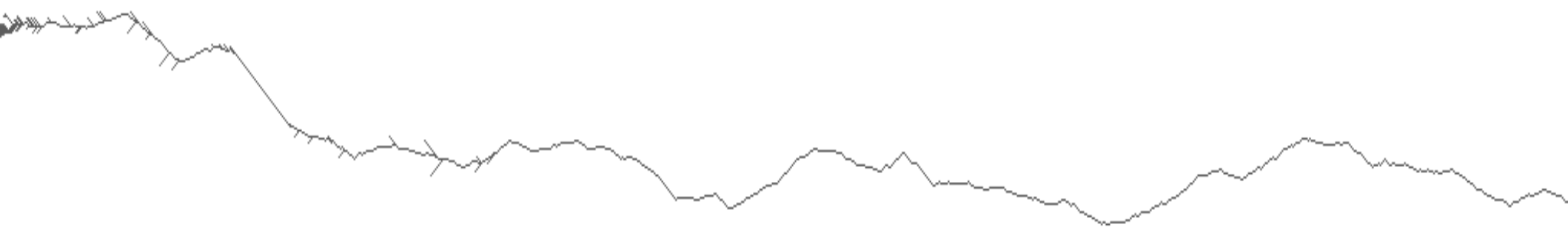


Filtrování dlouhých nepravidelných struktur

Zadání

Cílem práce je implementovat a otestovat metodu pro potlačení struktur, do kterých nelze umístit dlouhé nepravidelné křivky. Konkrétně se jedná o morfologické otevření pomocí omezených cest (parsimonious path opening). Metodu lze použít v mnoha různých aplikacích, například detekci cest v satelitních snímcích, detekci krevních řečišť v medicínských datech, detekci pohybujících se objektů a podobně.



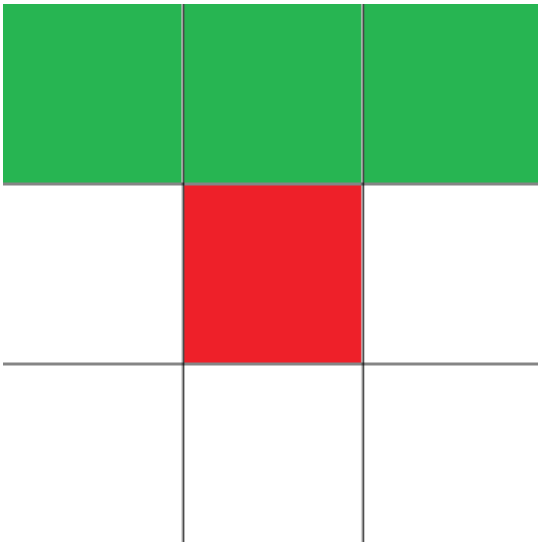


Reprezentace obrazu

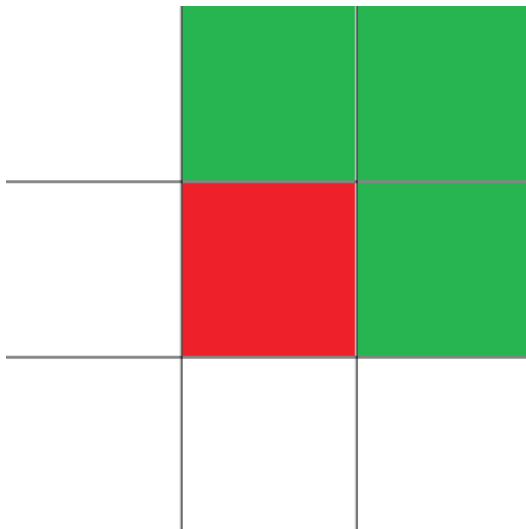
- Uvažujeme šedotónový obraz.
- Obraz je reprezentován maticí celých čísel.
- Každý prvek matice obrazu reprezentuje jeden pixel, ten je zadán svou pozicí v matici obrazu a intenzitou(hodnotou na jeho pozici).
- Každému pixelu navíc přiřadíme několik množin sousedních pixelů(okolí), které se budou využívat při různých technikách výpočtu.

Okolí pixelu

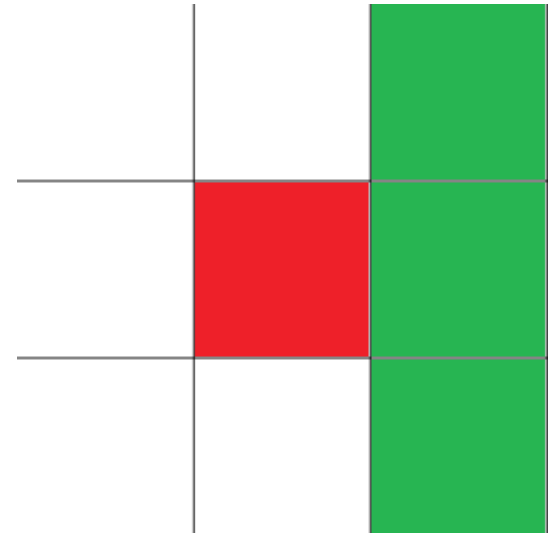
SN okolí



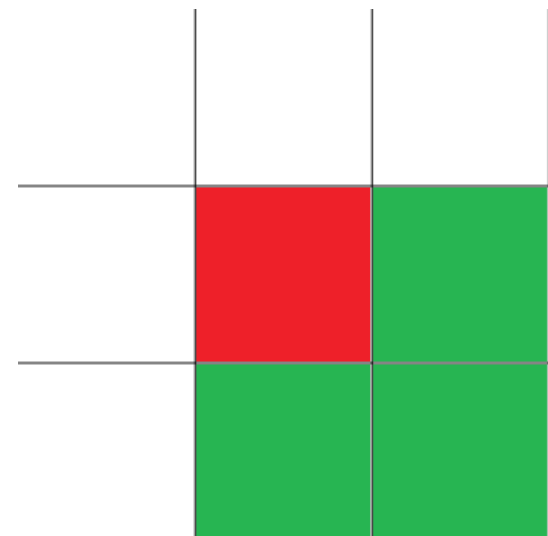
SWNE okolí



WE okolí



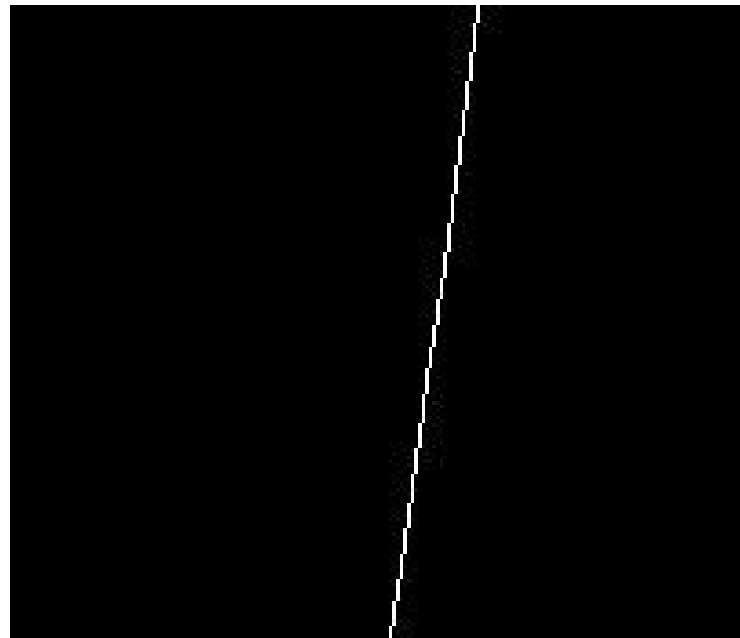
NWSE okolí



Cesty v obraze

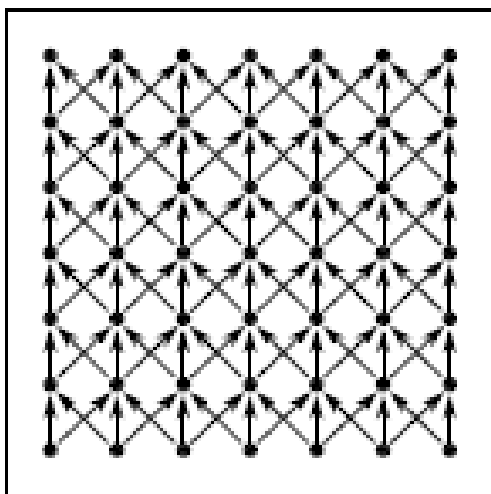
- Cestou je míněna posloupnost pixelů, která začíná na jedné straně obrazu a končí na druhé a ve které se každý pixel nachází v určeném okolí předcházejícího pixelu

Ukázka cesty při využití SN okolí

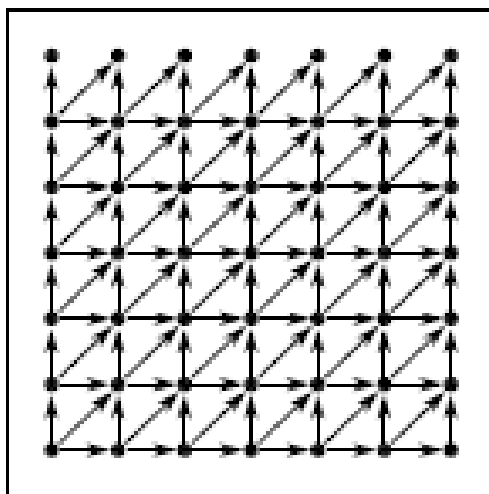


Cesty v obraze

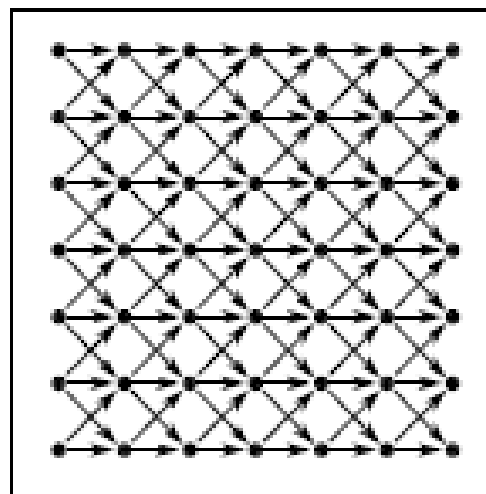
Směr SN



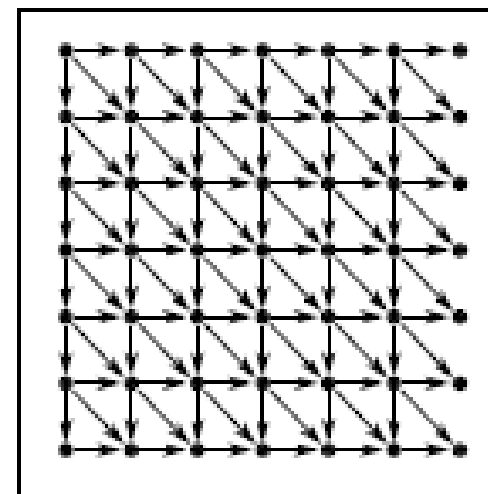
Směr SWNE



Směr WE



Směr NWSE



Typy cest

- Lokálně maximální cesty
 - Je zadán počáteční pixel, další pixely se určí vždy jako ten pixel v daném okolí předchozího, který má nejvyšší intenzitu
- Globálně maximální cesty
 - Je zadán počáteční pixel, jde o takovou cestu na druhou stranu obrazu, která má nejvyšší průměrnou intenzitu pixelů ze všech možných
- β -maximální cesty
 - Obraz je rozdělen do pásů o šířce β , β -maximální cesta je globálně maximální v každém z těchto pásů

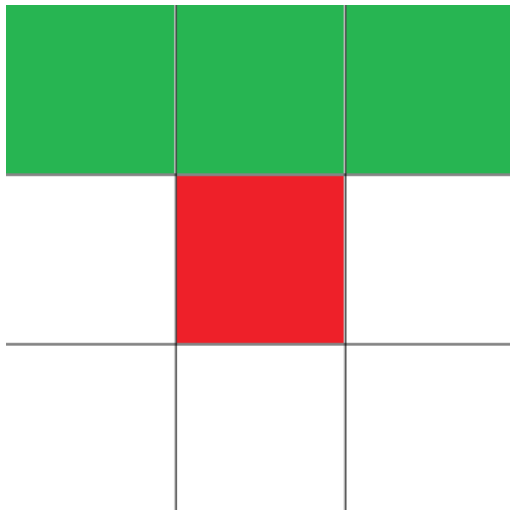
Hledání cest

- Lokálně maximální cesty:
 - Přímý postup, zadá se 1. pixel, 2. se určí jako pixel s maximální intenzitou v daném okolí 1., 3. jako ten s maximální intenzitou v okolí 2., ...

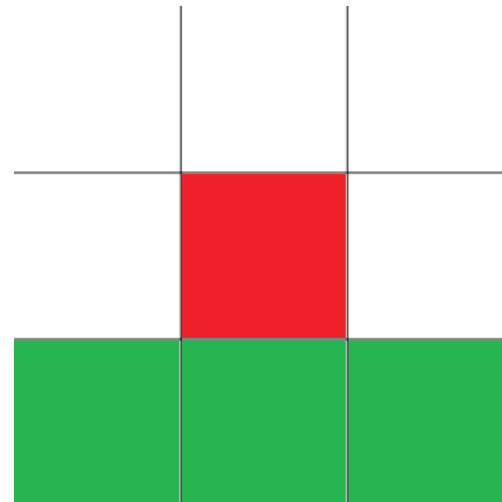
Hledání cest

- Globálně maximální cesty:
 - Přímý postup(porovnání průměrných intenzit všech možných cest na druhou stranu) je příliš výpočetně náročný
 - Použití obrácených okolí

SN okolí



Obrácené SN okolí

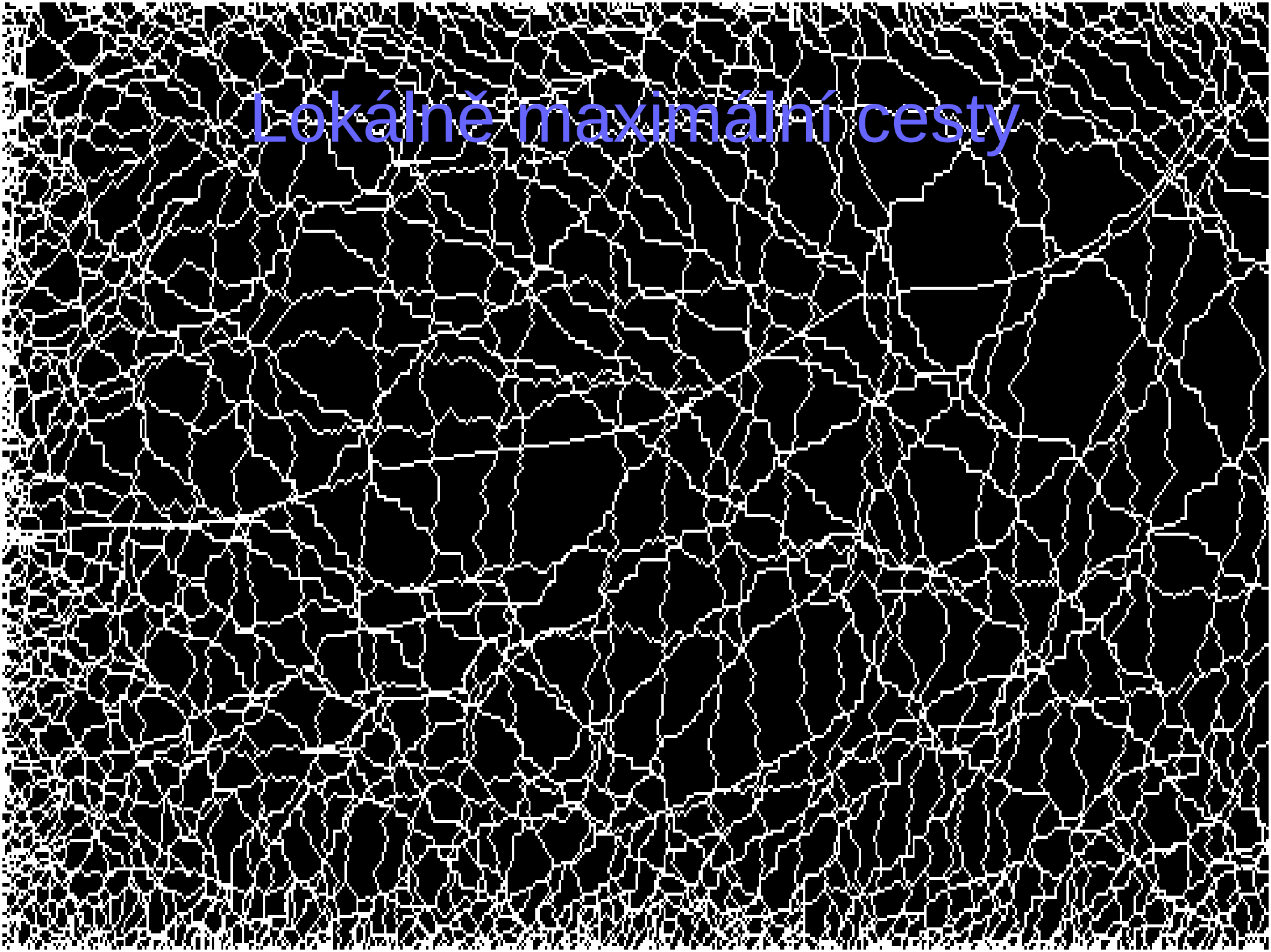


Hledání cest

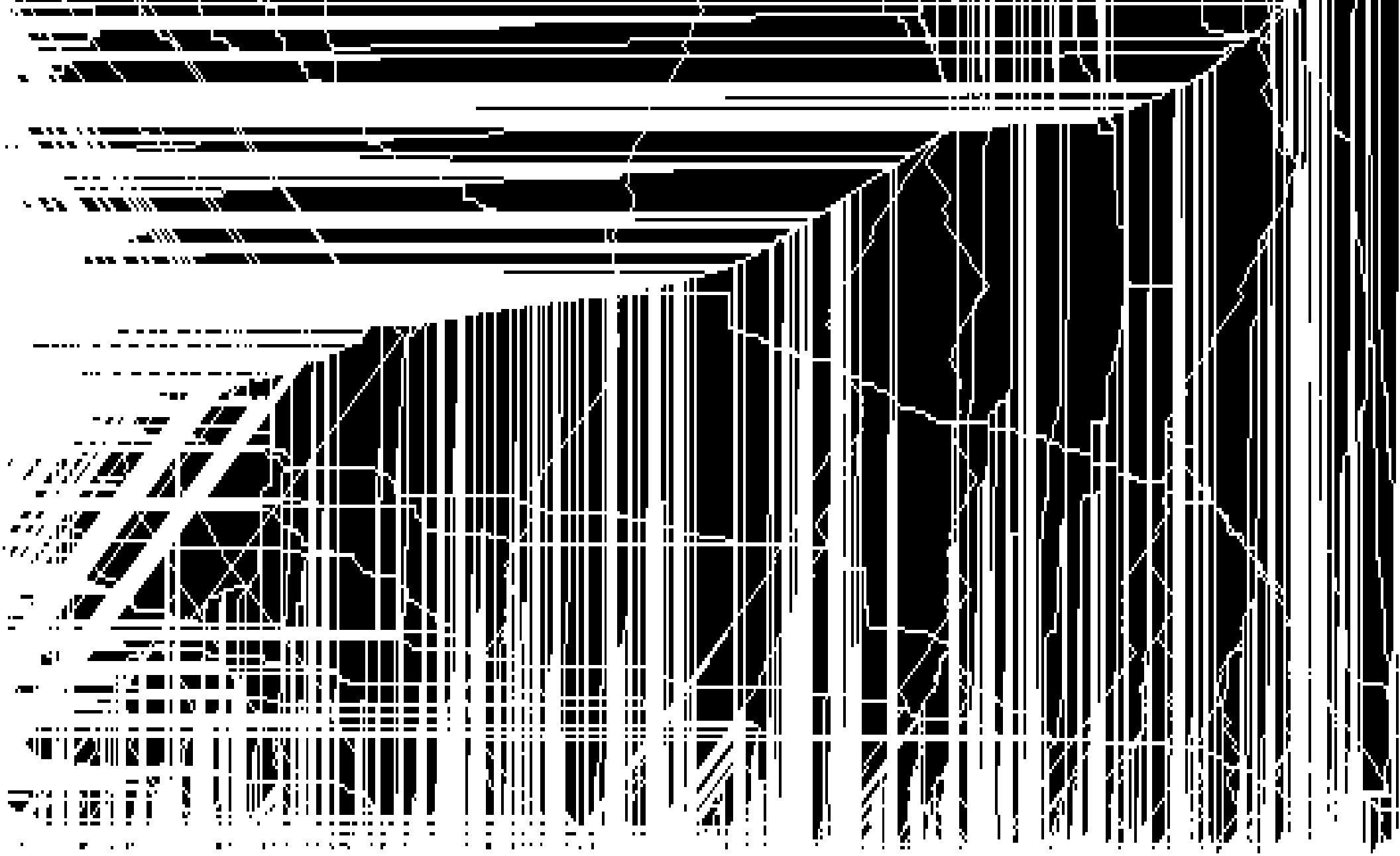
- Globálně maximální cesty:
 - Označme použité okolí jako $G(x)$, jeho obrácené okolí jako $G^-(x)$
 - Spočítáme nový obraz λ podle předpisu:
$$\lambda(x) = \lambda^-(x) + \lambda^+(x)$$
$$\lambda^+(x) = \max \{ \lambda^+(y) \mid y \in G(x) \} + f(x)$$
$$\lambda^-(x) = \max \{ \lambda^-(y) \mid y \in G^-(x) \} + f(x)$$
 - Globálně maximální cesty v obraze f najdeme tak, že najdeme lokálně maximální cesty v obraze λ



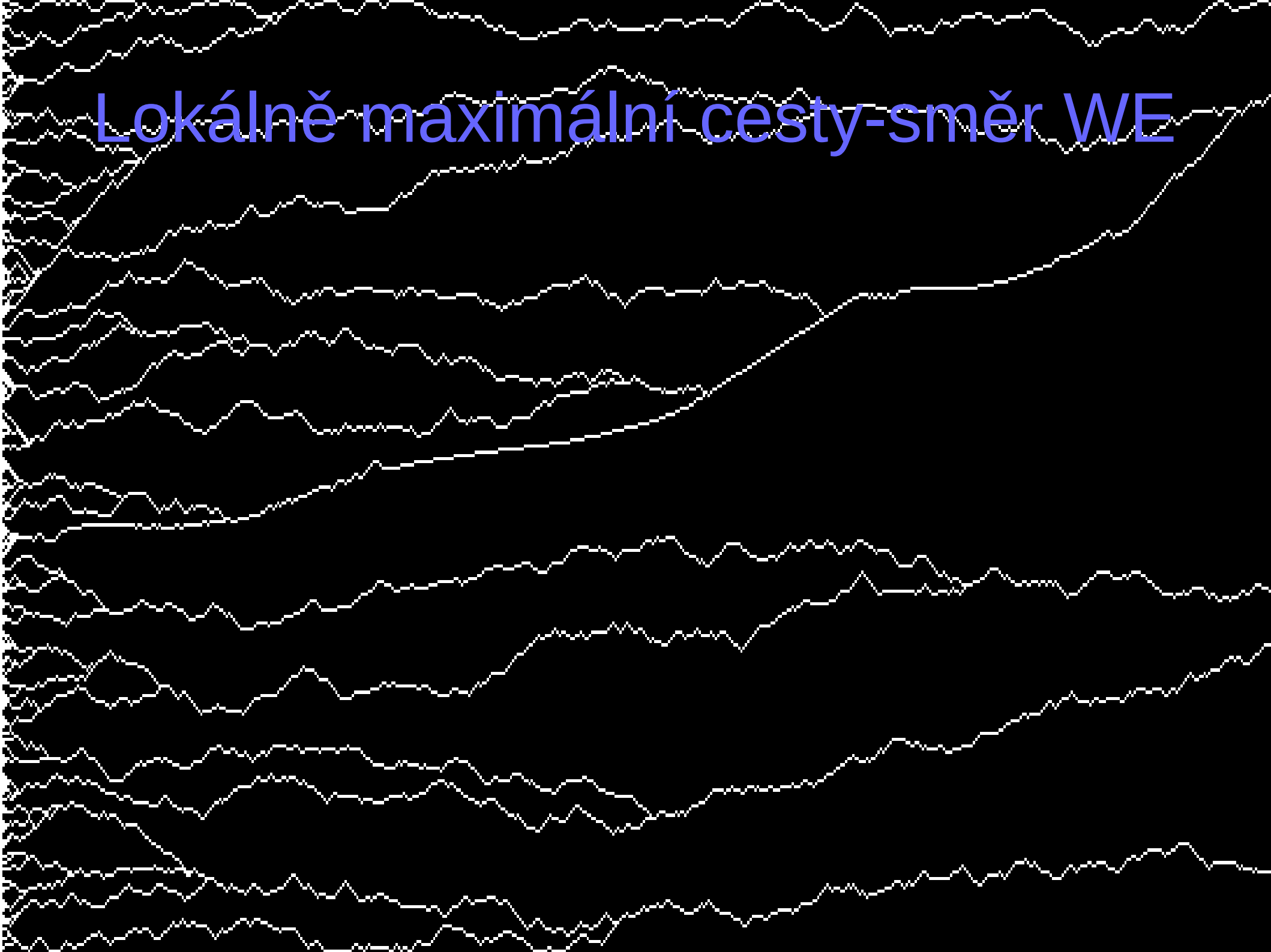
Lokálně maximální cesty

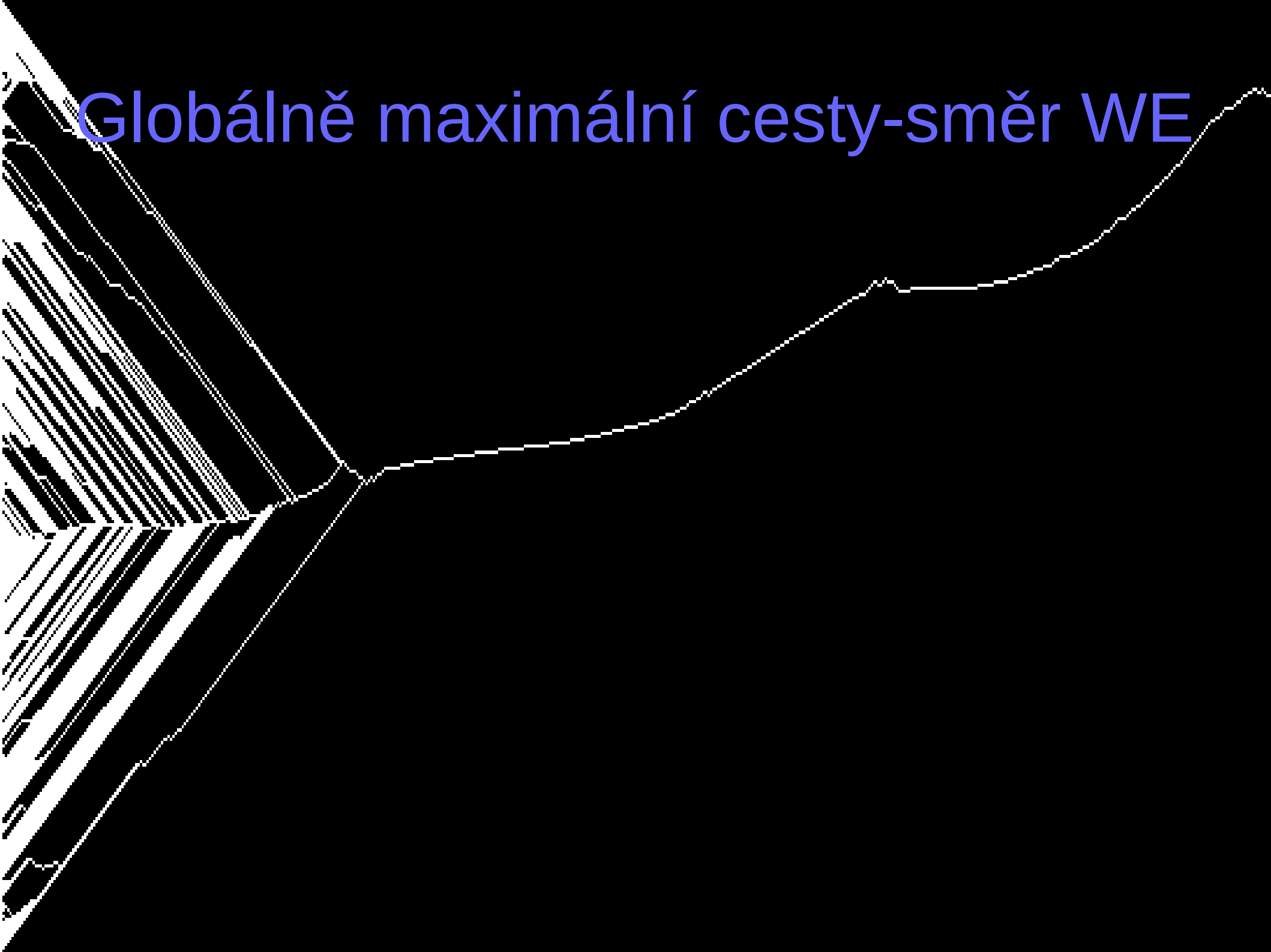


Globálně maximální cesty



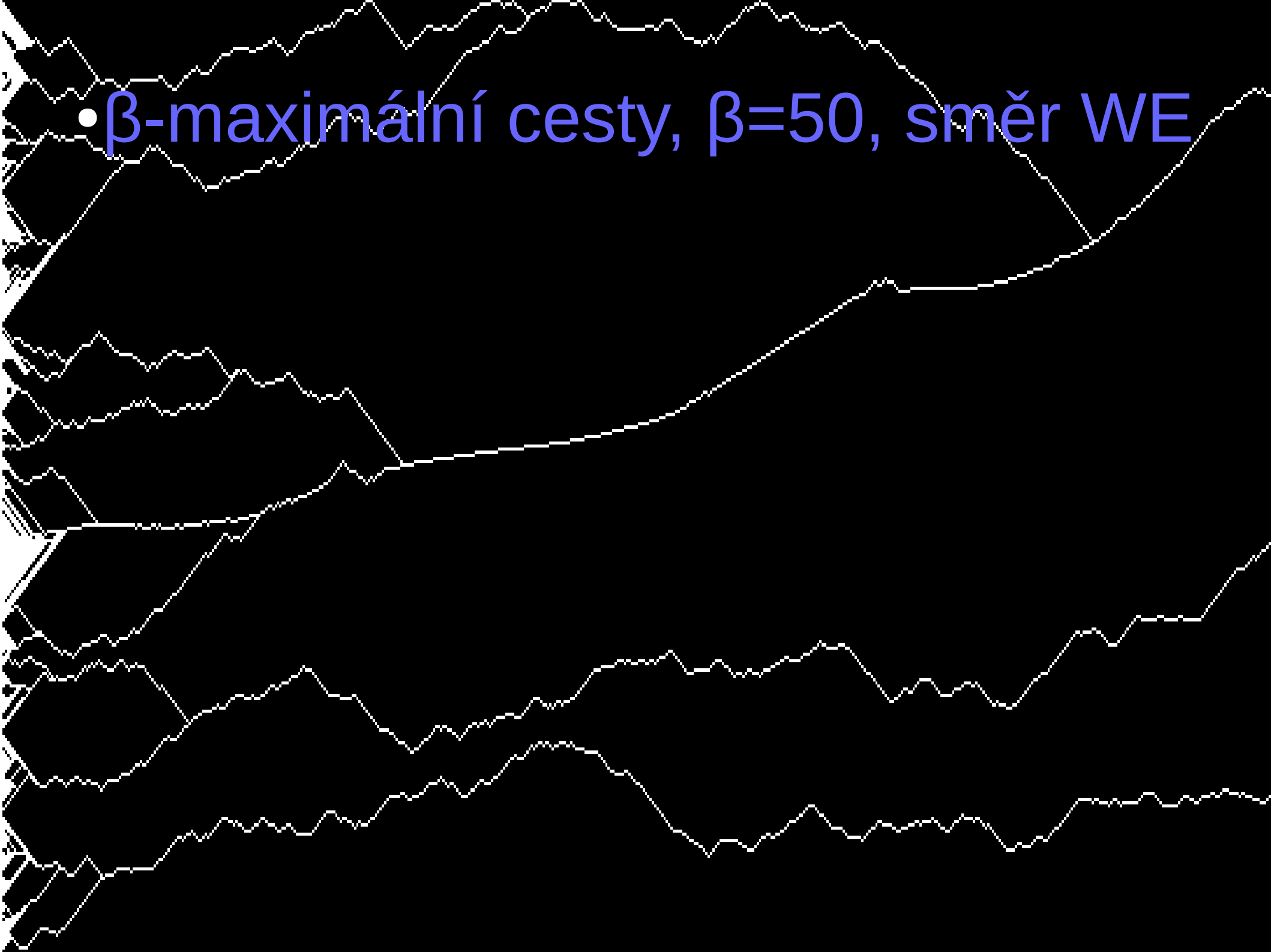
Lokálně maximální cesty-směr WE





Globálně maximální cesty-směr WE

- β -maximální cesty, $\beta=50$, směr WE



Path Opening

- Na základě cest vedoucích obrazem je nalezena hledaná část obrazu(dlouhá nepravidelná struktura)
- Cílem je odstranit všechny struktury, které jsou kratší než určitý počet pixelů
- V každém pixelu, kterým vede nějaká cesta, se pro každou procházející cestu spočítá 1D otevření ve směru této cesty, maximální nalezená hodnota se uloží jako nová intenzita pixelu
- Pixelům, kterými žádná cesta nevede, se nastaví nulová intenzita



Path Opening(LM, size = 50)

|

|

|

Velikost otevření

size=5



size=20



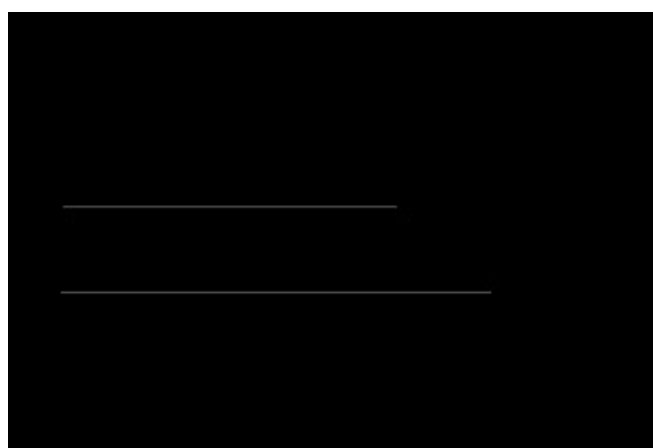
size=50



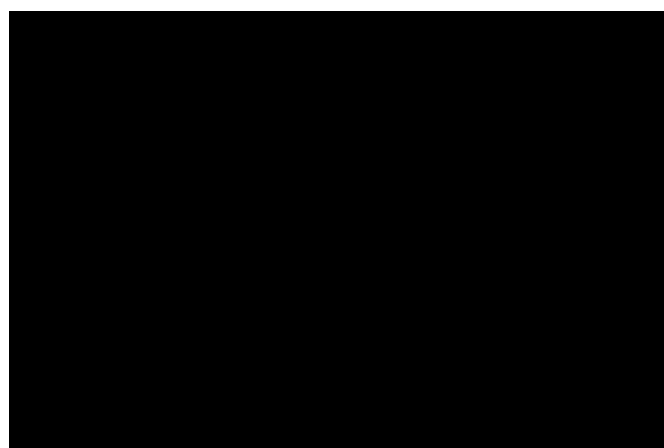
size=100



size=150



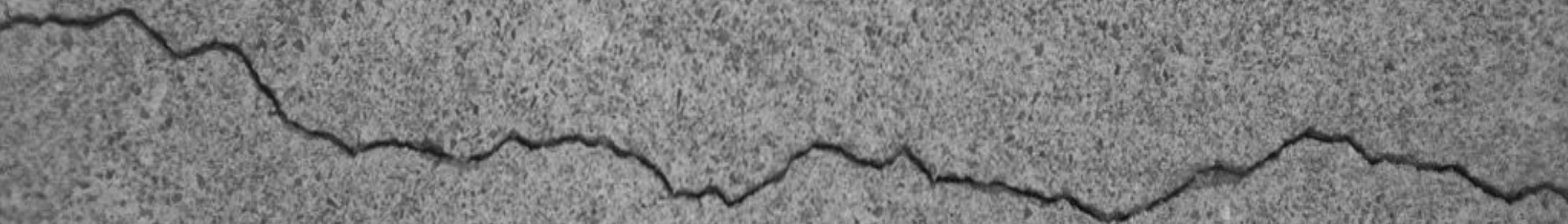
size=200



Path Closing

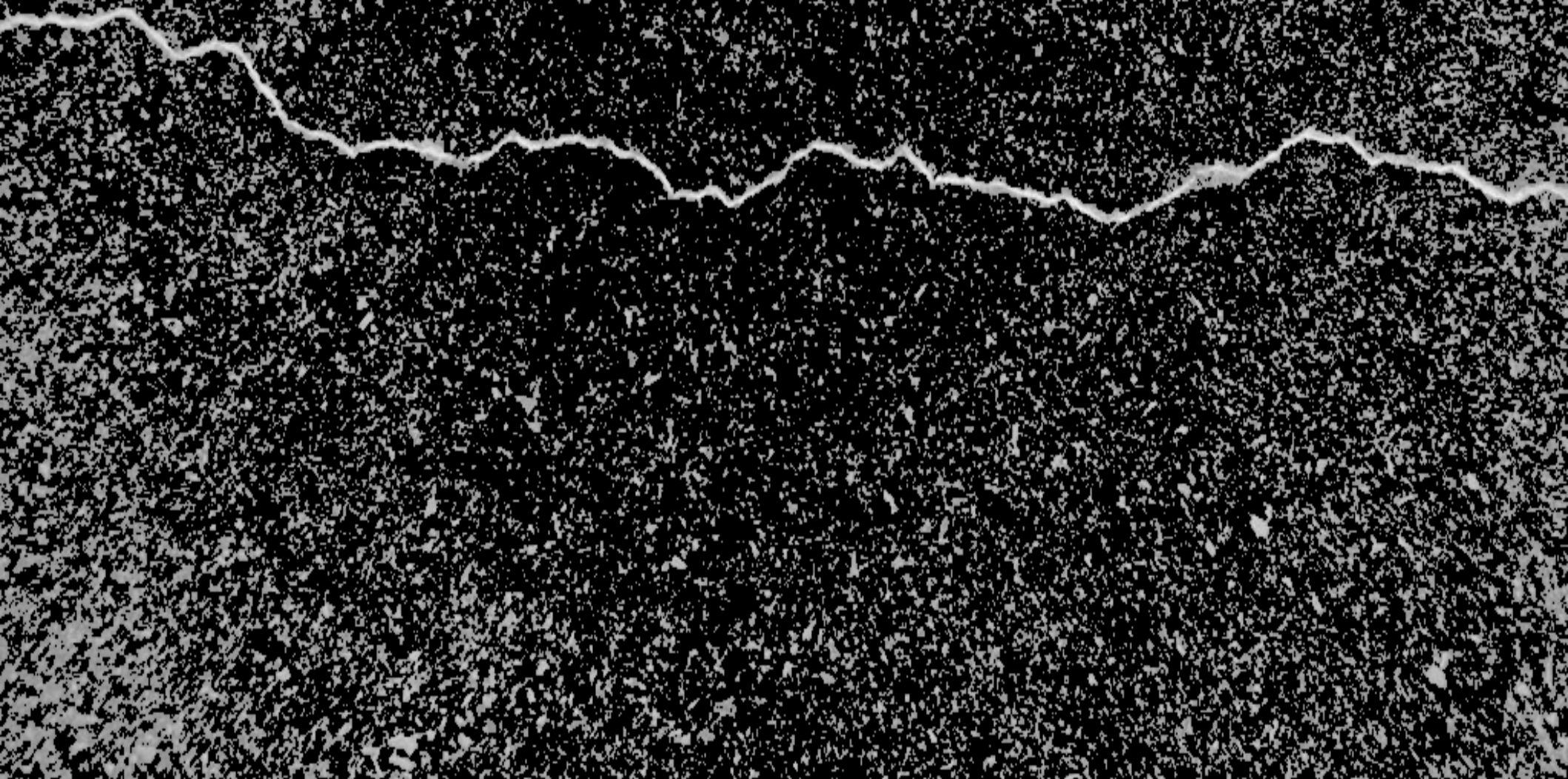
- Ne vždy je hledaná struktura jasnější než zbytek obrazu, může být naopak tmavší
- V tom případě se nepočítá otevření, ale uzavření
- Uzavření se spočítá jako otevření na inverzním obrazu získaném podle předpisu
 - $INV(x, y) = MAX - I(x, y)$

Původní obraz

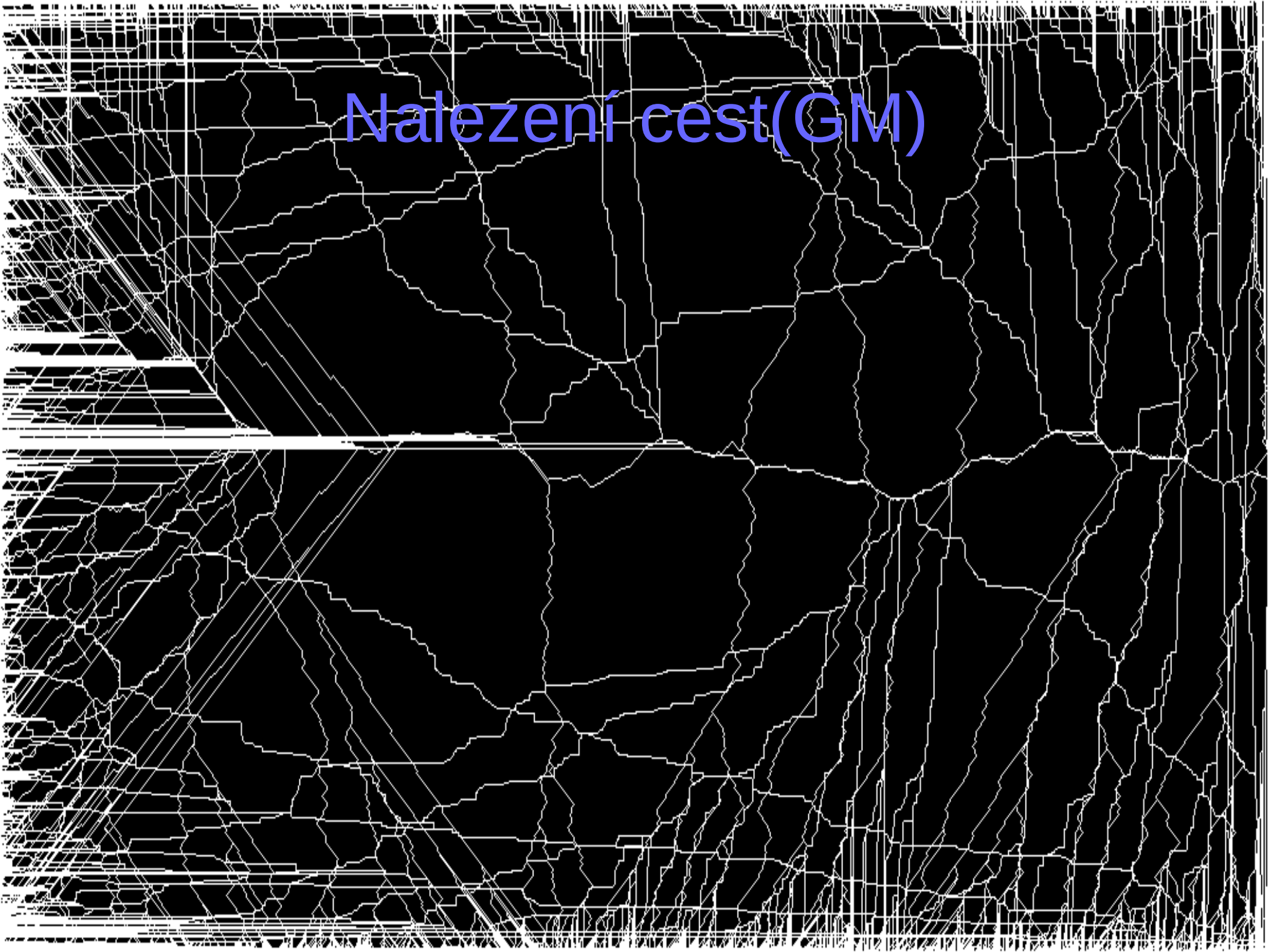


Inverze

Vynulování intenzit pixelů
pozadí($I < 140$)



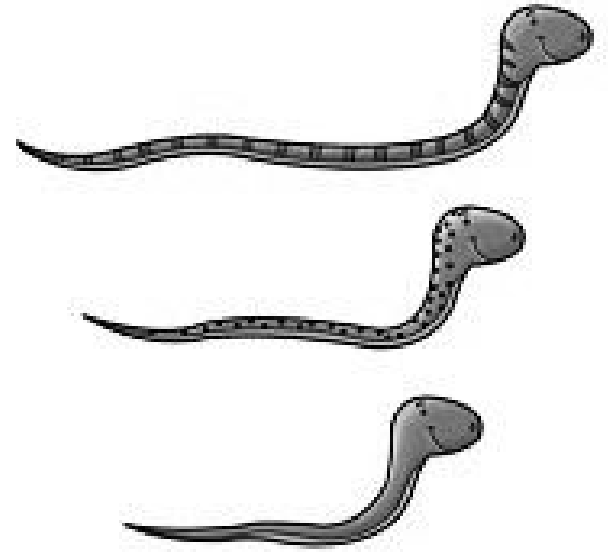
Nalezení cest(GM)



Path Opening(size = 250)



Další ukázky: GM, směr SWNE



size=150

size=120

size=100



Další ukázky

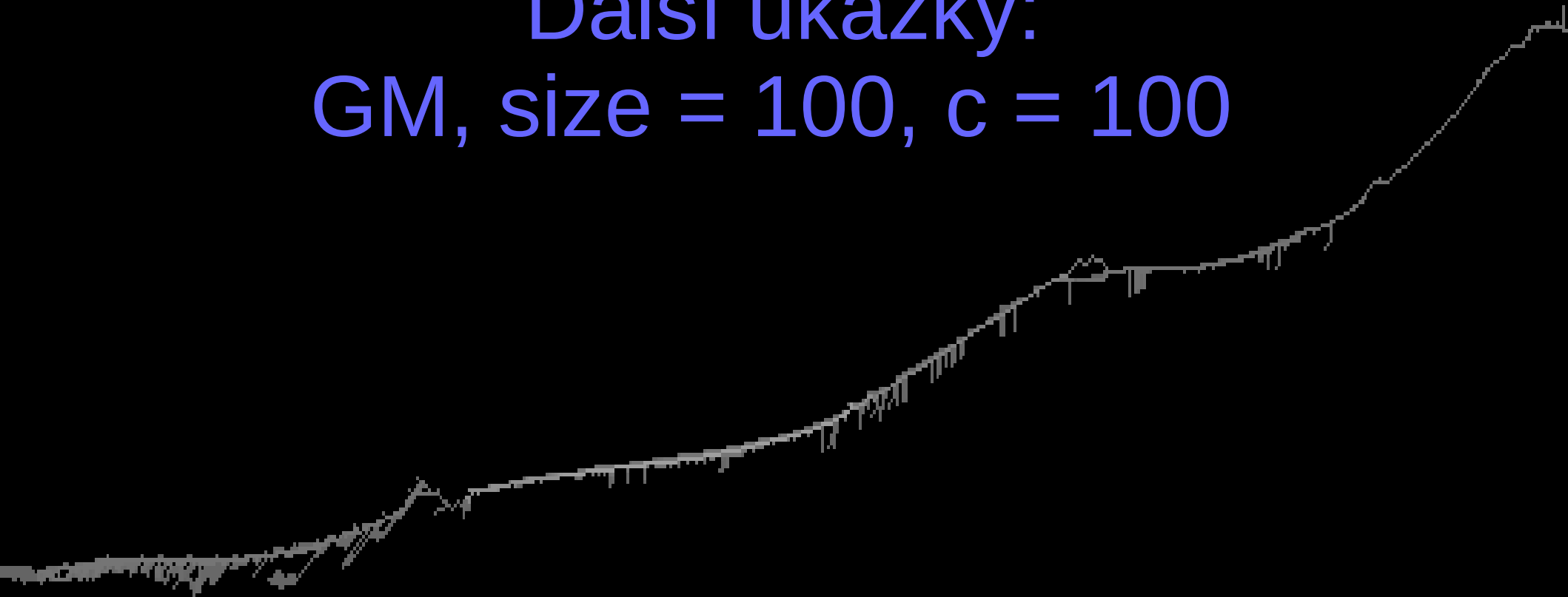


Další ukázky:
GM, size = 300, c = 170

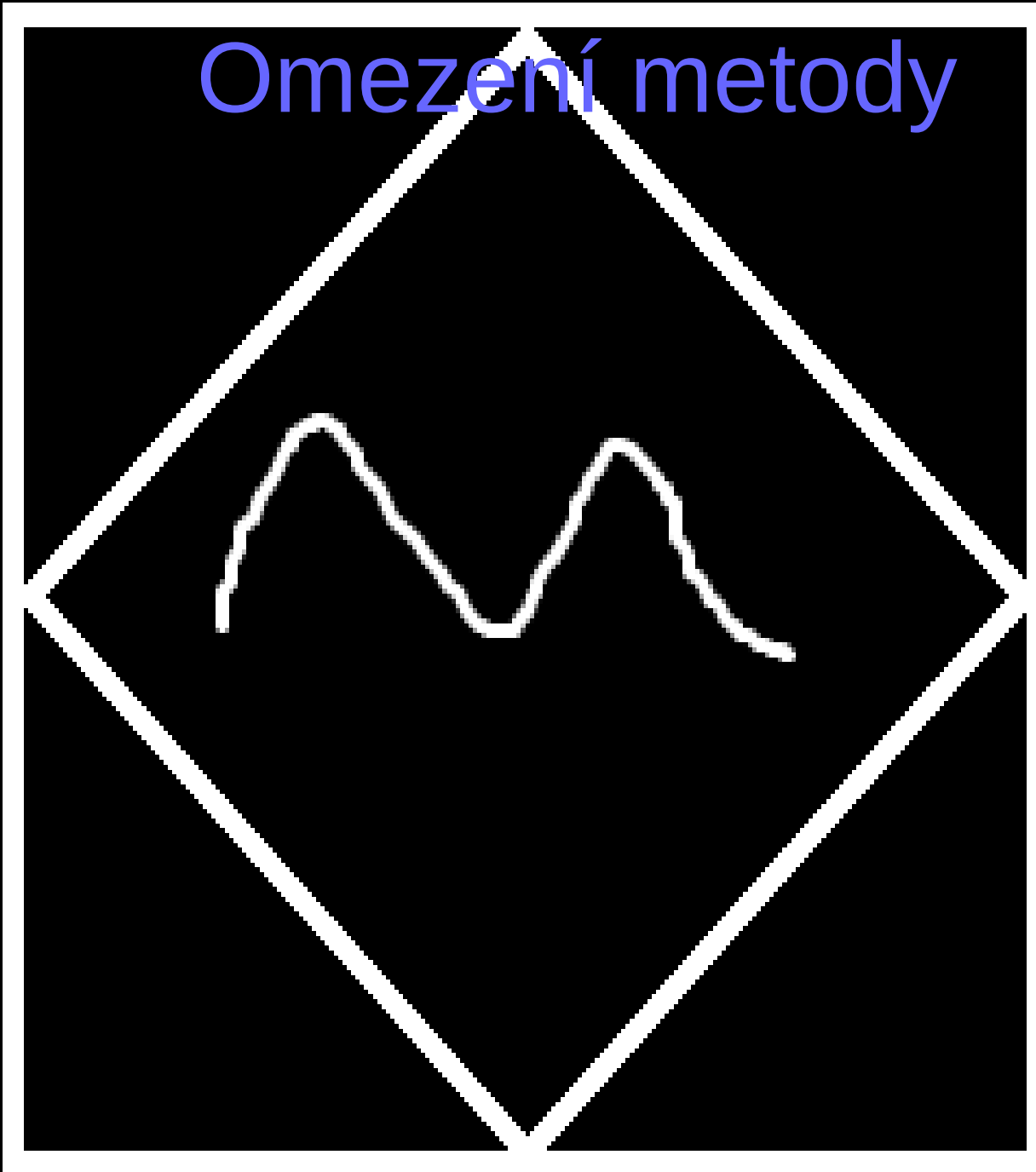
Další ukázky



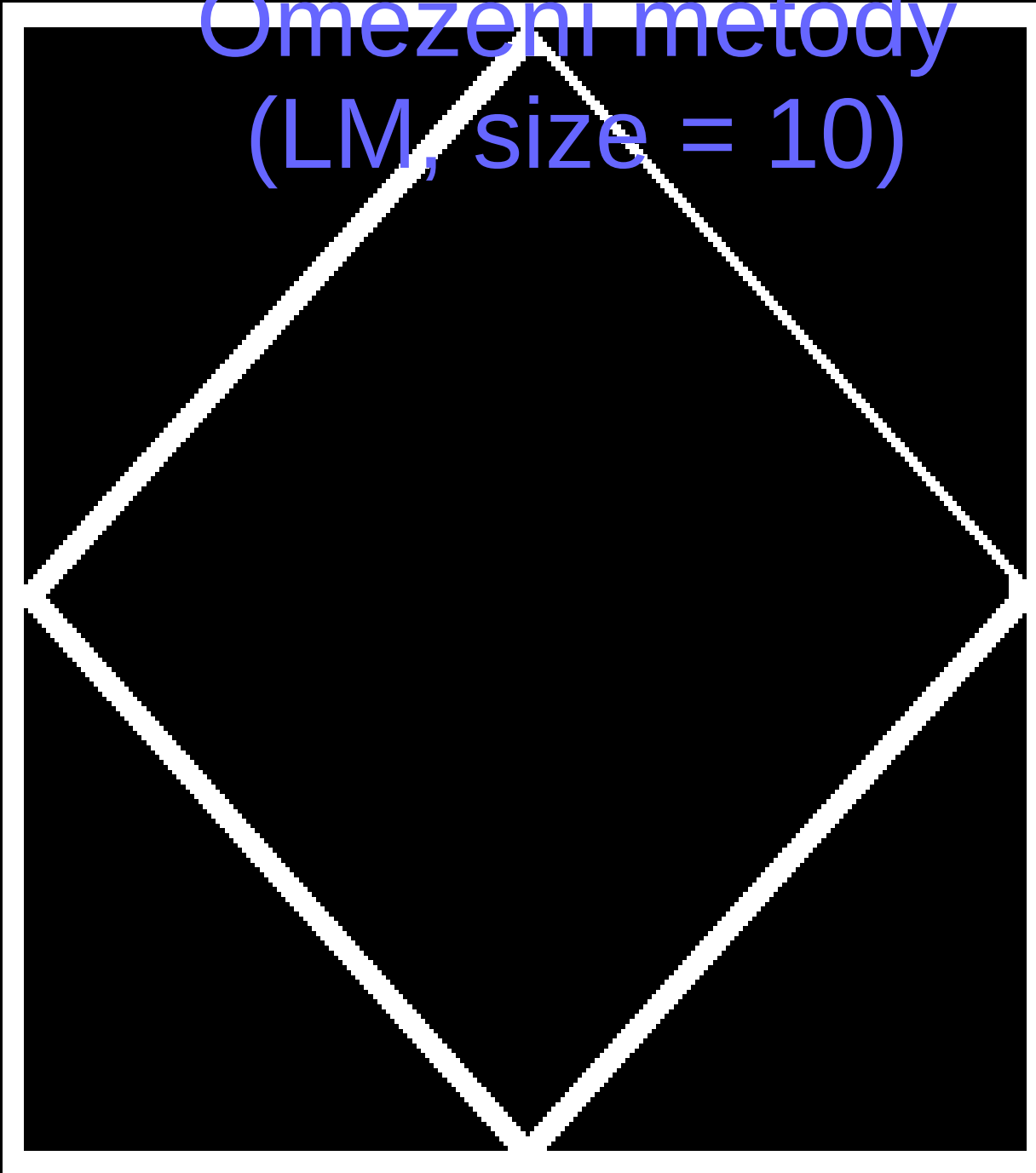
Další ukázky:
GM, size = 100, c = 100



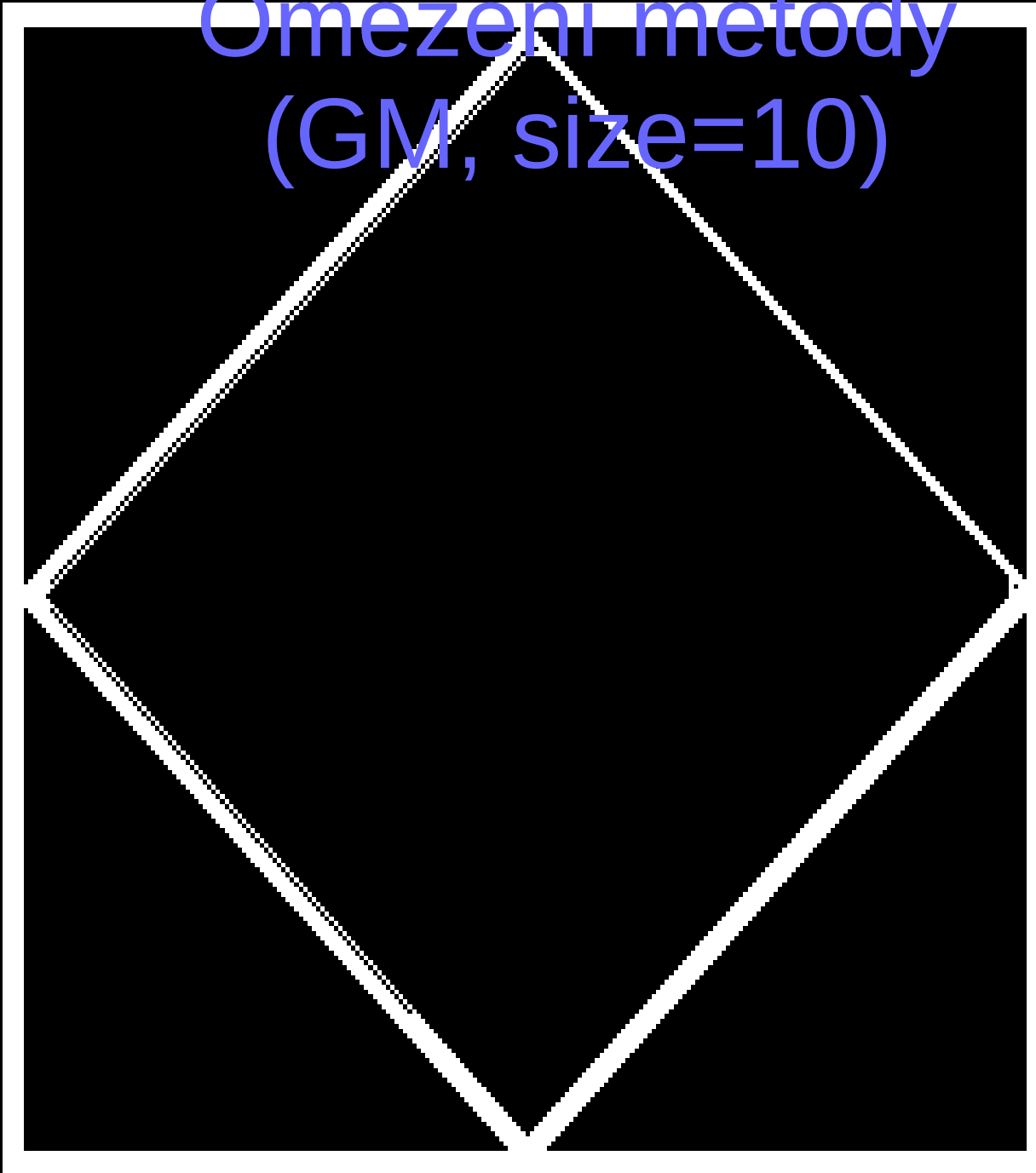
Omezení metody



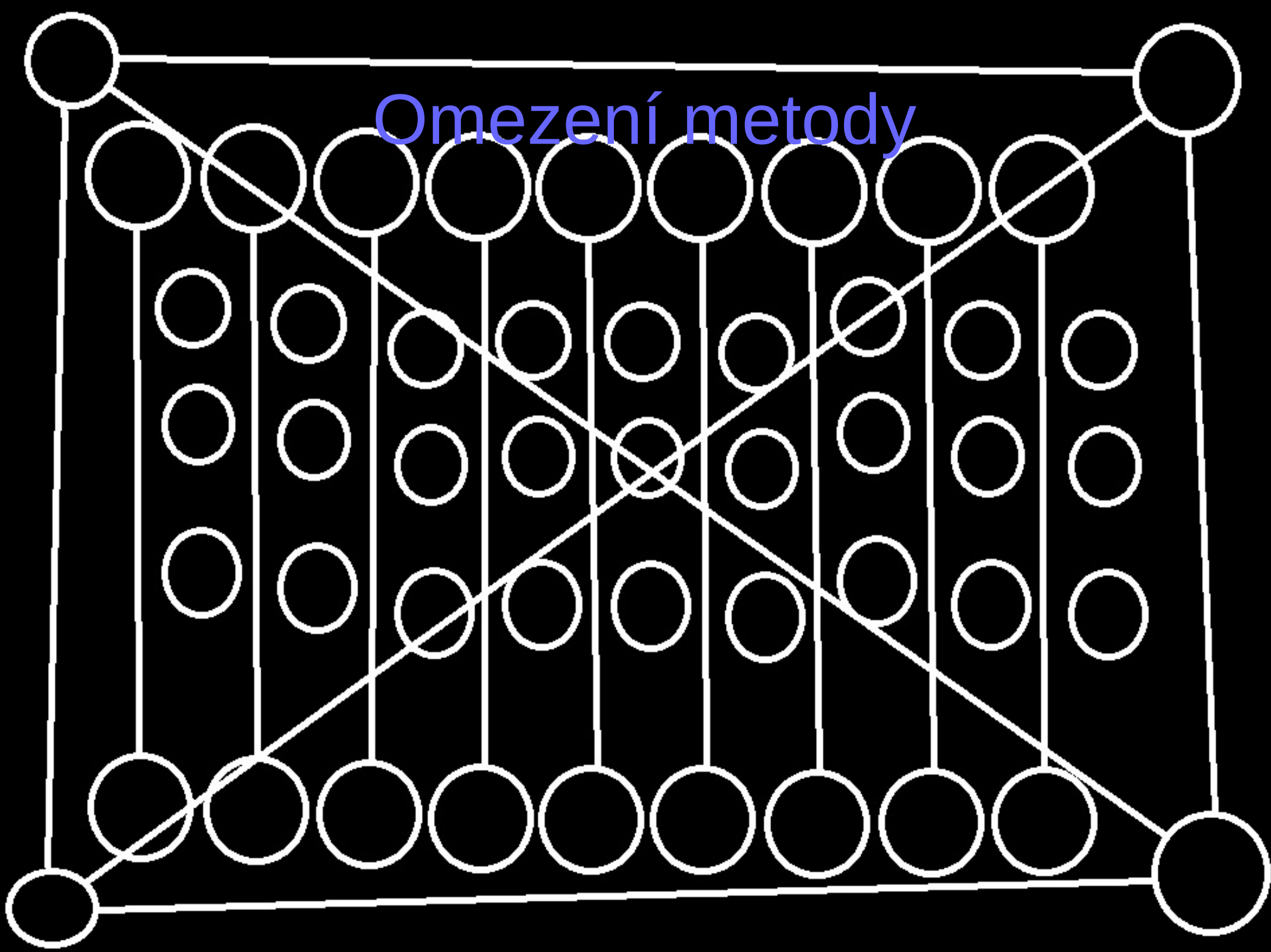
Omezení metody
(LM, size = 10)



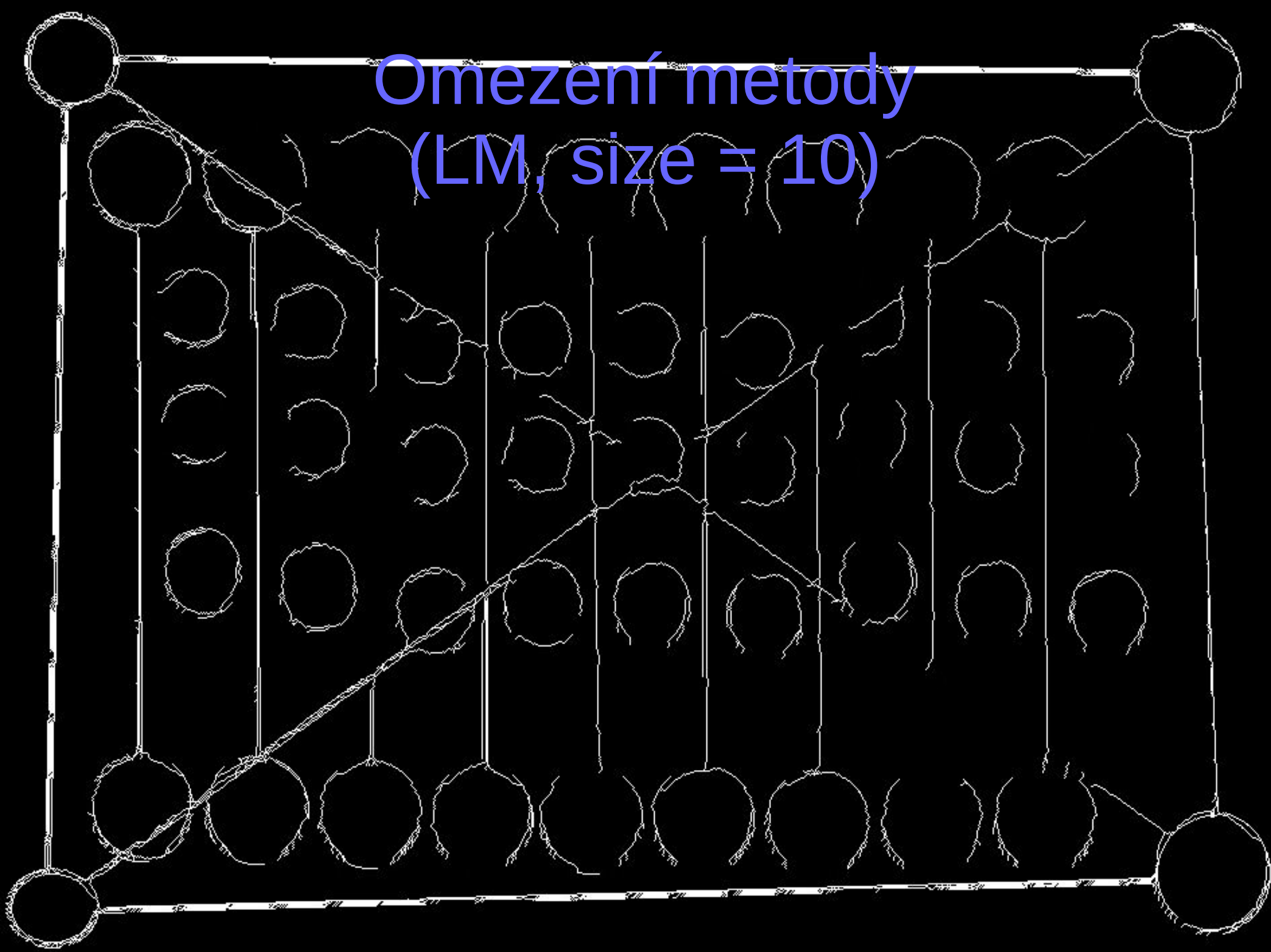
Omezení metody
(GM, size=10)



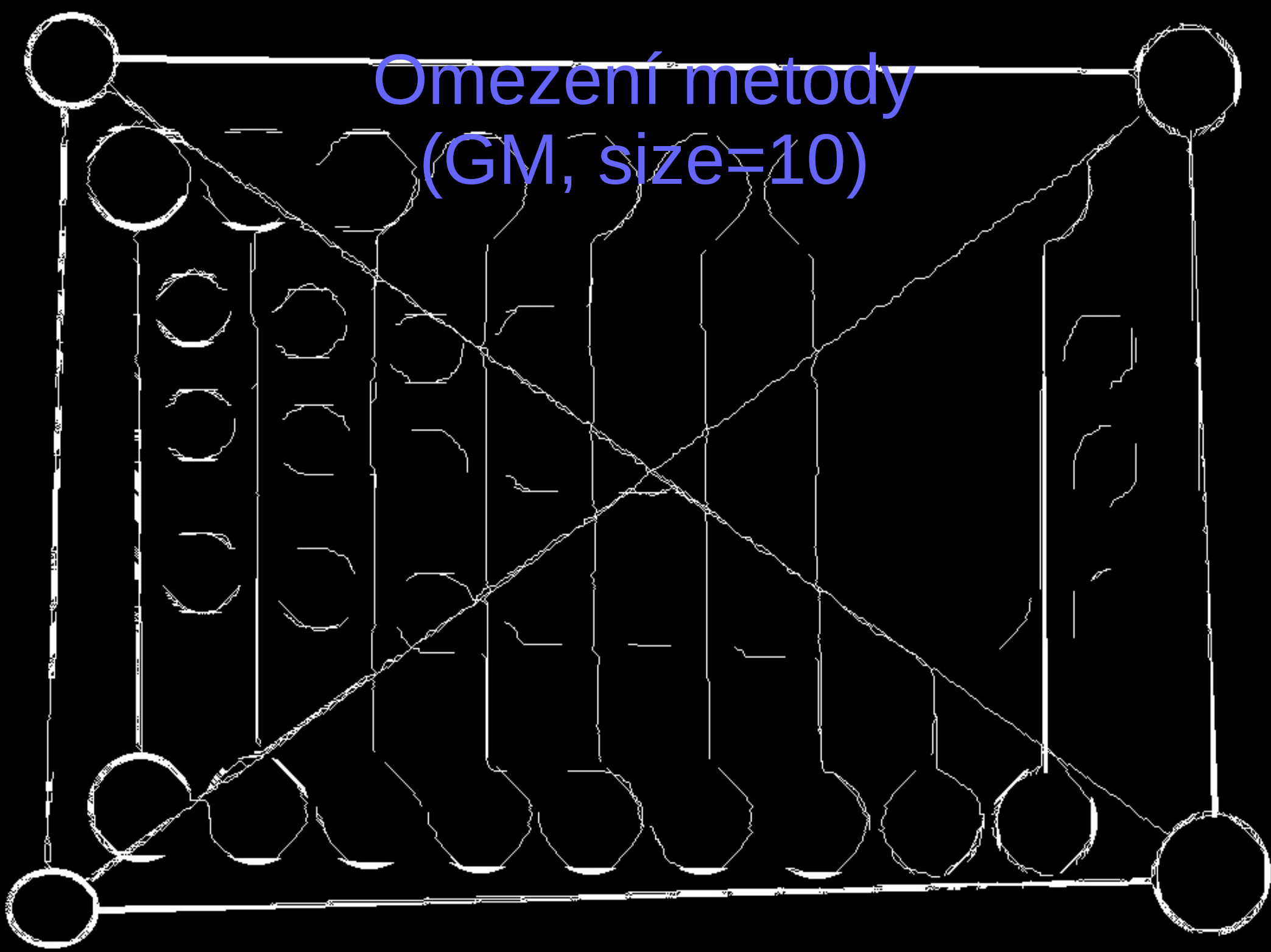
Omezení metody



Omezení metody (LM, size = 10)



Omezení metody (GM, size=10)



Závěr

- Zdroje:
 - Morard, V., Dokládal, P., Decencière, E., Parsimonious Path Openings and Closings. IEEE Trans. Image Process. 23(4), 1543-1555(2014)