



Kartografické modelování VI – analýzy viditelnost

jaro 2016

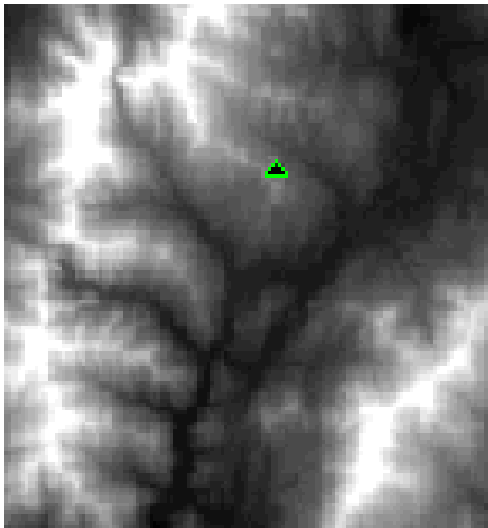
Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

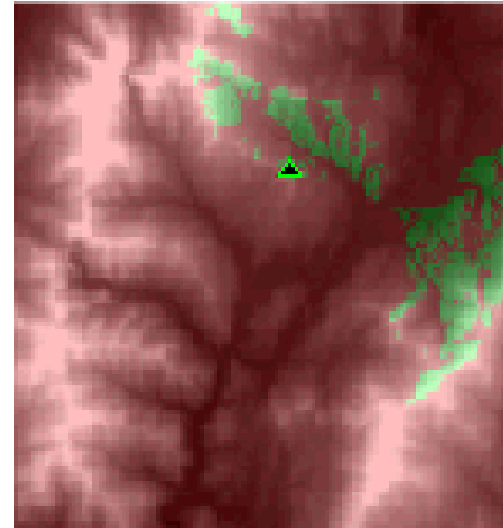
**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)
Institute of Geography
Masaryk University
Czech Republic**

Analýza viditelnosti - proč

- Identifikace oblastí viditelných z určitého místa.
- Řada aplikačních úloh



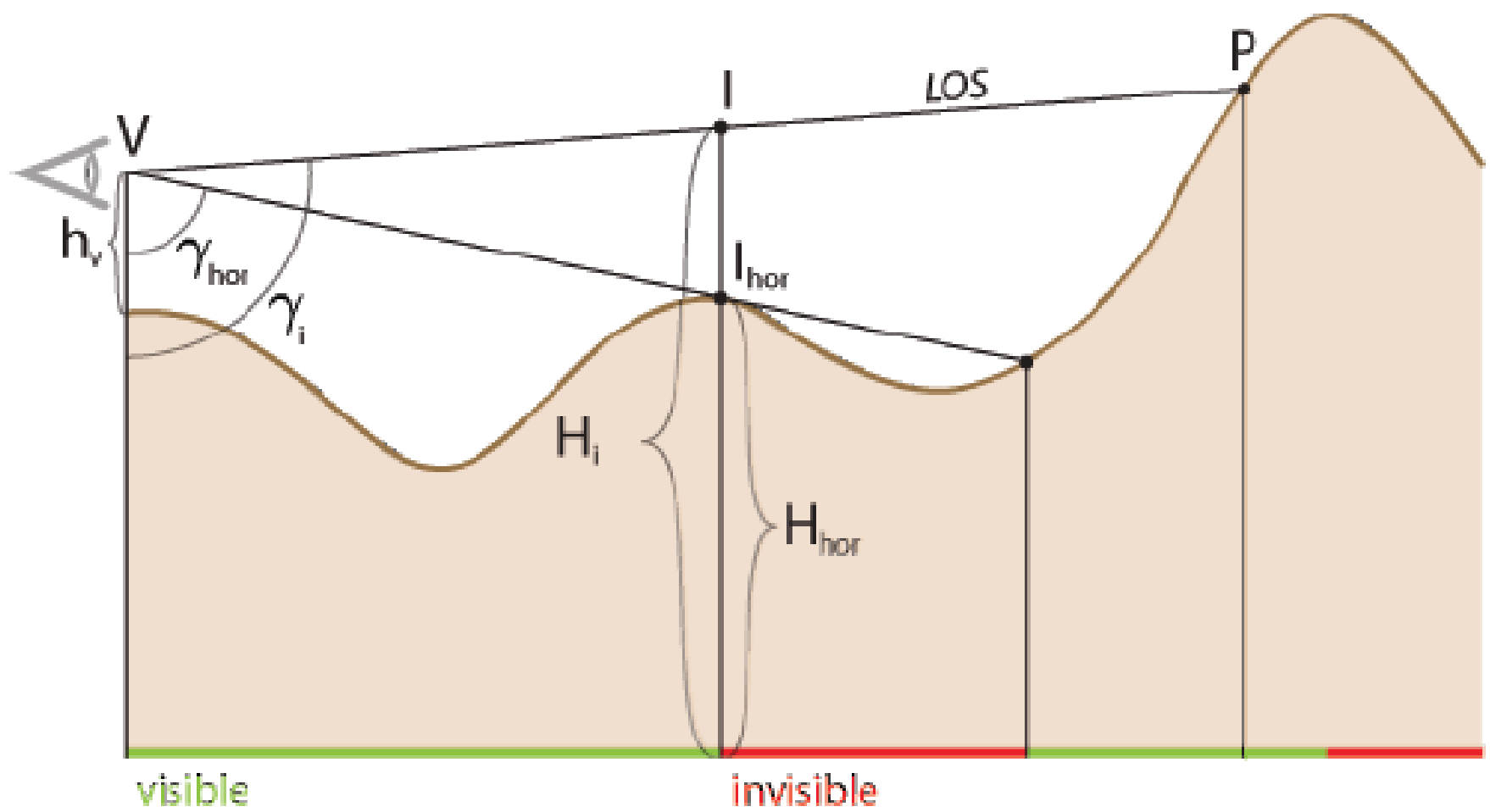
Input surface with
observer point



Output viewshed



Analýza viditelnosti – jak?



Kartografické modelování



Viditelnost mezi body (Line of Sight LoS)

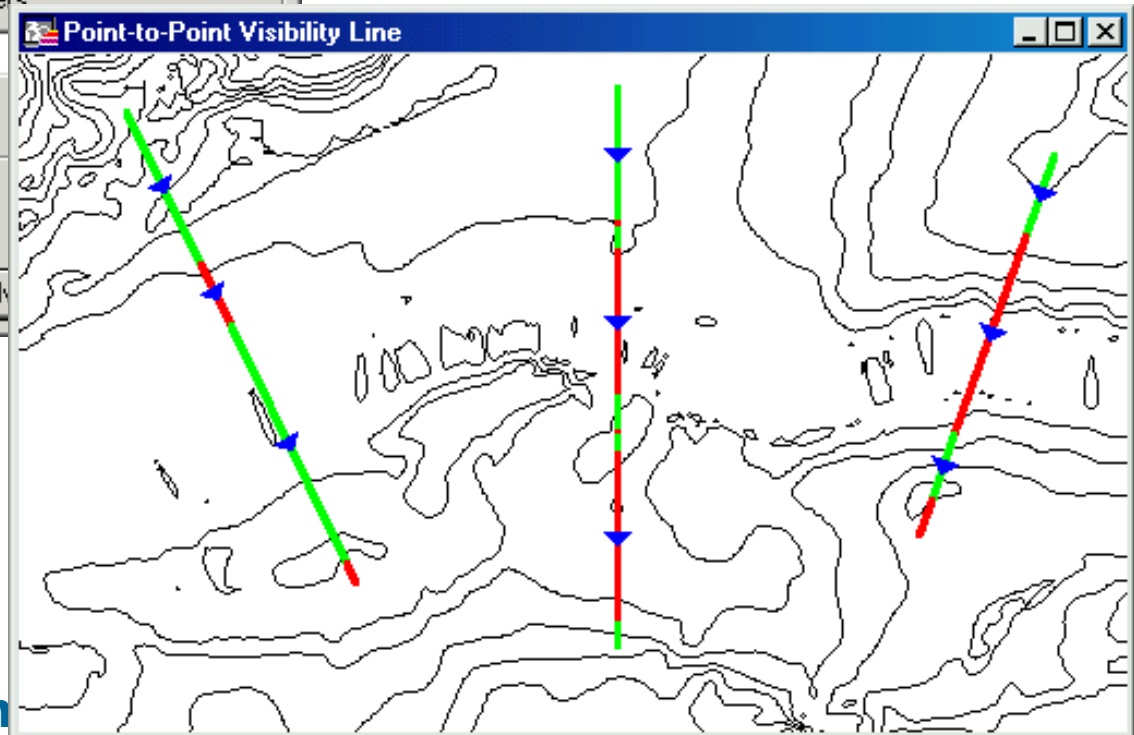
Point-to-Point Visibility [X]

Grid:

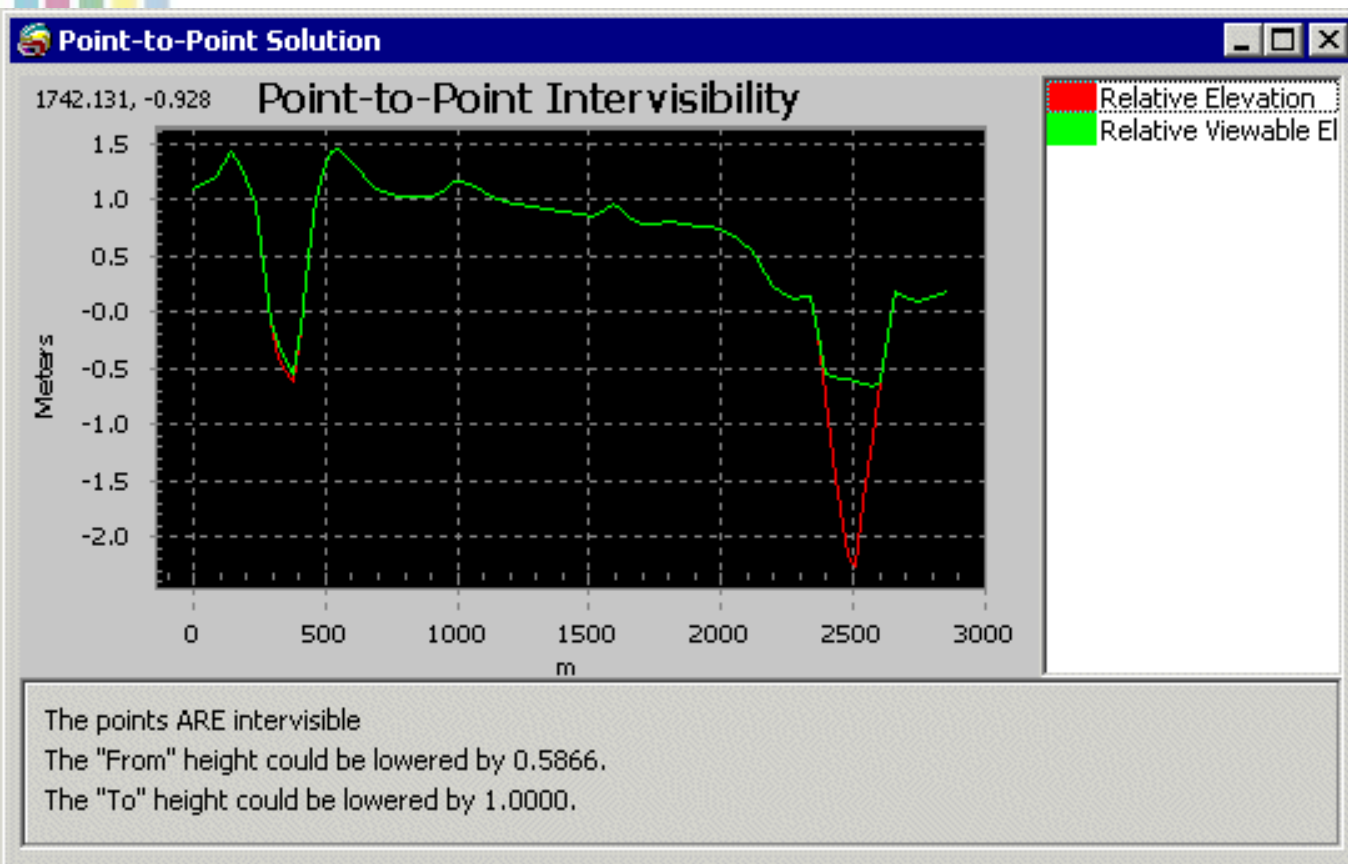
Viewing parameters

Looking from:	X: <input type="text" value="496,045.936251"/>	Y: <input type="text" value="4,996,263.545007"/>
Height above surface:	<input type="text" value="10"/>	Meters
Looking to:	X: <input type="text" value="514,437.162273"/>	Y: <input type="text" value="5,006,017.999516"/>
Height above surface:	<input type="text" value="1.000000"/>	Meters
Earth curvature model:	<input type="text" value="Normal Earth Curvature"/>	
Number of samples:	<input type="text" value="100"/>	

Plot on map Create results table



Profil pro viditelnost mezi body



- Profil terénu
- Viditelnost vybraných bodů terénu.
- Možnost zvýšení/snížení bodů.

Kartografické modelování



Viditelnost (Multiple Viewshed)

- „Která místa jsou z daných pozorovatelem viditelná?“
- „Z kolika pozorovatelem je viditelný daný objekt/místo?“
- Rozdělení území podle toho, z kterých míst je viditelné.
- Situace pro 5 pozorovacích míst. Atributová tabulka rástrové vrstvy obsahuje sloupce pro každý pozorovací bod a pomocí hodnot „1“ a „0“ rozlišuje, zda jsou místa označená danou hodnotou z tohoto bodu viditelná.

Attributes of vis_3

Rowid	VALUE ^	COUNT	OBS1	OBS2	OBS3	OBS4	OBS5
0	0	751275	0	0	0	0	0
2	2	3466	0	1	0	0	0
4	4	18274	0	0	1	0	0
6	6	35514	0	1	1	0	0
8	8	17715	0	0	0	1	0
10	10	4044	0	1	0	1	0
12	12	8916	0	0	1	1	0
14	14	11357	0	1	1	1	0
16	16	34197	0	0	0	0	1
18	18	64	0	1	0	0	1
20	20	12	0	-	-	-	-
22	22	26	0	-	-	-	-
24	24	43368	0	-	-	-	-



Kartografické modelování



Ovládání a nastavení analýzy viditelnosti

- **9 nastavitelných proměnných:**
 - SPOT,
 - OFFSETA,
 - OFFSETB,
 - AZIMUTH1,
 - AZIMUTH2,
 - VERT1,
 - VERT2,
 - RADIUS1,
 - RADIUS2



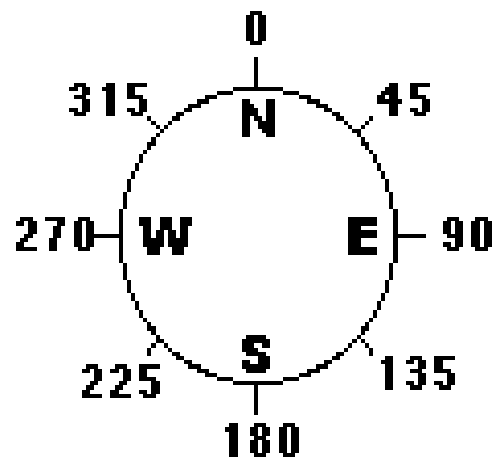
Nastavení SPOT a Offset

- **SPOT** – definuje nadmořskou výšku pozorovatele (přímo x z DMT).
- **OFFSET** – vertikální vzdálenost v jednotkách měření (m), která je přidána k hodnotě „z“ v místě měření (SPOT).
- **OFFSETA** – pozorovatel, atribut x DMT, 1.
- **OFFSETB** – analyzovaná místa atribut, 0.



Nastavení azimutu

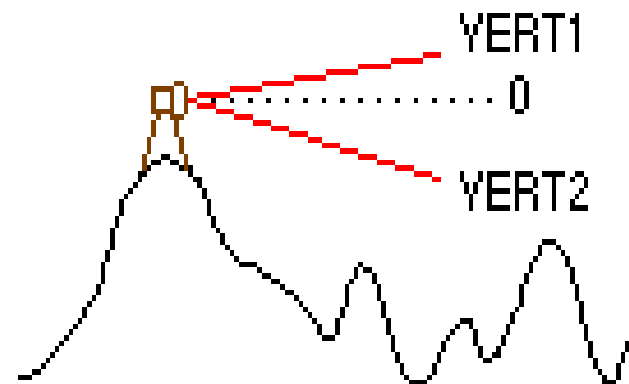
- **Definuje horizontální rozpětí analýzy viditelnosti, probíhá ve směru hodinových ručiček 0 – 360, 0=sever.**
- **AZIMUTH1 – počáteční, atribut, 0.**
- **AZIMUTH2 – koncový, atribut, 360.**





Nastavení - vertikální úhel

- Definuje vertikální omezení analýzy viditelnosti, ± 90 st. Horizontální rovina je určena nadmořskou výškou pozorovatele ($z + \text{offset1}$). Oba úhly mohou být negativní (!).
- VERT1 – (horní)úhel nad horizontální rovinou, atribut, 90.
- VERT2 – spodní úhel, $\text{VERT2} < \text{VERT1}$, atribut, -90.

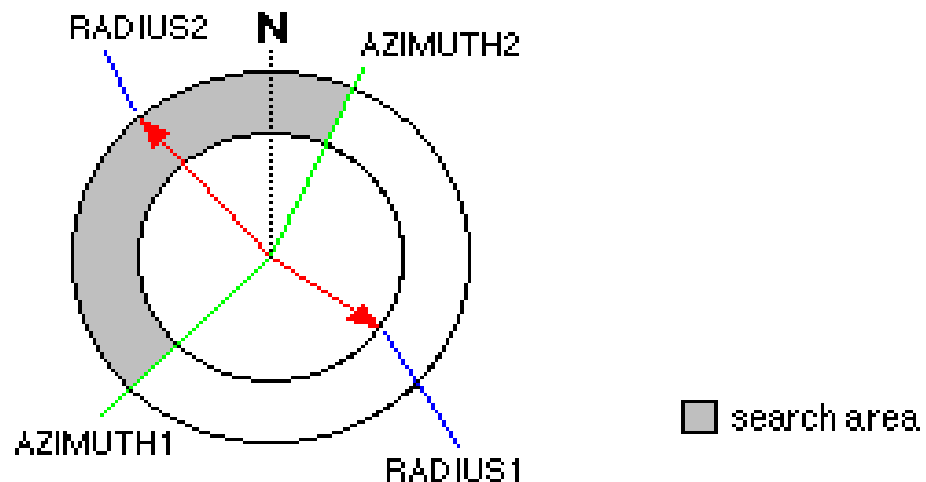


Nastavení - RADIUS

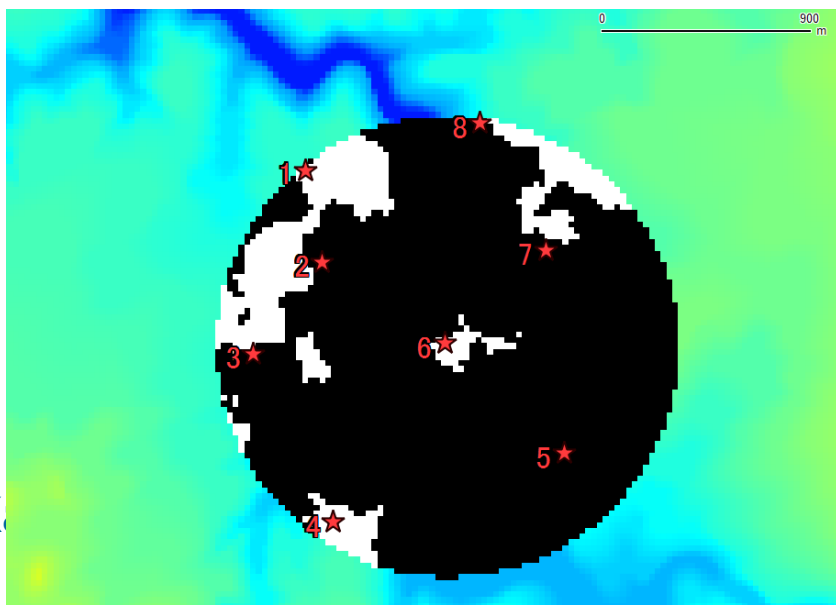
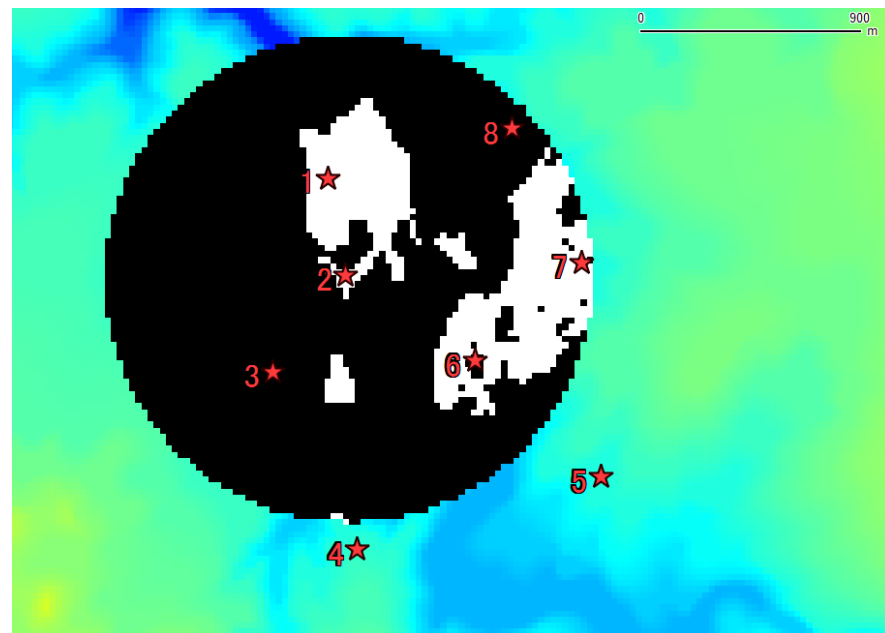
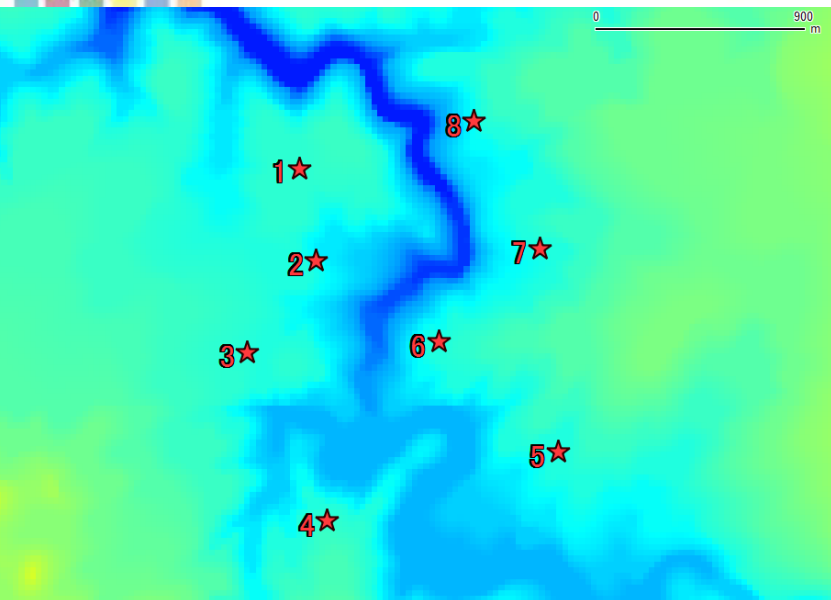
- **Definuje a omezuje vzdálenost, ve které bude analýza viditelnosti provedena. Umožňuje vyloučit z analýzy buňky mimo radius.**
- **RADIUS1 – definuje počáteční hodnotu analýzy viditelnosti, buňky bližší než RADIUS1 nebudou viditelné ve výsledcích, ale stále budou součástí analýzy, atribut, 0.**
- **RADIUS2 – koncová vzdálenost, RADIUS2 > RADIUS1, atribut, nekonečno (rozsah souboru ☺).**

Nastavení RADIUS

- Měření vzdálenosti – 3D a planimetrické (zakřivení Země)
- Default – 3D
- Horizontální a vertikální jednotky musí být nastaveny stejně (m)
- Pro planimetrické měření – záporné znaménko před RADIUS 1 a RADIUS2.

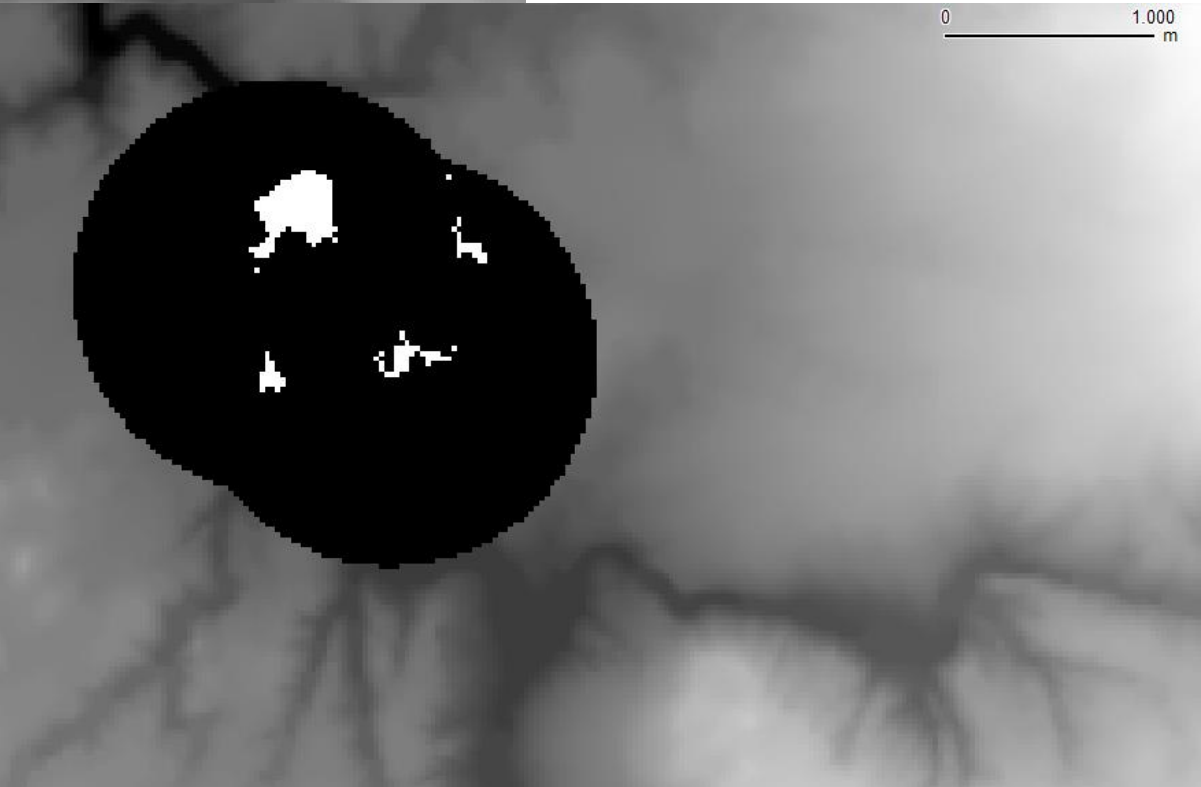


Analýza viditelnosti z více bodů





AND



OR

Kartografické modelová



Viewshed – jednoduché a komplexní výpočty

Viewshed [X]

Grid: Blake_area_DEM.grd

Viewshed method

Simple calculation (classified grid: visible / invisible)

Complex calculation (+/- height to make JUST visible)

Viewing parameters

Looking From: X: 396,749.561697 Y: 3,781,162.765256

Viewpoint height: 1.000000 metres

Viewshed offset: 1.000000 metres

Viewing radius: 48,925.524136 m

Earth curvature: Normal Earth Correction

Description: []

File name: C:\Program Files\deciBel Planner Tutorial Data\Tu [Browse...]

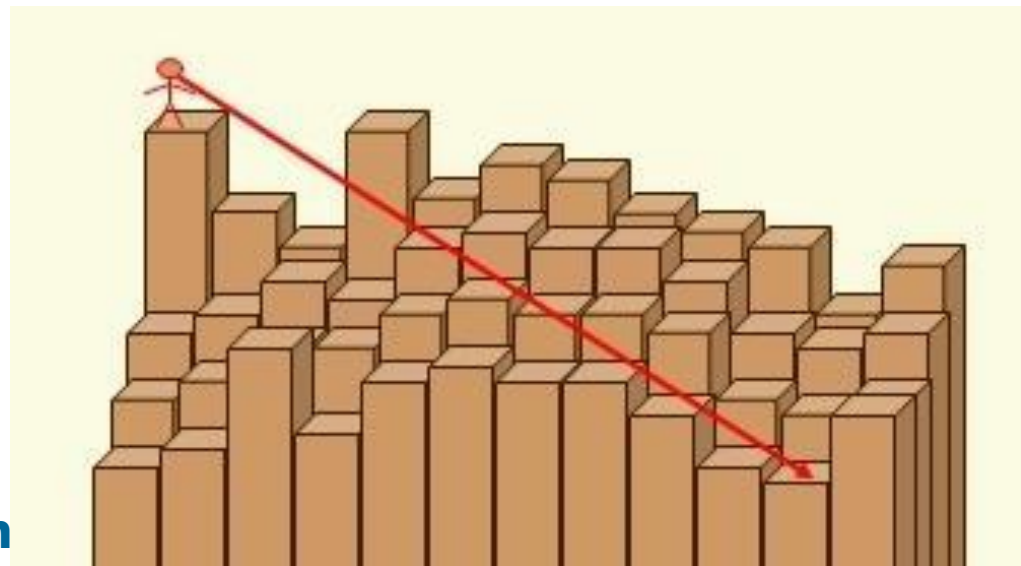
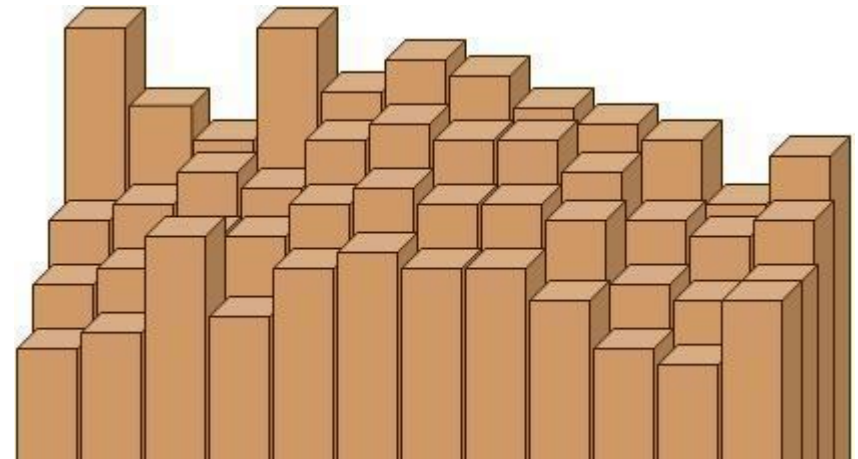
[OK] [Cancel]

- **Binární výstup** (viditelné a neviditelné)
- **Komplexní výstup** – výška, o kterou lze danou buňku snížit či zvýšit, aby byla právě viditelná z pozorovacího bodu.



Výpočet viditelnosti

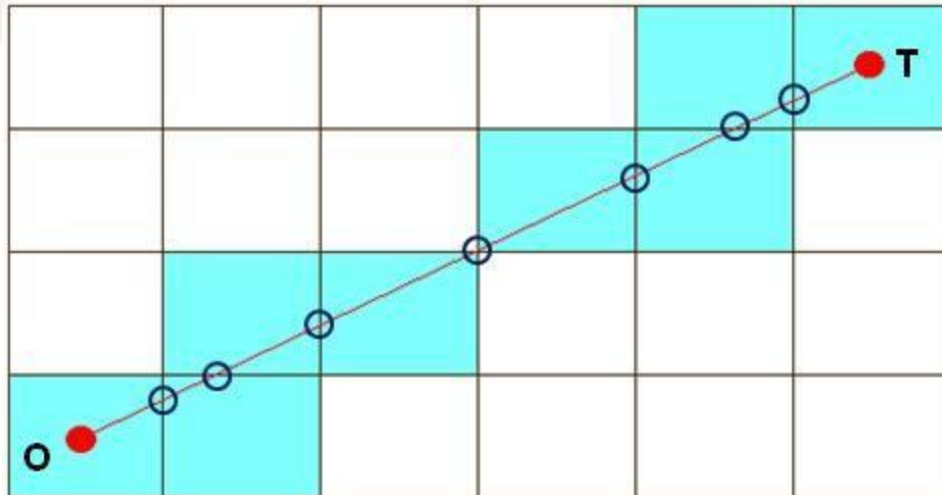
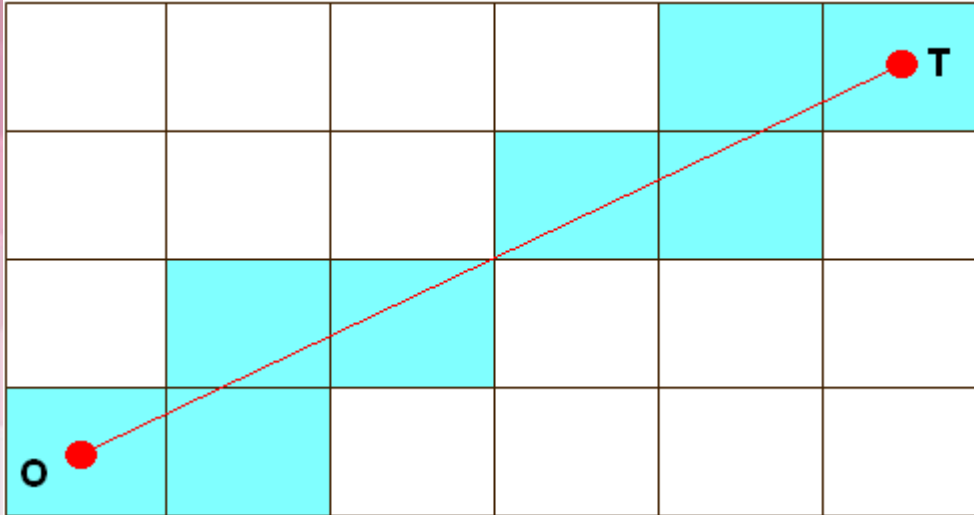
		Columns								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Rows	0	20.0	19.6	19.4	19.5	19.4	19.1	18.8	18.5	18.0
	1	19.9	19.7	19.3	19.3	19.2	18.9	18.5	18.2	17.9
	2	19.5	19.5	19.1	18.9	18.8	18.7	18.3	18.0	17.8
	3	18.9	18.5	17.9	17.4	17.0	16.5	16.1	16.4	17.0
	4	18.1	18.2	17.3	17.1	16.6	16.1	15.5	15.5	15.9
	5	17.5	17.1	17.0	16.6	16.0	15.5	14.7	14.9	15.0
					← ΔX →					↑ ΔY ↓



Kartografické modelován



Bresenhamův algoritmus (1965)



Kartografické modelování

- Určení buňek v LoS.
- Z-hodnota buněk tvoří hlavní směr viditelnosti.
- Interpolace průsečíků.

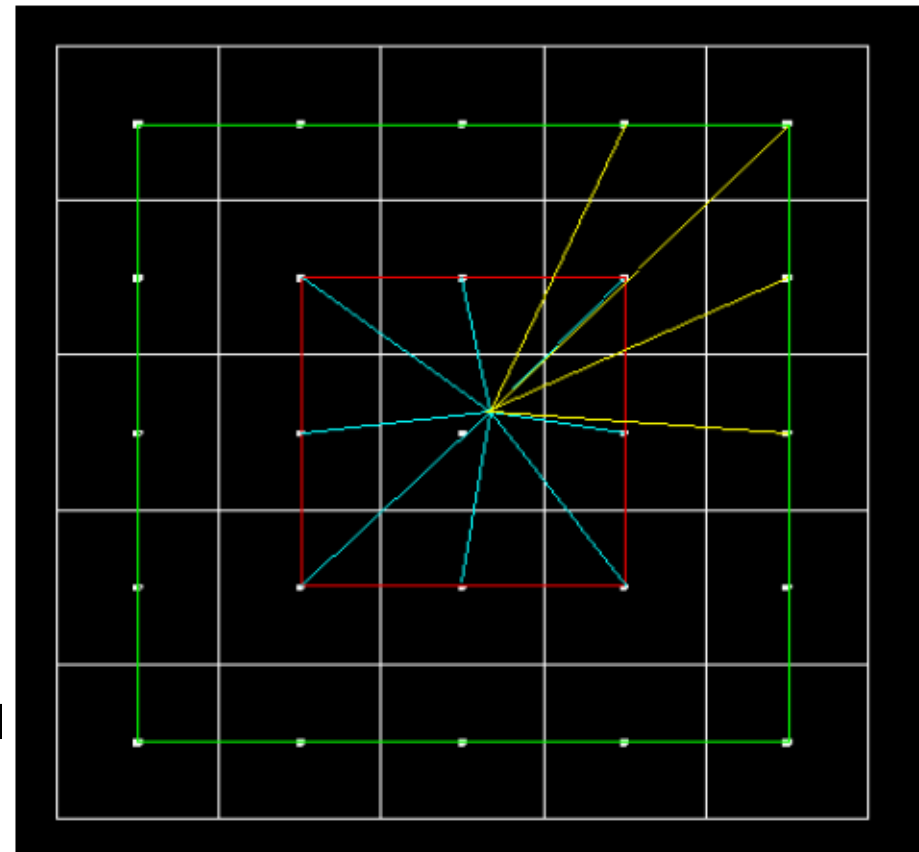
18.0	19.0	20.0
	19.2	19.5
18.2	18.0	18.0
17.0	17.0	17.0

A 3x3 grid with values. A blue dot is at (1,2) with value 18.2. Another blue dot is at (2,3) with value 19.5. A line connects them. Arrows point to the intersection of the line and the grid boundaries, with values 18.0 and 19.2.



Algoritmus výpočtu ArcGIS

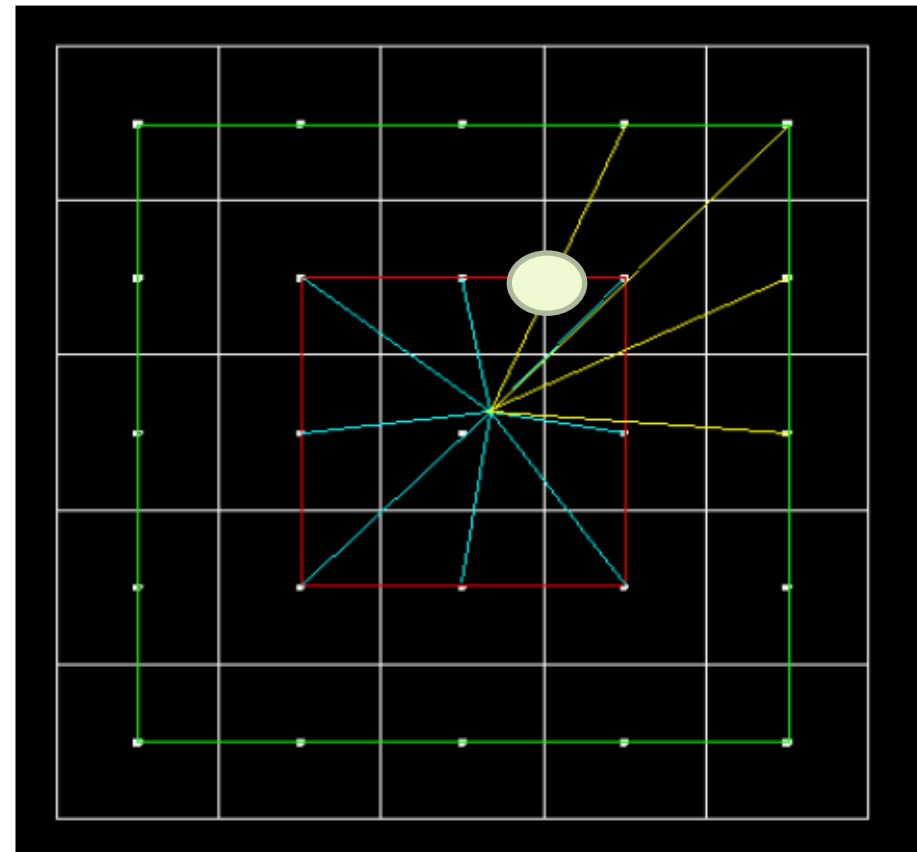
- **Místo pozorovatele – LoS přilehlých buněk**
- **Porovnání nadmořské výšky a určení viditelnosti přilehlých buněk (stejná nebo vyšší).**
- **Binární označení (0,1).**
- **Uložení výškového úhlu rozdílu středů buněk a přechod k dalším buňkám.**



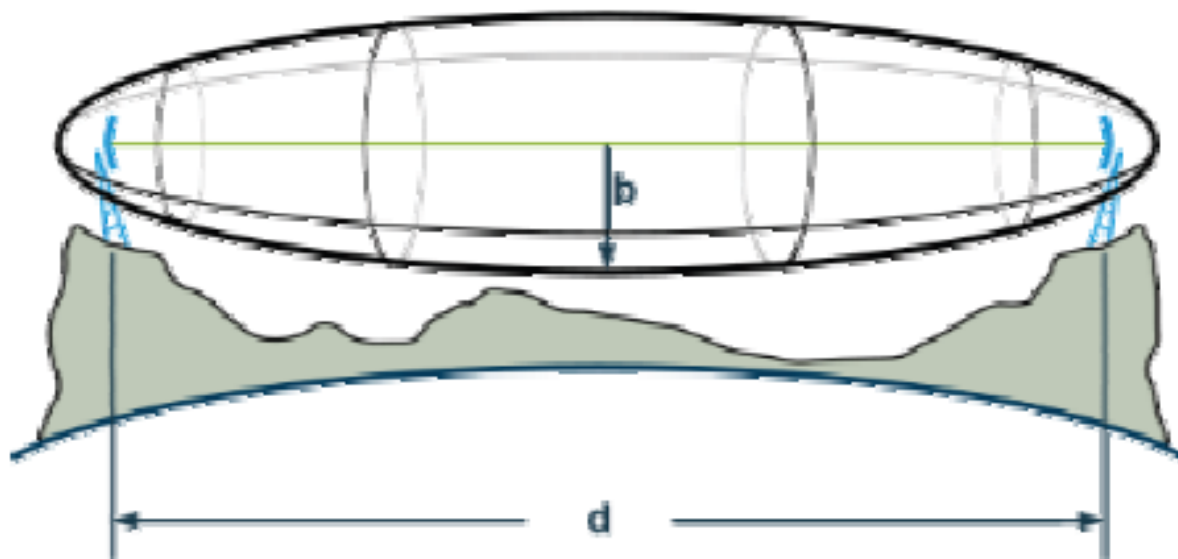


- LoS počítán pro každou buňku pomocí průsečíku s původním horizontem (○), je zaznamenán úhel a druhý (vertikální) úhel tvoří počátek a cílový bod v zeleném horizontu. Porovnáním úhlu je buňka označena $(0,1)$, v případě většího úhlu je ten zapsán.
- Iterace pokračuje.

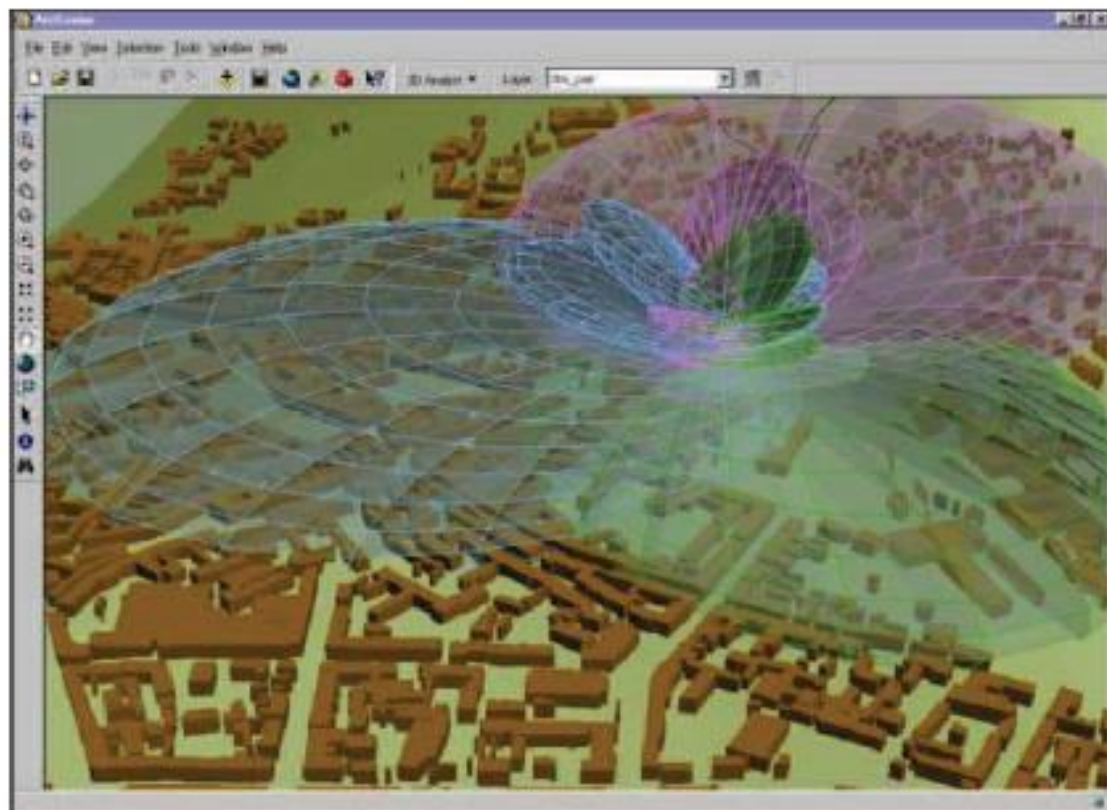
Algoritmus



Využití

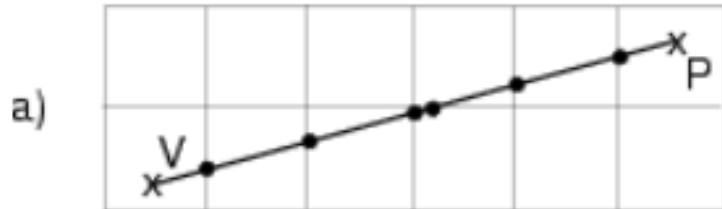


Kartografické modelování

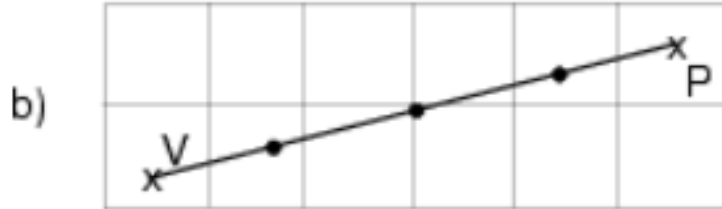




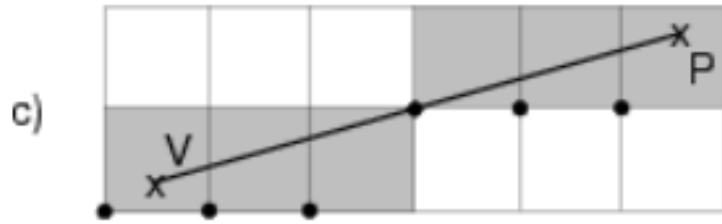
Otevřené otázky analýzy viditelnosti



line intersection



equal distance interval



vector-to-raster-conversion

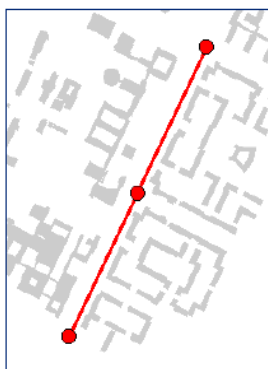
- › **Způsob určení průsečíku LoS a interpolační výpočet.**

V = viewpoint
P = evaluated endpoint of Line-of-sight profile

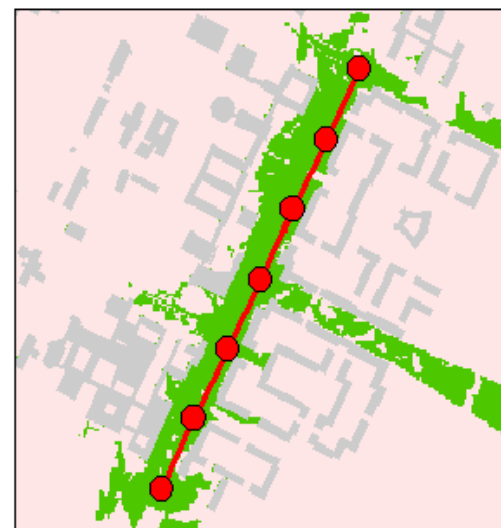
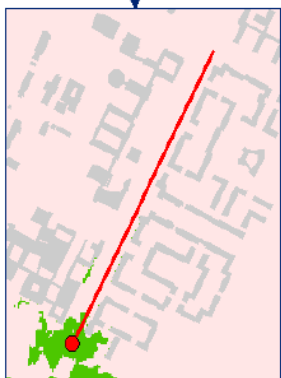


Viditelnost z linie

Vliv definice linie a její generalizace na výslednou viditelnost



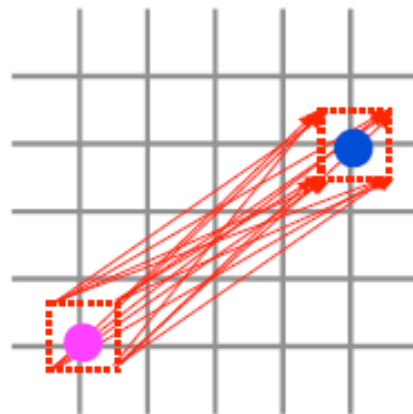
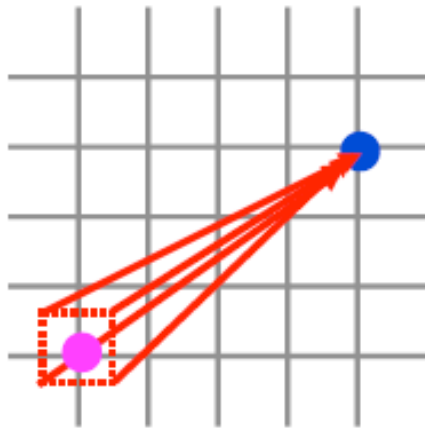
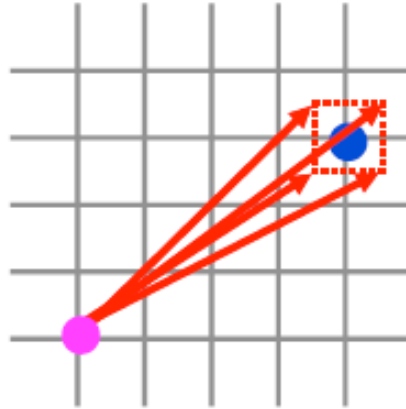
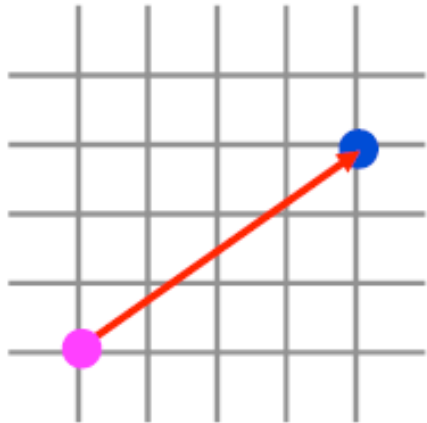
- Viditelné
- Neviditelné
- Vrchol
- Linie
- Budova



- Viditelné
- Neviditelné
- Vrchol
- Linie
- Budova

Kartografické modelování

Otevřené otázky analýzy viditelnosti



- Způsob nakládání s pozorovacím a cílovým bodem.

- **Bod x buňka** ovlivňuje komplexitu výpočtu a jeho přesnost.

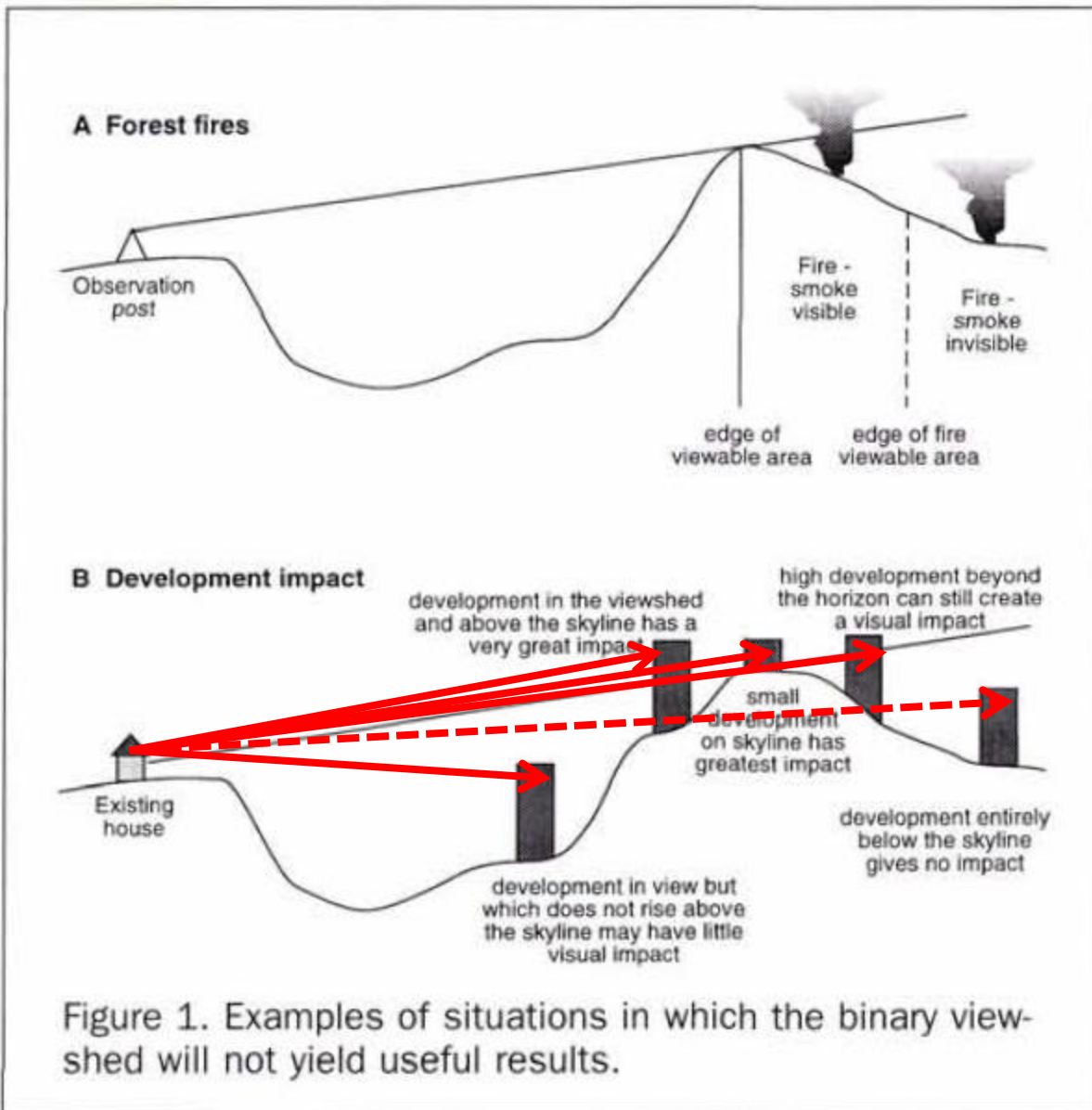
- **4 možnosti:**

- bod – bod
- bod – buňka
- buňka – bod
- buňka – buňka

- **4² možností,** postupné potvrzení či vyloučení.

Fischer - kritika binárního pohledu

- Prosté (0,1) není dostatečné pro skutečné aplikační úlohy.



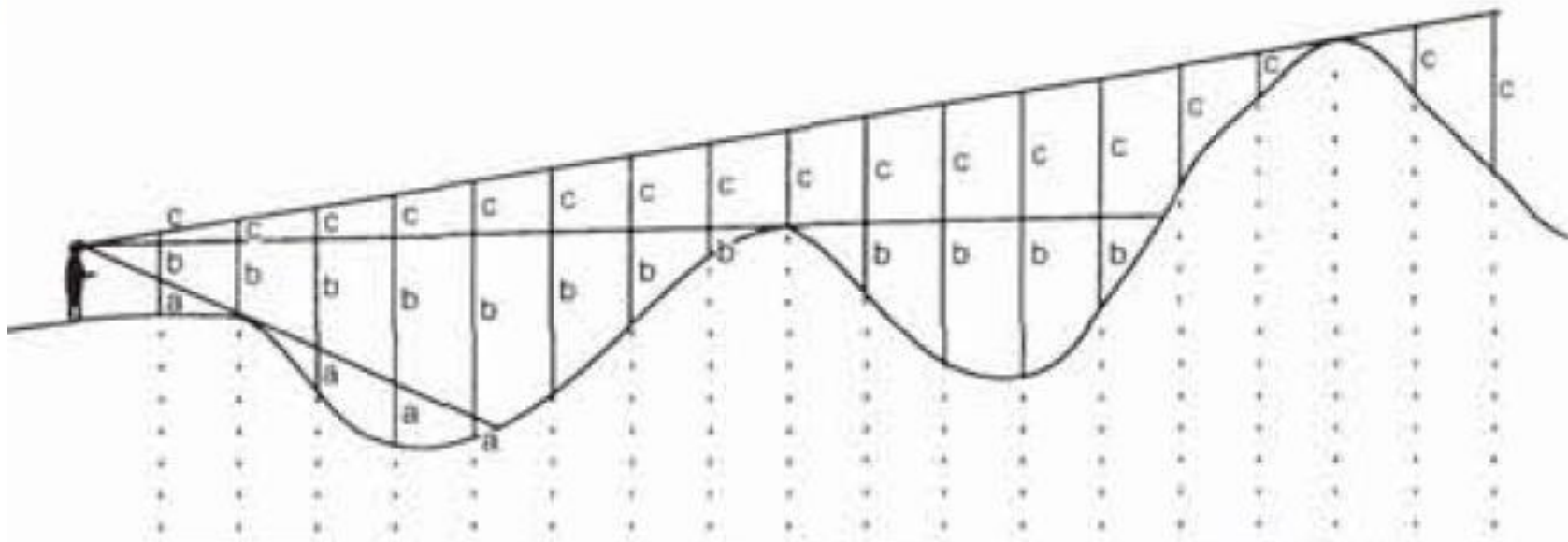


Alternativní metody (Fischer)

- **A - binární viditelnost**
- **B – viditelnost horizontů:**
 - 1 – viditelný
 - 2 – lokální horizont – místní hranice viditelnosti.
 - 3 – globální horizont (skyline)
 - 0 – neviditelná
- **C – lokální offset - +- nad nebo pod nejbližším horizontem.**
- **D – globální offset - +- nad nebo pod globálním horizontem (skyline).**



Fischer – alternativní viditelnost



A	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
B	1	2	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	1	1	3	0	0
C	a	0	-a	-a	-a	b	b	b	0	-b	-b	-b	-b	c	c	0	-c	-c
D	a + b + c	b + c	a + b + c	a + b + c	a + b + c	b + c	b + c	b + c	c	b + c	b + c	b + c	b + c	c	c	0	-c	-c

Binární
Viditelnost
horizontů
Lokální
posun
Globální
posun

Kartog