

Kartografie I

Kartografická generalizace

RNDr. Ladislav Plánka, CSc.

Institut geodézie a důlního měřictví, Hornicko-geologická fakulta, VŠB – TU Ostrava

Podkladové materiály pro přednáškový cyklus předmětu „Kartografie I“ (jazyková ani odborná korektura neprovedena)

Kartografická generalizace

Obsah mapy, tvořený především půdorysným vyjádřením zájmových objektů, nelze zobrazit absolutně geometricky věrně a úplně.

Zevšeobecňování, výběr a vzájemnou harmonizaci prvků obsahu mapy pak označujeme jako **kartografickou generalizaci.**

Kartografická generalizace

Kartografická generalizace je proces, kdy je reálný, resp. již abstrahovaný prvek aproximován prvkem „abstraktním“, resp. „ještě abstraktnějším“, popřípadě zcela vypuštěn z mapového zobrazení. Jde v něm tedy o výběr objektů, které máme na mapě vyjádřit a jejich geometrické zmenšení, resp. jinou úpravu.

Kartografická generalizace představuje jeden z nejsložitějších a nejkompexnějších problémů tvorby mapy. Proces sestavování mapy a s ním spojená generalizace je vždy spojen se subjektem kartografa, a tak je více či méně ovlivněn jeho zkušenostmi a profesní vyspělostí.

V současné chvíli (2018) ovšem již nejsou výjimkou software (samostatné nebo jako součást sofistikovaných systémů GIS, resp. CAD) pro částečnou nebo úplnou kartografickou generalizaci.

Pro inspiraci: viz následující snímek.

Kartografická generalizace

- Augustýn R., Kočenda A., Vacek, T., Zemek, J.: Algoritmy generalizace potřebné pro generalizaci Státního mapového díla středního měřítka [on-line]. VÚGTK, T-MAPY, Zdiby 2016, 59 s. Dostupné na: https://knihovna.vugtk.cz/record/193169/files/01_Nmet3.pdf (cittace: 9.3.2018)
- Muckiness William A., Ruas Anne, Sarjakoski L. Tiina (Editors): *1st Generalisation of Geographic Information: Cartographic Modelling and Applications (International Cartographic Association)*. 1st Edition, Series: International Cartographic Association, Elsevier Science 2007, 386 p., ISBN 978-0080453743
- Cebrykow Paweł: Cartographic generalization yesterday and today. *Polish Cartographical Review*, Vol. 49, 2017, no. 1, pp. 5–15, DOI: 10.1515/pcr-2017-0001

Automatizovaná generalizace, počítačem podporovaná generalizace ...

... je proces zobecnění realizující v prostředí digitální geografické informace přechod mezi dvěma modely téže části reálného světa, spočívající ve vypuštění nepodstatných prostorových, sémantických a časových rysů vstupního modelu při současném zachování těch jeho rysů ve výsledném modelu, které se s ohledem na úroveň rozlišení vyžadovanou zamýšlenou aplikací jeví jako podstatné; důsledkem uskutečnění daného procesu je minimalizace datového objemu generalizovaného modelu a zároveň maximalizace jeho informačního obsahu; fázemi tohoto procesu jsou automatizovaná objektová generalizace, automatizovaná modelová generalizace a automatizovaná kartografická generalizace

POZNÁMKA - automatizovaná generalizace představuje potenciálně organickou součást v současnosti intenzivně rozvíjené datové vědy, zabývající se výzkumem a vývojem algoritmů schopných v nestructurovaných "big data" (velkých datech) efektivně identifikovat ta klíčová a následně je transformovat na poznatek užitečný pro řešení konkrétního problému.

Viz: Terminologický slovník VÚGTK

Automatizovaná generalizace, počítačem podporovaná generalizace ...

Název systému	Dodavatel	Komentář
ArcGIS Generalizer	ESRI	Výběr na základě velikosti nebo jiných atributů, zjednodušení linií a hranic kartografických areálů; zjednodušení budov při zachování pravoúhlosti polygonů; spojování polygonů; kartografická abstrakce.
DynaGen, MGE MapGeneralizer	Intergraph Corporation	Generalizace velkoměřítkových kartografických databází pro vytváření map různých měřítek bez nutnosti vytvářet samostatné databáze zvlášť pro každé měřítko. Zjednodušení obrysů a tvarů, spojování bodů a ploch, kartografická abstrakce ploch na linie, ploch na body a linií na body, typizace bodů a linií, aj.

Automatizovaná generalizace, počítačem podporovaná generalizace ...

Název systému	Dodavatel	Komentář
LAMPS2	Laser-Scan	Objektově orientovaný rámec k odvození více databází ze základní databáze. Provádění až čtyřstupňové generalizace, prostorové filtrace aj.
CHANGE	Institute for Cartography of Hanover University	Zevšeobecnění velkoměřítkových dat, zpracovávání stavebních a silničních objektů v měřítkách od 1: 1 000 do 1: 25 000.
GenSystem	Canada Centre for RS	Zobecňování sítí silnic a vodních toků.
LineDrive	Stanford University and Vicinity Corporation	Automatický systém pro generalizaci linií.

Definice

ČSN 73 0401: Kartografická generalizace spočívá ve výběru, geometrickém zjednodušení a zevšeobecnění objektů, jevů a jejich vzájemných vztahů pro jejich grafické vyjádření v mapě, ovlivněné účelem, měřítkem mapy a vlastním předmětem kartografického znázorňování.

Sališčev, K.A., 1976, 1982: Kartografická generalizace je výběr hlavního podstatného a jeho cílevědomé zevšeobecnění, mající na zřeteli zobrazení na mapě některé části skutečnosti v jejich základních typických rysech a charakteristických zvláštностech, v souladu s účelem, tematikou a měřítkem mapy.

Ratajski, I., 1973: Kartografická informace (původní) je široká pro její úplné umístění na mapě. Tato redukce, která zobecňuje kompromis mezi minimem a maximem kartografických značek na mapě, se nazývá kartografická generalizace.

Hlediska optimálního vyjádření (1/3)

I nová mapa menšího měřítka vznikající na bázi již existujícího mapového díla větších měřítek musí mít charakter díla, v němž je usilováno o co nejvhodnější vyjádření modelované skutečnosti.

Hlediska **optimálního vyjádření** modelované skutečnosti jsou východiskovým podnětem pro stanovení generalizace.

Za taková hlediska považujeme (viz následující 2 snímky):

Hlediska optimálního vyjádření (2/3)

- **Výběr objektů a jevů do nové mapy**, neboť každá mapa zobrazuje vždy jen některé stránky reality. Její obsah výrazně ovlivňuje tematika a účel mapy, její měřítko, charakter území i způsob jejího grafického ztvárnění.
- **Geometrický charakter** generalizace objektů a jevů nové mapy je z hlediska estetiky mapového díla nejviditelnější, neboť se v něm jedná o „vyhlazování“ podrobností („geometricky se zjednodušují“).
- **Zevšeobecnění kvantitativních charakteristik** formou intervalových značek (např. pro topografické mapy jsou sídla rozdělena do 4 velikostních typů, zatímco pro menší měřítka je takovéto detailní rozdělení nevyhovující).

Hlediska optimálního vyjádření (3/3)

- **Zevšeobecnění kvalitativních charakteristik**, např. zevšeobecnění plochy lesa z druhových klasifikací - les jehličnatý, smíšený apod.
- **Geometrickou (polohovou) přesnost**, neboli požadavek vykreslení objektu na přesně svém místě a pokud možno v rozměrech skutečných nebo jim velmi blízkých, jakož i vyjádření vzájemné polohy mezi objekty odpovídající měřítku mapy.
- **Geografickou věrnost**, neboli zachování vzájemných prostorových vazeb prvků i jevů a zachování jejich geografické specifiky. Z toho vyplývají rozporné požadavky ve vztahu ke geometrické přesnosti, neboť pomocí mapových značek se vyjadřují i plošně menší, leč geograficky významné objekty na místech či v rozměrech, jež se s realitou rozcházejí.

Grafická zaplněnost

Kartografické dílo musí být v každém případě přehledné a čitelné. **Míra přehlednosti** je dána jeho tzv. **(vizuální) grafickou zaplněností**, tj. poměrem plochy zaplněné kresbou k celkové ploše mapového listu. Empirický vzorec pro tuto míru má tvar:

$$N = \alpha \frac{q \cdot p}{10^{12} M^2}$$

kde:

N - grafická zaplněnost v %

α - součinitel výběru daného prvku mapového zobrazení (např. při výběru 40 % prvků je roven 0.4)

q - množství prvků vybraných druhů ve zvolených jednotkách na 100 km²

p - střední plocha potřebná pro vyobrazení daného prvku na mapě v mm²

M - měřítkové číslo mapy

Činitelé kartografické generalizace

- Měřítko mapy a poměr měřítek odvozené a podkladové (původní) mapy
- Účel mapy
- Charakter zobrazovaného území
- Způsob grafického vyjádření
- Psychologické možnosti a schopnosti uživatele

Měřítko mapy a poměr měřítek odvozené a podkladové (původní) mapy

Jde o rozhodující činitel určující způsobilost pro podrobné znázorňování prvků na mapě.

Přechod na menší měřítko často znamená i změnu účelu mapy a tím i přechod na jiný stupeň generalizace (z map podrobných se stávají mapy přehledné).

Na druhé straně lze aplikací různých generalizačních postupů připravit ze stejné podkladové mapy odvozené mapy stejného menšího měřítko, avšak diametrálně rozdílného určení.

Např. školní nástěnná mapa, která musí být čitelná i na větší vzdálenost má podstatně méně informací, než mapa téhož území a měřítko určená pro vědecké účely.

Měřítko mapy a poměr měřítek odvozené a podkladové (původní) mapy

Měřítková řada map s jednotnými výrazovými prostředky nemůže v žádném případě vést k aplikaci téhož generalizačního algoritmu v celém intervalu měřítek.

Zlomovým bodem je měřítko 1:200 000, tedy rozhraní geodetické a geografické kartografie.

Účel mapy

Mezi měřítkem mapy a jejím účelem existuje silná vazba. Účel (a tematika) mapy určuje váhu významu jednotlivých obsahových prvků mapy a tím i míru jejich výběru a přípustného zjednodušení.

Např. na tematické mapě je nutno přisoudit nejvyšší míru podrobnosti z hlediska účelu mapy prvkům dominantním, zatímco další prvky mohou být uvedeny silně zjednodušeně až schematicky (viz reliéf na politických mapách), či být zcela vypuštěny (viz porosty na geologických mapách). Na obecně zeměpisné nebo topografické mapě je třeba naopak základní obsahové prvky vyjádřit obsahově vyváženě, aby vyjadřovaly základní fyzicko-geografické i socioekonomické charakteristiky daného území.

Charakter zobrazovaného území

Je zřejmé, že čím důležitější je skutečnost v daném prostředí, tím naléhavější je její zachování při postupné generalizaci mapového modelu.

Např. převýšení 2 m v Nizozemsku je velmi významné, zatímco v Alpách jde o banální zanedbatelnou skutečnost.

V tomto procesu pomáhají kartografii různé oborové rajonizace mapovaných objektů v jejich zájmových prostorech. Výsledkem je vymezení typů, celků, územních rajónů homogenity zájmových charakteristik aj.

Jedná se např. o vymezení geomorfologických celků, hospodářských oblastí apod.

Způsob grafického vyjádření

Způsob grafického vyjádření úzce souvisí se stanovením hodnot maximálního a optimálního zaplnění mapy a s jeho čitelností a přehledností. Významně se podílí na vyjádření charakteru zobrazovaného území prostřednictvím volby vhodných mapových znaků po stránce grafické a barevné.

Na generalizaci tedy má vliv rozměr znaků, tloušťka čar a barevné detaily. Čím hustší je kresba a čím větší je popis, tím méně prvků můžeme na mapě zobrazit. Tato skutečnost se vyhrocuje v prostorech s velkou koncentrací skutečností přicházejících v úvahu k vyjádření v mapě.

Psychologické možnosti a schopnosti uživatelů

Tento činitel zahrnuje fakt, že kartografický model musí být srozumitelný, musí umožňovat co nejrychlejší vnímání a co nejtrvalejší zapamatování jím předávaných informací, a to minimálně pro ten okruh uživatelů, pro který je programově určen.

Velmi významným činitelem je i rozlišovací schopnost lidského oka (rozlišitelnost, ostrost, znaková hluchota nebo naopak přehuštěnost mapovými shluky v mapové ploše).

Metody kartografické generalizace

- Zevšeobecnění mapových prvků
- Výběr prvků obsahu mapy
- (Vzájemná) harmonizace prvků obsahu mapy

Zevšeobecnění mapových prvků

Zevšeobecnění mapových prvků

Zevšeobecnění mapových prvků může být vedeno ve čtyřech rovinách, a to:

- a) zevšeobecnění obrysů a tvarů (tzv. geometrická generalizace),**
- b) zevšeobecnění kvalitativních charakteristik,**
- c) zevšeobecnění kvantitativních charakteristik,**
- d) kartografická abstrakce.**

Geometrická generalizace

Prvky vybrané ke kartografickému vyjádření nelze zpravidla zakreslit se všemi jejich tvarovými podrobnostmi.

Zevšeobecnění obrysů a tvarů neznamená zjednodušení smluvených znaků, zjednodušení kartografického jazyka, ani bezvýhradnou aplikaci této metody stejně na všechny prvky mapového pole po celé jeho ploše.

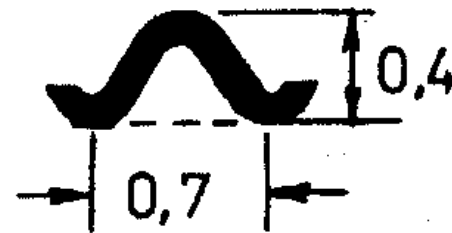
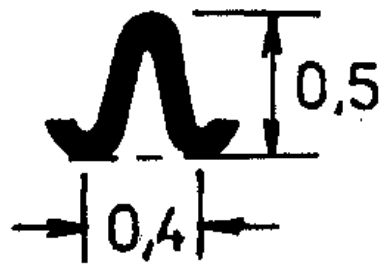
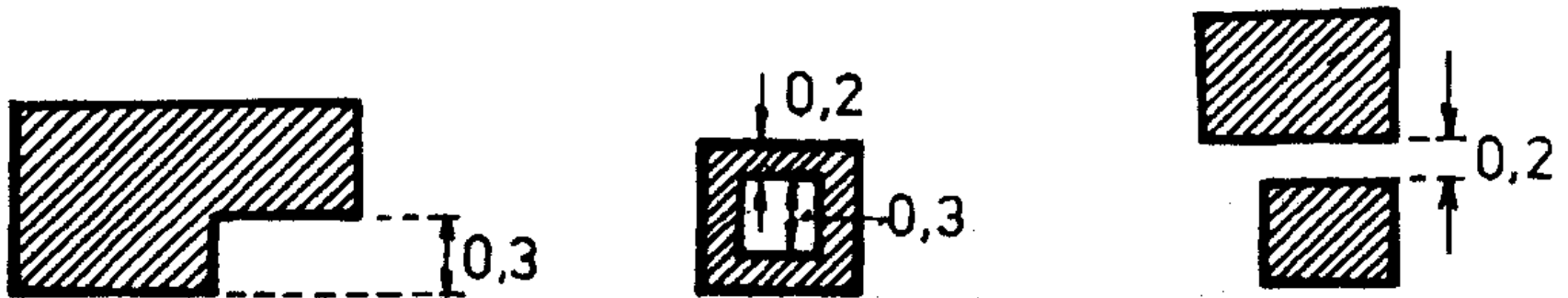
Geometrická generalizace

Geometrickou generalizací se rozumí vypuštění takových podrobností objektu, resp. jevu, které nejsou dosti výrazné nebo se v měřítku mapy „špatně“ vykreslují.

Přitom ale je třeba zachovat ty podrobnosti, které charakterizují mapovaný objekt, nebo které jsou nezbytné pro pochopení správného účelu mapy.

Tvary menších než prahových rozměrů mohou být v mnoha případech tak významnou geografickou charakteristikou mapovaného prostoru, že je vypustit nelze. Pro tyto případy se v kartografii uplatňuje tzv. „kresba nad (přes) míru“ a „posun kresby“.

Limitní hodnoty pro detail



Objektivizující algoritmy geometrické generalizace

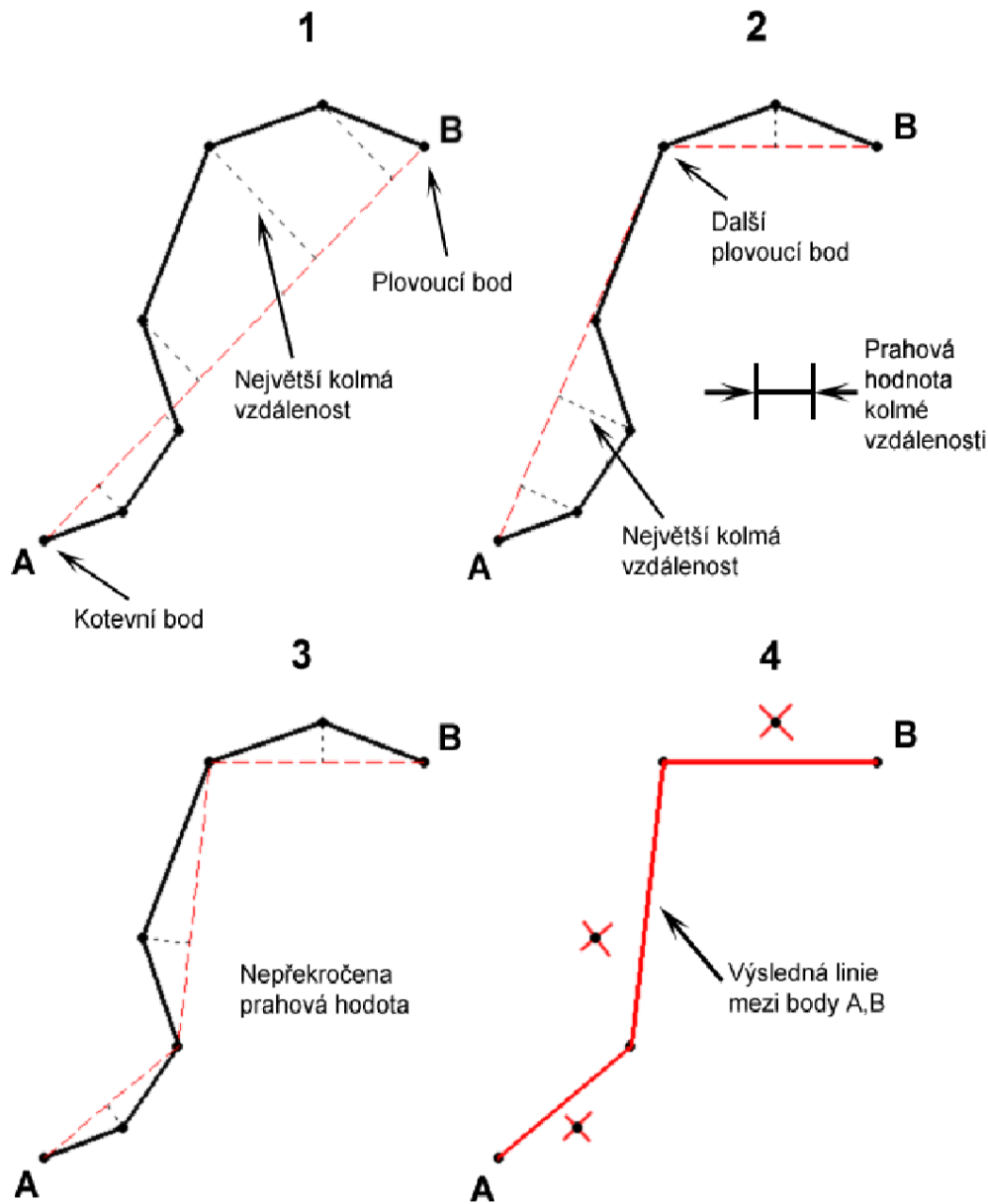
Při zjednodušování liniových znaků se používá těchto objektivizujících algoritmů:

- geometrické metody, které využívají např. redukce opěrných bodů klouzavým průměrem,
- vypuštění (resp. ponechání) každého x -tého bodu linie,
- eliminace blízkých bodů (délkový test),
- eliminace bodů s malým úhlovým rozdílem (úhlový test),
- eliminace bodů s malou kolmou vzdáleností od základní linie.

(některé z nich jsou součástí konkrétních algoritmů uvedených v následujících snímcích)

Objektivizující algoritmy geometrické generalizace

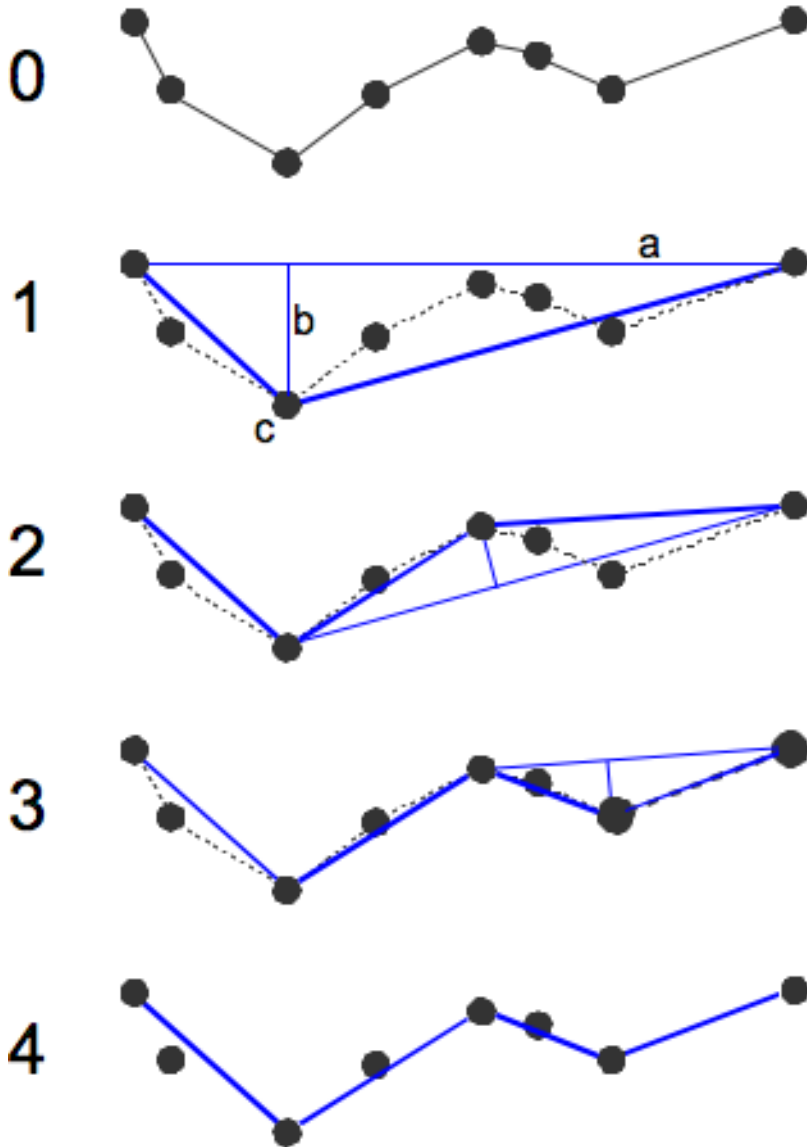
- Langův algoritmus (založený na porovnávání minimálních kolmých vzdáleností)
- Reumann-Witkamův algoritmus (tvorba obalového koridoru okolo generalizované linie)
- Visvalingam-Whyattův algoritmus
- Douglas-Peuckerův algoritmus



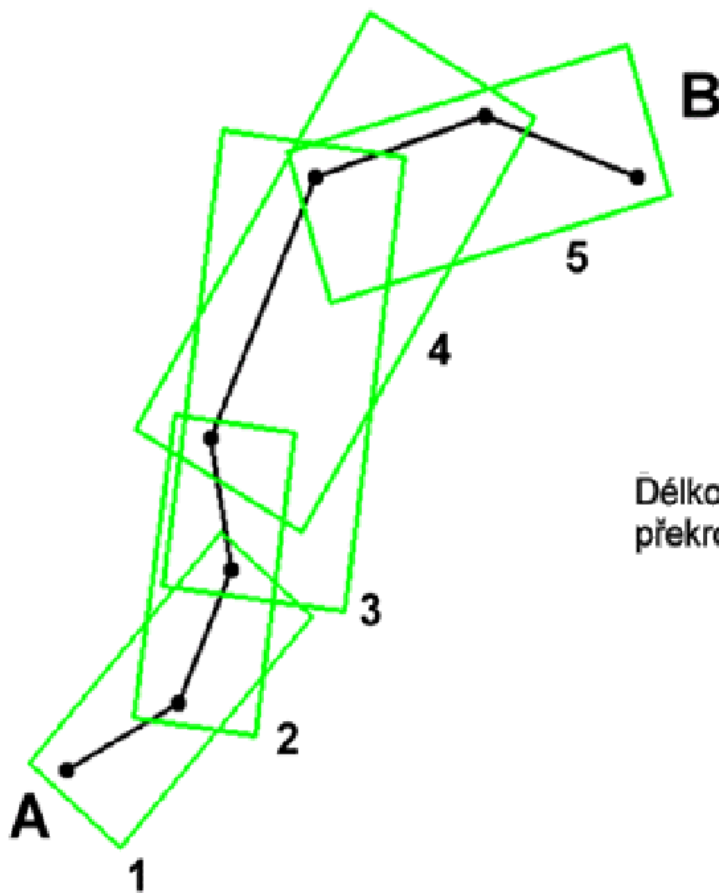
Douglas-Peuckerův algoritmus

Douglas-Peuckerův algoritmus

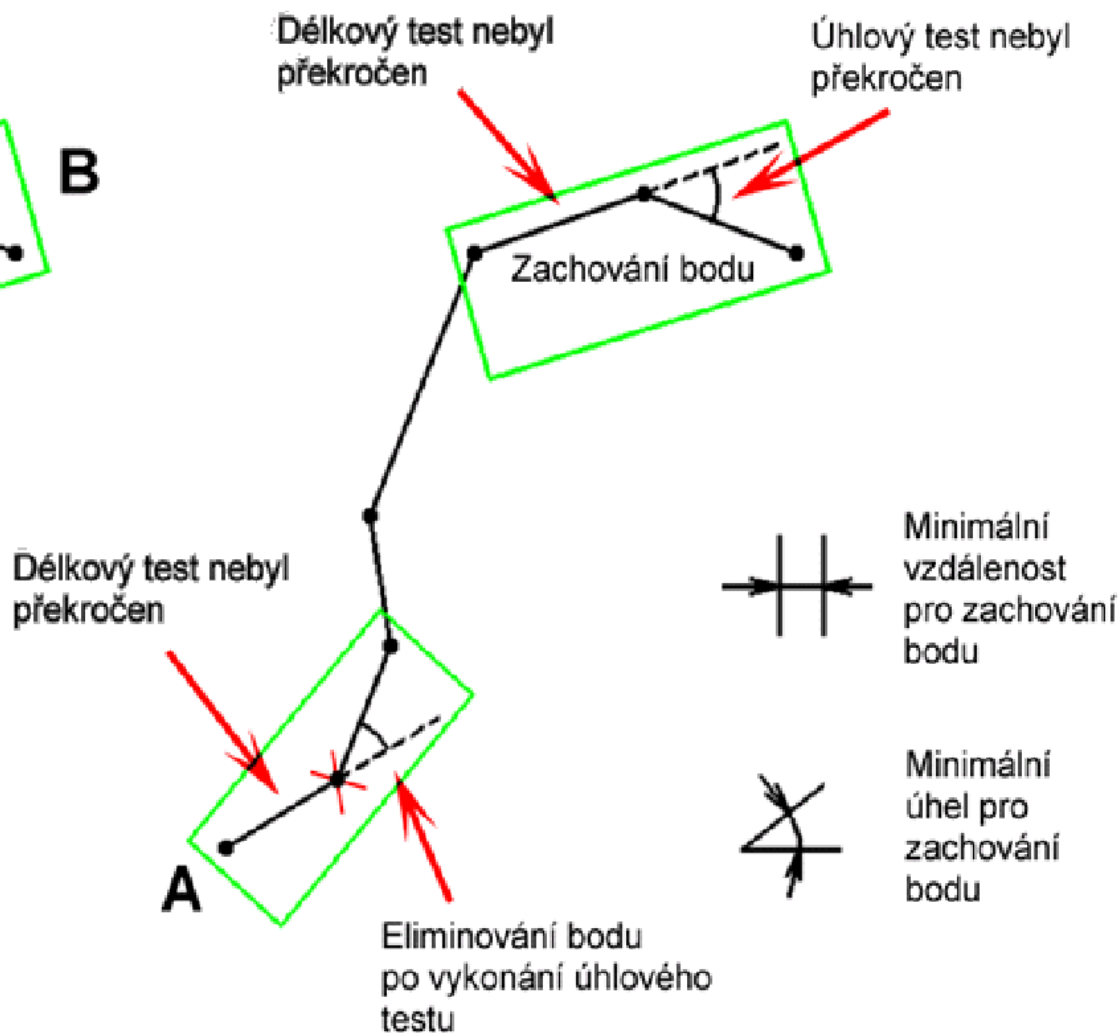
1. konstrukce spojnice mezi počátečním a koncovým bodem
2. nalezení bodu s největší vzdáleností od této spojnice
3. je-li vzdálenost větší než zvolený limit, pak se bod ponechává a pokračuje se druhou iterací (spojením posledního ponechaného bodu s koncem linie)



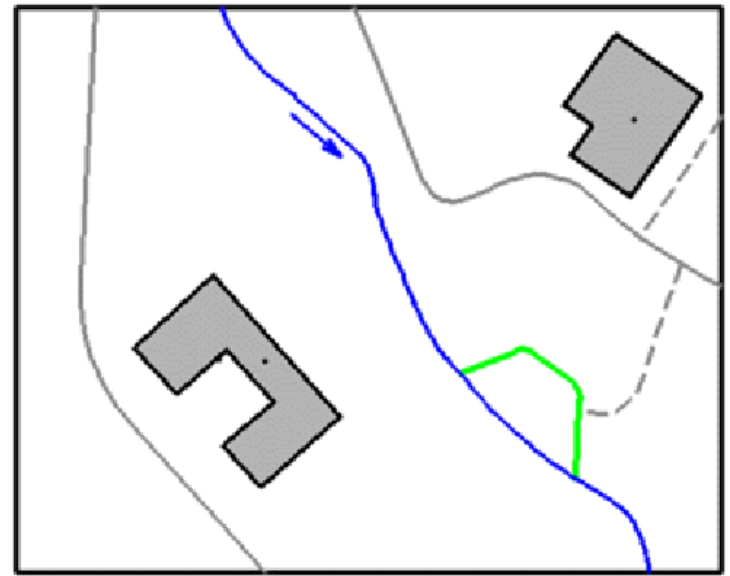
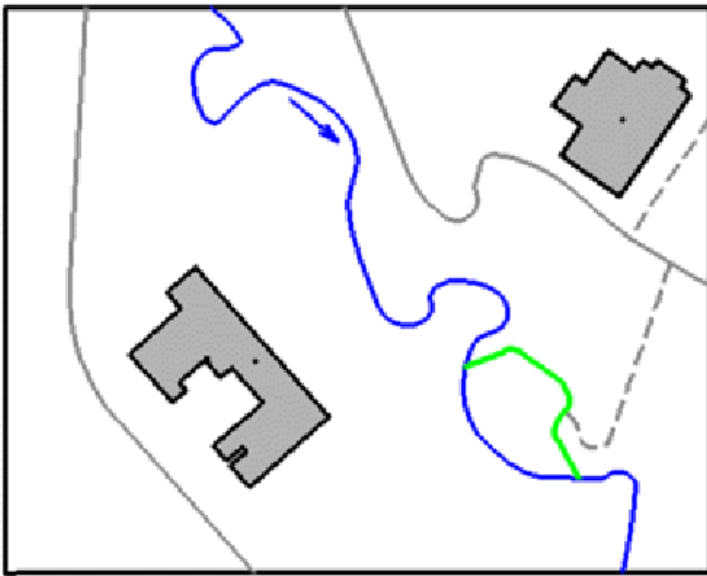
**Postupný pohyb
třibodového okna
(žádný bod není vypuštěn)**



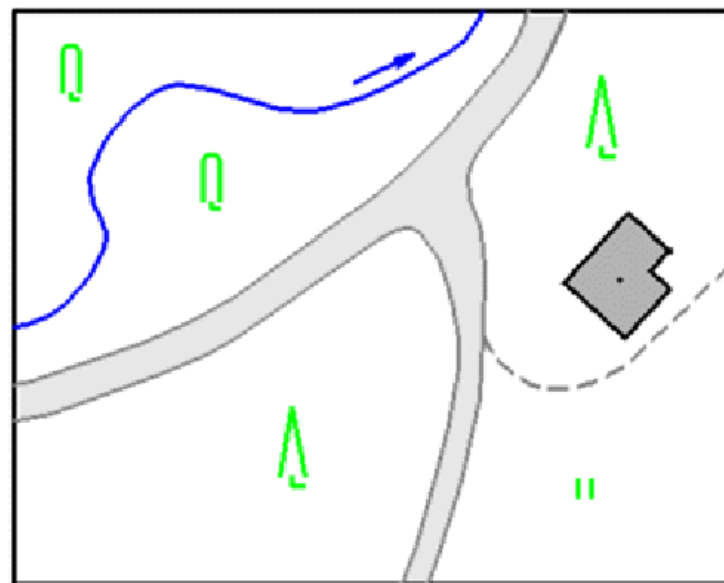
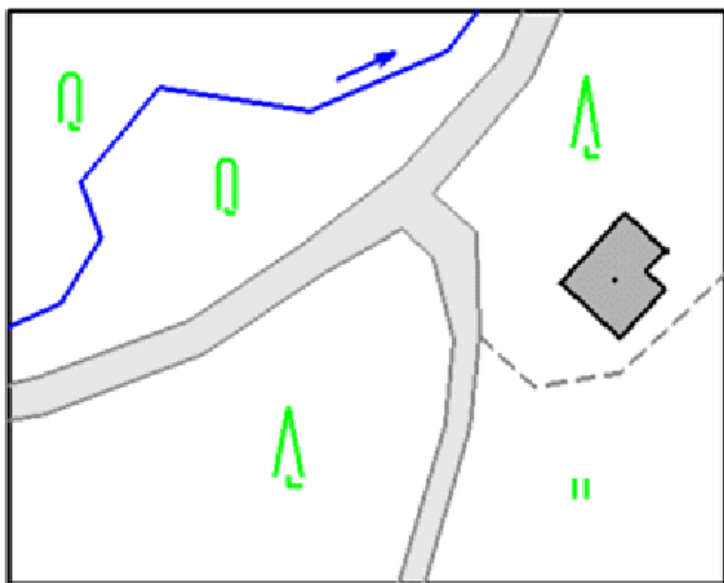
**Ukázka délkového
a úhlového testu**



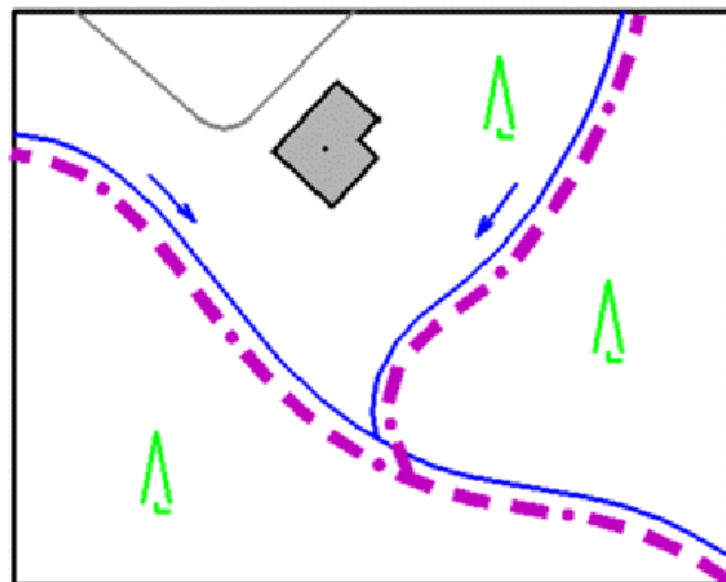
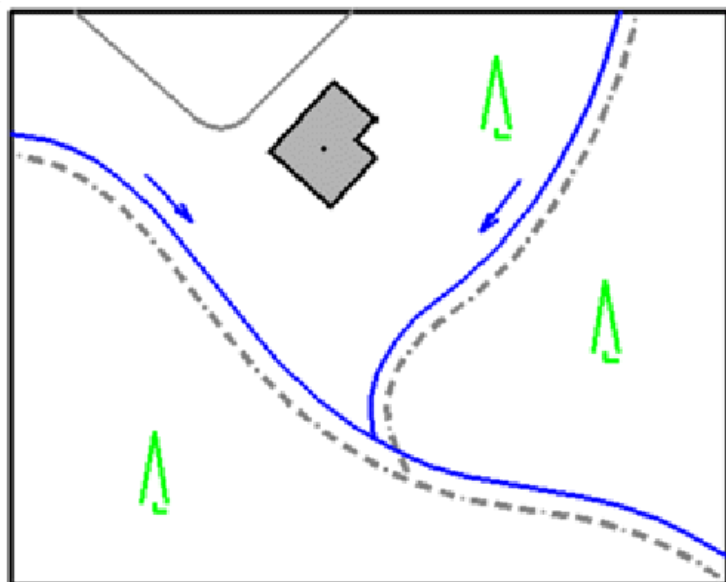
Generalizace vodního toku a obrysů budov



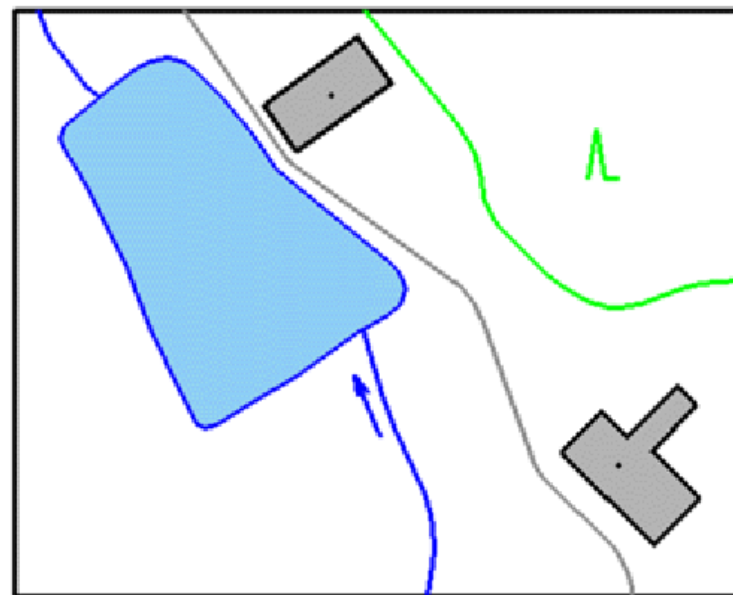
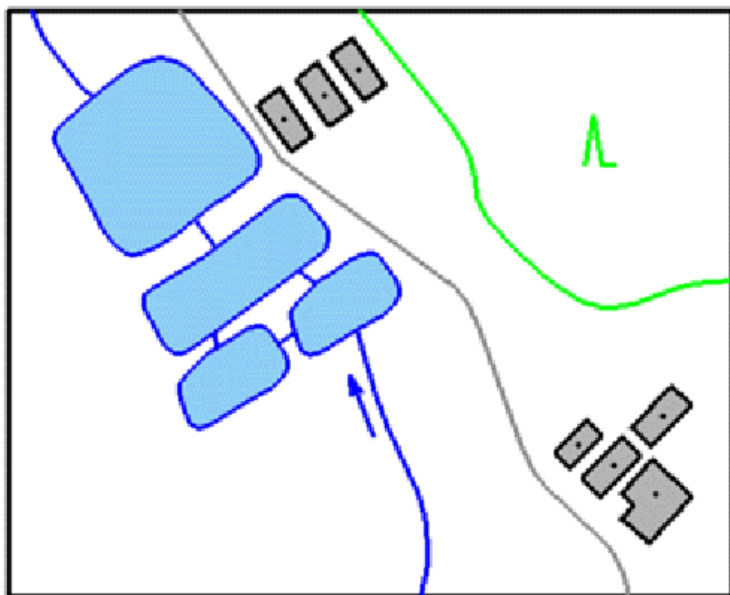
Příklady vyhlazení obrazu



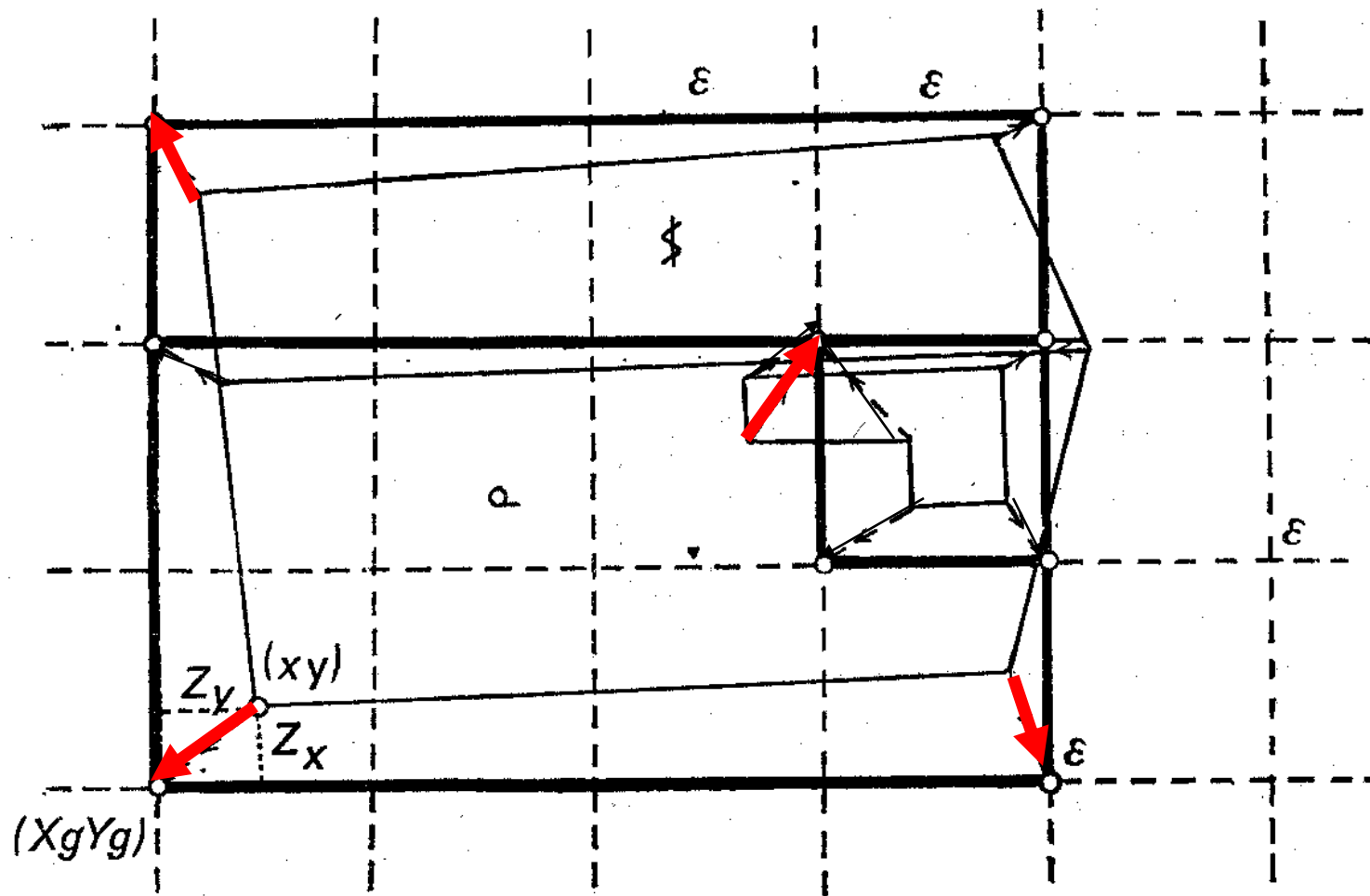
Příklad zvýraznění obrazu



Nesprávný příklad sjednocení vodních ploch



Rastrová metoda geometrické generalizace, kdy se souřadnice bodů abstrahují do nejbližšího průsečíku vhodně zvolené ε -ové křížové sítě



Zevšeobecňování kvalitativních charakteristik

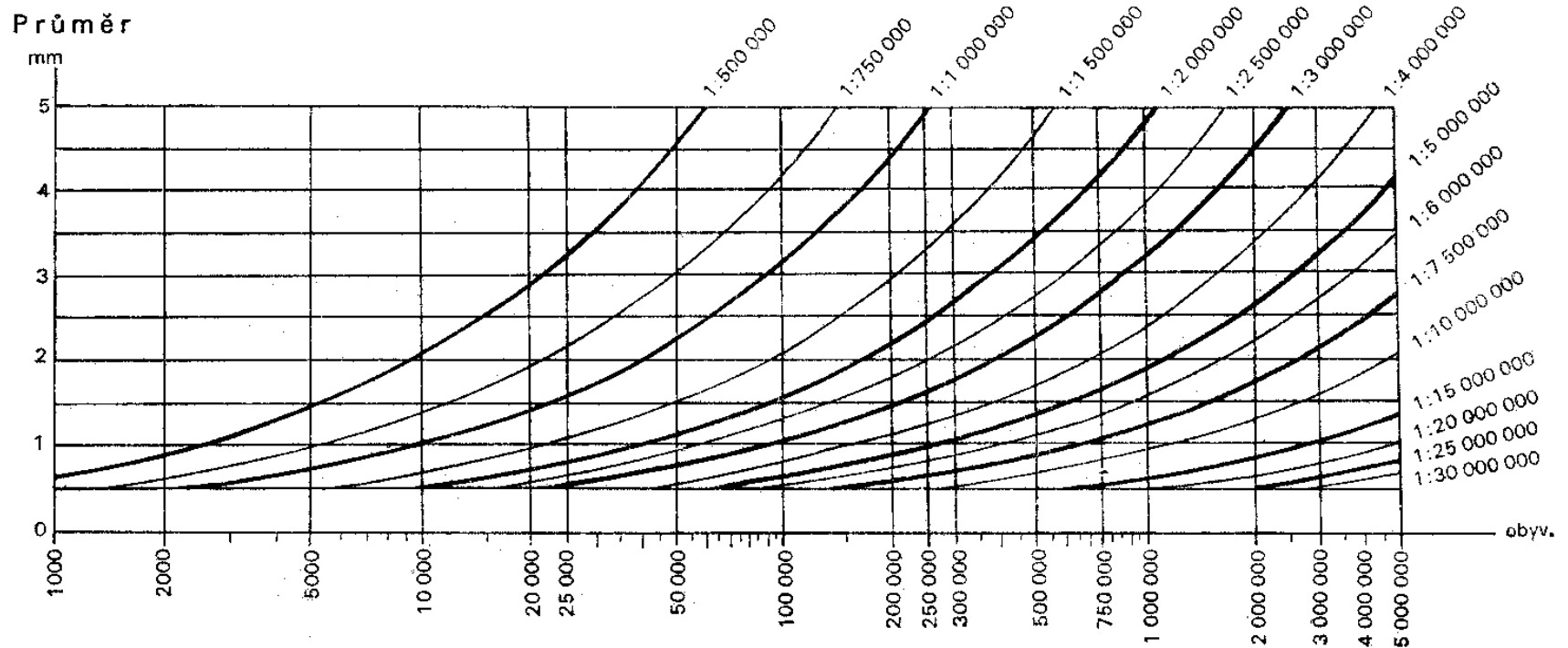
Mapy velkých měřítek	Mapy středních měřítek	
chmelnice	speciální kultury	zemědělská půda
vinice		
ovocné sady		
louky	trvalé travní kultury	zemědělská půda
pastviny		

Zevšeobecňování kvantitativních charakteristik

Kvantitativní charakteristiky jsou kartograficky podchyceny zpravidla pomocí velikostních stupnic.

Zevšeobecňování kvantitativních charakteristik vychází z intervalového vymezení kvantitativních skupin, spojených navzájem kvalitativním vztahem (např. rozdělení sídel do tříd podle počtu obyvatel). Při aplikaci této generalizační metody jde o zmenšení počtu intervalů.

Zevšeobecňování kvantitativních charakteristik



Prostorová redukce - collapsing (kartografická abstrakce)

Při zmenšování měřítka mapy ztrácí mapový obraz postupně schopnost vyjádřit názorně jednotlivé objekty nebo ohraničené jevy a je třeba je nahradit kartografickou značkou.

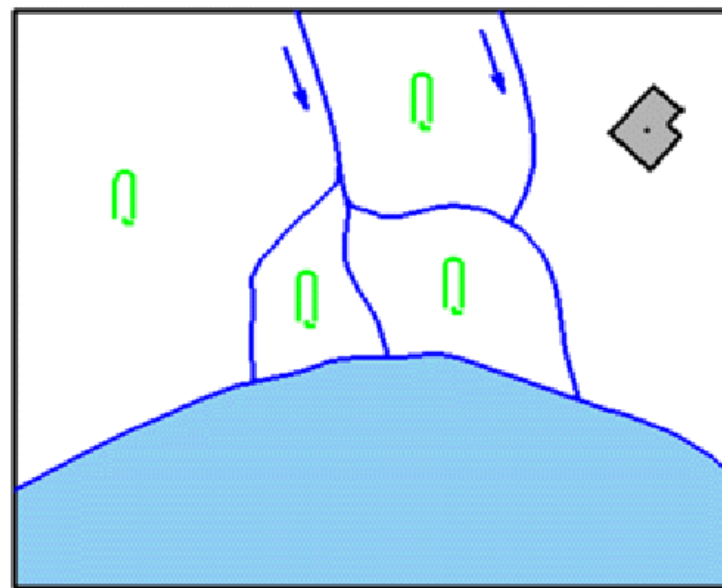
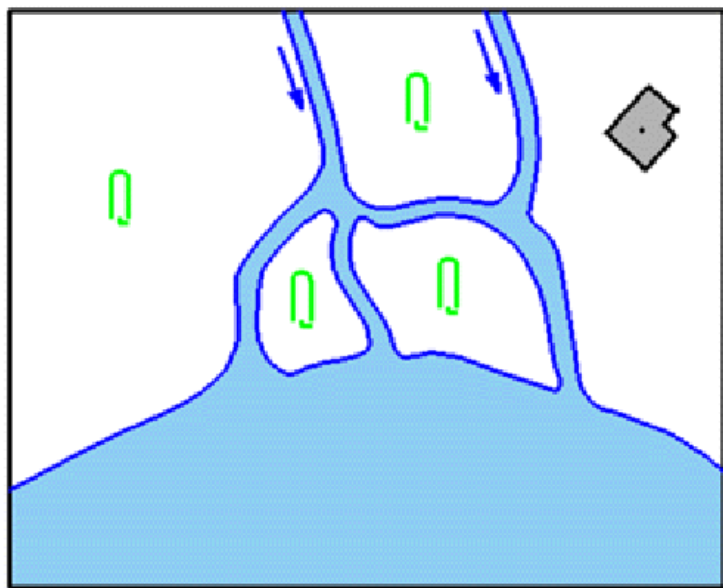
Přechod od půdorysného, byť se zmenšujícím se měřítkem stále více geometricky schematizovaného vyjádření, na bodovou značku smluveného tvaru, se nazývá kartografická abstrakce.

Kartografická abstrakce

Změna mapového znaku může probíhat ve směru:

- plocha - linie (vodní toky nebo komunikace s využitím triangulace ploch),
- plocha - bod (budovy malých rozměrů),
- linie – bod,
- bod - plocha (vytvoření bloku zástavby z izolovaných budov reprezentovaných bodovými znaky).

Příklad prostorové redukce: plocha – linie



Výběr prvků obsahu mapy

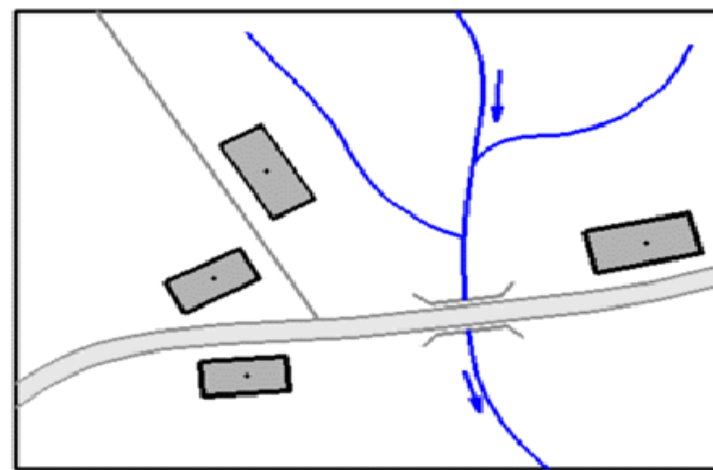
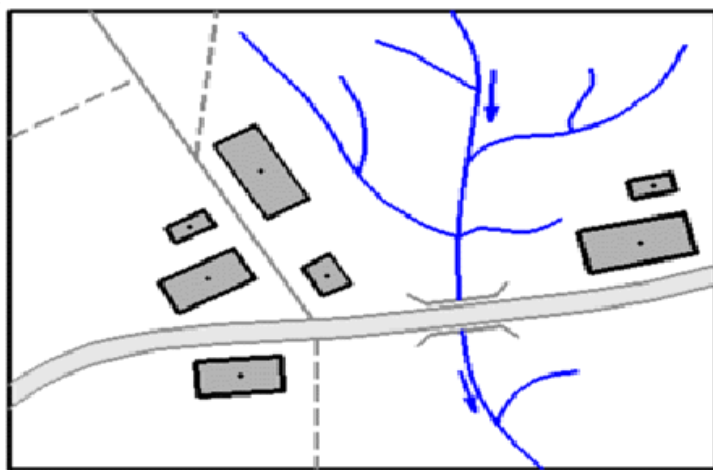
Výběr prvků obsahu mapy

Zjednodušení prvků mapového vyobrazení samo o sobě neodstraní přílišnou zaplněnost mapového listu při přechodu do menších měřítek. Proto je nutné provést výběr zobrazovaných objektů, po jehož skončení se však nesmí povaha a charakter vyobrazeného zemského povrchu, resp. tematických informací zkreslit.

Výběr je záležitost subjektivní, do jisté míry jej však objektivizovat lze. Existují dva způsoby výběru, a to:

- censální výběr,
- normativní výběr.

Příklad výběru



Censální výběr

Censální výběr, je založen na předem stanovených podmínkách, nebo-li vychází z rozměrových a významových podmínek, jež jsou zakotveny v technickém projektu kartografického díla.

Např. v mapě se zobrazí pouze silnice I. třídy (kritérium kvality), sídla s počtem obyvatel vyšším než 500 (kritérium kvantity) apod.

Censální výběr

I censální výběr však musí obsahovat definici výjimek, aby mohlo být přihlédnuto ke specifickým podmínkám vybraných částí krajiny (např. vykreslení silničního spojení k sídlu, jež by mělo být na základě kvantitativního kritéria vypuštěno apod.).

Censální výběr tedy stanovuje horní a dolní hranici výběru. Samotný výběr v těchto mezích částečně závisí na individuálním uvážení tvůrce mapy, tj. nemá jednotný ráz, méně závisí na okolí prvku a vazbách mezi jednotlivými prvky.

Normativní výběr

Cílem normativního výběru je objektivní stanovení procentní normy výběru, tj. kolik procent objektů v realitě bude zobrazeno na mapě.

Vychází z empiricky stanovených norem, které zohledňují četnost jednotlivých prvků, nikoliv prvky, které má mapa obsahovat (to závisí na zvolených pravidlech tvorby mapy) s uvážením jejich vlastností a významu v jednotlivých regionech.

Objektivizace takovýchto kritérií není možná bez spoluúčasti oborových specialistů (územní plánovači, demografové, vodohospodáři aj.). I při normativním výběru se někdy uplatní zdůvodněné výjimky.

Normativní výběr

Mezi normativní způsoby výběru řadíme:

- výběr mapových prvků s použitím matematické statistiky,
- způsob výběru s použitím číselných ukazatelů,
- způsob výběru s použitím vah,
- výběr prvků s použitím teorie grafů.

Výběr mapových prvků s použitím matematické statistiky

Výběr mapových prvků s použitím matematické statistiky je definován na základě statistických hodnot získaných **z existujících map**. Takto se stanoví jakási nejpravděpodobnější norma pro určitý prvek mapy.

Základní definice analytického modelu generalizace s jednoduchou závislostí je formulována pro případ, že hustotu prvků vyjádříme jejich počtem, resp. délkou na jednotku plochy.

Nejpoužívanější normou, použitelnou pro výběr prvků s použitím matematické statistiky, může být např. **Töpferův zákon odmocniny**.

Töpferův zákon odmocniny

$$n_o = n_p c_v c_z \sqrt{\frac{M_p}{M_o}}$$

n_o - počet určitého prvku odvozené mapy

n_p - počet identického prvku podkladové mapy

M_o - měřítkové číslo odvozené mapy

M_p - měřítkové číslo podkladové mapy

c_v - významová konstanta

c_z - konstanta poměru velikosti identických znaků v obou mapách

Výběr s použitím číselných ukazatelů

Způsob výběru s použitím číselných ukazatelů vychází z experimentálního vyšetření prvků na podkladové mapě. Množství prvků v nové mapě se stanoví na základě příslušné hustoty na podkladovém kartografickém originále, resp. v terénu, a to izolovaně od jejich okolí a vazeb. Prováděný výběr se označuje jako proporcionální. Lze jej matematicky popsat takto:

$$K = \left[\frac{n_{(p_o)}}{n_{(p_o)}} \right]^{b_{oi}} \quad L = \left[\frac{h_{(p_o)}}{h_{(p_o)}} \right]^{-d_{oi}}$$

Výběr s použitím číselných ukazatelů

K - hustota odvozených prvků z jejich počtu (n_{po}) na podkladové mapě

L - hustota čárových odvozených prvků z jejich délek (h_{po}) na podkladové mapě

$n_{(po)}$, $h_{(po)}$ - počet, resp. délka prvků

$\overline{n_{(po)}}$, $\overline{h_{(po)}}$ - aritmetický průměr počtu, resp. délek prvků

b_{oi} , d_{oi} - koeficienty proporcionálního stupně vývoje

Výběr s použitím vah

Způsob výběru s použitím vah se používá většinou v malých měřítkách. Vychází z toho, že každému prvku se přisoudí řada ukazatelů, jejichž význam je z hlediska krajiny a tvořeného nového mapového díla ohodnocen na jednotlivých objektech např. balově v rozmezí 1 - 10. Objekty se zvolenými součty bodů (tedy s největšími vahami) za všechny ukazatele jsou pak převzaty do odvozené mapy.

Např. pro hydrografickou síť severně od Šumperka bylo možné provést výběr podle následující tabulky:

Vodní tok	Ukazatel					Celkem
	Délka	Plocha povodí	Průtok	Počet přítoků	Ekonomický ukazatel	
Morava	10	10	10	10	10	50
Desná	6	4	3	5	8	26
Merta	3	2	2	2	2	11
bezejmenný	2	2	1	1	1	7

Výběr s použitím teorie grafů

Každý graf lze vyjádřit prostředky numerické matematiky jako soubor čísel.

Pomocí matice můžeme na grafu exaktním způsobem modelovat generalizační výběr.

Východiskem k objektivní generalizaci, prakticky výhradně jevů a objektů, které mají síťový charakter (dopravní síť, říční síť aj.) a jsou tudíž vyjádřeny liniovými značkami, je správné vystižení souvislostí mezi jednotlivými částmi grafu (např. hierarchický systém toků generalizované říční sítě).

Výběr s použitím teorie grafů

Soustava liniových prvků na mapě znázorněná jednou čarou (např. říční síť) reprezentuje **orientovaný acyklický multigraf**.

Počátky, křížení, rozdvojení a ukončení hlavních linií pak představují **uzly multigrafu** a úseky mezi sousedními uzly **hrany multigrafu**.

Orientace hran je dána např. směrem toku. Hrany multigrafu mají charakter křivek, které se řeší samostatně.

Vlastní generalizační výběr je simulován řešením úloh o cestách v grafu (délka hran je řešena parametricky v závislosti na měřítku tvořené nové mapy). Částečné úkoly generalizace spočívají ve vyhledávání uzlů a v testování podmínky, zda vzdálenost má podkritickou hodnotu a nachází se např. na přítoku nižšího řádu.

Vzájemná harmonizace prvků obsahu mapy

Vzájemná harmonizace prvků obsahu mapy

Při "**kresbě nad míru**", zabírá významný objekt v daném měřítku na mapě (silnice, železnice aj.) v přepočtu na míry ve skutečnosti daleko větší plochu než by odpovídalo měřítku jeho zmenšení. Jedná se o kresbu, která není věrným půdorysným obrazem, ale o kresbu, kde jsou dodrženy významné a typické ohyby průběhu osy nebo obrysové čáry příslušného prvku.

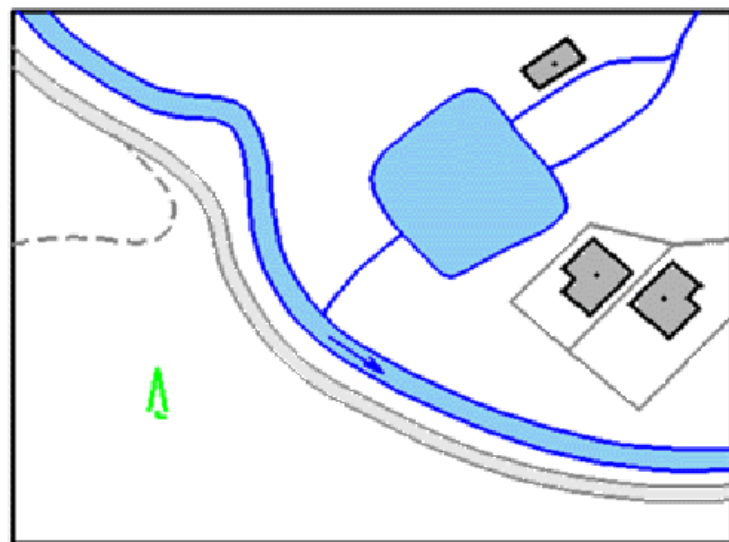
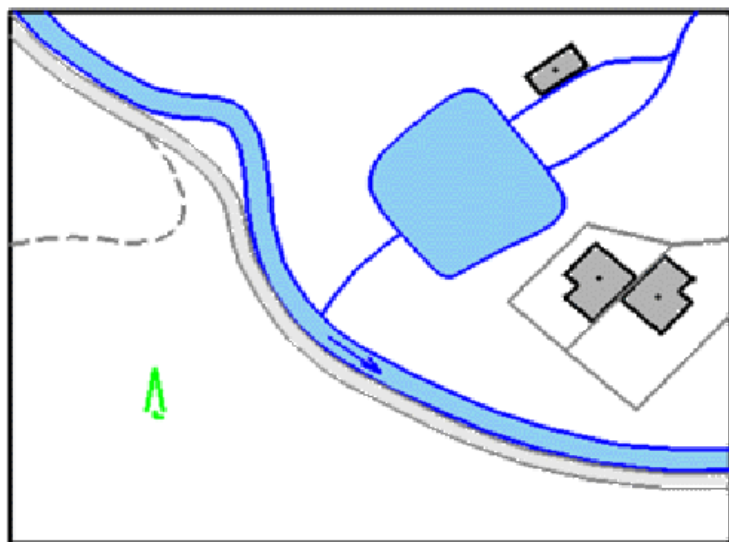
Jde o upřednostnění geografických aspektů před aspekty stroze půdorysnými. Příkladem takové kresby, kreslené ve větším měřítku vůči okolní kresbě na mapě středních a malých měřítek může být ašský výběžek („**kartografická agrese**“) či holešovický oblouk Vltavy v Praze.

Vzájemná harmonizace prvků obsahu mapy

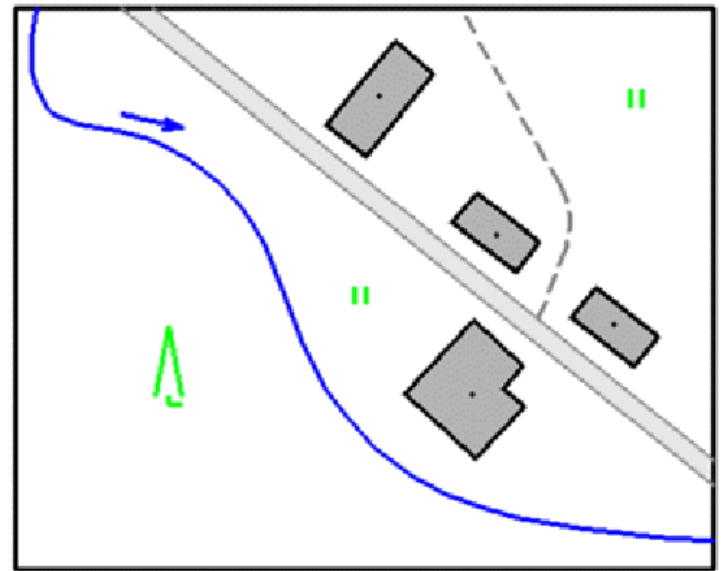
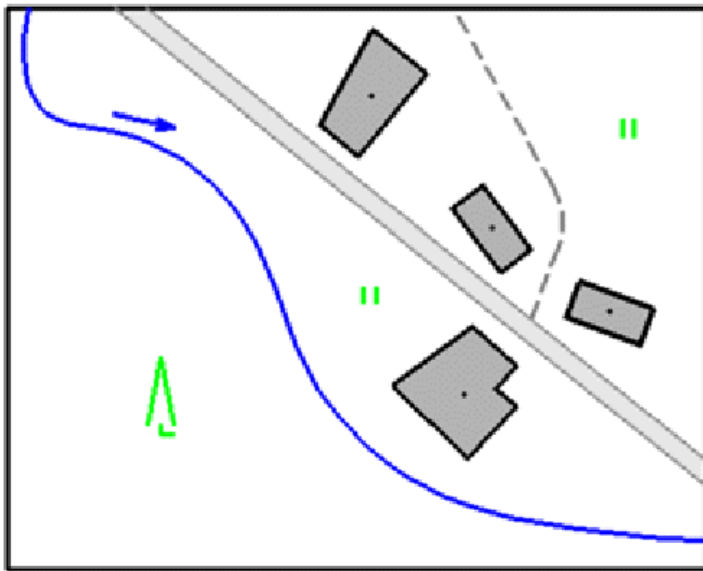
"**Posunu kresby**" se uplatňuje tehdy, kdy by při důsledném půdorysném zobrazení docházelo ke grafickým střetům mezi mapovými značkami blízké sousedících prvků. Např. v úzkém údolí, kterým protéká horská řeka, po jejíchž březích vedou komunikace, je třeba zakreslit osu vodního toku co nejvěrněji s ohledem na údolnici. Kresbu značky pro železnici, resp. pro silnici je nutno od zobrazení vodoteče odsunout, v případě souběhu komunikací různého typu se odsouvá značka nejvýznamnějšího prvku nejméně (v našem případě by šlo o železniční trať).

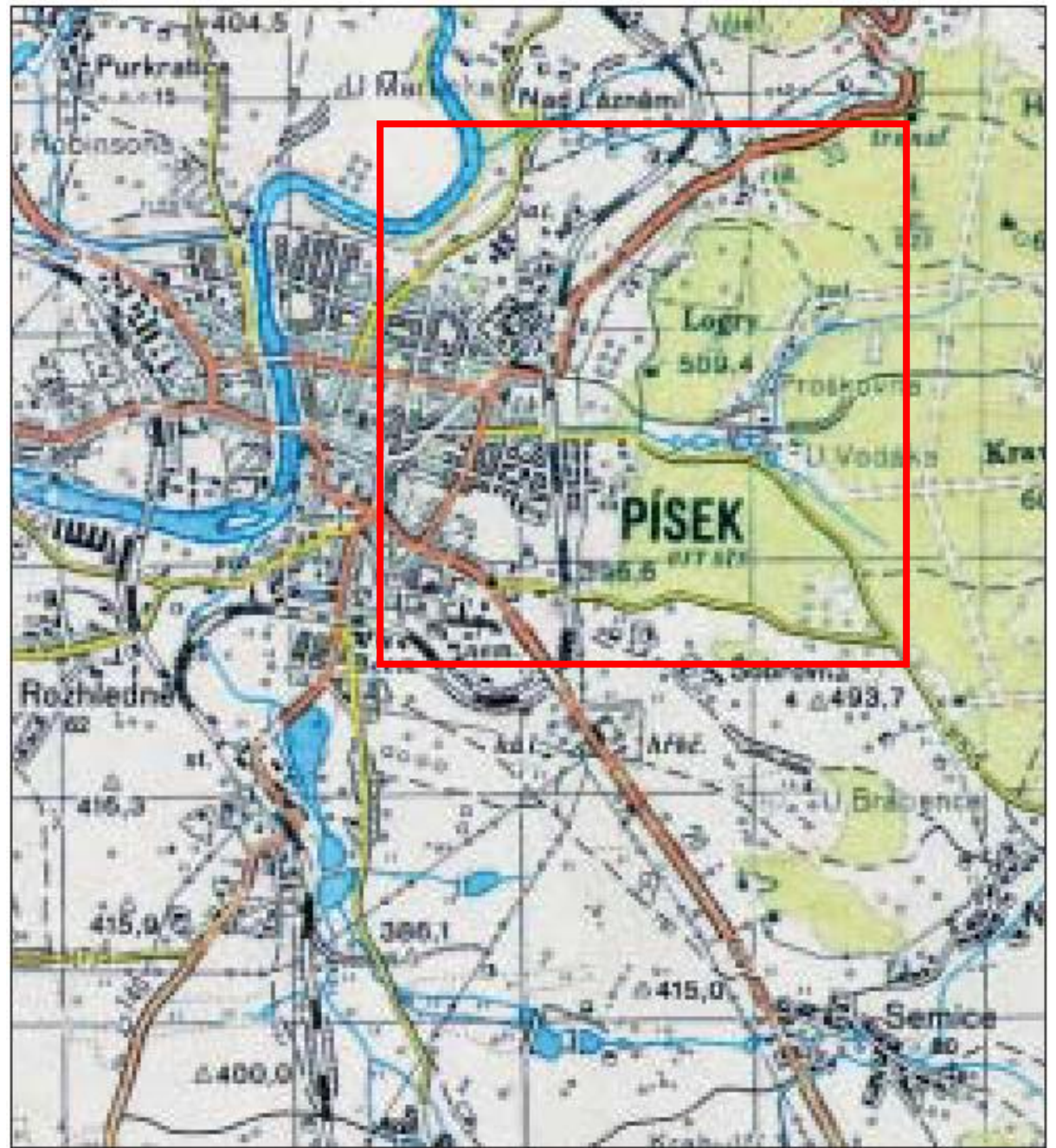
Z kartometrického hlediska se jedná o účelové zanášení systematické polohové chyby náhodně proměnné velikosti.

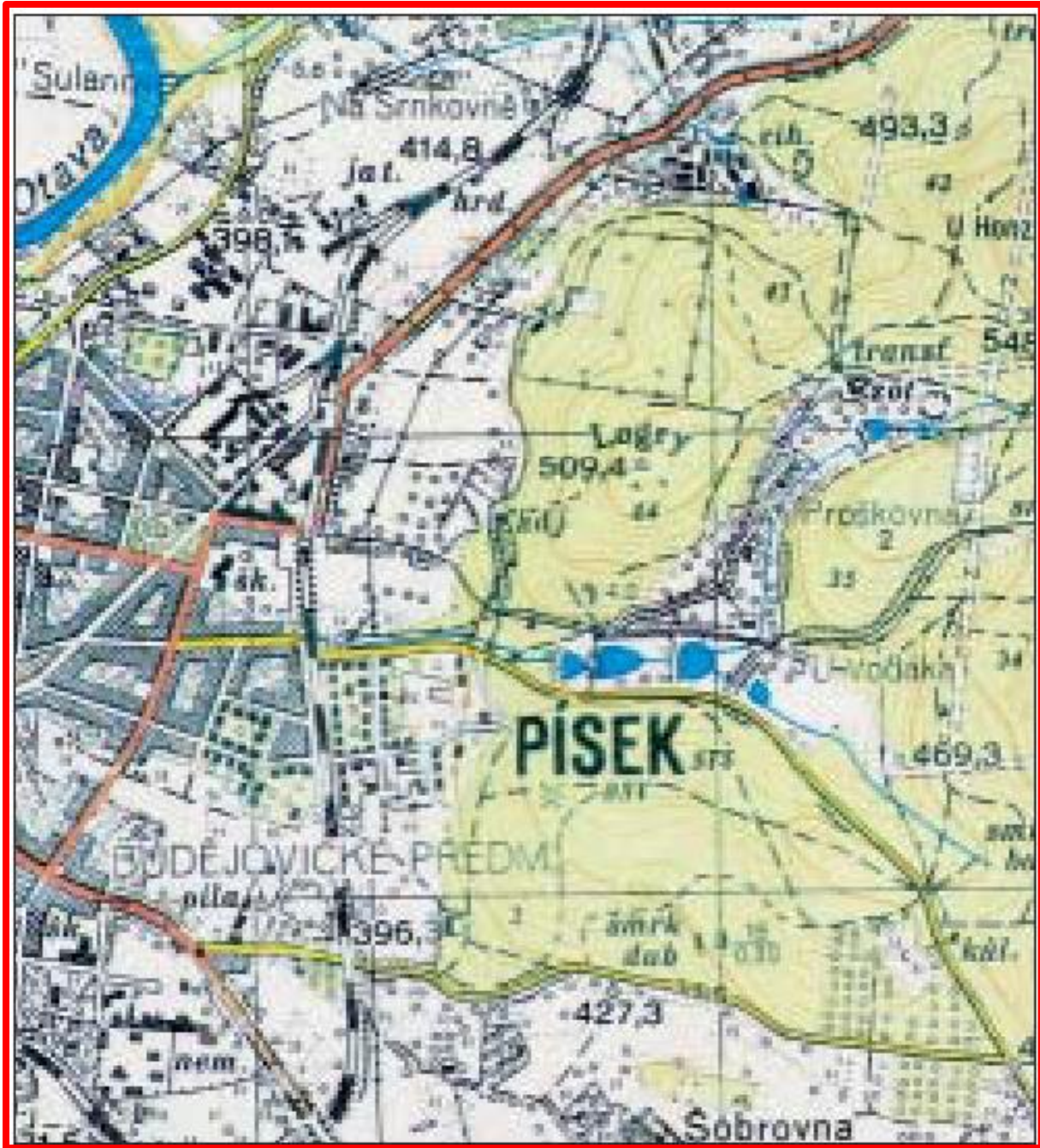
Příklad posunutí kresby



Příklad otočení kresby







Vyjádření a generalizace hlavních prvků obsahu map

Vyjádření a generalizace hlavních prvků obsahu map (1/2)

Při kartografické generalizaci je třeba dodržovat některé zásady, zejména:

1. zásadu **zachování rozlišení**, jíž rozumíme, v souladu s účelem a funkcí mapy, respektování průměrných rozměrů a zejména dostatečných rozdílů ve velikostech bodových mapových znaků, v šířkách série liniových znaků, ve výškách názvosloví a v použitých barevných attributech znaků, především areálových,
2. zásadu **zachování charakteristických rysů**, jíž rozumíme respektování typických, charakteristických rysů každého prvku mapy jednotlivě, ale i souhrnu všech prvků,

Vyjádření a generalizace hlavních prvků obsahu map (2/2)

3. zásadu **zachování proporcionality**, která se uplatňuje zejména při kartografické interpretaci kvantitativních ukazatelů a projevuje se dodržováním velikosti rozměrů mapových znaků nejen v souladu s použitým matematickým pravidlem, ale i v souladu se správným vnímáním těchto znaků (např. jsou-li velikosti zobrazovaných objektů v poměru 1:2:4 atd., pak i velikosti pro ně použitých znaků musíme vnímat v tomto poměru),
4. zásadu **logické návaznosti**, která znamená dodržování vzájemné souvislosti a spjatosti objektů a jevů i přesto, že byly zobrazené podle jiných zásad a je tudíž třeba provést určité korekce, které vyplývají z logických vazeb mezi prvky obsahu mapy.

Generalizace matematických prvků obsahu mapy

Je přípustná pouze **generalizace výběrem**, a to výběrem
censálním.

Generalizace fyzicko-geografických prvků obsahu mapy

Nejvyšší prioritu má vodstvo, druhou nejvyšší prioritu (ale NE bezvýhradně!) pak má orografie (*pozor na měřítko mapy!!*).

Z hlediska kartografické interpretace rozlišujeme u vodstva:

- vodní toky a kanály (tekoucí vodstvo),
- jezera, rybníky a vodní nádrže,
- bažiny a močály,
- prameny a studny,
- moře a oceány,
- ledovce a trvalá sněhová pokrývka,
- hydrotechnická zařízení.

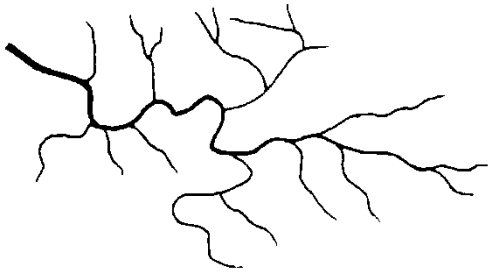
Generalizace vodstva

Vodní toky (a kanály) se vykreslují na obecně zeměpisných mapách od pramene jednoduchou plynule se rozšiřující čarou. Pokud skutečná šířka vodního toku přesáhne v měřítku mapy 0,3 mm, vykresluje se dvojitou čarou s rozestupem, který odpovídá skutečným rozměrům šířky vodního toku.

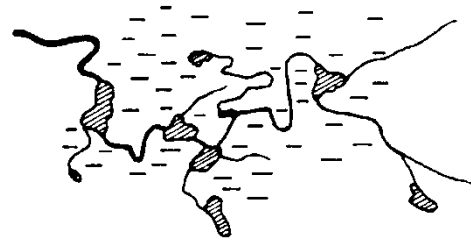
U vodních toků a kanálů se sleduje maximální věrohodnost při zachycení následujících dalších parametrů:

- struktura říční sítě (stromovitá, mřížkovitá, pravoúhlá aj.), jejíž charakter by měl být po jakékoli generalizaci zachován
- míra křivolakosti vodního toku, která je dána koeficientem klikatosti (K), když:
 - hustota říční sítě v km.km^{-2} , resp. v $\text{km}^2.\text{km}^{-2}$,
 - počet levostranných a pravostranných přítoků.

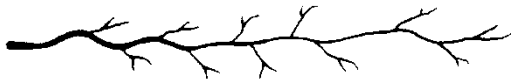
Generalizace vodstva



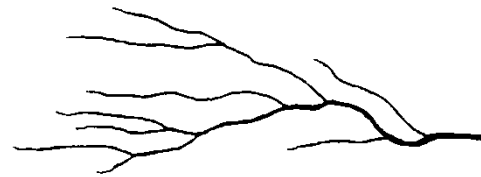
a)



b)



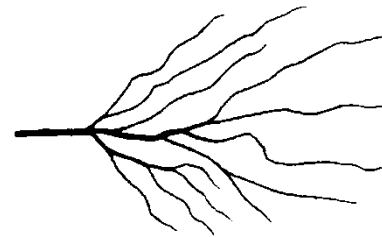
c)



d)



e)



f)

Generalizace vodstva

Oceány a moře se omezují pobřežní čarou (břehovkou), kterou tvoří buď **hranice přílivu**, nebo **střední úroveň mořské hladiny**. Z mapové kresby musí být jasný typ pobřeží (fjordové, lagunové, korálové, deltové aj.), a proto je časté využívání kresby nad míru. Obdobná poznámka platí pro pobřeží lemovaná značným počtem malých ostrůvků.

Jezera, nádrže a rybníky se ohraničují břehovkou, která reprezentuje průběh **střední letní hladiny** dané vodní plochy. V případě výrazného kolísání vodní hladiny, nebo při značné neurčitosti břehovky (např. na styku vodní plochy s bažinatým územím) se břehová čára tečkuje nebo čárkuje.

V místech s velkou četností vodních ploch se při censálním výběru často stanovuje minimální rozměr vodních ploch v měřítkách map (např. pro měřítko 1 : 25 000 - 1 : 200 000 se obvykle jedná o 1 mm²). Přitom se však současně musí brát zřetel na zachování typického poměru vodních ploch a ploch souše v dané části krajiny, tzn. že se připouští kresba vybraných vodních ploch nad míru.

Generalizace vodstva

Je-li vodní plocha do mapového pole vybrána, pak musí být vyjádřena tvarově správně i za cenu jejího kreslení nad míru. Jsou-li vodní plochy blízko sebe, nelze je uměle slučovat.

Ledovce a plochy s trvalou sněhovou pokrývkou se zobrazují na mapách bílou nebo světle modrou barvou, která je v případě potřeby kombinována zákresem vyčnívajících skalních útvarů. *Vrstevnice se na plochách pokrytých trvalým ledem nebo sněhem kreslí modře.*

Generalizace georeliéfu

Orografie se generalizuje až po zákresu říční sítě. Zahajuje se generalizací terénní kostry (hřbetnice, údolnice), od níž se následně odvíjí generalizace vrstevnic.

Reliéf terénu představuje nejdůležitější prvek topografických a obecně zeměpisných map. Jeho vyjádření:

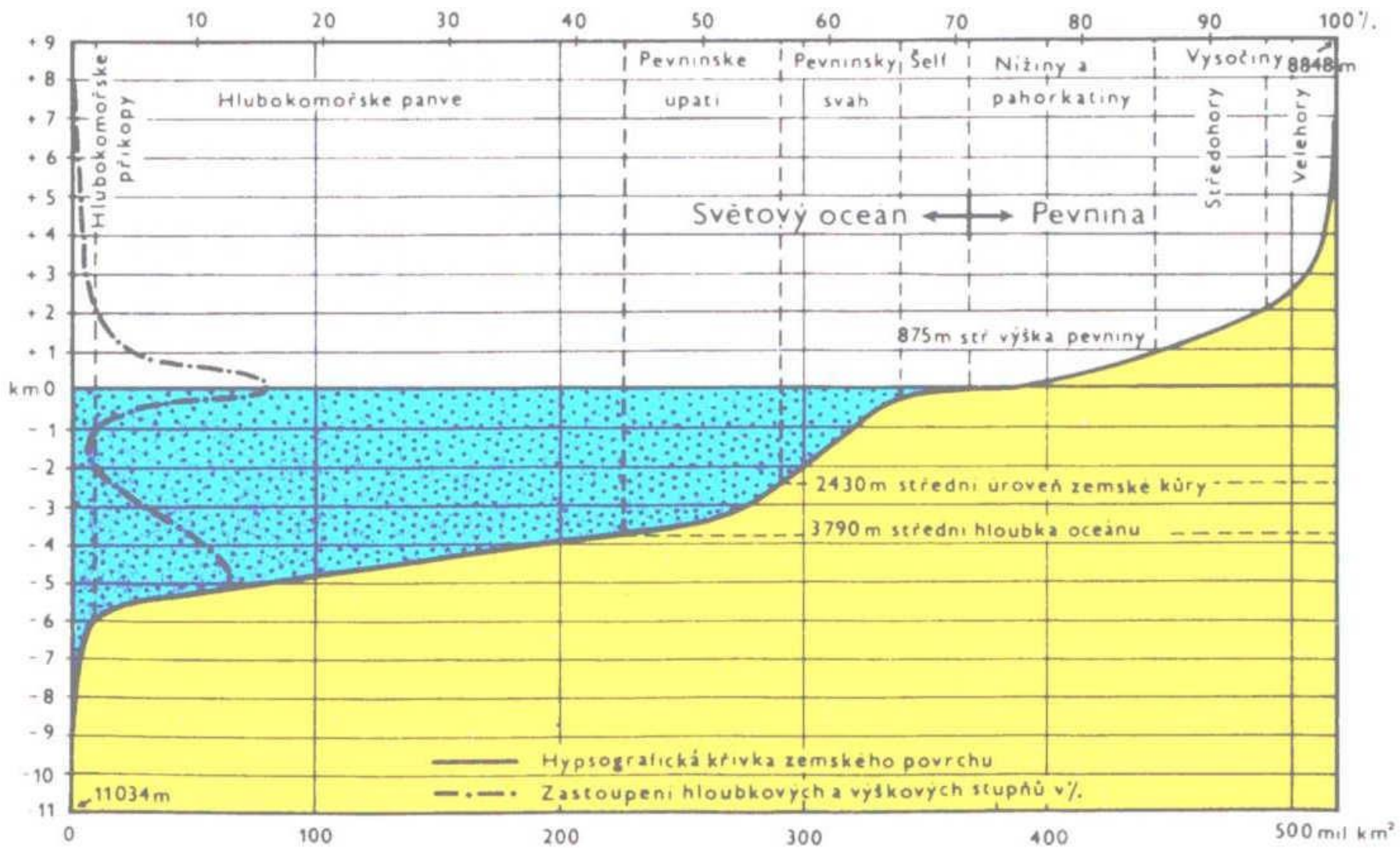
- respektuje geomorfologické charakteristiky typů reliéfu,
- umožňuje řešit sklony svahů, viditelnost prostor, rozčlenění reliéfu,
- poskytuje uživateli plastický vjem (geografická názornost).

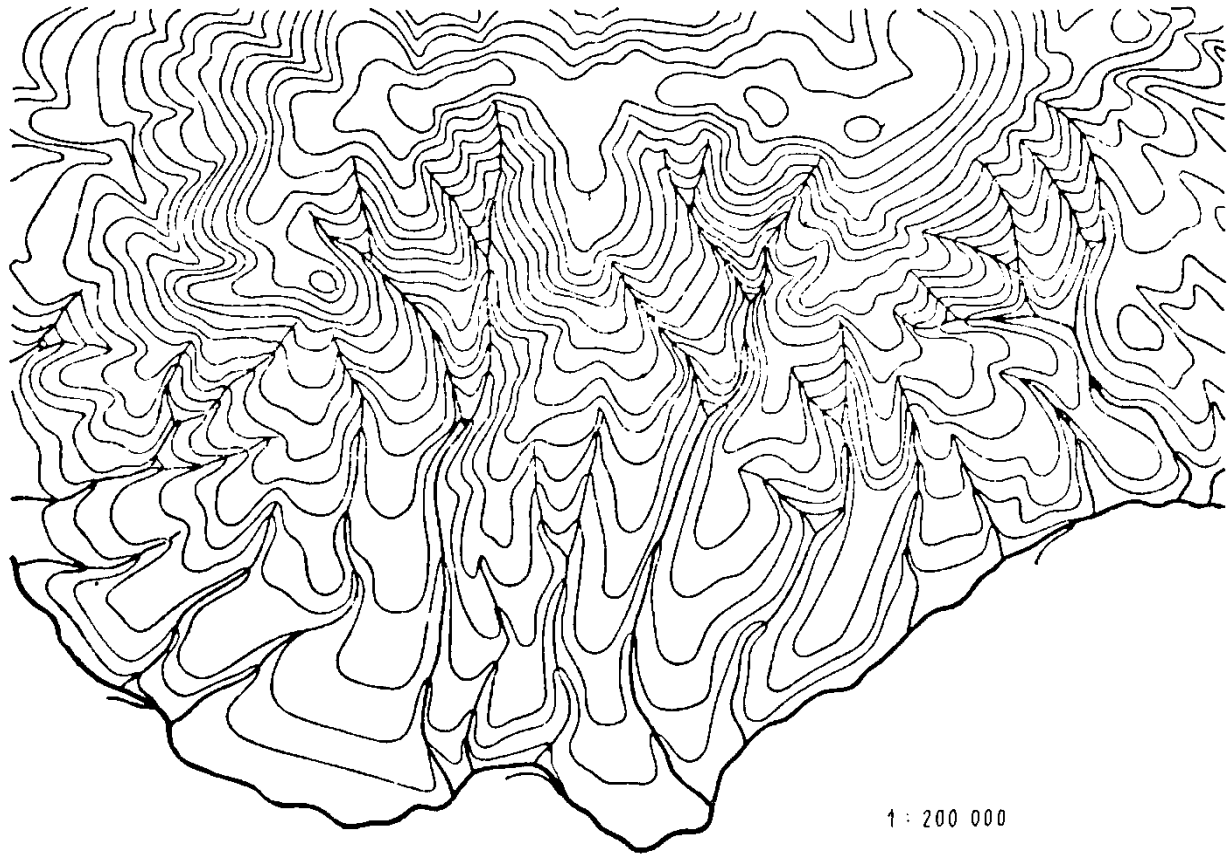
Generalizace reliéfu terénu se projevuje ve výběru tvarů, které mají být zobrazeny (při současném vypuštění méně významných podrobností). Jde ve své podstatě o výběr základních vrstevnic, který se projevuje zvětšením jejich intervalu.

Generalizace georeliéfu

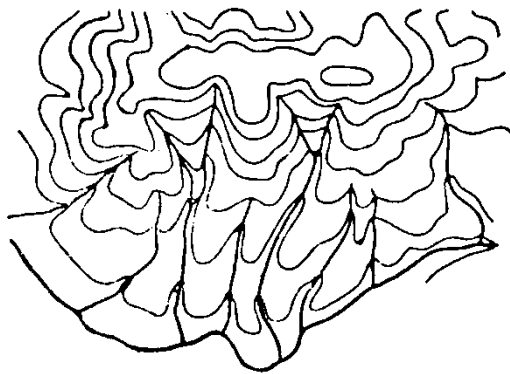
Při jakékoliv generalizaci musí být zachovány typické morfometrické znaky zobrazovaného území. V této souvislosti je třeba připomenout, že **jedna vrstevnice dá představu o nadmořské výšce, charakter reliéfu terénu však vystihují pouze vrstevnice ve vzájemné souvislosti, nebo-li každý tvar reliéfu terénu lze vyjádřit jedině více vrstevnicemi.**

Zpětnou kontrolou o úspěšnosti generalizace může být mj. i kartometrická metoda, v případě reliéfu terénu pak tvorba hypsografické křivky (viz následující snímek), která vyjadřuje závislost plochy jednotlivých výškových vrstev na nadmořské výšce.

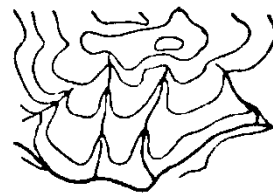




1 : 200 000



1 : 500 000



1 : 1 000 000

Generalizace socio-ekonomických prvků obsahu mapy

Zvláštní pozornost je věnována především administrativním hranicím a sídlům.

Hranice se v zásadě negeneralizují, pokud možno ani prvky obsahu mapy, jimiž procházejí. Sleduje-li však hranice přírodní linii, kterou je nezbytně nutné generalizovat (vodní tok), pak je samozřejmě zevšeobecňován i průběh hranice.

Jde-li hranice osou vodního toku, resp. komunikace a nemůže-li být v důsledku mapové značky vyjádřena polohopisně správně, kreslí se střídavě po obou stranách vodního toku, resp. komunikace. Pro vyjádření sporných hranic se využívá přerušované čáry. Znaky významných hranic jsou doprovázeny obvykle fialovou lemovkou vně ohraničeného území.

Generalizace komunikací

Železnice (i jednokolejné) zobrazujeme všechny na topografických mapách do měřítka 1:1 000 000, a to černou liniovou značkou, která s ohledem na měřítko mapy nese úměrné množství informací o počtu a rozchodu kolejí, významu tratě (hlavní, vedlejší, vlečka), elektrifikaci aj.

Od tohoto měřítka (v zásadě u zeměpisných map) se intenzívně projevuje výběrová generalizační metoda.

Generalizace komunikací

S postupným zmenšováním měřítka postupně ubývá i informací o počtu kolejí, jejich rozchodu, trakčním vedení, účelu a současném stavu tratě.

Do měřítka 1 : 200 000 lze zobrazit veškerou železniční síť půdorysně věrně.

U středních a malých měřítek se uplatňuje zevšeobecňování tvarů, a to ve velmi úzké návaznosti na generalizaci reliéfu terénu a říční sítě.

Na obecných zeměpisných mapách se železnice dělí jen na hlavní a vedlejší (obvykle se kreslí červeně). Zde se při výběru uplatňují i ostatní generalizační metody.

Generalizace komunikací

Dálnice a silnice až do III. řádu se na topografických mapách zobrazují v plném rozsahu do měřítek 1:200 000 a větších, zatímco nezpevněné polní a lesní cesty do měřítek 1:50.000 a větších.

Při generalizaci silničních komunikací je třeba zachovat základní charakteristiky každého druhu. Musí vyniknout spojení sídel, hustota sítě i vzájemná návaznost jednotlivých druhů komunikací. Na zeměpisných mapách ztrácí smysl vyjádření nižších kategorií komunikací.

Na topografických mapách musí být všechna větší sídla spojena komunikacemi. Výběr hlavních spojů ovlivňuje zákres sídel na nich rozložených a naopak, výběr menších sídel vynucuje zákres komunikací nižší klasifikace.

Ostatní druhy dopravy jsou zobrazovány s ohledem na charakter kartografického díla. jednoduchých liniových znaků.

Generalizace sídel

Jako sídla označujeme lokality, jež jsou obývány lidmi a jsou od sebe vzdáleny alespoň 400 m. Do měřítka 1:200 000 je zakreslujeme všechna, včetně zachování jejich půdorysu.

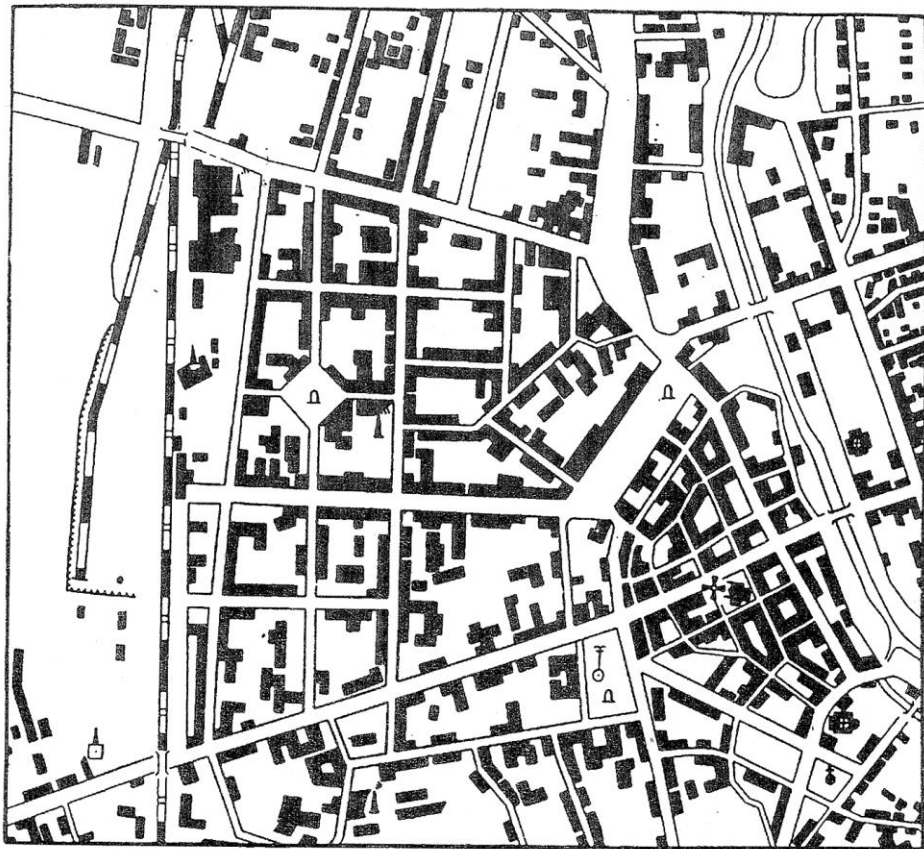
Při přechodu z velkých měřítek do měřítek malých postupně zjednodušujeme jejich vnitřní strukturu.

Při současném zmenšování plochy jejich mapové prezentace je dosažen mezní stav, kdy již není další zjednodušování uvnitř půdorysu možné. Pak se přejde na jeho prezentaci bez vnitřního dělení nebo na mapovou značku, tzn. že geografické pojetí obsahu mapy převládne nad pojetím topografickým.

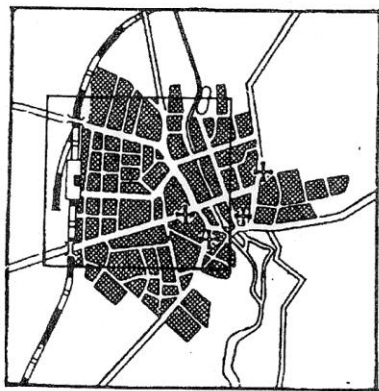
Generalizace sídel

V průběhu generalizace je třeba v maximální míře zachovávat vazbu sídla na komunikační síť, sídlem průjezdné komunikace a typ sídla (ulicovka, čtvercová zástavba, roztroušená zástavba, souvislá zástavba apod.).

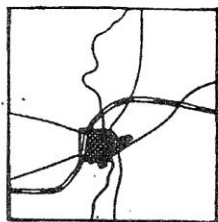
Doporučuje se také velmi citlivě a až v případě největšího prostorového tlaku zasahovat do lokalizace volných ploch v sídle (parky a jim podobné plochy) a významných budov (především církevních staveb). Obě mají mimořádný orientační význam.



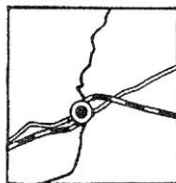
1:40 000



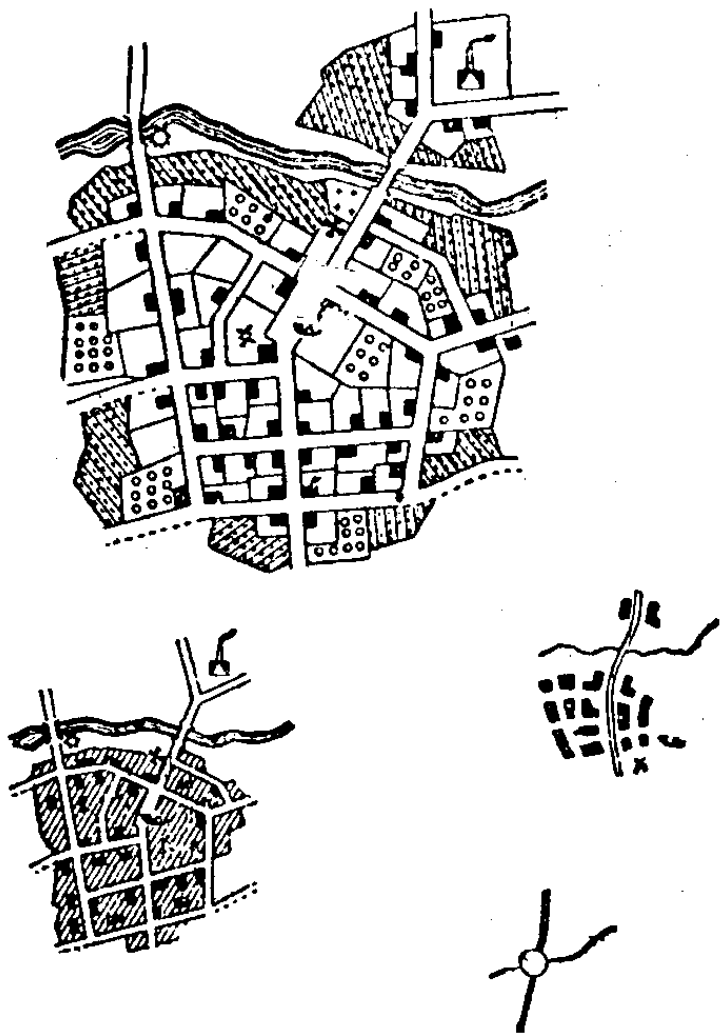
1:50 000



1:300 000



1:1 000 000



Generalizace sídel

Na topografických mapách ČR rozlišujeme obvykle:

- velkoměsta (nad 100 000 obyvatel),
- velká města (20 000 – 100 000 obyvatel),
- města (2 000 – 20 000 obyvatel),
- sídla venkovského typu I (500 – 2 000 obyvatel) a
- sídla venkovského typu II (méně než 500 obyvatel, samoty a osady).

Při generalizaci není vhodné provádět výběr takovým způsobem, že celá mapa je rovnoměrně pokryta sídly. Relace řídkého a hustého osídlení musí být zachována.

Literatura a jiné zdroje

Viz KARTOGRAFIE_I_11_LITERATURA, studijní opory pro studijní programy s prezenční a kombinovanou formou studia.

- Bayer Tomáš: Kartografické generalizační algoritmy [on-line]. Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie. Přírodovědecká fakulta UK, 155 s.. Dostupné na: <https://web.natur.cuni.cz/~bayertom/images/courses/Adk/adk8.pdf> (citace: 10.3.2018)
- Sališčev, Konstantin Aleksejevič.: *Kartovedenie*. 2. vyd., Moskva, Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1982, 406 s. (1. vyd. v roce 1976)
- Ratajski, L.: *Metodyka kartografii spoleczno-gospodarczej*. Warszawa, PPWK, 1973, 380 s.
- Kazemi Sharon and Lim Samsung: IS AUTOMATED GENERALIZATION THERE YET? The University of New South Wales Sydney [on line]. Dostupné na <https://pdfs.semanticscholar.org/92d5/fcdb4e6b1eafe1d8b308abeea139b37c1e92.pdf> (citace: 10.3.2018)
- ČSN 73 0401 (730401) „*Názvosloví v geodézii a kartografii*“ stanoví vybrané české a slovenské názvy z oboru geodézie a kartografie. Cizojazyčné termíny uvedeny nejsou. Český je definováno cca 830 hesel. ČSN 73 0401 byla schválena 28.7.1989 a nabyla účinnosti od 1.9.1990. Nahradila ČSN 73 0401 z r.1973 a dále ČSN 73 0402 z r.1975, ČSN 73 0403 z r.1976, ČSN 73 0404 z r.1978 a ČSN 73 0406 z r.1984