



# Práce na modelu Prahy

aneb „Když cesta je důležitější než cíl“



M. Šimůnek



# Obsah prezentace

---

- Projekt Praha4D
- Fáze přípravy virtuálního modelu
- Vybrané detaily
  - příprava vstupů
  - textury a 3D modely
  - ovládání pohybu dopravních prostředků
  - pohyb kamery
  - zvukové efekty a podkladová hudba
- Závěr



# Praha 4D

- Obyčejné PC začíná stačit na poměrně věrné modelování reality
- Vytvořit počítačový model Prahy, kde bude možné se jak „procházet“ po zemi, tak i „létat“ nad městem
- Možnost cestovat v čase, alespoň virtuálně
- **Model Prahy jako vedlejší produkt úžasné zábavy**



Praha4D – cesta je důležitější než cíl

- Možnosti
  - zadání historického roku a procházení Prahou té doby
  - „cestování v čase“
    - zrychlené promítání vývoje města na daném místě (např. Na Můstku)
- **Zahrnutí časové složky**
  - vývoj Prahy (od založení Nového Města do r. 2000)
  - změny počasí, dne a noci, ročních období
  - pohyb dopravních prostředků



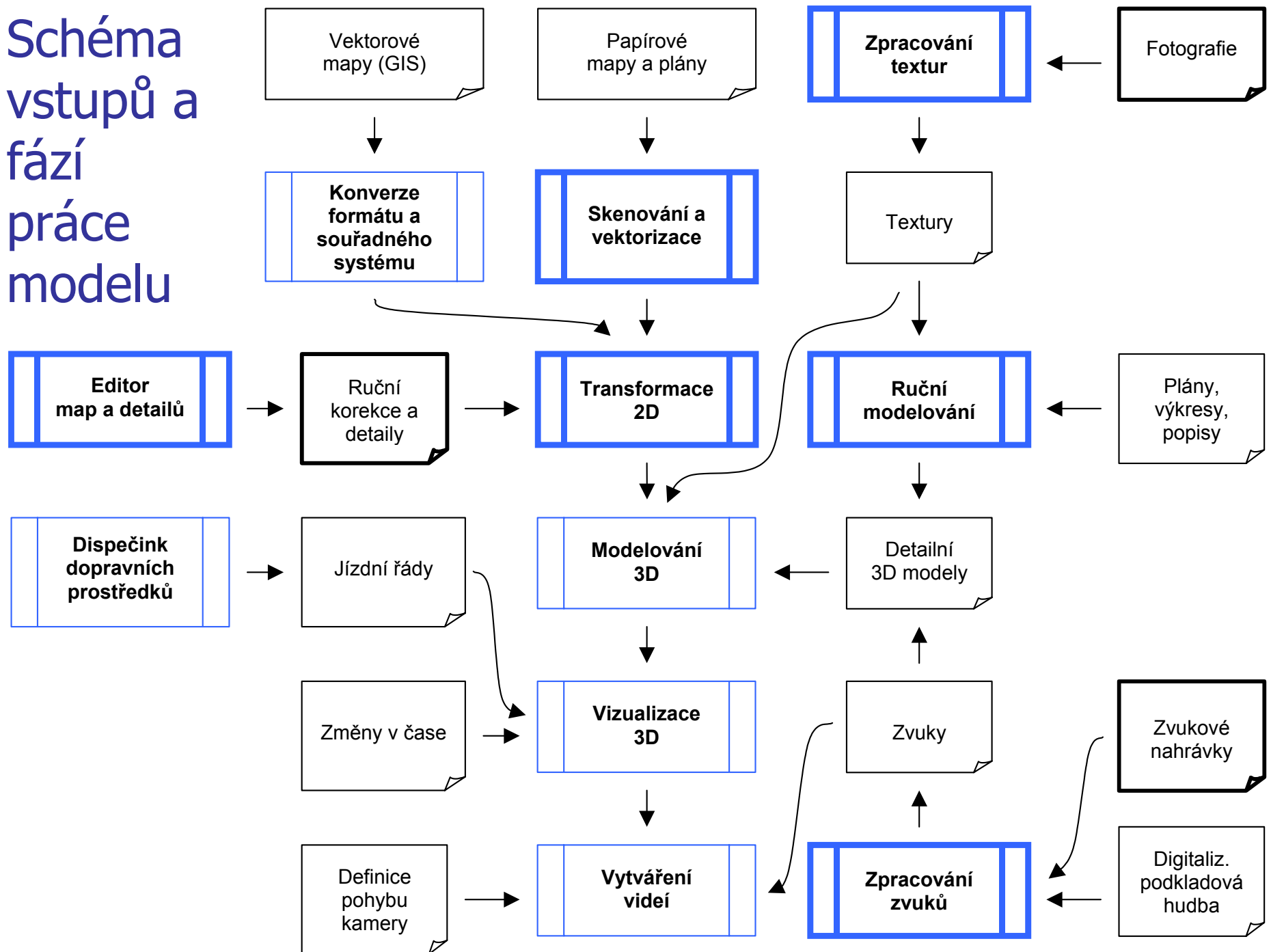


# Fáze práce na modelu

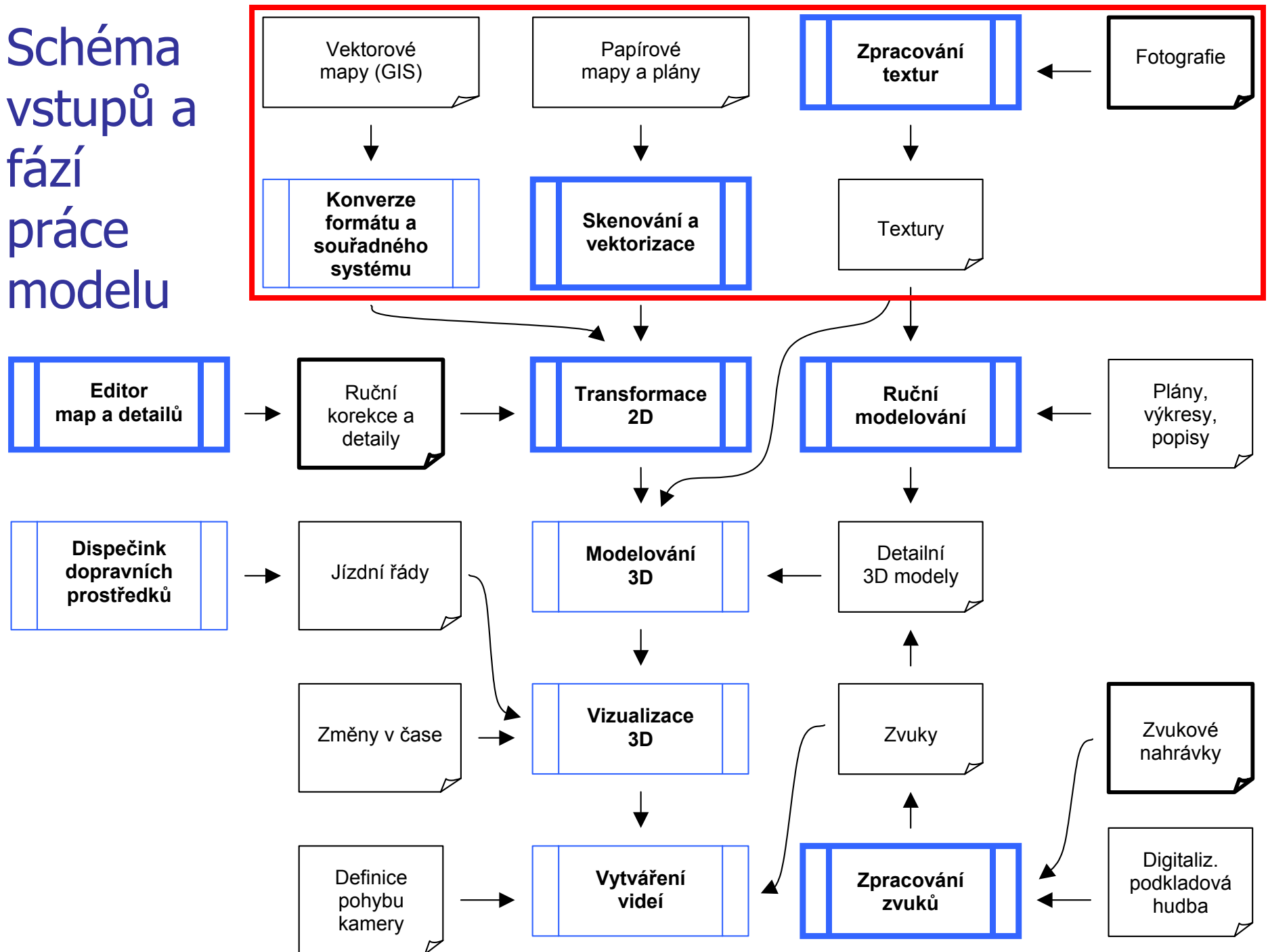
---

- Získávání a příprava podkladů
- Transformace v rovině (2D)
- 3D modelování
- Vizualizace virtuální reality
- Pořizování „fotografií“ a vytváření video-ukázek z virtuálního modelu

# Schéma vstupů a fází práce modelu



# Schéma vstupů a fází práce modelu





# Vstupy

- Mapové vstupy
  - papírové mapy, plány, situační výkresy, orientační plánky
    - skenování v archivech
    - digitalizace z knih
  - současné digitální vektorové mapy, ortofotomapy
    - různé systémy S-JTSK, S-52, WGS84, UTM...
- Fotografie, obrazy...
  - dokumentační (jak to kde vypadalo), na textury
- Doplnující informace a ruční opravy
  - nezbytná součást, protože žádné vstupy nejsou úplně přesné a nepočítalo se s následným automatickým zpracováním
    - výšky
    - detailní členění pozemků
    - typy povrchů (kostky, asfalt, tráva...)
    - existence malých objektů (telefonní budky, fontány...)
    - ...



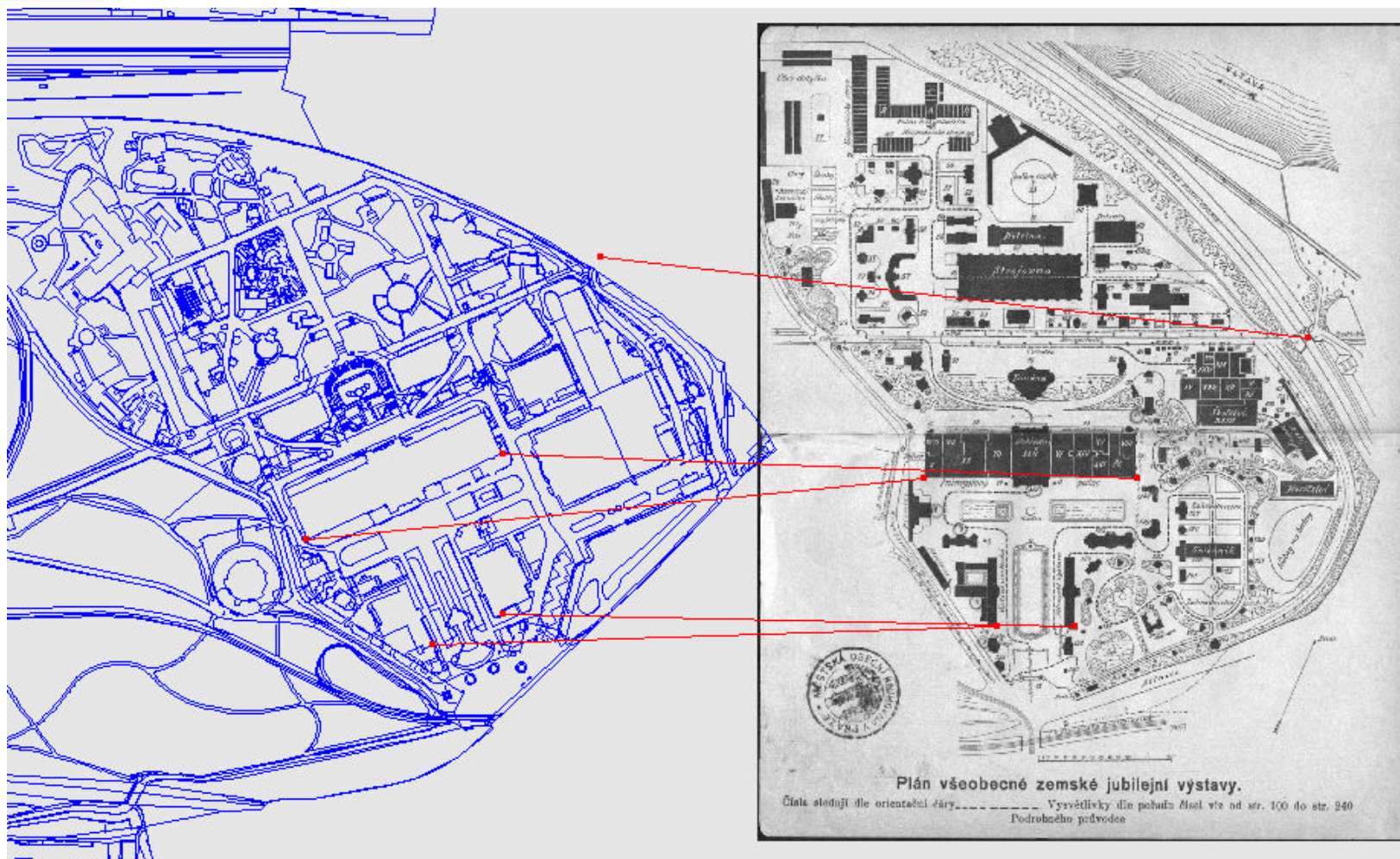
# Vektorizace starých map

- Stovky až tisíce plánů a map
  - polohopisné a regulační plány, situační plány (železnice...)
  - některé i značně velké (např. 2 x 3 metry)
- Zpracování
  - naskenování po částech a následné pospojování
  - Aplikace RamaGeo
    - katalog rastrových map
    - georeferencování (napasování)
      - určení souřadnic v reálném světě
    - zaveden vlastní počátek souřadné soustavy kvůli pevnému počtu platných míst a zaokrouhlovacím chybám
  - vektorizace
    - začlenění jako vstupu do fáze Transformace 2D





# Vektorový podklad a rastrová mapa



Obrázek na  
pravé straně z:  
Kafka, J. (Ed.):  
Illustrovaný  
průvodce  
všeobecnou  
zemskou  
jubilejní  
výstavou s  
průvodcem  
Prahou, Praha,  
1891

Praha4D – cesta je důležitější než cíl



# Výsledek napasování



Praha4D – cesta je důležitější než cíl



# Aplikace RamaGeo

Mapa

Id	Název	Rok
149	Praha	1835
78	Jižner odvozený 2	1839
150	Praha	1848
151	Vltava	1875
152	Praha	1881
60	Holešovice/Výstaviště	1891
213	Holešovice/Výstaviště	1891
214	Holešovice/Výstaviště	1891
1392	Holešovice/Výstaviště - Web	1891
215	Holešovice/Výstaviště	1895
158	Holešovice/Divadlení arény	1900+-
157	Vltava	1930
37	Dobruška-38/6_0	1938
119	Geologická podloží	1940 - 1945
44	Dobruška-53/6_0	1953
455	Dobruška-75/x11.y03	1975
40	Geodezie-95	1995
1213	MHMP-99/x11.y03	1999
1622	MHMP-07/x11.y03	2007

x=-168.157, y= 2164.653

- Seznam map včetně datování
- Obrysy napasovaných map
- Click filtr
- Tisíce plánů a map
- Automatické prohledávání disku a zařazování nově naskenovaných map do ToDo listu

Praha4D – cesta je důležitější než cíl

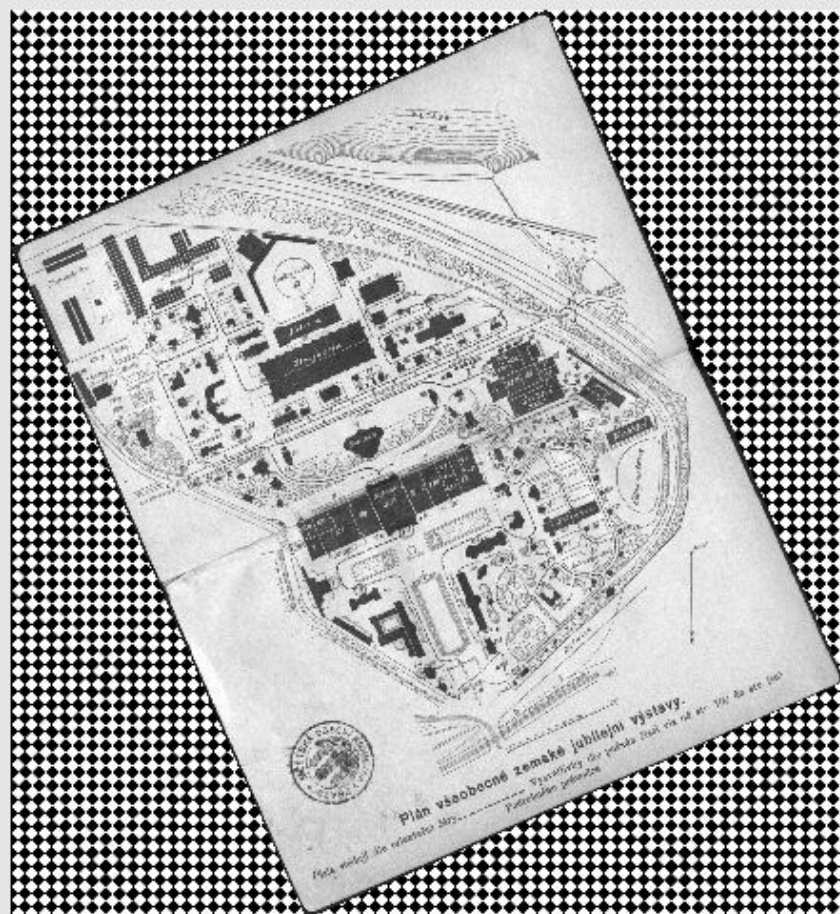


# Výpočet parametrů transformace

- Afinní transformace
  - změna měřítka (nezávisle podle osy  $x$  a  $y$ ), otočení, posun
  - uniformní pro všechny body rastrové mapy
- Optimalizační funkce
  - minimalizace (váženého) součtu vzdáleností mezi transformovaným bodem z rastrové mapy a bodem z vektorové mapy
  - evoluční algoritmus
    - funguje pro libovolný počet dvojic bodů
    - zrychlení: nedopočítává se přímo vzdálenost mezi dvěma body a ušetří se výpočet odmocniny ( $\Rightarrow$  MNČ)
- Lokální deformace zatím neimplementovány
  - u historických map problém identifikovat dostatek dvojic
  - lze přesto realizovat vyříznutím malé části původní mapy



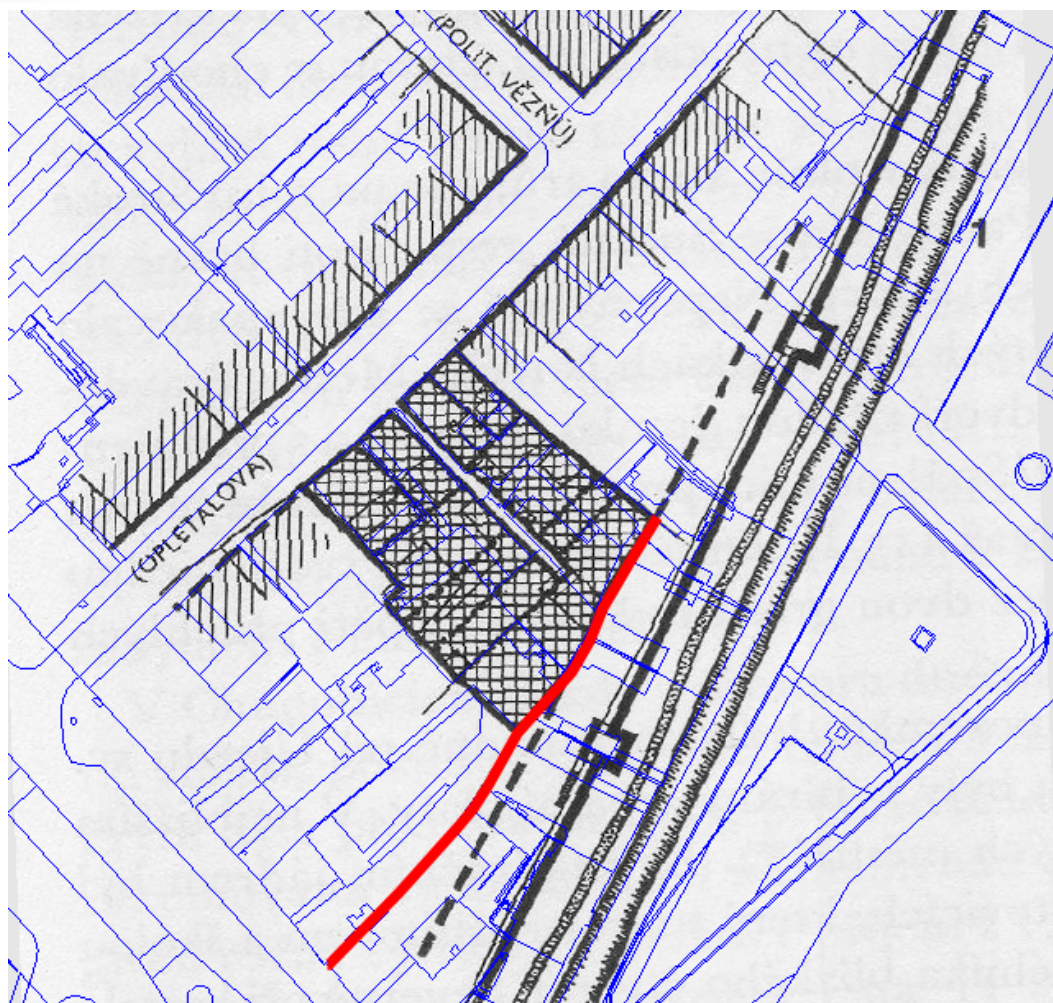
# Implementace DibTransf



- Vykreslení otočené bitmapy
  - nelze použít zabudované grafické funkce OS
  - nutné převést na neotočenou bitmapu (bounding-box)
- Důležité optimalizace při vykreslování
  - předpočítání hodnot  $\arctg$
  - cache jednou ztransformovaných bitmap
  - volba kvality vykreslování



# Zachované stopy staletí



- Existující hranice parcel v sobě stále uchovávají hranice hradeb postavených Karlem IV. ve 14. století

Obrázek z knihy:  
Lorenc, V.: Nové Město pražské,  
SNTL, Praha, 1973



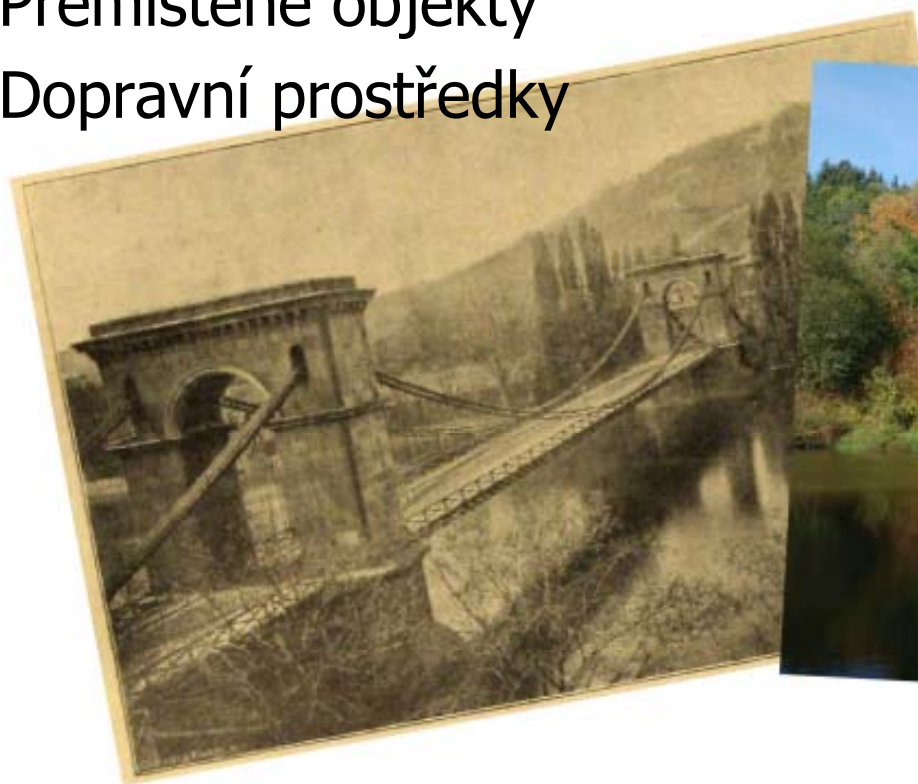
# Obrazové vstupy

- Fotografie, obrazy, rytiny...
- Vlastní systematické procházení současné Prahy a fotografování fasád, objektů, povrchů i celkových situací
  - stovky tisíc fotografií, zejména místa, kde dojde ke změně
- Shromáždování cizích fotografií...
  - digitalizace z knih, stahování z internetu, z rodinných alb, i záběrů z filmů
  - patří sem i ortofotomapy
  - desítky tisíc
- Na textury
  - pouze vlastní fotografie
  - automatické přikládání na fasády, povrchy
  - ruční vytváření 3D modelů významných budov...
- Dokumentační – jak to kde vypadalo
  - cílem je shromáždit co nejvíce obrazového materiálu tak, aby každé místo, v Praze byly zobrazené ze všech stran (a nejlépe i v různých historických podobách)



# Výlety za Prahu

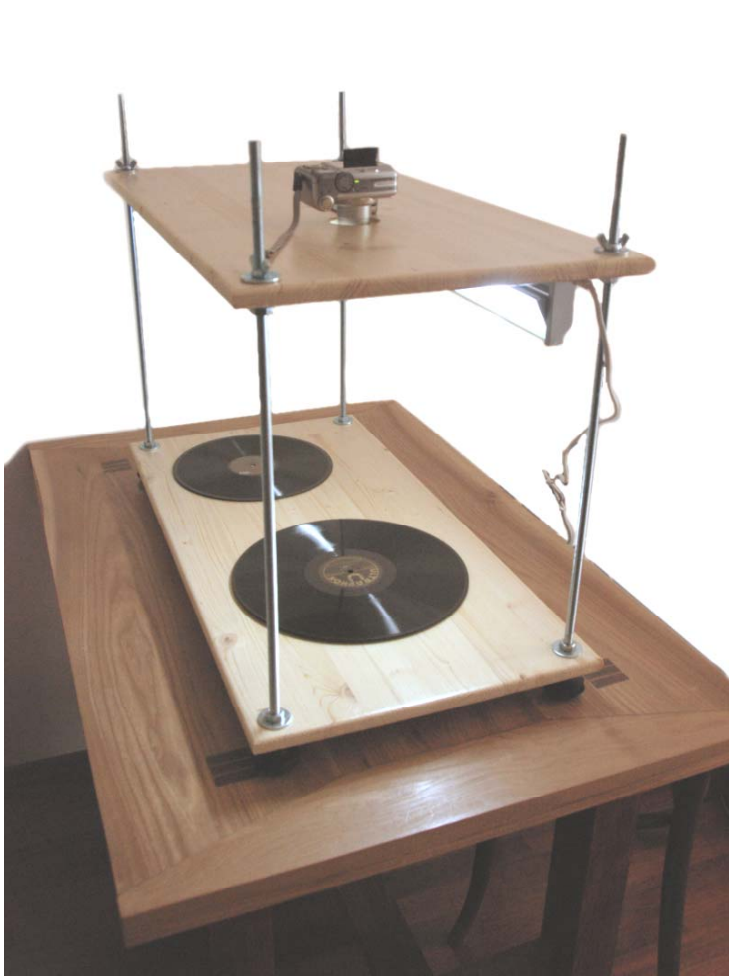
- Zachované stavby stejné (nebo obdobné) konstrukce
- Přemístěné objekty
- Dopravní prostředky







# Digitalizační pracoviště



- Digitalizace stránek z knížek
- Etikety gramofonových desek





# Katalogizace snímků

- Obrovské množství obrazového materiálu
  - fotografie, obrazy...
- Jak snadno a rychle nalézt všechny, kde je vidět např.
  - věž budovy Hlavního nádraží?
- Není možné tagovat!
- Hierarchický rozklad
  - KÚ → lokalita → místo



Praha4D – cesta je důležitější než cíl



# FotoCat

- Katalogizace fotografií
- Kombinuje vlastní i cizí fotografie
- Základní předtřídění
  - hierarchický seznam oblastí, až na úroveň č.p.
  - seznam a počty snímků patřících do oblastí
- Filtrování podle oblastí, roku, zdroje...
- Zobrazení plochy zobrazené snímkem na mapě + výpočet viditelnosti objektů
  - včetně možnosti vyhledávání snímků
  - implementace 3D perspektivní projekce drátěného modelu Prahy
  - výhledově různé verze modelu podle roku pořízení fotografie
  - důležitá je „průhlednost“ modelu, aby byla vidět fotografie
- Důležité pro kontrolu, která místa musí být ještě zdokumentována
- Automatické vyhledávání nových fotografií uložených na disku





# FotoCat – seznam snímků

Líst Vinohrady/vHlavni

5 Aktuálně vybrané:

5 nHlavni, 2006, Přehled [BES006]

Mapa

?	Black_Test
1913	Prednadrazi/Sadova:
1995-	
2006	nHlavni
2006	nHlavni

Locifiltr  IncludeSub  ClickPt Filtr

Snimek

- Seznam snímků patřících do oblasti
- Náhled snímků
- Vyznačení plochy zobrazené snímek v mapě



# FotoCat – seznam snímků



- Napasování snímku do drátěného modelu města (zeleně)
- Nastavení zeměpisné souřadnice, ze které snímek pořízen, nadmořské výšky, otočení, nadhledu a náklonu a konečně ohniskové vzdálenosti
- Umožňuje automaticky vypočítat plochu zabranou snímkem a viditelnosti objektů

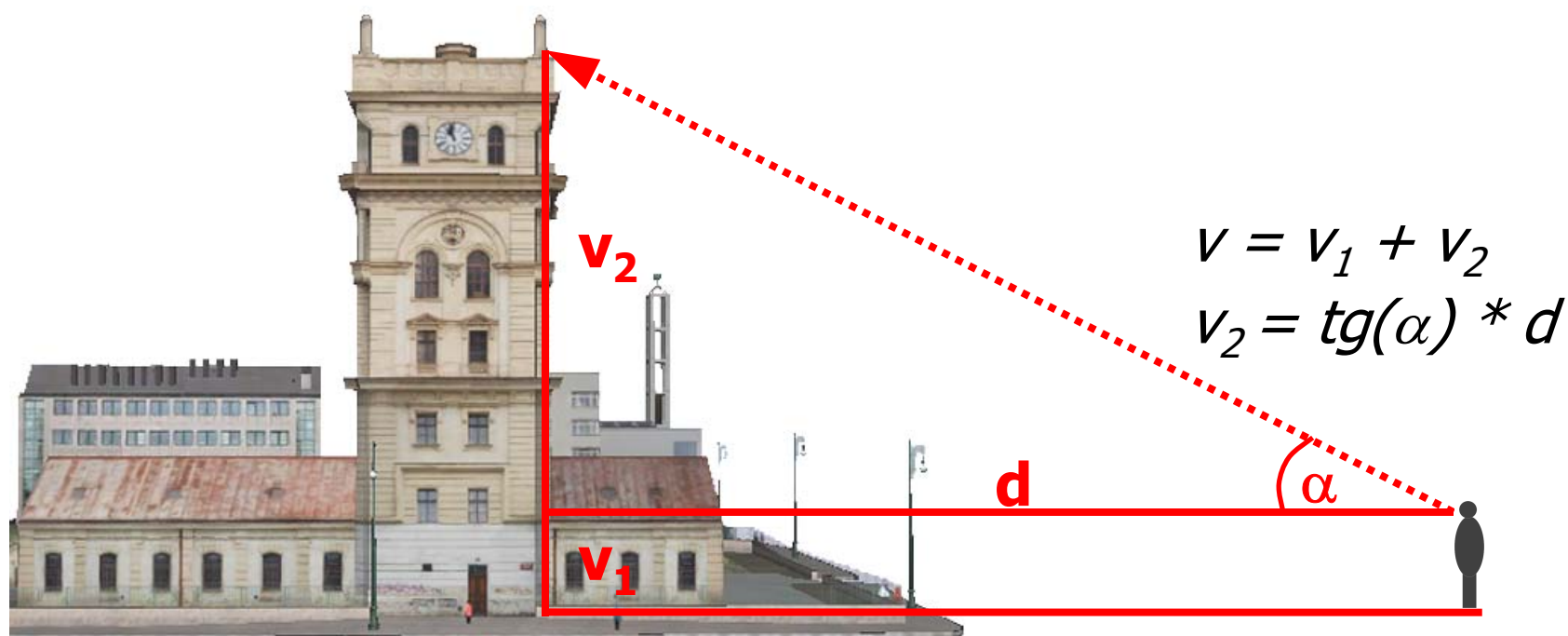
Použit snímek z:  
Berger, J., Soukup, V.: Praha očima ptáků, Soukup & David, 2006



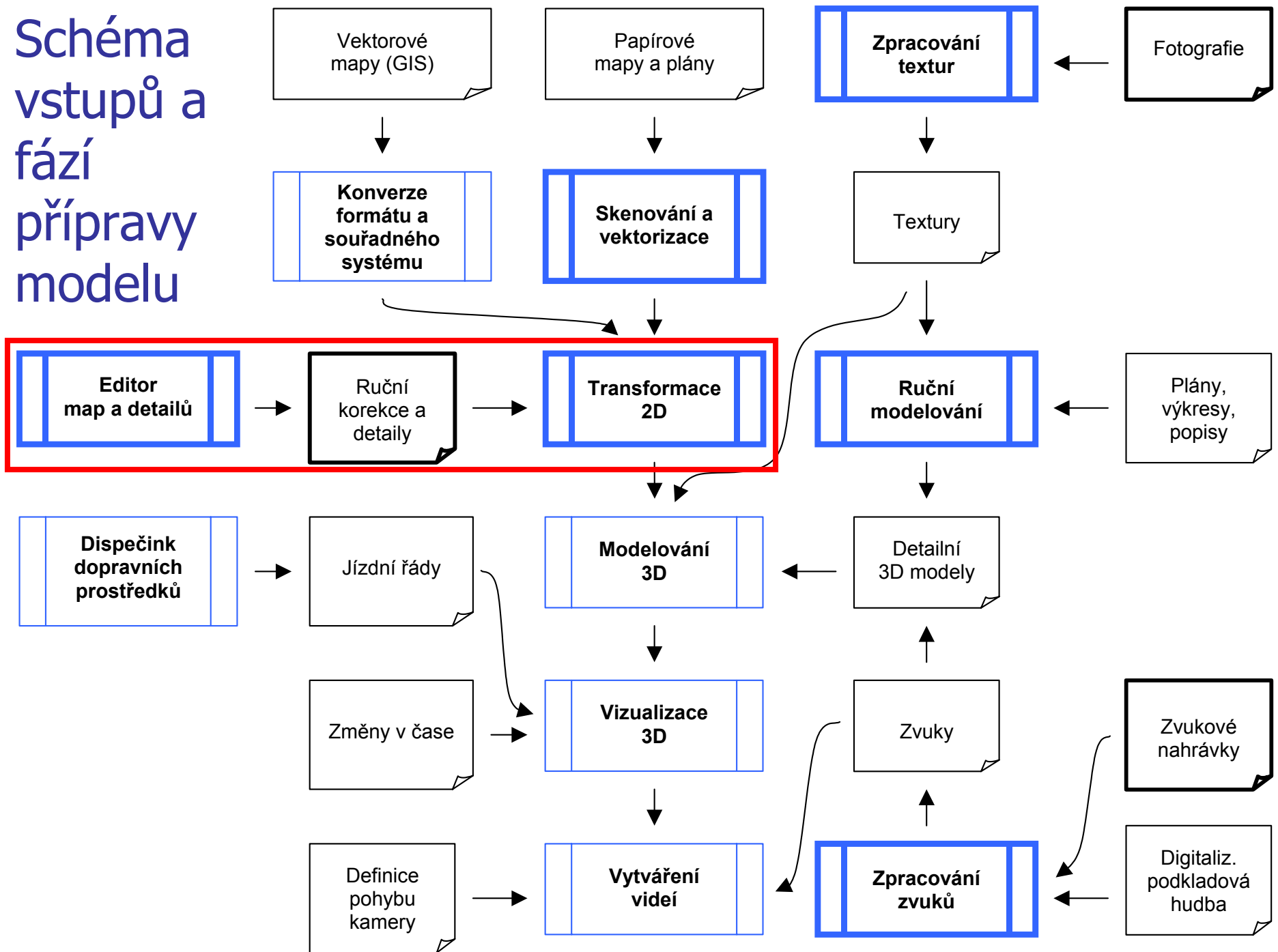
# Měření výšek



- Budovy, stromy, lampy, terén...
- Lesnický sklonoměr, pravoúhlý trojúhelník
- Důležitý dostatečný odstup od měřeného objektu



# Schéma vstupů a fází přípravy modelu







# Transformace v rovině

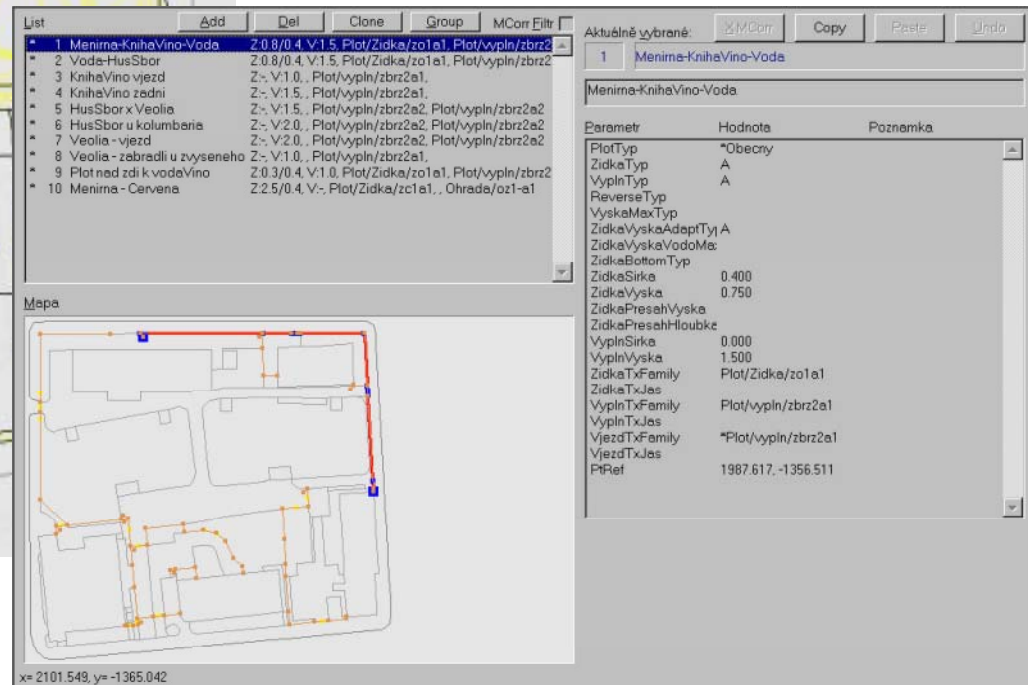
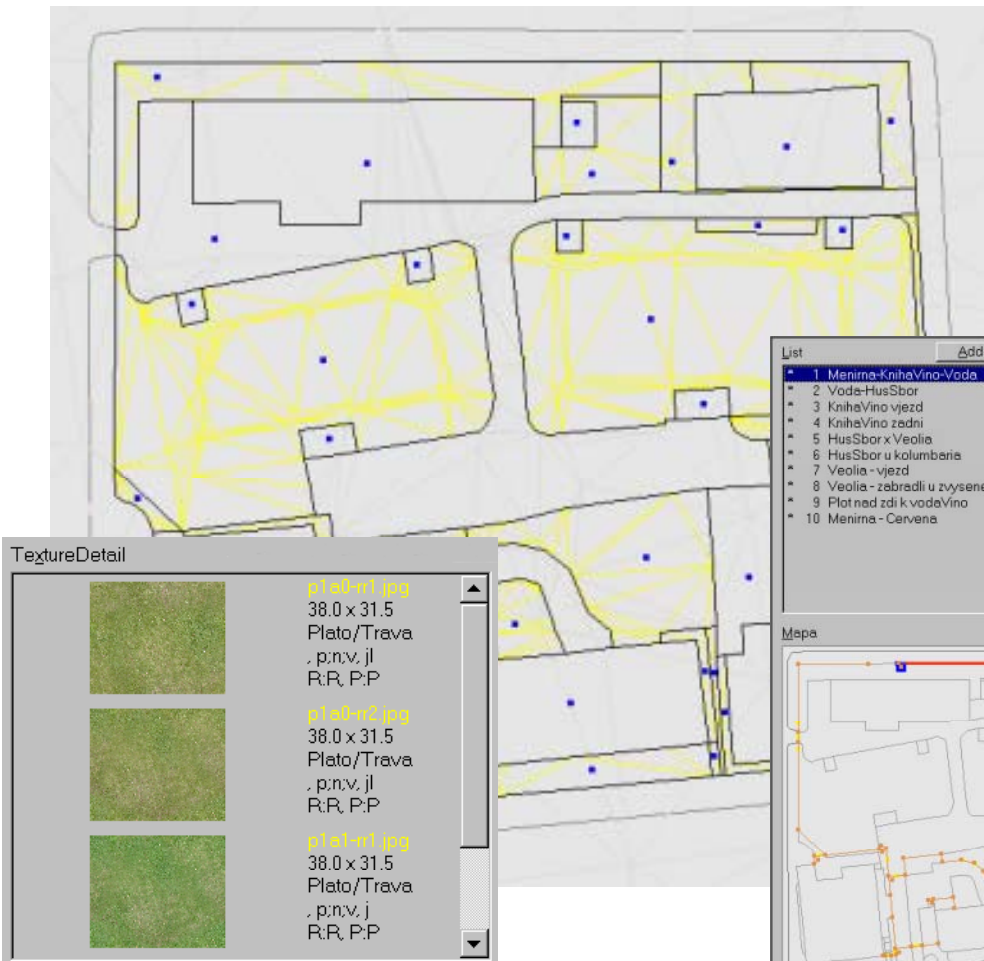
- Příprava 2D dat pro pozdější 3D modelování
  - „kompilátor“ dat
  - vstupy, výstupy dílčích úloh
  - hlídání *dependencies*, optimalizační přeskoky
- Okruhy
  - Hierarchické rozdělení plochy města na katastrální území, skupiny bloků a jednotlivé bloky
  - Plochy – parcely, trávníky, dvory, vodní plochy...
  - Zástavba
  - Silnice a cesty
    - určeny jako geometrický doplněk k blokům a plochám
  - Koleje
  - Svislé hranice (zdi, ploty)
  - Výškopis a detailní vazby na terén
    - „zařízení“ cesty do svahu, vlnění parkových cest...
  - ...





# Aplikace PlatoEdit

- Editace vektorových dat a připojování dalších detailních parametrů
- Spouštění transformací v 2D
- Export dat pro modelování 3D

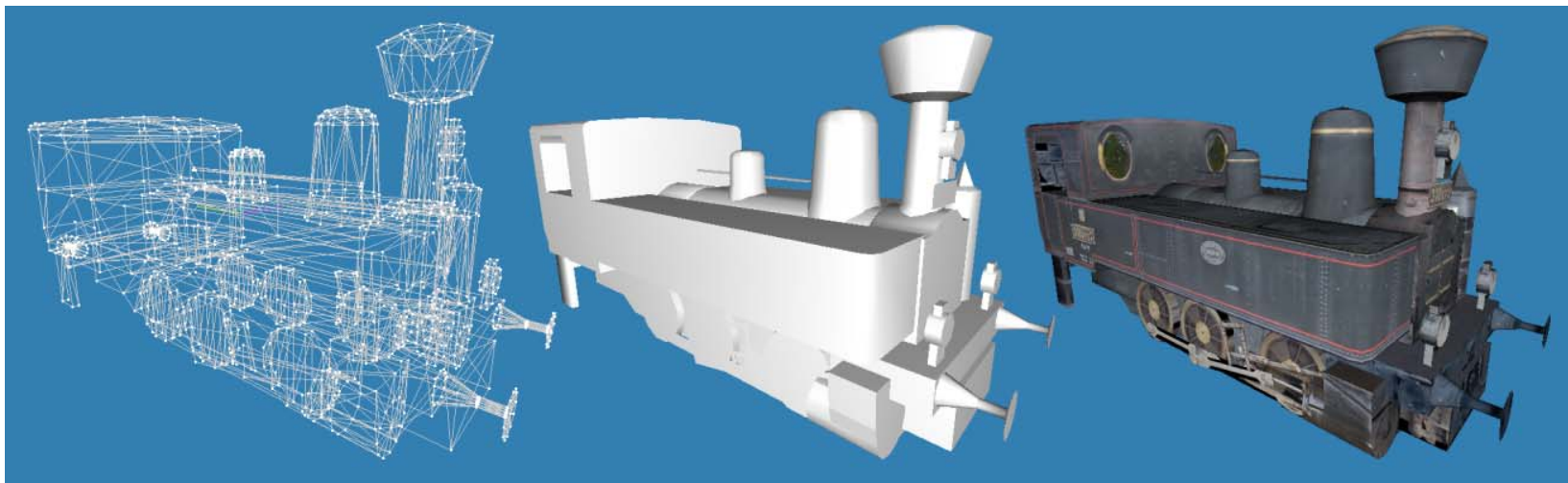


Praha4D – cesta je důležitější než cíl



# Vytváření 3D objektů

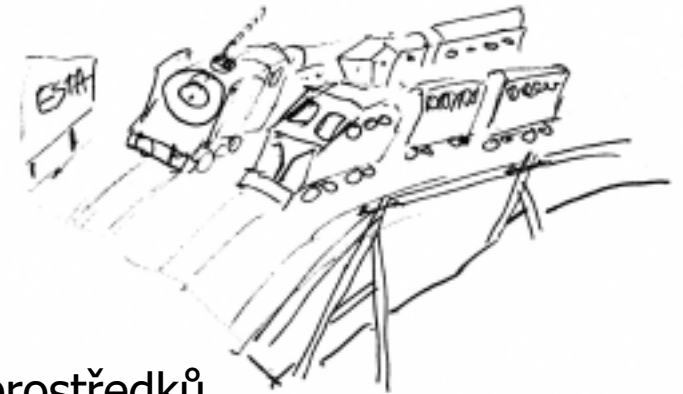
- Detailní 3D modelování
  - důležité stavby, dopravní prostředky, detaily (lavičky, lampy...)
- Geometrické primitivy (trojúhelníky) + mapování textur
- Výkon × kvalita
- Level of Detail (LOD)
  - je-li objekt daleko, může se vykreslovat zjednodušeně





# Příprava videí

- Scénář
  - jednotlivé scény a záběry
  - přibližný výběr podkladové hudby
- Záběr
  - definice pohybu kamery
  - definice pozice a rychlosti pohybu dopravních prostředků
  - spuštění animace a export jednotlivých snímků
- Připravení podkladové hudby podle sledu záběrů
  - Audacity
- Vytvoření videa
  - AviSynth + VirtualDub
  - skládání z jednotlivých snímků
  - programovací jazyk – žádné „tahání“ myší!



Praha4D – cesta je důležitější než cíl



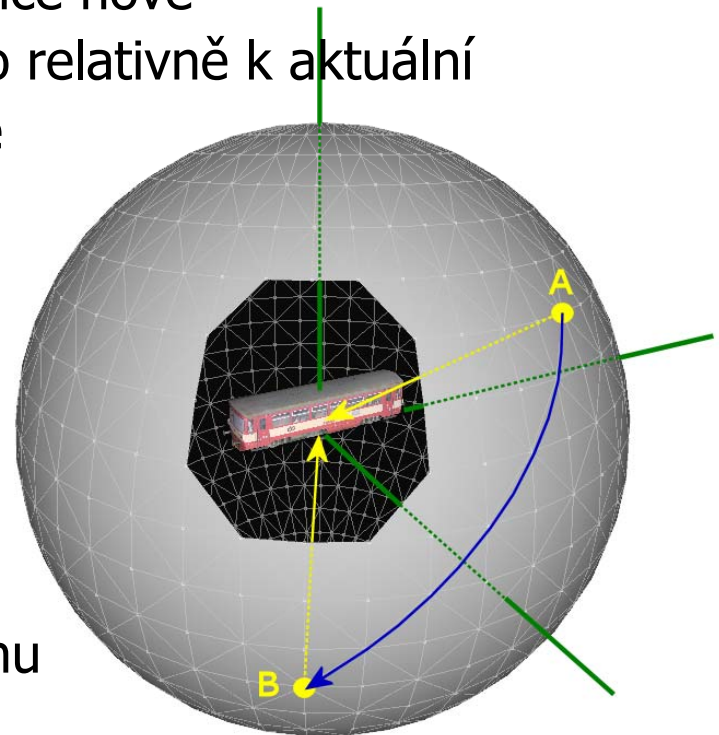
# Pozice kamery

- Umístění v prostoru
  - absolutní souřadnice
  - relativně k pozici (jedoucího) dopravního prostředku
    - číslo vagonu + offset [x;y;z]
- Směr pohledu
  - úhel otočení, nadhled, náklon (absolutně)
  - na pevný bod v prostoru + relativní offset
  - relativně k aktuální pozici vagonu (pohled řidiče) + relativní offset
  - na (jedoucí) dopravní prostředek + relativní offset
- Úhel záběru
  - odvozený z ohniskové vzdálenosti



# Pohyb kamery

- Přemístění z aktuální pozice do pozice nové
- Nová pozice určena absolutně nebo relativně k aktuální
- Trajektorie přesunu do nové pozice
  - vážený průměr
  - Fergusonova kubika
  - polární souřadnice
- Směr pohledu během přesunu
  - vážený průměr
  - na daný bod/dopravní prostředek
  - podle aktuálního směru pohybu
- Doba přesunu nebo rychlost přesunu
- Plynulost pohybu
  - lineární pohyb
  - postupné zrychlení + postupné zpomalení







# Aplikace Dispečink

The screenshot displays the Dispečink application interface. On the left, a map shows a railway track layout with yellow highlights indicating specific sections. On the right, a control panel includes a 'Čas' (Time) field set to 2.0 sec, a 'Čas' button, and navigation arrows. Below this, a status bar shows 'Vlak: 6 Kafemlejnek', 'Ujeto: 21.7 Next: Start (Rovinka R1)/\*/', 'Rychlost: 40.0 km/h Const', and 'Br.Vzd: 67.6'. A table lists various stations and tracks, with '6 Zeleznice Kafemlejnek {0}' highlighted. At the bottom, there are 'Add', 'Del', and 'Clone' buttons.

Vlak	Typ	Název	FiltrStatic	FiltrTyp
1	Zeleznice	Albatros Modrý {0}	<input type="checkbox"/>	
8	Zeleznice	Banán {0}	<input type="checkbox"/>	
4	Zeleznice	Bardotka {0}	<input type="checkbox"/>	
14	Zeleznice	Bobina Jedničkova {0}	<input type="checkbox"/>	
12	Zeleznice	Buštěhradka {0}	<input type="checkbox"/>	
11	Zeleznice	Elektrika {0}	<input type="checkbox"/>	
6	Zeleznice	Kafemlejnek {0}	<input type="checkbox"/>	
10	Zeleznice	Krabčička {0}	<input type="checkbox"/>	
2	Zeleznice	Panfák Žlutý {0}	<input type="checkbox"/>	
16	Zeleznice	Papoušek Tendrový {0}	<input type="checkbox"/>	
9	Zeleznice	Peršing {0}	<input type="checkbox"/>	
15	Zeleznice	Sergej {0}	<input type="checkbox"/>	
3	Zeleznice	Síp Modrý {0}	<input type="checkbox"/>	
7	Zeleznice	Tranzistor {0}	<input type="checkbox"/>	
13	Zeleznice	Trubka Splešená {0}	<input type="checkbox"/>	
5	Zeleznice	Žehlička {0}	<input type="checkbox"/>	
20	Zeleznice	Bobina Nulka {0}	<input type="checkbox"/>	
19	Zeleznice	Čyřčelá {0}	<input type="checkbox"/>	
21	Zeleznice	Eso {0}	<input type="checkbox"/>	
18	Zeleznice	Hurvinek {0}	<input type="checkbox"/>	
45	Zeleznice	Odstav - 01 - Zeleznice/WOsobni/Miln {0}	<input type="checkbox"/>	
41	Zeleznice	Odstav - 02 - Zeleznice/WOsobni/Bmto {0}	<input type="checkbox"/>	
51	Zeleznice	Odstav - 03 - Zeleznice/WOsobni/Papirek {0}	<input type="checkbox"/>	
52	Zeleznice	Odstav - 04 - Zeleznice/WOsobni/Gregr {0}	<input type="checkbox"/>	
57	Zeleznice	Odstav - 05 - Zeleznice/WOsobni/Bam {0}	<input type="checkbox"/>	
50	Zeleznice	Odstav - 06 - Zeleznice/WNekladni/Zer {0}	<input type="checkbox"/>	
38	Zeleznice	Odstav - 07 - Zeleznice/WNekladni/Uhli+K {0}	<input type="checkbox"/>	
42	Zeleznice	Odstav - 08 - Zeleznice/WOsobni/Bei {0}	<input type="checkbox"/>	

- Autonomní pohyb dopravních prostředků po modelu
  - dle fyzikálních zákonů, JR a pohybu ostatních
- Nutnost „režírovat“ pohyb
  - příprava kompozice pro snímek nebo filmový záběr
  - seznam kompozic
- Univerzální řešení bez ohledu na druh dopravního prostředku



# Zvukové efekty



- Ozvučení jako další přiblížení realitě
  - pokud možno autentické zvuky
- Zvuky města
  - dopravní prostředky, hlášení nádražního rozhlasu
  - kostelní zvony
  - fanoušci na stadionu, polední výstřel, sirény...
- Kde nahrávat?
  - uvnitř dopravního prostředku
    - ozvěna, dunění
  - průjezd kolem
    - změna intenzity zvuku, změna výšky tónu (Dopplerův efekt)
    - kratší doba, po kterou lze nahrávat
    - volba vhodného místa pro nahrávání



# Nahrávání v exteriéru

- Specifika nahrávání zvuků v exteriéru
  - všechny problémy jako u fotografování
    - vhodné místo, čas, počasí
  - fotografování × nahrávání
    - 1/50 s × 30 s
    - rušení odkudkoliv i z velké dálky (letadlo)
- Co všechno může nahrávku pokazit
  - vítr (i přes *windshield*)
  - ruchy z okolí
    - lidé, psi, ptáci
    - jiné dopravní prostředky
  - provozní změny, způsob jízdy
  - technické důvody
- Je třeba se obrnit hodně velkou trpělivostí



# Podkladová hudba

- Šelakové gramofonové desky
  - vypršela ochrana dle autorského zákona
  - velmi křehké, 78 otáček, speciální jehly i přenosky
- Obtížné obstarání desky
  - buď konkrétní, nebo „na slepo“
  - donesení domů v celku



Praha4D – cesta je důležitější než cíl

## Zpracování nahrávky

- Umytí desky, osušení
- Digitalizace
- Odstranění praskání
- Ekvalizace, normalizace
- Úprava délky, Fade-in/out
- ...
- Dohledání autora/autorů
  - není tak jednoduché
  - časté chyby na etiketách



# Směry dalšího vývoje

- Rozšíření o další čtvrtě podobného charakteru
  - Žižkov, Karlín, Holešovice, Dejvice, Smíchov, Nusle, Vršovice + asi i Nové Město
- Přesun do historie
  - časové snímky Prahy pro roky
    - 2000, 1950, 1900, 1850, 1800...
  - detailní rozpracování vybraných míst
    - úplná historie Hlavního nádraží 1871 až 2000
    - vývoj opevnění Prahy
- Přidání zvuků i přímo do modelu

<http://www.Praha4D.net>

# Shrnutí...



Praha4D – cesta je důležitější než cíl