset.htm>. Utolsó elérés: 2021. május 8.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Ungvári Zsuzsannának, aki folyamatos segítségével és kedvességével hozzájárult a diplomamunkám elkészüléséhez. Köszönettel tartozom többek között a dolgozat felépítésével kapcsolatos javaslatáért, a konferenciák előadásainak kategorizálásában nyújtott segítségéért, valamint értékes tanácsaiért.

SZAKDOLGOZAT / DIPLOMAMUNKA

EREDETISÉG NYILATKOZAT

Alulírott**Reviczki Daniella**Neptun-kód: ...**ZVHHWO**.....

ezennel kijelentem és aláírással megerősítem, hogy az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karának, Térképtudományi és Geoinformatikai Intézetében írt,

.....**A generalizálás automatizálásának története**.....

.....
című diplomamunkám saját, önálló szellemi termékem; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a szerzői jogok általános szabályainak megfelelően történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat/diplomamunka esetén plágiumnak számít:

- szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

A témavezető által benyújtásra elfogadott szakdolgozat PDF formátumban való elektronikus publikálásához a tanszéki honlapon

HOZZÁJÁRULOK

NEM JÁRULOK HOZZÁ

Budapest, 2021.05.13.

Reviczki Daniella

.....
hallgató aláírása