

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta Geografického inženýrství

Činnosti v rámci projektů

Postup řešení

1. Stanovení cílů projektu
2. Budování datové databáze
 - návržení databáze
 - naplnění databáze – vstup údajů
 - kontrola údajů a odstraňování chyb
3. Restrukturalizace nebo manipulace s údaji
4. **Vykonání analýz a syntéz**
 - analýzy a syntézy geografické
 - analýzy a syntézy statistické
 - analýzy a syntézy modelů terénu
 - analýzy a syntézy obrazů
5. Vytváření výstupů.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta Geografického inženýrství

4. Provedení analýz a syntéz

Analytické možnosti GIS tvoří jádro systému GIS.

Mezi otázky, na které nám GIS umožňuje patři:

- co se nachází na ?
- kde se nachází ?
- jaký je počet ? – statistické otázky
- co se změnilo od ?
- co je příčinou ?
- co když ? – modelování

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta Geografického inženýrství

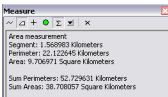
Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:

- **Měřicí funkce**
- **Prostorové (geografické) dotazy a nástroje na prohledávání databáze**
- **Topologické překrytí**
- **Mapová algebra**
- **Vzdálenostní analýzy**
- **Analýzy sítí**
- **Analýzy modelu terénu**
- **Statistické analýzy**
- **Analýzy obrazů**

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

Měřicí funkce

- Systémy poskytují funkce na měření vzdáleností a ploch.
- Při měření je třeba dát pozor jen zobrazení:
 - konformní (nezobrazují úhly)
 - ekvivalentní – zachovává plošné obsahy
 - ekvidistantní – nezkresluje čáry
 - kompenzační – vše zkresluje, ale stejně
- Používání různých měřicích jednotek (stopy, cm, ...), případně automaticky prováděné převody mezi nimi.
- Při projektech v malém měřítku má na měření vliv také již zakřivení zemského povrchu, takže v poslední době umožňují GIS produkty započítat i křivost zeměkoule



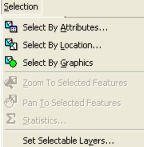
UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

Prostorové (geografické) dotazy a nástroje na prohledávání databáze

Dotazováním se vybírají údaje, které odpovídají specifickému kritériu nebo podmínce. Dotazovací operace má obvykle tři hlavní komponenty:

- Specifikace údajů, kterých se týká
- Formulace podmínek, kterým musí údaje vyhovovat
- Instrukci, co se má na vybraných údajích vykonat

Obecná struktura dotazu: vyber z údajů typu T ty, které vyhovují podmínce P a vykonej na nich operaci O.



UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

Dotazy můžeme v GIS dále rozdělit na:

- **Atributové** – dotaz typu: "které geografické objekty(lokality) mají definovanou vlastnost"
- **Prostorové** – dotaz typu: "co se nachází na tomto místě, co se nachází v této oblasti"
- **Kombinované** – dotaz typu: "které objekty splňují definovanou vlastnost zároveň se nachází v nějaké oblasti"

Atributové dotazy


- identifikace jednotlivého objektu na základě jeho jména, označení či jiného atributu
- vyhledání všech objektů splňující intervalové a logické podmínky jednoho nebo více atributů.

Pro vyhledávání intervalových podmínek je možné použít operátor: <, >, =, <=, >=, <>.

Intervalové podmínky jdou kombinovat pomocí logických operátorů (AND, OR, NOT) využívajících pravidel Booleovské logiky.

Rozdíly vektorové a rastrové reprezentace:

- U vektorové reprezentace se zpracovávají údaje atributových tabulek připojených k jednotlivým vektorovým objektům.
- U rastrové se zpravidla zpracovávají údaje uložené v buňkách jednotlivých vrstev (není to ale podmínka, i u rastrových reprezentací je možné mít připojené atributové tabulky).

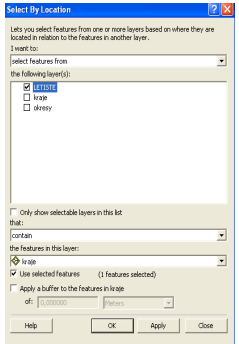


Prostorové dotazy

- identifikace geografického objektu na základě jeho souřadnic. A to buď ručně (zadáním souřadnic) nebo interaktivně (ukázáním na objekt myší), příklad dotaz na prvkem pomocí ikony „identifikovat“.
- prohledávání prostoru různých geometrických tvarů (obdélníky, kružnice, polygony, linie), příklad vyhledání okresů procházejících danou linií - řekou.

Rozdíly rastrové a vektorové reprezentace

- u vektorů se vyhledávají celé objekty
- u rastrů se identifikují konkrétní buňky



Kombinované dotazy

- umožňující práci i s více vrstvami (či množinami objektů),
- lze tvořit dotazy pomocí Booleovské logiky
- používají zčásti topologické překryvání vrstev

Příklad: Vyhledejte sídla, která se nacházejí ve vzdálenosti 2 km od bažin v okrese Česká Lípa.

Nejdříve musela být provedena analýza které, bažiny jsou zcela uvnitř v okrese Česká Lípa, a poté analýza, která města jsou vzdálena 2 km od nich.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

Topologické překrytí

- dotazování dvou nebo více informačních vrstev se označuje jako topologické překrytí (overlay) těchto vrstev.
Klasické řešení: překrytí dvou tématických map na průhledných fóliích.
Řešení v GIS: pomocí základních algoritmů počítačové grafiky (test bodu v polygonu, hledání průsečíku dvou objektů, ořezávání). Výsledkem postupu je identifikace nových objektů, které mají kombinace vlastností objektů ze zdrojových informačních vrstev.
- pro kombinaci vstupních objektů se opět používají pravidla Booleovské logiky

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

UNION sjednocení	Input coverage	Union coverage	Output coverage
	IDENTITY přifazení na základě prostorového umístění	Input coverage	Identity coverage
		Identity coverage	
	Input coverage	Intersect coverage	Output coverage
INTERSECT průnik		Intersect coverage	

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geografického ústavu

- Při těchto operacích dochází k řešení vztahů bod, linie nebo polygon v polygonu (výjimkou je union, kdy mohou provádět pouze sjednocení polygon-polygon).
- Z procesu topologického překrytí vznikají nové objekty (vrstvy), kterým jsou přiřazeny také atributy. Tím se topologické překrytí liší od prostorových dotazů.
- Vstupní vrstva: body, linie, polygony,
- Druhá vrstva (ta co provádí union, intersect nebo identity) musí být polygonová
- Speciálním případem topologických operací jsou: CLIP a ERASE, UPDATE a SPLIT, které mají tu vlastnost, že atributy nejsou spojovány, ale přejímány ze vstupní vrstvy (jedna vrstva je vždy vstupní a druhá na ni provádí výše uvedené operace). Tyto funkce je možné zařadit i do kategorie restrukturalizace dat.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geodézie a kartografie

UPDATE
vyjme tu část vstupní vrstvy, která bude aktualizovaná druhou vrstvou a místo ní vloží prvky z druhé vrstvy

CLIP
ořízne vstupní vrstvu pomocí definovaných polygonů v druhé vrstvě.

SPLIT
rozdělí vstupní vrstvu na části pomocí hranic definovaných polygonů ve druhé vrstvě.

ERASE
opak CLIP odstraní části vstupní vrstvy pomocí polygonů definovaných v druhé vrstvě.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geodézie a kartografie

Prostorový dotaz x Topologické překrytí

Nalezení všech úseků železnic procházejících lesem

Prostorový dotaz

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta Geodézie a kartografie

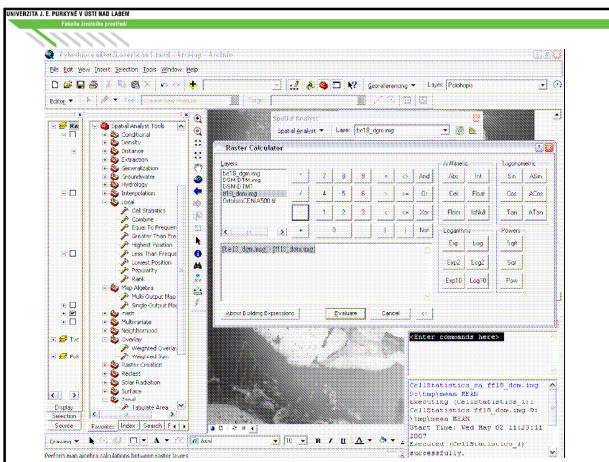
Topologické překrytí

Intersect

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTĚ NAD LABEM
Fakulta Geodetického inženýrství

Mapová algebra

- U rastrových reprezentací se místo topologického překrytí používá nástroj zvaný mapová algebra. Ten je určen výhradně pro ně a umožňuje kombinovat rastrové vrstvy pomocí různých matematických operací.
- Tyto matematické operace se vykonávají buď na jedné nebo na dvou (i více) vrstvách a jejich výstupem je vždy nová vrstva, kterou je samozřejmě možné používat v dalších analýzách. Řetězení vytváří z mapové algebry mocný prostředek pro prostorové modelování a analyzování.



UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTĚ NAD LABEM
Fakulta Geodetického inženýrství

- Z hlediska počtu zpracovávaných vrstev lze operace mapové algebry dělit na operace s jednou nebo více vrstvami.
- Na jedné vrstvě jsou to nejčastěji skalární operace jako je připočítávání konstanty, násobení, atp. Jako příklad může posloužit tvorba 2x převýšeného DMR pro vizualizaci ve 3D.
- Na více vrstvách jsou to operace jako sčítání vrstev, které se vykonávají s prostorově odpovídajícími si buňkami.

Vstupní obraz „INGRID“
Funkce: $OUTGRID = INGRID \times 4$
Výsledný obraz „OUTGRID“

Vstupní obraz 0.1 „INGRID 1“
Vstupní obraz 0.2 „INGRID 2“
Funkce: $OUTGRID = INGRID 1 + INGRID 2$
Výsledný obraz „OUTGRID“

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

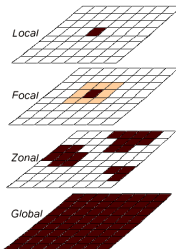
• Z hlediska oblasti ze které je počítána hodnota výsledné buňky dělíme funkce mapové algebry na již zmiňované:

Lokální - na individuální buňce, nová hodnota vzniká z individuální buňky jedné nebo více vrstev.

Fokální - v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.

Zonální - na specifické oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.

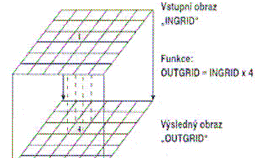
Globální - používají se všechny buňky informační vrstvy.



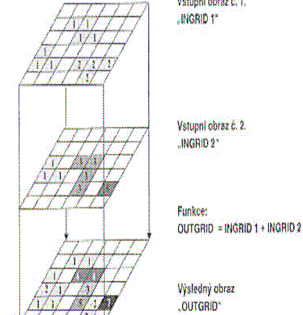
UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

• **Lokální funkce**

obvykle se dělí na matematické, trigonometrické, exponenciální, logaritmické, reklasifikační, selekční a statistické.



Vstupní obraz „INGRID“
Funkce: $OUTGRID = INGRID \times 4$
Výsledný obraz „OUTGRID“

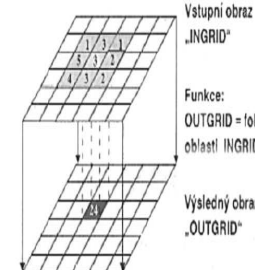


Vstupní obraz č. 1 „INGRID 1“
Vstupní obraz č. 2 „INGRID 2“
Funkce: $OUTGRID = INGRID 1 + INGRID 2$
Výsledný obraz „OUTGRID“

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

• **Fokální funkce**

Většinou se provádějí na okolí 3x3 sousedních buněk, ale systémy často umožňují definovat sousedské okolí podle uživatele (kružnice, čtverec, ...). Statistické funkce: př. stanovení aritmetického průměru v okolí, sumy, odchylky, min, max, rozpětí, atd..



Vstupní obraz „INGRID“
Funkce: $OUTGRID = \text{lokální suma v sousedské oblasti INGRID}$
Výsledný obraz „OUTGRID“

- Analýzy proudění: př. výpočet směru proudění, rychlosti proudění, atd.
- Analýzy proudění jsou základem dalších, pokročilých analýz, jako jsou hydrologické analýzy, modelování eroze.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

Zonální funkce

- rozdělení na statistické a geometrické.
- U statistických funkcí jde o statistické zpracování hodnot analyzované informační vrstvy, které patří do zóny definované v druhé informační vrstvě. Statistické funkce mohou být opět průměry, sumy, min, max, atd.
- Mezi geometrické funkce patří např. stanovení plochy, obvodu a dalších charakteristik každé zóny.

Obráz zón, „ZONEGRID“

Hodnotový obraz „VALUEGRID“

Funkce: OUTGRID = Zonální suma ve VALUEGRID

Výsledný obraz „OUTGRID“

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

Vzdálenostní analýzy

Nejčastější vzdálenostní analýzy:

Nad vektory:

- Tvorba obalových zón
- Proximity analysis
- Analýzy nad vektorovou sítí (orientovaným grafem) → síťové analýzy

Nad rastry:

- Proximity analysis
- Tvorba povrchu nákladů (na překonání každé jeho buňky) a povrchu vážené vzdálenosti
- Hledání nejkratší cesty po povrchu vážené vzdálenosti

Na první pohled jednoduchá problematika, která se však ve spolupráci s mapovou algebrou (pro rastrovou reprezentaci), či analýzami sítí (pro vektorovou reprezentaci) může rozvinout ve velice mocný a sofistikovaný nástroj.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělského inženýrství

Obalová zóna (buffer)

- ve vektorové reprezentaci se tvoří polygony v určené vzdálenosti kolem bodů, linií a polygonů.
- Vytvořené polygony jsou uloženy jako standardní vrstva s definovanou topologií, tudíž je možné je používat v dalších analýzách topologického překrytí.

Tree locations Points being buffered Regions surrounding trees have been identified

A stream Line being buffered Region near the stream

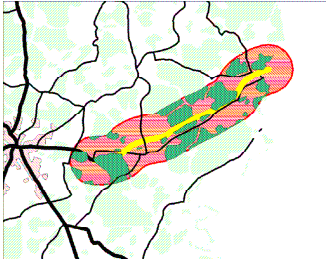
A parcel lot Polygon being buffered Area around the lot

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělské informatiky

- **Příklad** – vzdálenostní analýzy kombinované s topologickým překrytím:
 - Zjistí plochu lesů, které jsou v ZČ kraji do 3 km od dálnice.
 - Vstupní vrstvy: silnice, lesy.

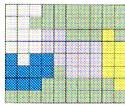
1. tvorba bufferu kolem dálnice ve vzdálenosti 3 km,
2. průnik lesů s vytvořenou obálkou.

Výsledkem je vrstva lesů do 3 km od dálnice, nad kterou je již snadné provést dotaz na jejich celkovou plochu.



UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělské informatiky

- U rastrové reprezentace je tvorba bufferu opět jen otázka metriky.
- Všechny buňky, které jsou od daného objektu menší vzdálenost než definovaná budou označeny.
- Velice často se ale v rastrové datové struktuře analýza okolí dělá tak, že se spočítá vzdálenost každé buňky od požadovaného objektu a ta vzdálenost se uloží do nové vrstvy, kterou je samozřejmě možné dále reklasifikovat (např. buňky s hodnotou menší než 3km - hodnota 1, jinak hodnota NO_DATA).
- Tato analýza se často nazývá nalezení vzdálenosti (**Find Distance**).

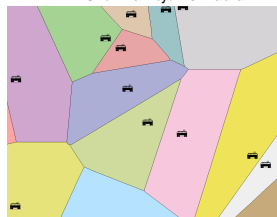


UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Fakulta zemědělské informatiky

Proximity analysis:

- vytváří "individuální plochy" kolem každého ze vstupních bodů, které definují příslušnost dané lokality k nejbližším z objektů. Pro vlastní výpočet se používá metody Thiessenových polygonů nebo Voronoi diagramy, což jsou duální funkce k triangulaci.
- Funkci proximity analysis je možné provádět jak v rastrové, tak ve vektorové podobě

Území a nejbližší nádraží



UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTĚ NAD LABEM
 Fakulta zemědělských
 inženýringů

Vážená vzdálenost (weighted distance)

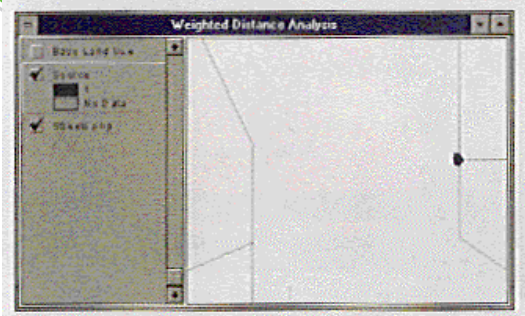
- vychází z analýzy okolí u rastrové reprezentace (každá buňka má přiřazenou vzdálenost od požadovaného objektu)
- neuvažují se vlivy okolí, vše je měřeno vzdušnou čarou za ideálních podmínek
- okolní faktory (cesta do kopce, směr větru) jsou zahrnuty v pomoci dalších dodatkových faktorů
 - faktor terénního reliéfu
 - faktor vertikální (stupňovitý). Bere v úvahu vliv gradientu.
 - horizontální faktor (je založen na definování směrů převládajících vzdušných nebo vodních proudů)

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTĚ NAD LABEM
 Fakulta zemědělských
 inženýringů

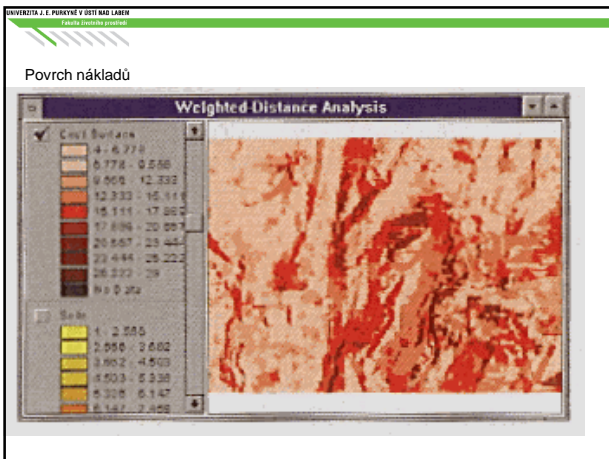
Oblasti použití:

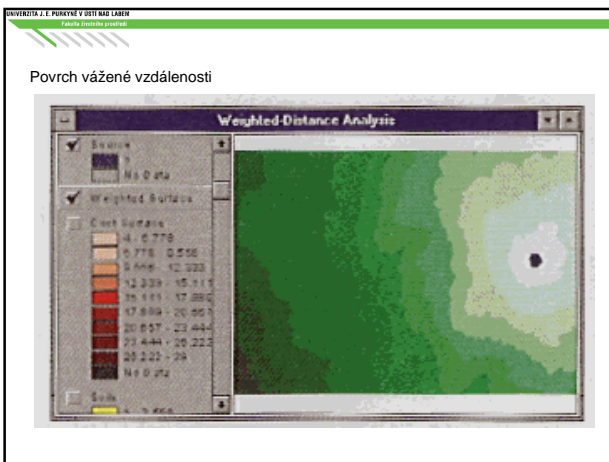
- modelování šíření ohně
- nalezení nejlepší lokality pro výstavbu v heterogenní oblasti, kde náklady na stavbu rostou tak jak jsou vzdáleny od cesty
- nalezení nejvhodnějšího koridoru pro stavbu dálnice.
- nalezení neoptimálnější trasy pro překonání divočiny autem
- modelování povodňové vlny
- modelování vlivu zplodin na životní prostředí

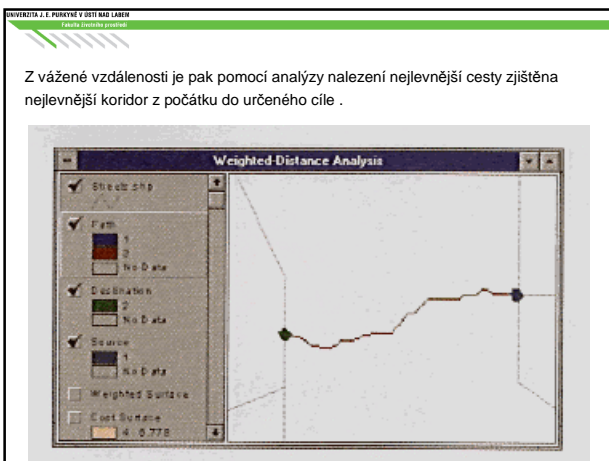
UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTĚ NAD LABEM
 Fakulta zemědělských
 inženýringů



Vstupní vrstvy: DMT, využití země a podloží.
 Z uvedených vrstev je vypočten povrch nákladů a z něj pak pomocí metody vážené vzdálenosti vlastní váženou vzdálenost od počátku silnice.







UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta stavební inženýrství

Analýzy sítí

- hledání nejkratší vzdálenosti ve vektorové reprezentaci (linii)
- linie musí být topologicky provázané (musí být splněna konektivita a znalost směru linie)
- musí být stanovena pravidla, jak je možné se pohybovat mezi jednotlivými uzly (např. pokud obsahují informace o uliční síť, na některých křižovatkách není povoleno odbočení doleva, ulice mohou být jednosměrné, uzavřené). Pravidla jsou obvykle uložena v atributových tabulkách.
- Přiřazení dalších atributů pro výstupy z analýz - udání směru – přidání jmen ulic, významných bodů, názvy křižovatek, ...

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta stavební inženýrství

Vlastní analýzy:

Hledání konektivity – hledání všech propojených prvků k danému uzlu či od daného uzlu.
 př. nalezení všech vedení a odběratelů postižených vyhořeným transformátorem

Modelování zatížení sítě – analýza transportu vody/splavenin ve vodních tocích, pohyb plynu v potrubích (na základě objemu, průřezu, sklonu, tlaku).
 př. Analýza, o kolik se sníží tlak v plynovém potrubí původním odběratelům připojením nového odběratele k potrubí.
 př. Navržení nouzového propojení přes jiný transformátor v případě poruchy. Nové propojení musí být dimenzováno podle odběratelů.

Hledání optimální trasy – jde o vyhledání optimální trasy mezi dvěma nebo více body (ve stanoveném pořadí nebo bez) na základě ceny cesty (vzdálenost, čas, ...). Analýza umí produkovat i pokyny o cestě pro řidiče

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta stavební inženýrství

Hledání optimální trasy rozvozu zboží



UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta zeměpisná
 Geografie

Hledání cesty do nejbližšího zařízení –vyhledání optimální trasy do nejbližšího zařízení.
 př. Jak se nejrychleji dostat k nehodě sanitkou a nalezení optimální cesty od nehody do nejbližšího zařízení (nemocnice).

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta zeměpisná
 Geografie

Alokace zdrojů - vyhledání všech lokalit, které jsou od definovaného centra vzdáleny nějakou cenou cesty.
 př. vzdálenost do 30 minut (5 km) od vyhlášené restaurace.

Analýza podobná vytváření bufferů, ale bere v úvahy cenu cesty definovanou pomocí sítě (není to jen vzdálenost vzdušnou čarou). Výsledkem této analýzy jsou tzv. izochrony, což jsou čáry spojující body se stejným časem k dosažení výchozího bodu.

UNIVERSITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
 Fakulta zeměpisná
 Geografie

Statistické analýzy

- výsledky lze prezentovat i pomocí nejrůznějších ukazatelů a čísel

Analýzy:

- klasické statistické metody (suma, medián, min, max, standardní odchylka, a další metody)
- grafy, kartodiagramy, kartogramy a histogramy
- regresní analýzy- snaží se nalézt souvislost mezi jednotlivými prostorovými jevy. Zjišťuje, mezi kterými jevy je největší závislost, což umožní provádět odhady míst, která jsou náchylná.
- přímé napojení na statistické programy (př. Statistica a MS Excel), kde je zpracovávaná data možné dále analyzovat

Analýzy obrazů

Hlavní analýzy v DPZ

Analýzy:

- Filtrace, konvoluce, roztažení histogramu – nástroje pro zvýraznění nejvýraznějších charakteristik v obrazu. Mohou být úspěšně použity i ve statistických analýzách rastrů.
- Vyrovnání jasu/kontrastu mezi snímky, mozaikování a další – nástroje pro vyrovnání přechodů mezi jednotlivými snímky
- Metody klasifikace obrazů (základní prvek multispektrálních analýz obrazu, řízená či neřízená klasifikace) – jsou to statistické metody a metody umělé inteligence, které umožňují identifikovat na zpracovávaném snímku homogenní oblasti.
