



Bi2424 Metody terénního výzkumu

Pokročilá terénní dokumentace osteologických nálezů (fotogrammetrie, letecká archeologie a dokumentace, 3D záznam nálezové situace, dokumentace mimo viditelné spektrum)

Mgr. Mikoláš Jurda, Ph.D.

Vyhledávání nálezů a nedestruktivní výzkum

Vyhledávání nálezů

„a“

nedestruktivní výzkum (také nazýván dálkový archeologický průzkum)

- vyhledání a analýza nálezu bez provedení destruktivního zásahu
 - povrchový průzkum (prohlídka, povrchový průzkum reliéfních tvarů, povrchový sběr, detektory kovů)
 - dálkový průzkum (družicové snímky, letecké snímky)
 - přírodní vědy (geofyzikální měření, detektory kovů, geochemie)
- omezený zásah do terénu (sondy)

povrchové nálezy, odkryté objekty

přímé doklady

- na povrch se dostává samotný objekt nebo jeho části
- způsobeno například erozí půdy

nepřímé doklady

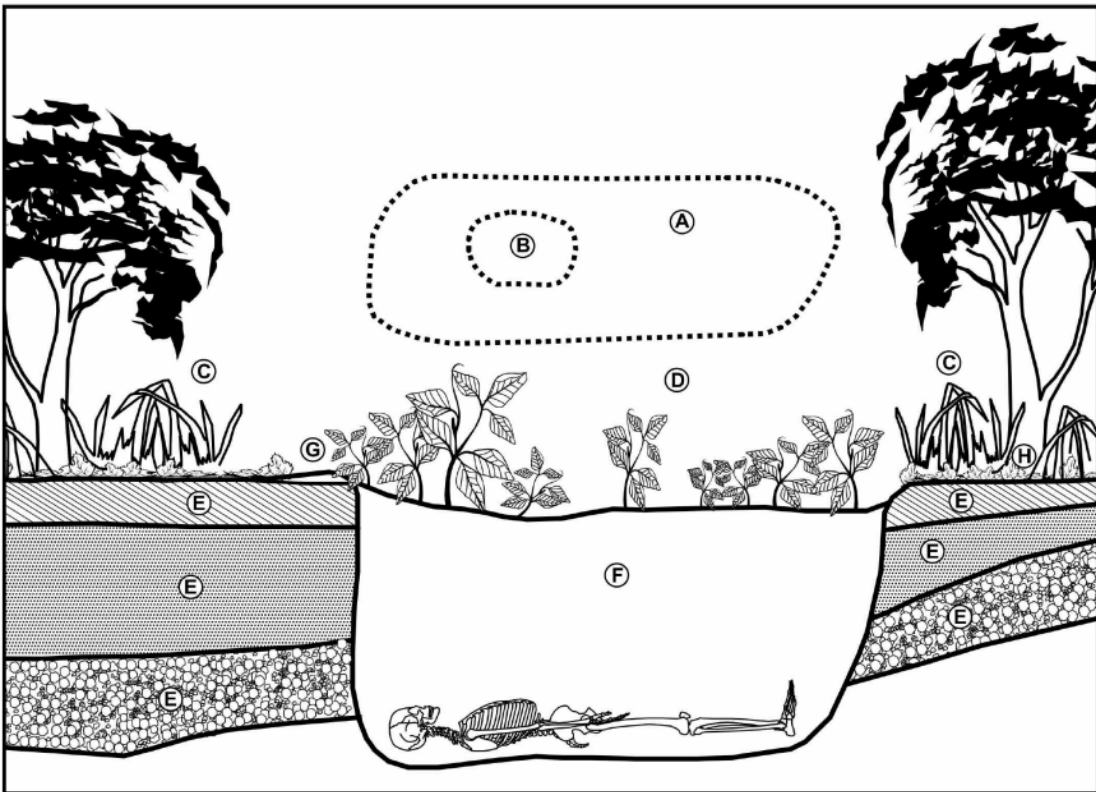
- objekty jsou na povrchu zviditelněny na základě toho, jak ovlivňují další prvky prostředí
- liší se od okolní půdy (obsah živin v těle, zkypřená půda, více nebo méně vláhy)
 - porostové příznaky
 - vyprahlostní příznaky
 - sněžné příznaky
 - vlhkostní příznaky

Povrchové nálezy

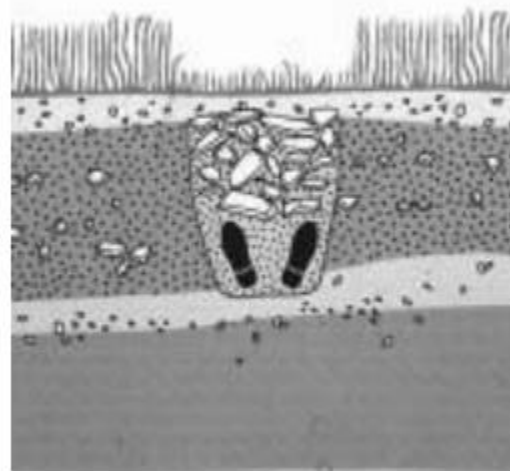
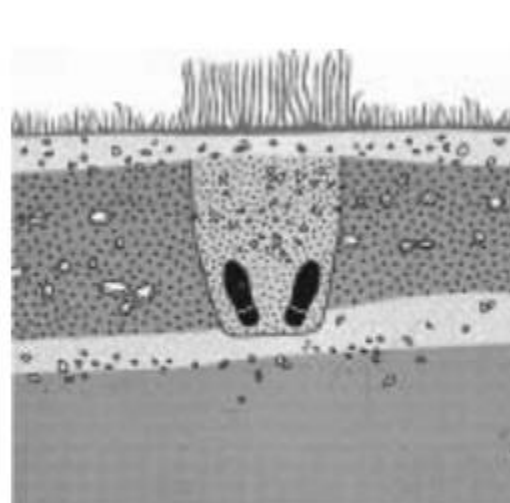


(coronertalk.com)

Typy nálezů – nepřímé příznaky ve forenzní antropologii



(İşcan a Steyn 2013)



(Hunter a Cox 2005)

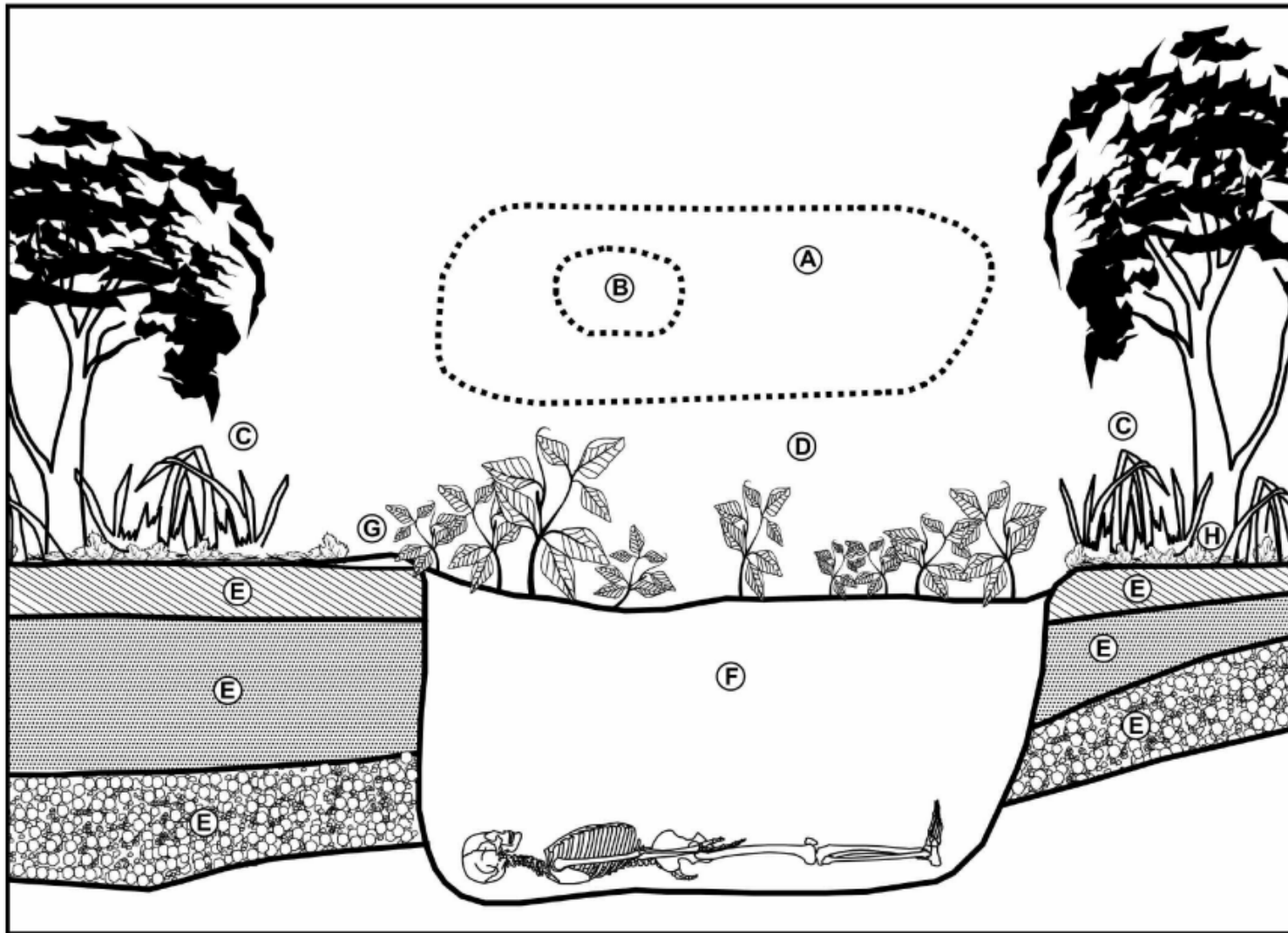
Pohřbení:

- přeorání zeminy
- výživa pro rostliny
- teplo (rozklad i působení hmyzu)

Povrchové charakteristiky:

- vyšší vegetace
- jiná fáze kvetení
- jiné druhy (jiné pH)
- nebo naopak retardace růstu v případě pevného zasypu nebo zabalení těla (zrovna zasyp má dlouhodobý efekt)

Typy nálezů – nepřímé příznaky ve forenzní antropologii



Povrchové charakteristiky:

- terénní nerovnosti
- jiné zbarvení hlíny
- kameny

Podpovrchové charakteristiky:

- geofyzikální podpis

(İşcan a Steyn 2013)

Typy nálezů – přímé příznaky v archeologii

Půdní příznaky

- zpravidla rozorávané horní vrstvy výplně a konstrukcí – nehomogenní složení, vizuálně odlišitelné od rostlého podloží
- nejlépe pozorovatelné mimo vegetační období, v zimě a na jaře, kdy je zároveň více vlhko než na podzim

zahloubené objekty



tmavší

**povrchové objekty
(valy, silnice, zdivo)**



světlejší



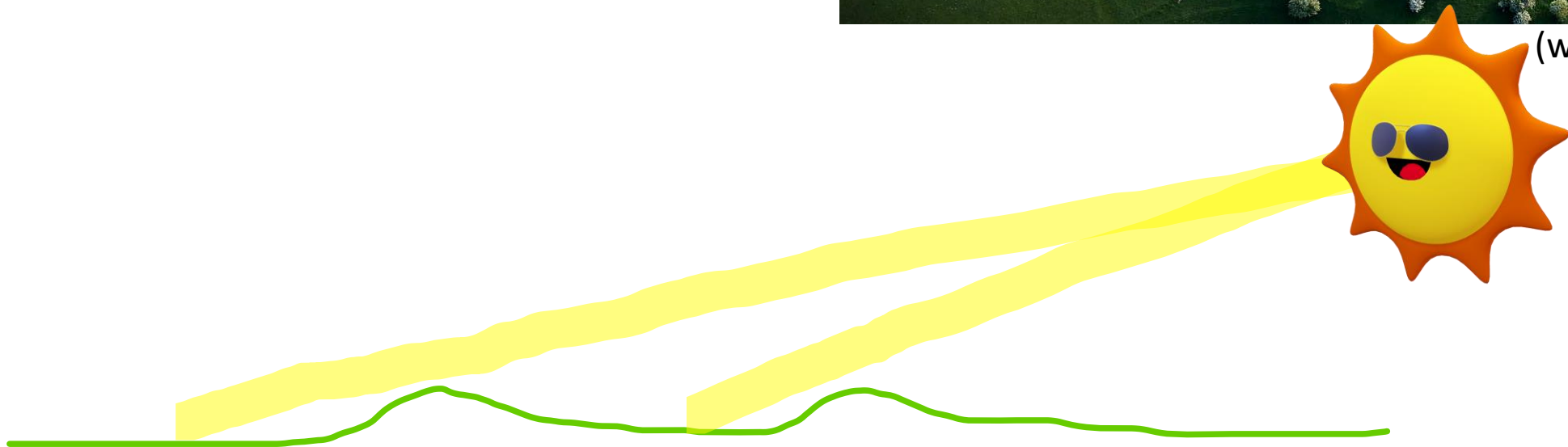
Typy nálezů – přímé příznaky v archeologii

Stínové příznaky

- zvýraznění nepatrných nerovností povrchu půdy nízkým světlem (podvečerním nebo ranním)
- osvětlená strana je světlá, opačná je ve stínu



(webbaviation.co.uk)



Typy nálezů – přímé příznaky v archeologii

(Kuna 2004)

Vodní příznaky (povodňové)

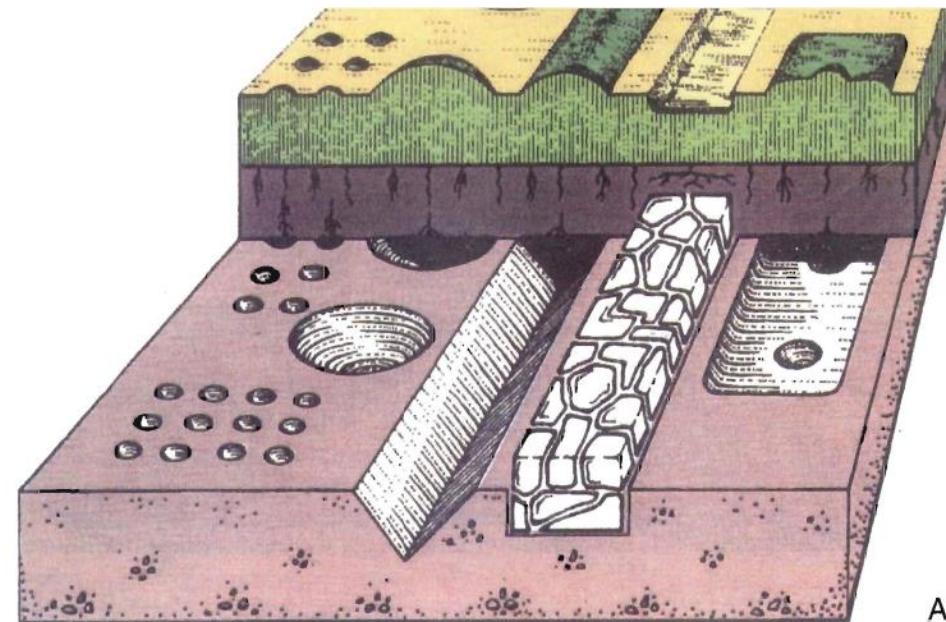
- zviditelnění reliéfu povrchu různě ustupující povodňovou vodou
- hodně vypovídají také o podobě paleokrajiny



Typy nálezů – nepřímé příznaky v archeologii

Porostové příznaky (pozitivní a negativní)

- nejvýznamnější
- lokální změny v chemii -> změny vegetace nad objektem
- pokud je vrstva hlíny silná, nemusí se nějaké zahloubení projevit



(Kuna 2004)



zahloubené objekty

- více dostupných živin a také více vody
- větší výška, větší hustota a oddálení zralosti – zelené i v předsklizňovém období



vyvýšené objekty

- méně zeminy, konstrukce zasahující do kořenového systému – dříve zralé

vyprahlostní příznaky – na travnatých površích zpravidla v průběhu velmi suchých let

Typy nálezů – nepřímé příznaky v archeologii

Porostové příznaky

- nejlépe na pěstovaných obilovinách
- je to závislé na daném roku, klimatických podmínkách – v desetiletém cyklu pozorovatelné v průměru 3–4krát (Gojda 2017)
- síla projevu závisí na mocnosti ornice a také na vlastnostech substrátu – projevují se tím víc, čím je větší rozdíl v propustnosti mezi podložím a danou výplní



(Gojda 2017)

Typy nálezů – nepřímé příznaky v archeologii



(<http://archaero.com/Arch%20ologie-a%20rienne.htm>)

Typy nálezů – nepřímé příznaky v archeologii



(Gojda et al. 2010,
Archeologie krajiny a
sídel na Podřipsku)

Typy nálezů – nepřímé příznaky v archeologii

Sněžné a mrazové příznaky (tenká vrstva sněhu nebo jinovatka)

- samotný reliéf



- odlišná struktura

- zahloubené objekty



- rychlejší odtávání v důsledku vyšší teploty (až o 1 °C)
- nebo naopak pomalejší odtávání ve zkpřených a zavodněných výplních

Vyhledávání pozůstatků – povrchový průzkum

- Povrchový sběr
 - naprostá většina lokalit v archeologickém kontextu
 - u nás pouze v zemědělsky obdělávané krajině
 - destrukce nebo areály aktivit
- v případě rozkládajících se pozůstatků trénování psy (vliv posmrtný interval, počasí, tlak, denní doba, teplota a srážky)
- analýza hornin
- detektory kovů
- geofyzikální metody (většinou ale jen pro recentní hroby, archeologické pouze GPR, odpor a magnetometrie, a to za výhodných podmínek)

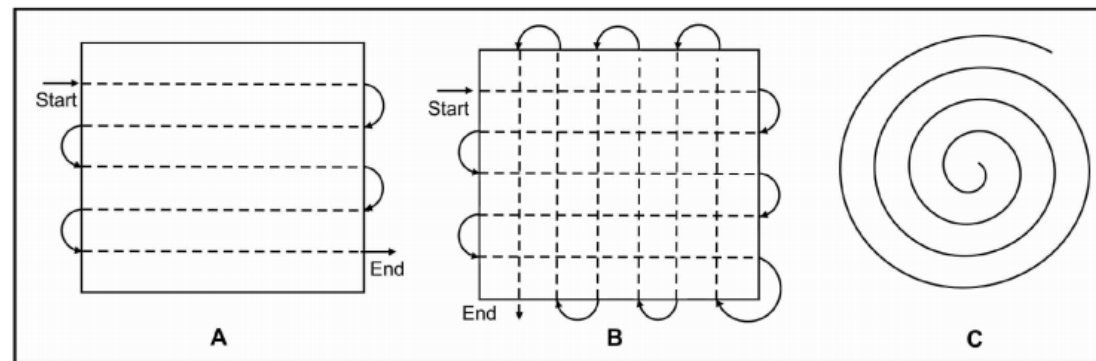
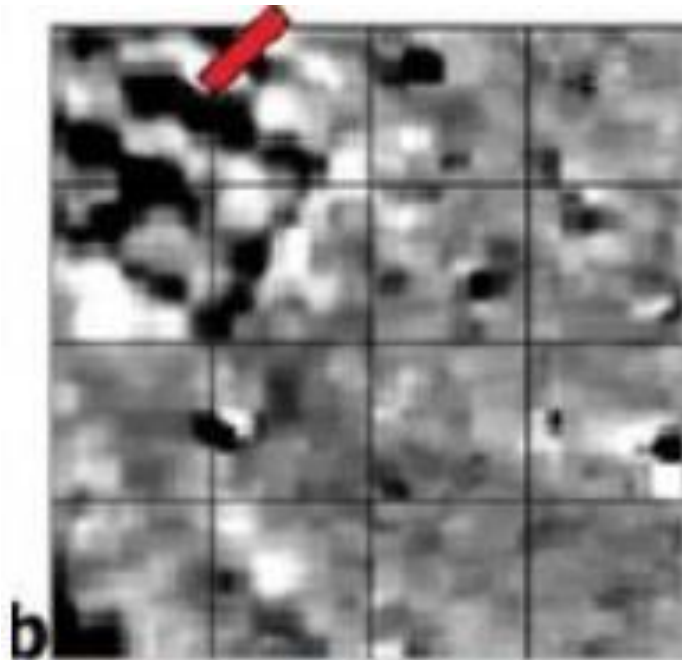


Figure 2.2. Surface search patterns: (a) strip or line pattern; (b) grid pattern; (c) spiral pattern.



Vyhledávání pozůstatků – magnetometrie

- sleduje lokální poruchy geomagnetického pole Země (resp. kontrast mezi nenarušenou půdou a výsledky lidské aktivity) – absolutní a relativní magnetické pole, gradient,
- + feromagnetický materiál (strusky)
- + zahloubené objekty (výplň se od okolí odlišuje) a horniny prolé žářem (topeniště, mazanice atd.)
- + ploché kostrové hroby, v závislosti na typu výplně



(Ernenwein a Hargrave 2009)

Vyhledávání pozůstatků – geoelektrické metody – elektrodporové metody

- do země je zavedeno umělé el. pole elektrodami a je měřen potenciálový rozdíl
- rozdíl odporu čerstvé výplně oproti okolí – zemina + organický materiál z povrchu + písek + kameny + tělesné pozůstatky
- dobré pro: duté prostory, zdi, příkopy a **vrstvy**, zděné hrobky duté i zasypané
- špatně použitelné v suchých zeminách a tam, kde byl povrch systematicky narušován (orba)
- ne pro jednoduché, ploché hroby v archeologickém kontextu (musí být zděné anebo s třeba s náhrobní deskou)



Vyhledávání pozůstatků – georadar (GPR)

- vysílá silný EM impuls (25–1 000 MHz) do země a přijímání odezvy anténou přístroje
- vlny jsou pohlcovány prostředím a odráženy zpět přechody prostředí o různých vlastnostech (hladina podzemní vody × půda; kompaktní zemina × nakypřená zemina)
- dobré pro – vyhledávání zděných a kamenných konstrukcí (zděné hrobky, mohyly)
- detekuje asi do dvou metrů
- vytváří řezy nebo prostorové mapy

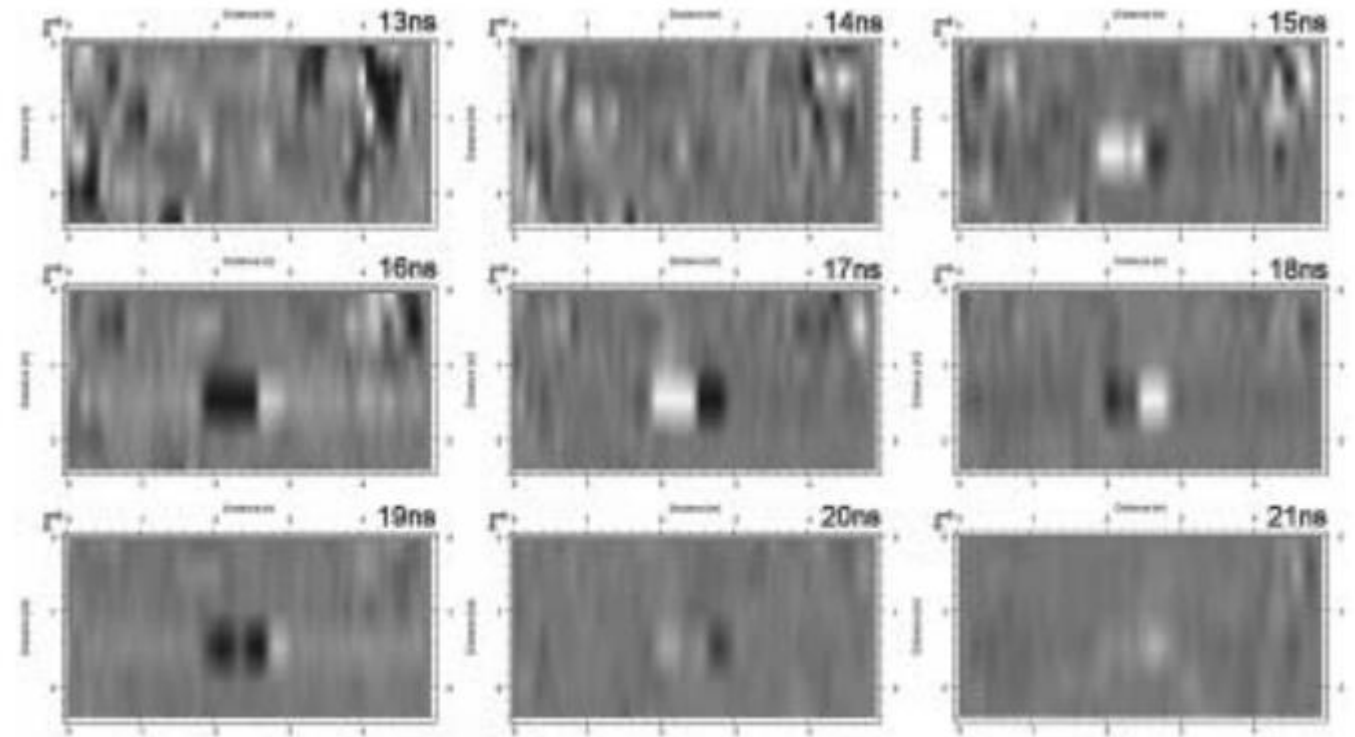
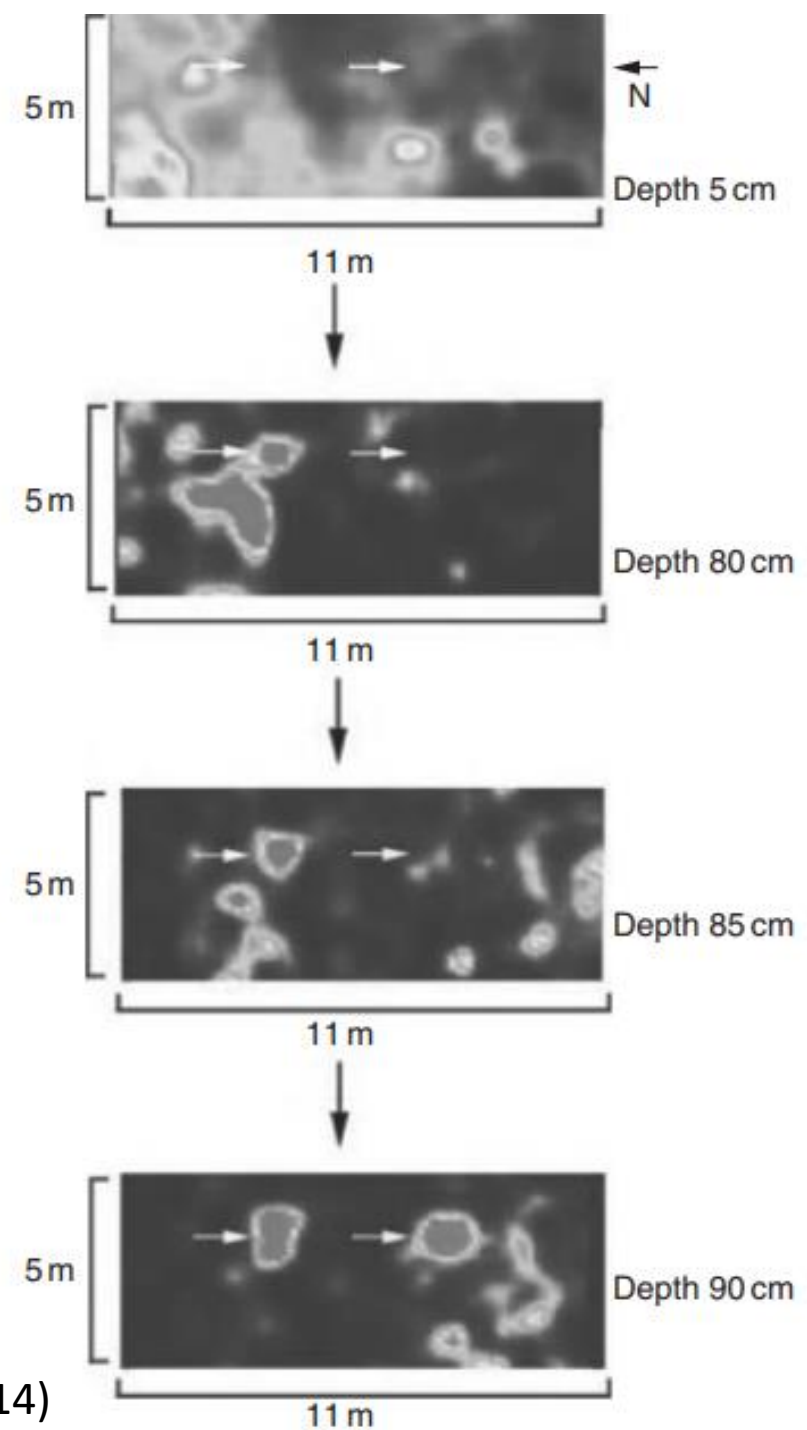
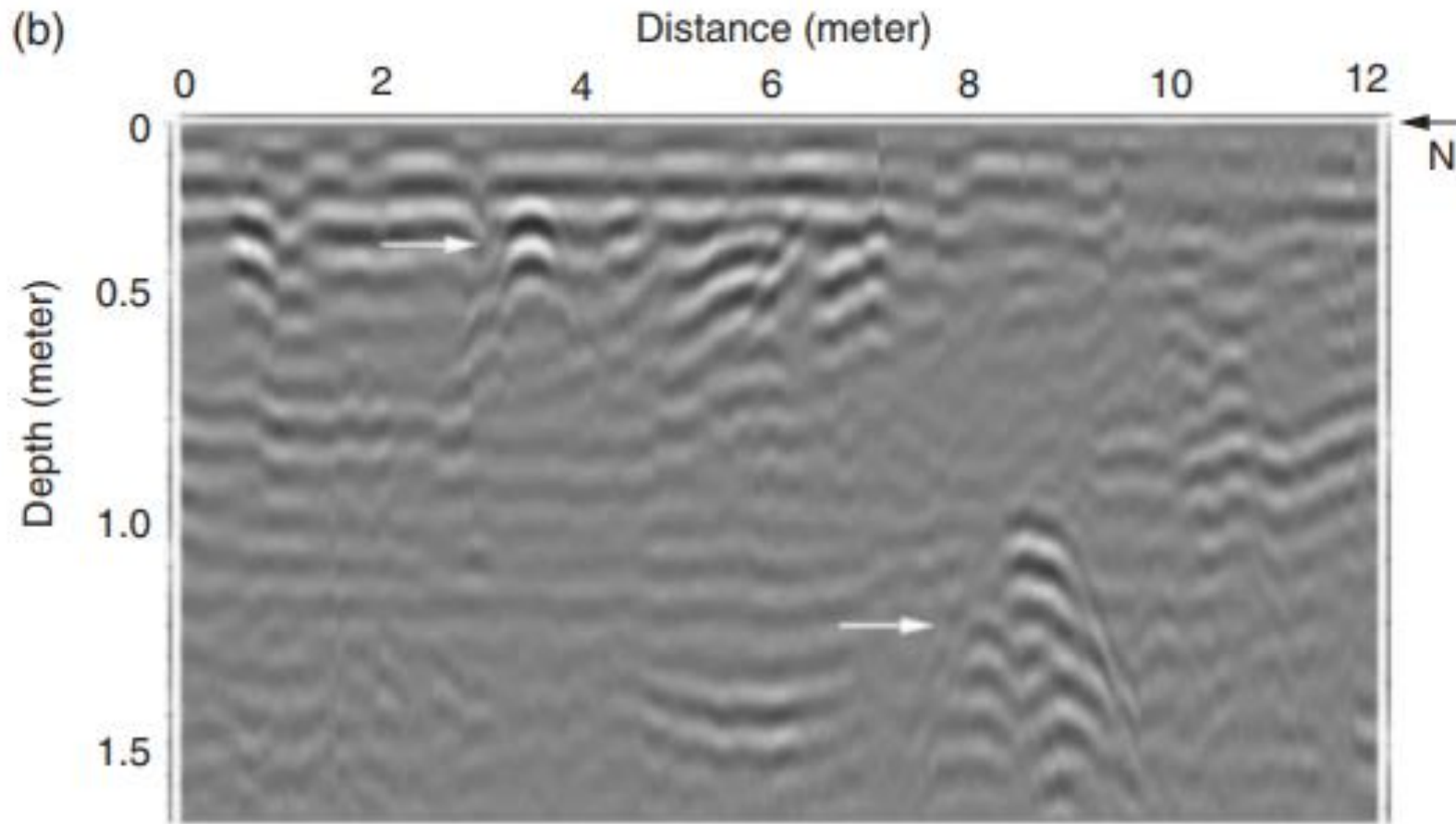


Figure 3.7 GPR time-slice images of a test grave

(Cheetham 2005)

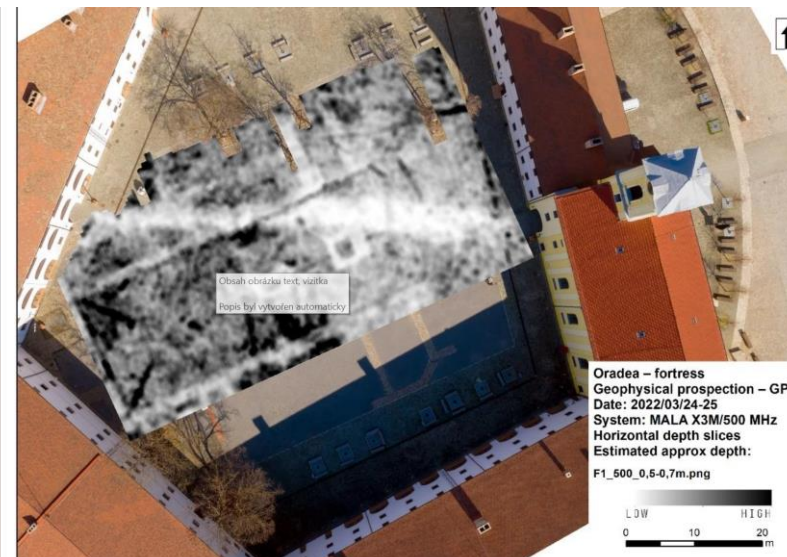
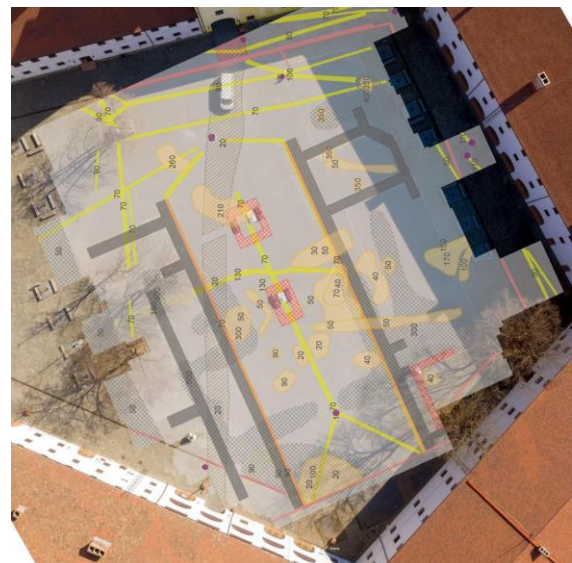
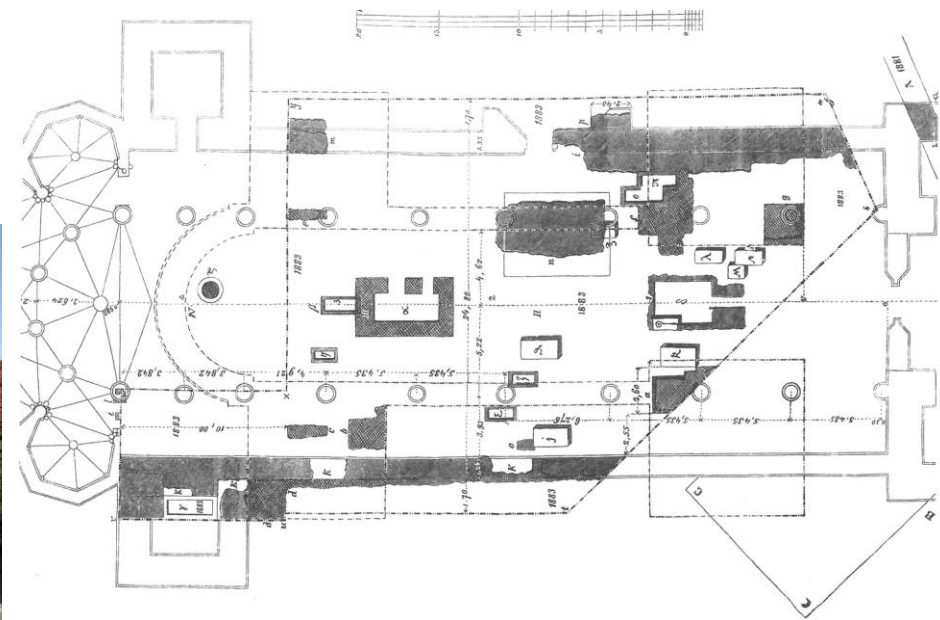
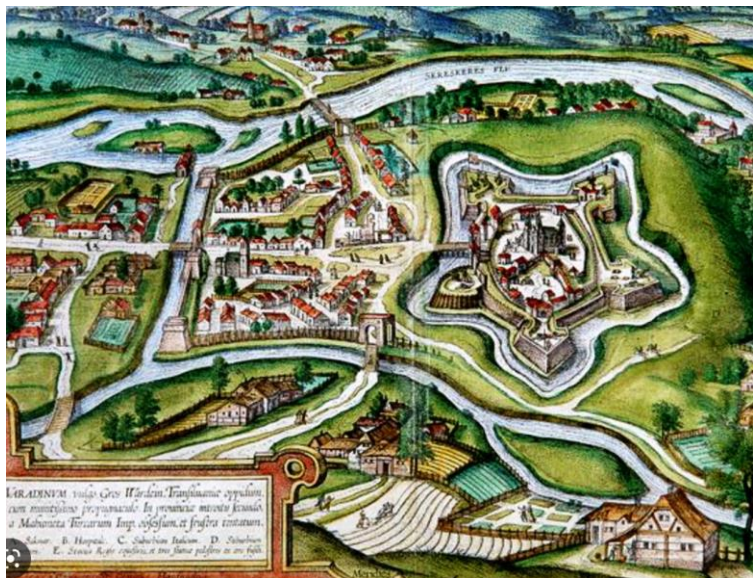
Vyhledávání pozůstatků – georadar (GPR)

- pohřbená prasečí těla ve dvou různých úrovních
- v tomto případě málo rušivých objektů v okolí!!!



(Dirkmaat 2014)

Vyhledávání pozůstatků – georadar (GPR)



Vyhledávání pozůstatků – gravimetrie

- veličina: tíhové zrychlení, hustota
- sleduje změny v tíhovém zrychlení – rozložení hmot s rozdílnými hustotami v zemské kůře
- pro – duté prostory a nezaplněné objekty, geologický průzkum, hornictví...

Vyhledávání pozůstatků – detektory kovů (indukční hledače)

- detekují kovový předmět (resp. magnetické a elektricky vodivé nemagnetické objekty)
- indukují primární magnetické pole a sledují změny sekundárního pole dané kovovými předměty

Vyhledávání pozůstatků – termometrie

- speciálně v případě forenzní antropologie
- vyhledávání povrchově uložených těl na základě tepla – rozklad, hmyz
- i v případě mělkých hrobů a relativně čerstvých těl
- po rozkladu je pozorovatelné díky jiným vlastnostem zasypu

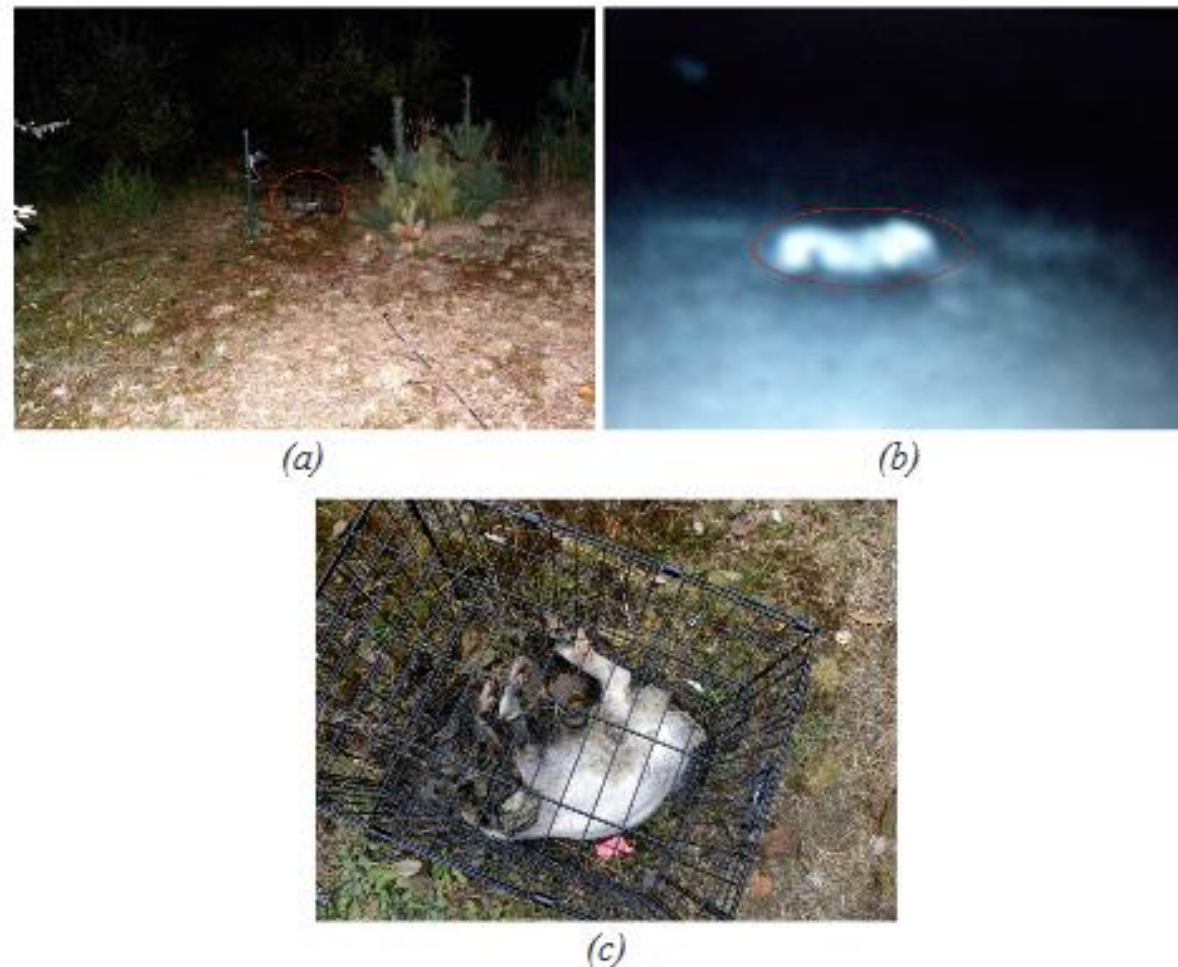


Figure 10

Day 26, subject 6: (a) View in diminished light; (b) TI, subject 6 exhibits the greatest contrast at the advanced decay stage; (c) Only the center-most portions of remaining flesh are not mummified. The maggot masses are found thriving beneath the large portion of mummified flesh on the ventral surface.

Vyhledávání pozůstatků – chemické analýzy

- zjišťování organických a anorganických látek spojených s rozkladem měkkých tkání
- z míst se skvrnami, zápachem nebo míst označených psy

organické látky: mastné kyseliny (kys. propionová apod.), některé dokonce specifické pro člověka (tetrachlormethan)

anorganické látky: chloridy, sulfáty, čpavek, draslík, nitráty, fosfáty

Zvýšená koncentrace oproti kontrolnímu vzorku ukazuje na proběhnuvší rozklad měkkých tkání. Hořčík a draslík mohou být v daném místě zvýšené i desetiletí.



LABORADOR – pro snímání přítomnosti rozkladných plynů (Larson et al. 2011)

Dálkový archeologický průzkum

- vizuální průzkum krajiny
- dokumentace a evidence
- interpretace obrazových pramenů

z výšky (metry až stovky kilometrů)

- prozkoumat krajinu a identifikovat neevidované památky – a také vytvořit teoretické předpoklady (viz příznaky)
- dokumentovat krajinu a památky za účelem jejich ochrany (systematický sběr)
- získat informace ze snímků, které nebyly pořízeny pro archeologické účely
- evidovat a analyzovat všechna tato data
- čím starší a hlouběji uložené prvky jsou, tím zpravidla z větší dálky jsou rozeznatelné

Dálkový archeologický průzkum - historie

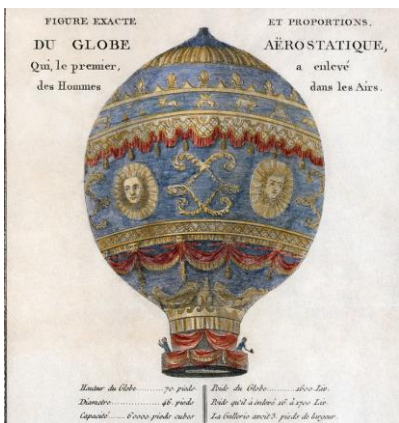
Etapy podle Gojdy (2017)

pozorování z balonu (1. pol. 19. stol.)

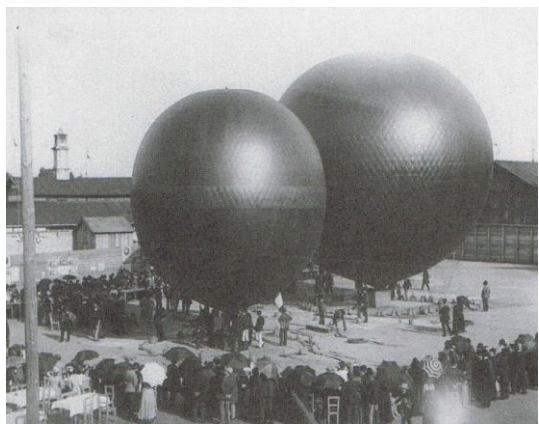
fotografie z balonu (1858-1909)

letecká fotografie (1/2 20. století)

záznam z vesmíru (2/2 20. století)



(Library of Congress)



(Jubilejní zemská výstava v Praze 1891)



(Nadar 1868)



(Wright – Flyer)



Dálkový archeologický průzkum - historie

Vynález fotografie (*Joseph Nicéphore Niépce* 1765-1833; *Jacques Daguerre* 1787-1851)



Pohled z okna v Le Gras, cca 1826

Digitální fotografie

- v souvislosti s vesmírným programem od 70. let
- komerční dig. fotoaparát od 1988



Fujix DS-1

Dálkový archeologický průzkum - historie

Nejstarší snímky

z upoutaného balónu 60.

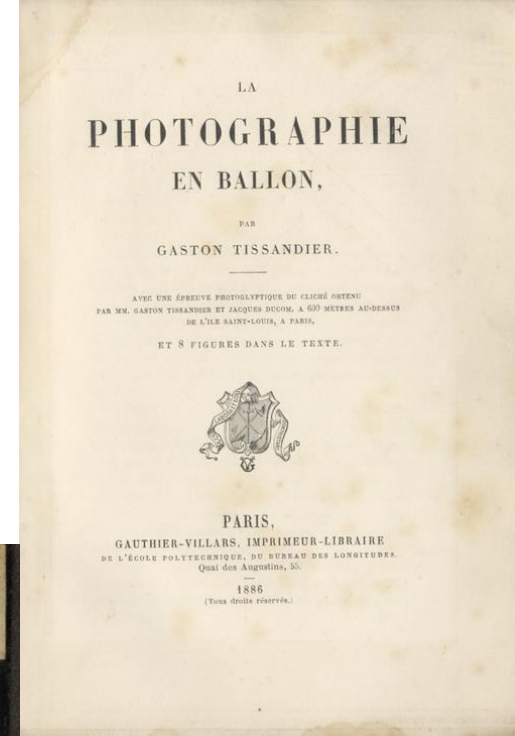
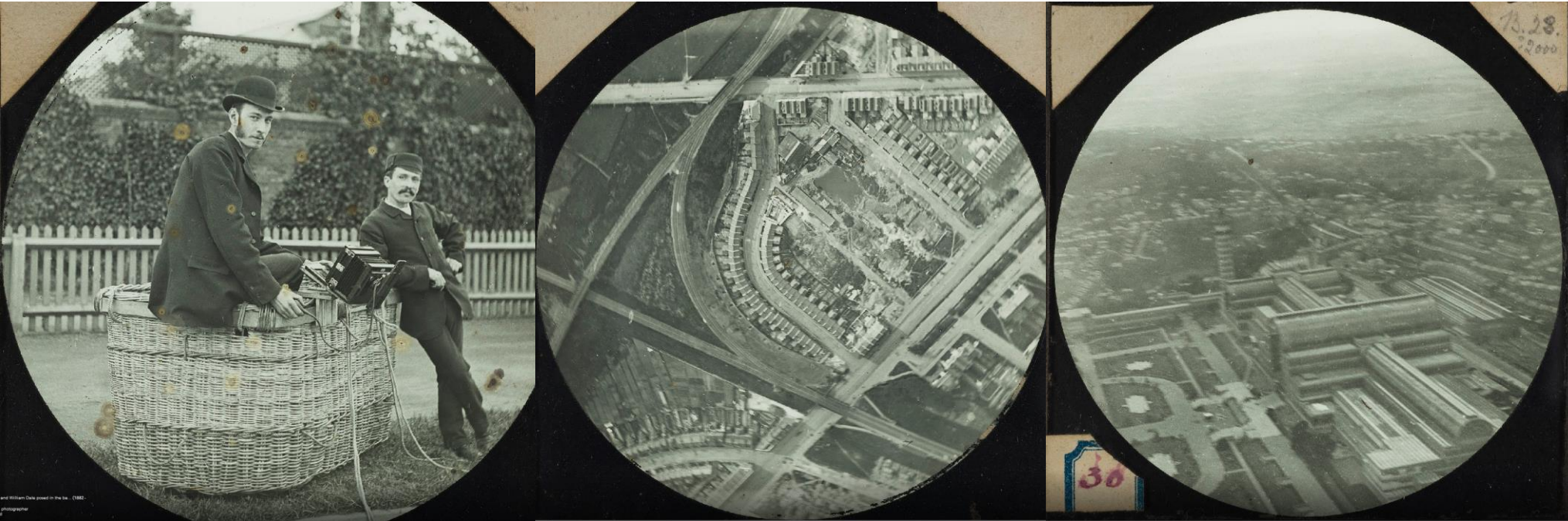
léta 19. století (Nadar)



Dálkový archeologický průzkum - historie

Gaston Tissandier

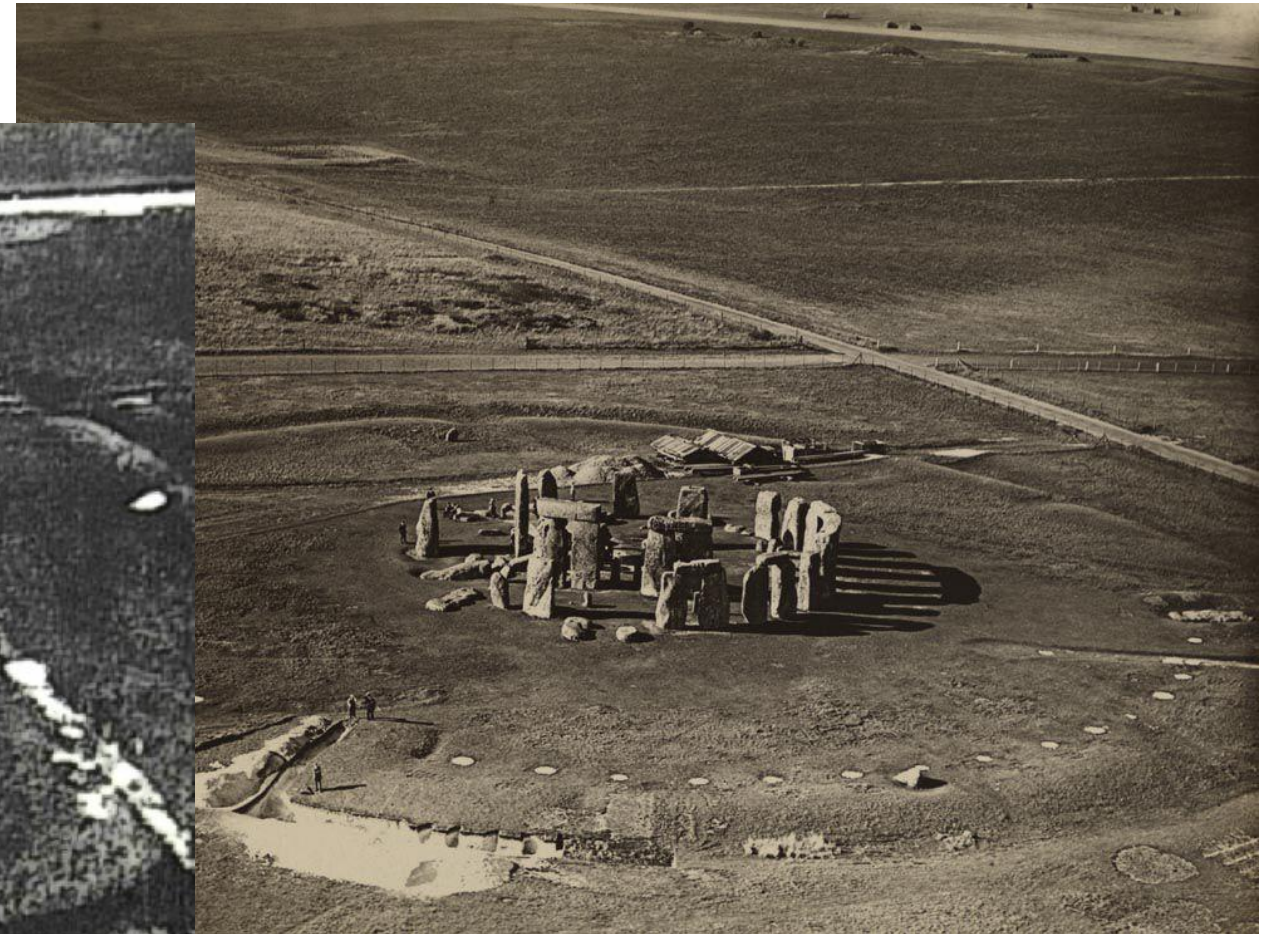
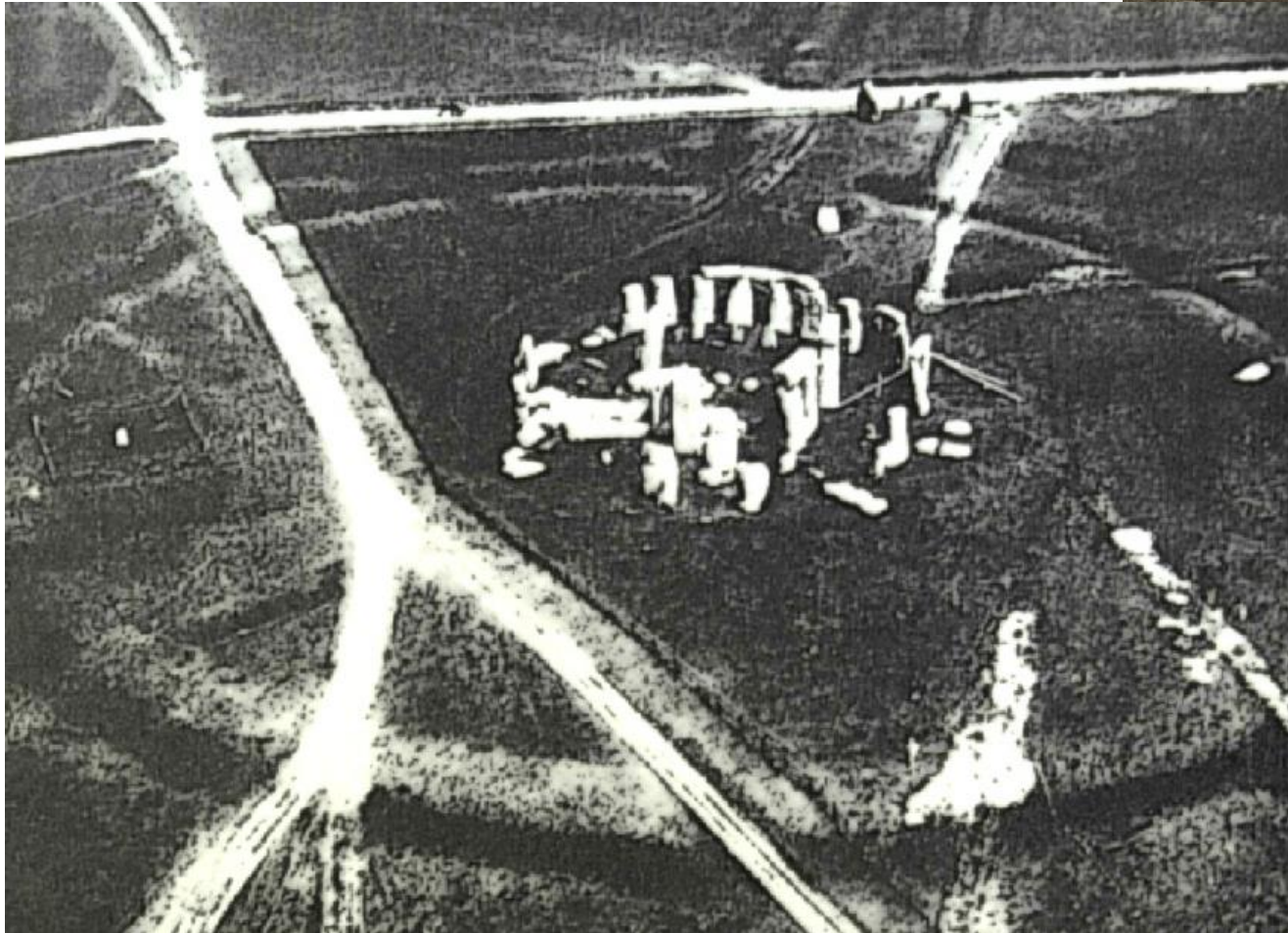
La Photographie en ballon (1886)



(C. V. Shadbolt)

Dálkový archeologický průzkum - historie

1906 – Philip Henry Sharpe
(*Royal Engineers Ballon Section*)



Dálkový archeologický průzkum - historie



Eduard Spelterini – 1904

Dálkový archeologický průzkum - historie

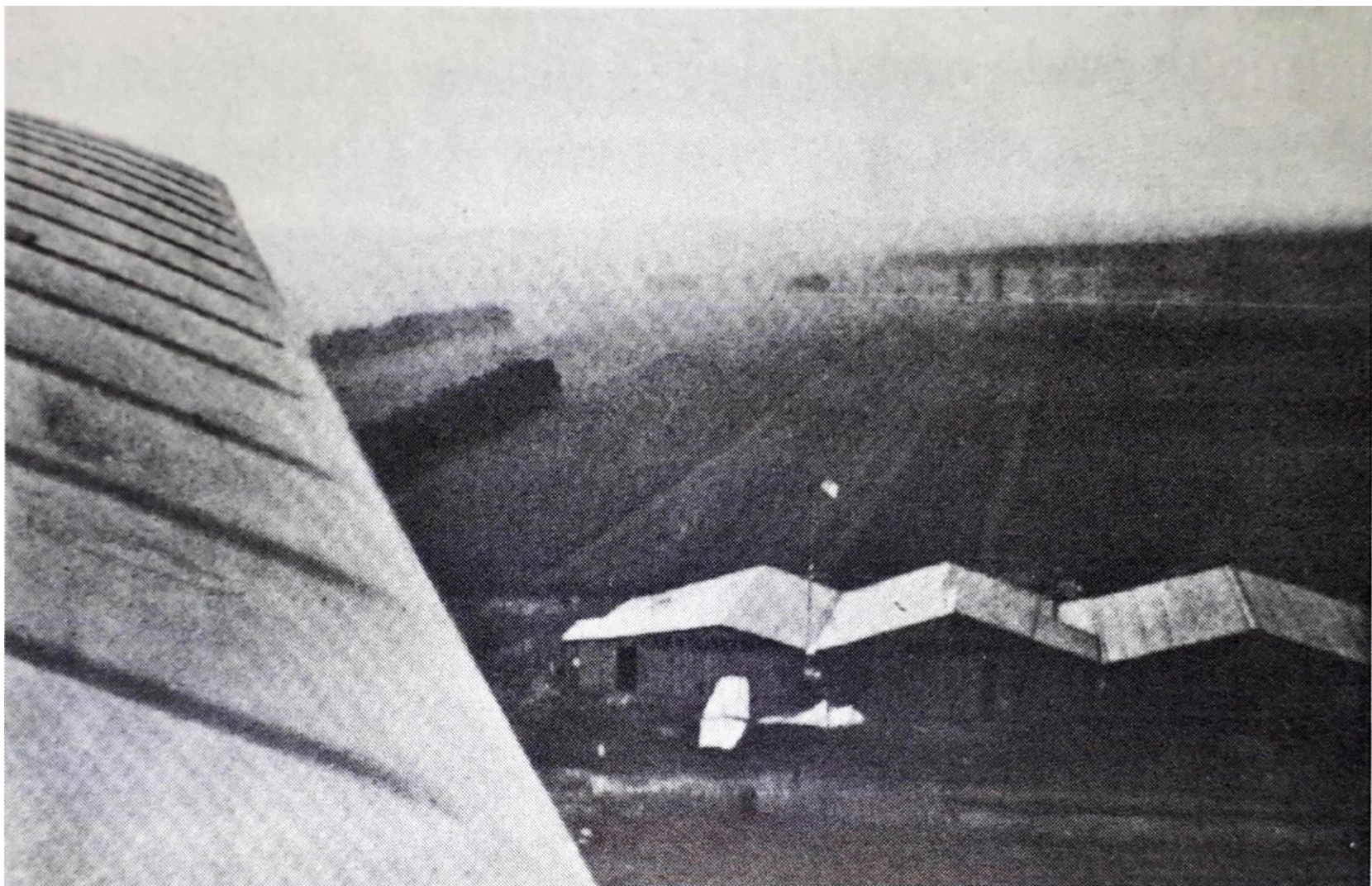


George Lawrence (1906) – soustava 17 draků a panoramatického fotoaparátu

Dálkový archeologický průzkum - historie

- konstantní pohyb v jedné výšce a jedním směrem – snadnější vytváření fotomap a stereosnímků

Newhall 1969 – jedna z prvních fotografií z letadla (1909)



Dálkový archeologický průzkum - historie

- Böhm (1939) Letecká fotografie ve službách archeologie

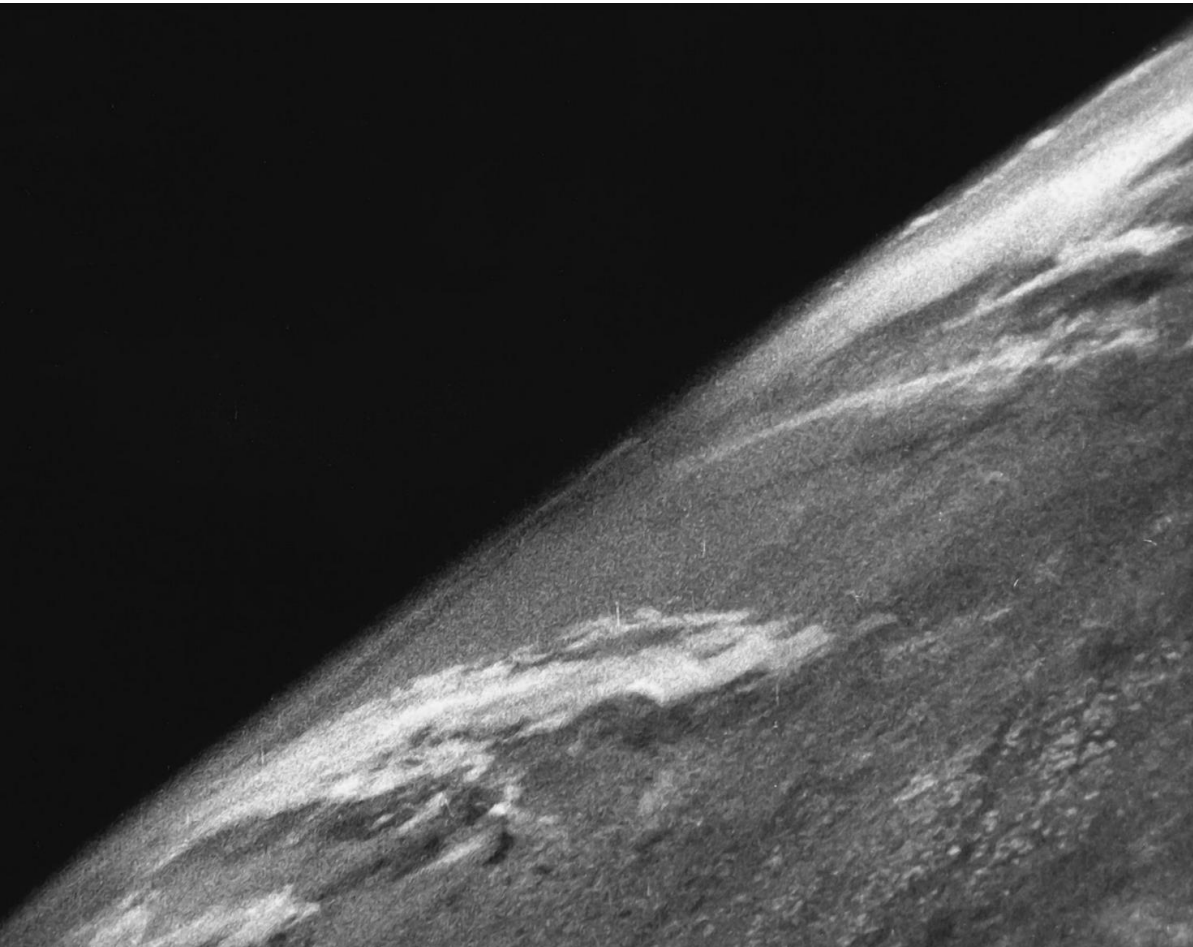


(Kuna 2004)

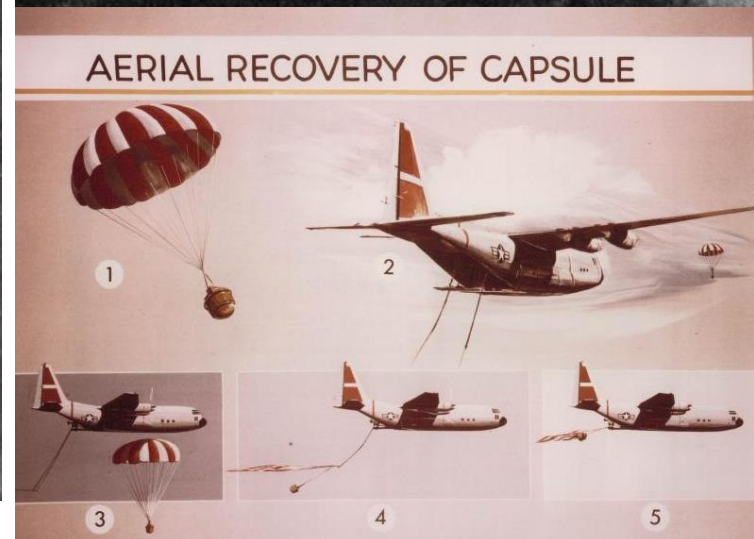
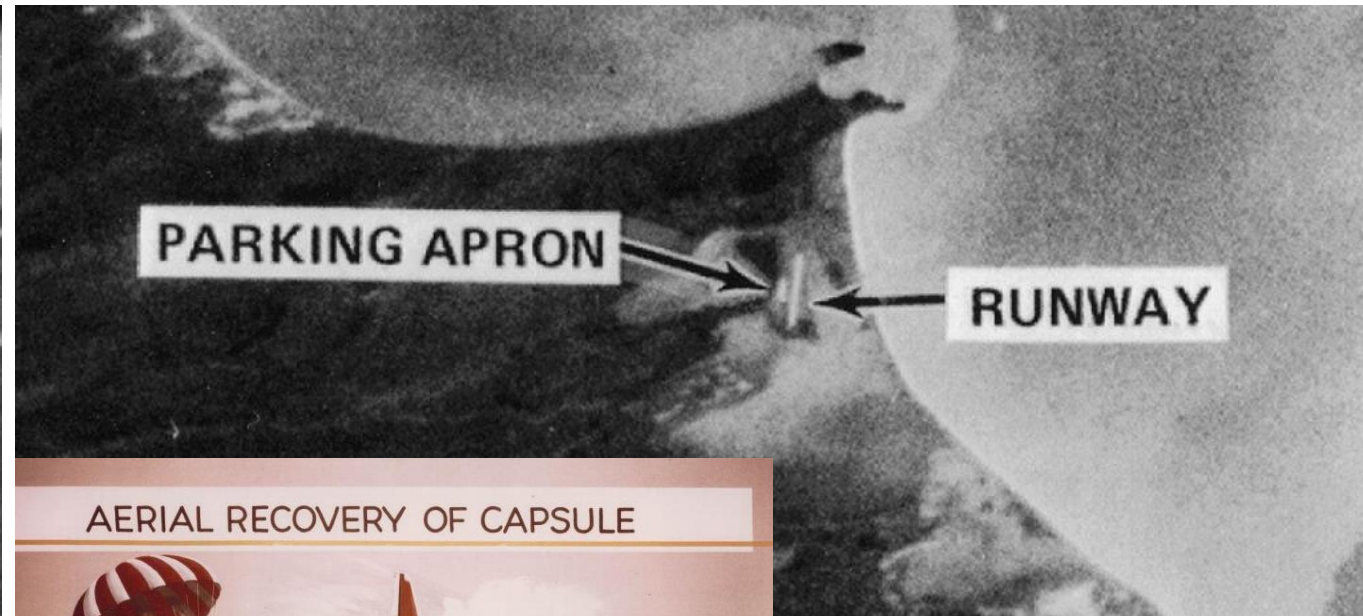
Libušín, okres Kladno (1929)

Dálkový archeologický průzkum - historie

- 1946 **V-2 No. 13** první snímky z vesmíru (105 km n. m.)



- 1960 první snímky ze satelitu (program CORONA)



Dálkový archeologický průzkum

- interpretace obrazových pramenů
- vizuální průzkum krajiny
- dokumentace

letecký průzkum z malých výšek

dálkový průzkum země



letadla



snímky

radary

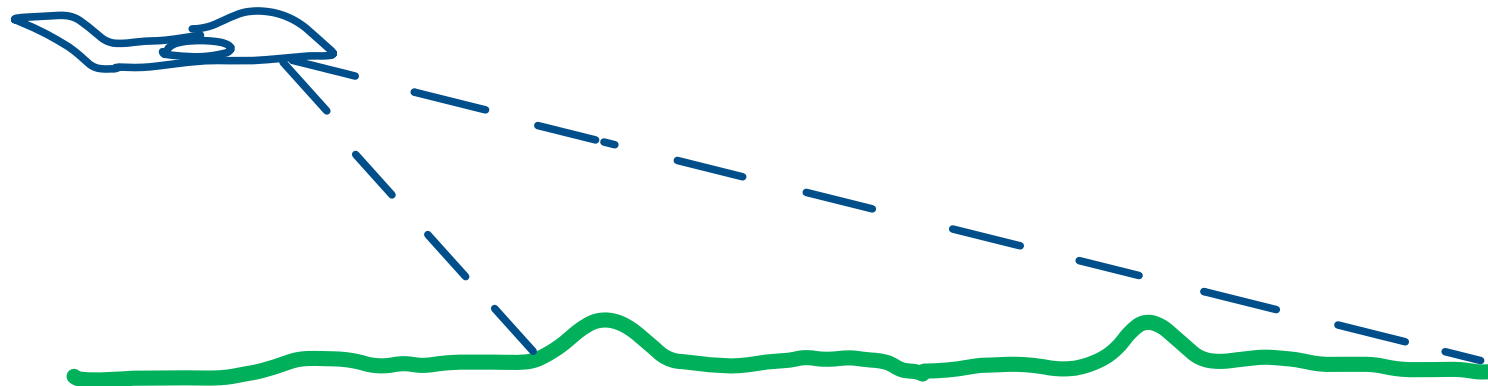
družice



laserové systémy

Letecký průzkum z malých výšek

- v ca 300 m výšce
- šikmé vůči zemskému povrchu
- snímkování z malých letadel, z ruky, obyčejným digitálním fotoaparátem nebo dronem
- záměrné vyhledávání a dokumentace pohřbených i viditelných památek
- až do poslední třetiny 20. století jediný způsob
- donedávna bezkonkurenčně nejdůležitější
- velmi efektivní – v rámci hodin na velké ploše



Letecký průzkum z malých výšek

- výborný zdroj fotografií pro 3D modelování – viz dále
- dobré pro rychlé vyhledání výrazných objektů (větších částí těla)



Using drone-mounted cameras for on-site body documentation: 3D mapping and active survey



Petra Urbanová^{a,*}, Mikoláš Jurda^a, Tomáš Vojtíšek^b, Jan Krajsa^b

^a Laboratory of Morphology and Forensic Anthropology, Department of Anthropology, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlarska 2, 611 37 Brno, Czech Republic

^b Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Masaryk University, St. Anne's Faculty Hospital, Tvrdého 2a, 662 99 Brno, Czech Republic



Letecký průzkum z malých výšek



Letecký průzkum z malých výšek



Dálkový průzkum země – fotogrammetrické letecké snímkování

- automatické snímkování povrchu Země z **družice** nebo **letadla**
- zpravidla pro **úplně jiné** než archeologické použití
- a činnosti spojené s využitím dat, která nebyla pořízena pro archeologické účely

prostorové rozlišení – jak velkou plochu zaznamenává jeden pixel

spektrální rozlišení – počet a šířka použitých spektrálních intervalů

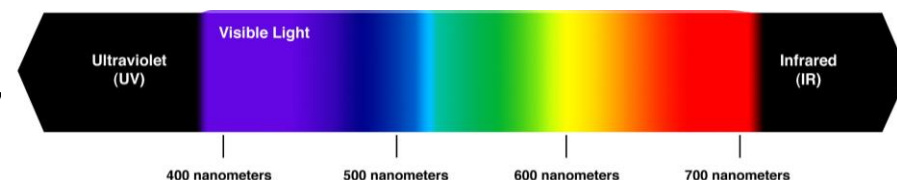
panchromatická – jeden kanál zachycující vše v rozsahu viditelného spektra (odpovídají normálním černobílým snímkům) – zpravidla nejlepší rozlišení

monochromatická – jedna barva

multispektrální – ve více různých pásmech spektra (RGB; dají se více analyzovat materiály)

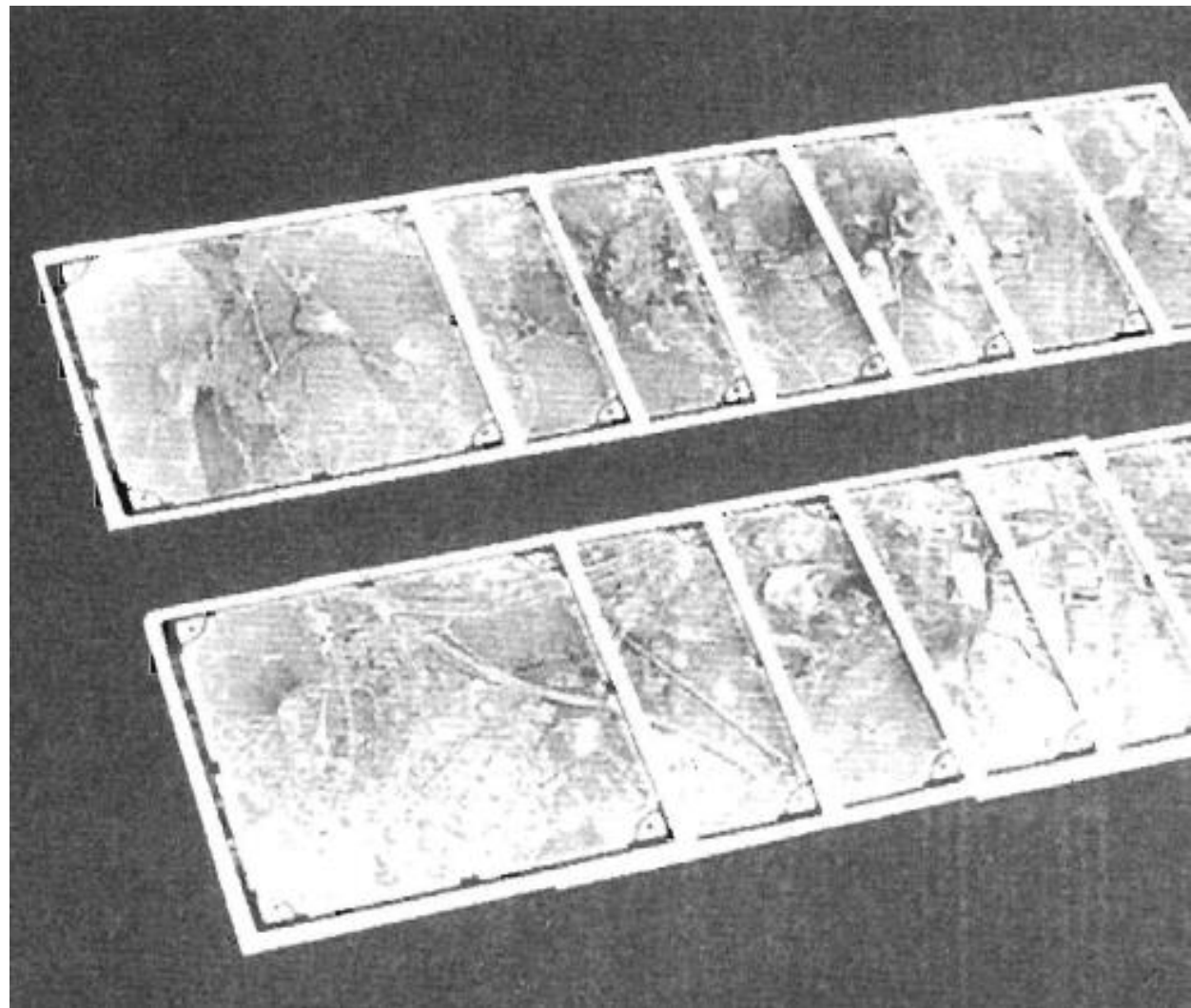
hyperspektrální – desítky až stovky úzkých spekter

termínové rozlišení – časový rozestup mezi jednotlivými záznamy



Dálkový průzkum země – letadla a drony

- nalétává se východ západ
- snímky s podélným (60 %) i příčným (30 %) překryvem



Dálkový průzkum země – družicové snímky

- z družic na oběžných drahách 600–1 000 km
- kamery minimálně, většinou radiometry (měřiče záření)
- do 90. let rozlišení 10–20 metrů, tedy málo použitelné

LANDSAT

- americký civilní systém
- multispektrální 30 m/pixel, černobílé 15 m/pixel (šířka záběru 185 km)
- pro většinu povrchu Země je možné sestavit časové řady

CORONA 1960–1980

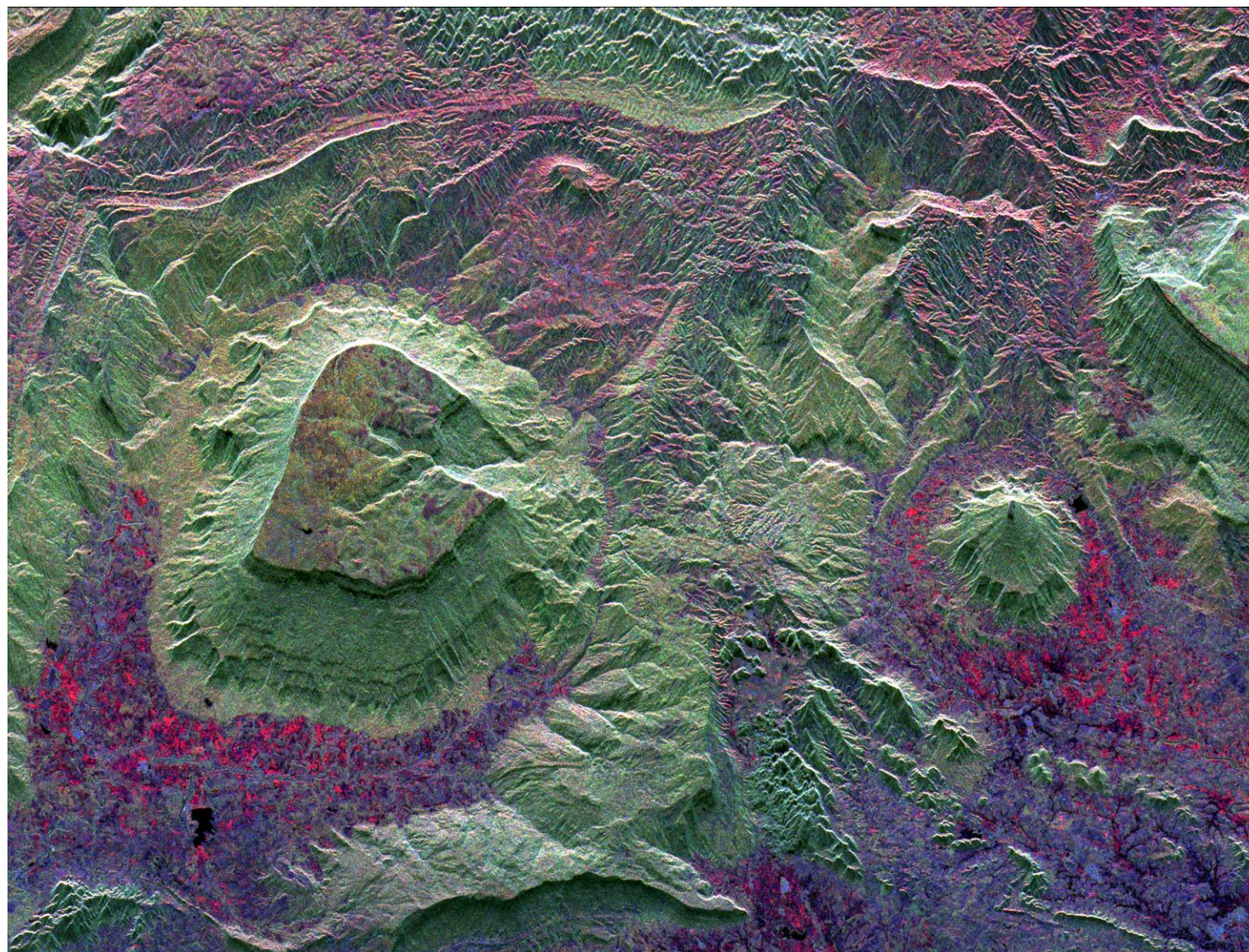
- černobílé snímky ve viditelné části spektra (až 0,6 m/pixel až po roce 2000)
- vojenské – odtajněno až v polovině 90. let
- je možné si objednat z US
- nyní zdroj historických dat

WorldView a GeoEye

- 31 cm/px!!!

Dálkový průzkum země – zobrazovací radary

- na letadlech a také na vesmírných nosičích
- vysílají nízkofrekvenční pulzy (za infračerveným světlem) směrem k povrchu Země a pomocí antén měří sílu energie a dobu mezi vypuštěním a návratem
- na rozdíl od viditelného světla – za tmy, skrz oblačnost a někdy také porostem a některými povrchy (písek)
- dříve nedostatečné rozlišení, aktuálně i 1 m/px (TerraSAR-X)



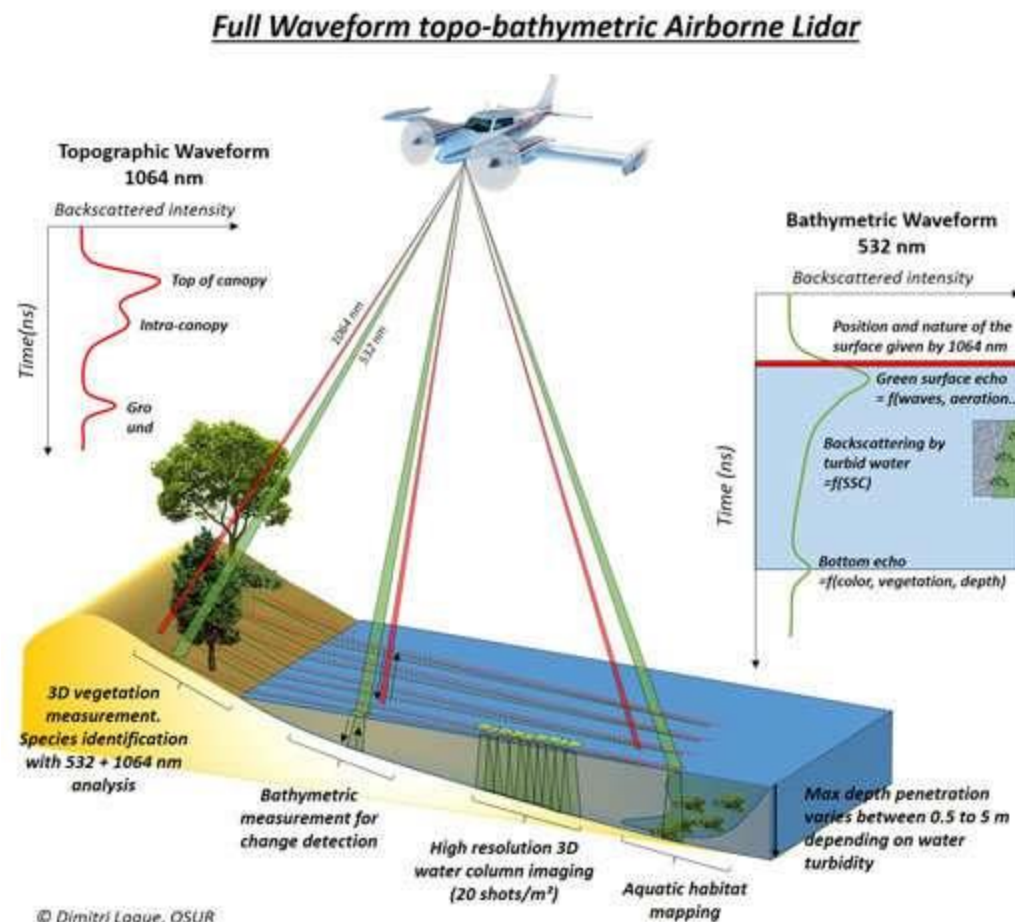
Dálkový průzkum Země – zobrazovací radary



Angkor – vodní nádrž a chrám, zčásti „pohřbené“ ve vegetaci (Moore et al. 2007)

Dálkový průzkum Země – LiDAR / ALS

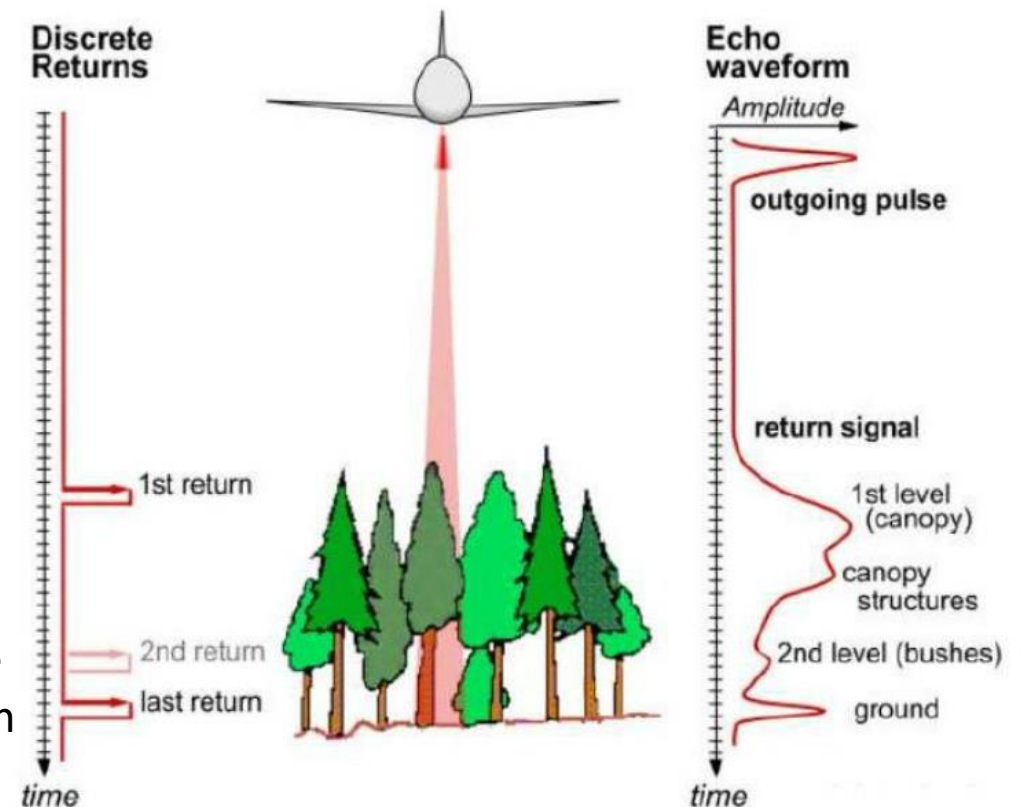
- LiDAR (*Light Detection And Ranging*); ALS (*Airborne Laser Scanning*)
- **aktivní skenování** – měří čas mezi vysláním laserového paprsku a jeho návratem do snímače
- kontinuálně emituje laserové impulzy (200 kHz; 1064–1540 nm) a zachycuje jejich odrazy (jeden a více, nejen od země, ale také od zvířat, rostlin atd.)
- výšková chyba 20–30 cm (u letadel 2–10 bodů/m², při použití vrtulníků větší rozlišení, 20–100 bodů/m²)
- snímá se opět ve vzájemně se překrývajících pásech
- pokud sleduje i vlnovou délku odraženého světla (tzv. *full-wave*) dokáže do jisté míry detekovat, od čeho se odrazil



LiDAR / ALS

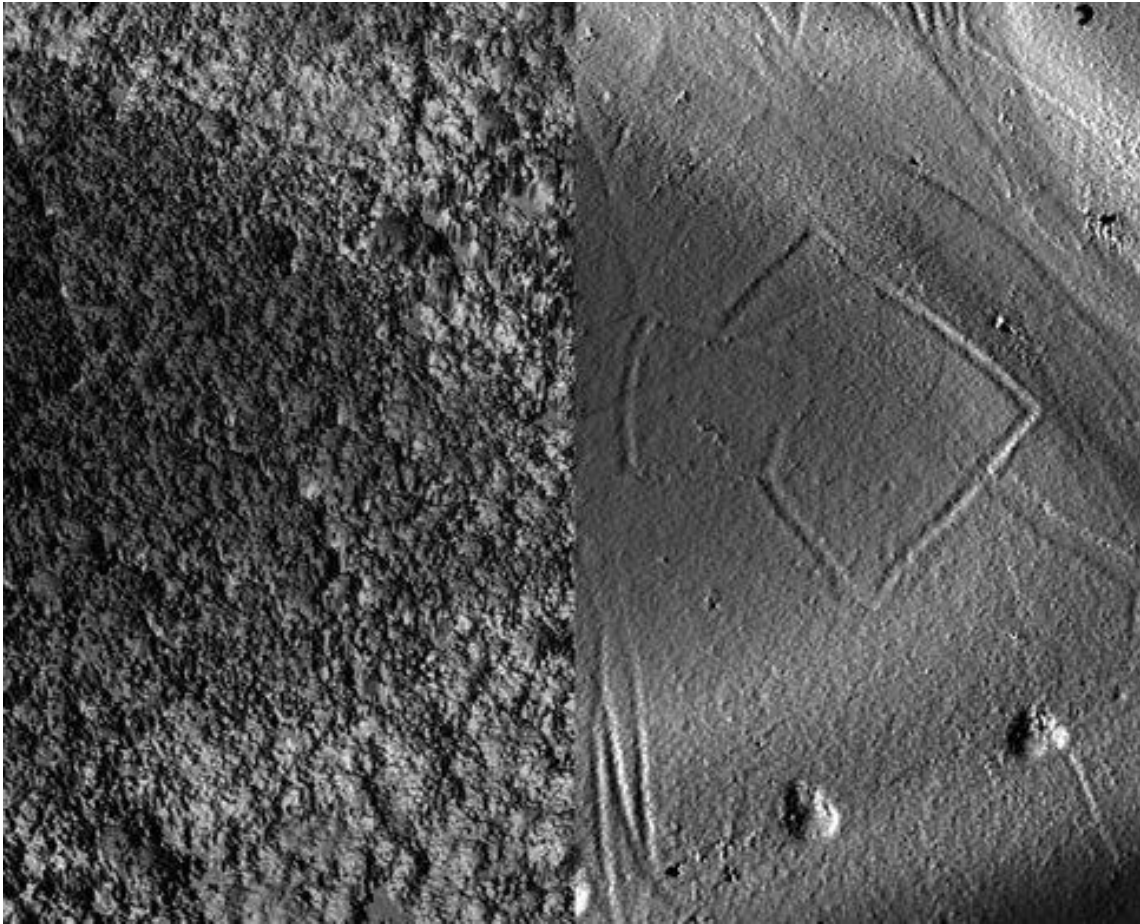
- částečně možné použít i v zalesněném terénu
- množství záření, které se odrazí, také může napovědět o vlastnostech daného materiálu
- ČR kompletně zdokumentovaná poslední generací (DMR5G; výšková přesnost 0,18 m; 1,6 bodů na metr)

(Ferraz et al. 2009, The Role of Lidar Systems in Fuel Mapping)



LiDAR / ALS

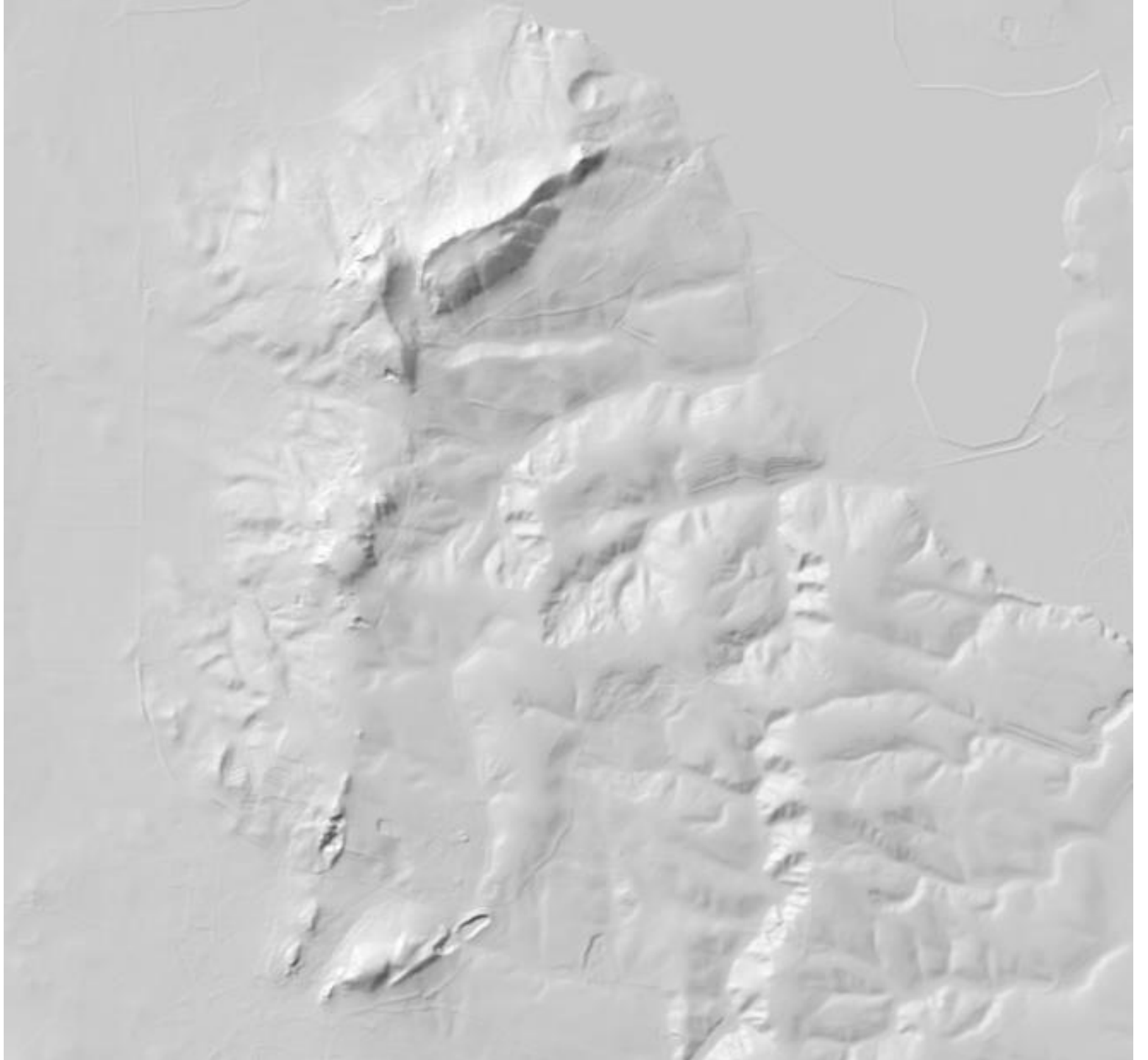
- DSM – model povrchu, tedy první odrazy bez ohledu na to, co se odrazilo
- DTM – model posledních odrazů, je klidně možné, že je těchto odrazů třeba jen jedno procento oproti DSM a hodně se interpoluje, navíc nemusí jít o pevnou zem, ale třeba i o kmeny



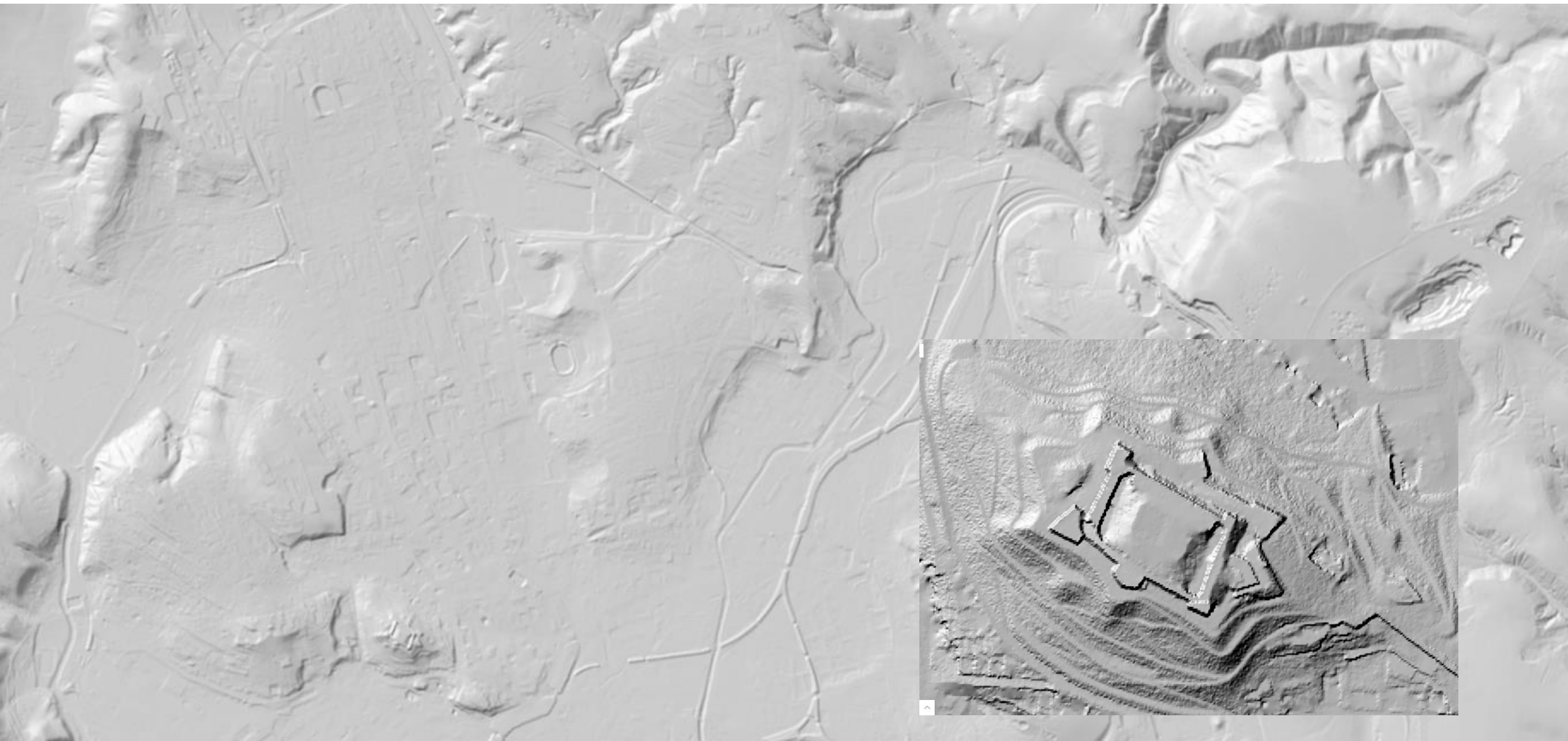
(Crutchley 2010; Savernake forest)

LiDAR / ALS

- ČR kompletně zdokumentovaná poslední generací (DMR5G; výšková přesnost 0,18 m; 1,6 bodů na metr)



LiDAR / ALS



Zdroje snímků

GoogleEarth

- podle místa 0,3–30 m
- barevné, bežešvé a 3D zobrazení

NASA World Wind

- obdobné
- vyšší rozlišení (na území USA až 10–100 cm), ale méně intuitivní

TopGis – mapy.cz

- objednatelné až 20 cm/pixel

Lidarová data

<https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=22517>

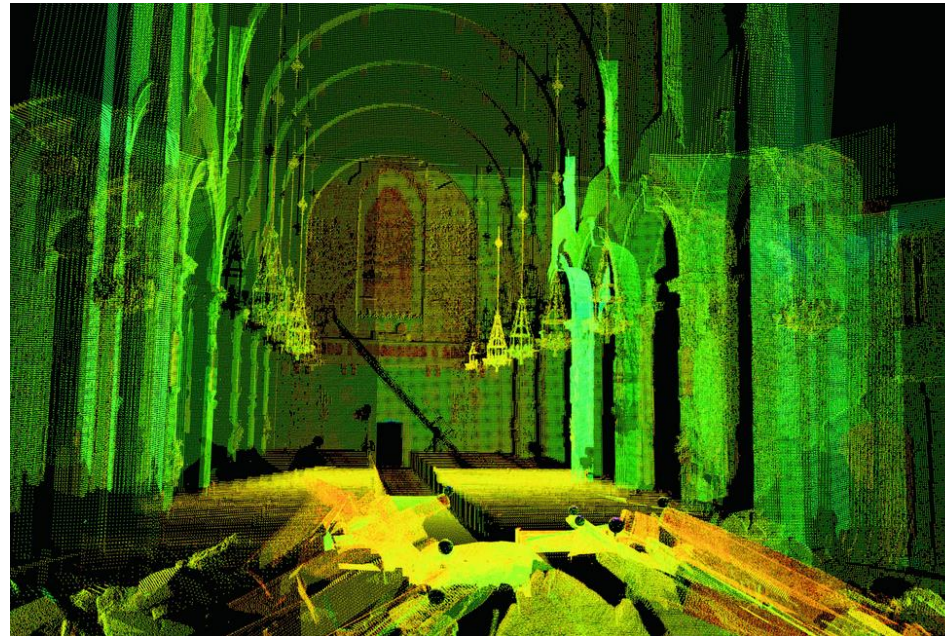
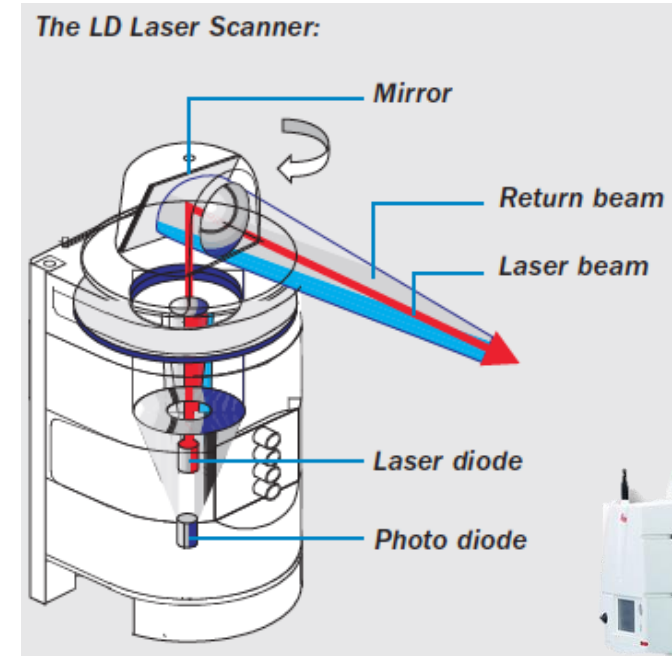
3D modelová dokumentace – výhody

- dokumentace bez ztráty hloubkové informace
- a bez distorze, která je spojená s 2D technikami
- větší množství informací, dovolujících lépe rekonstruovat původní situaci (mnohdy krátce nato zničenou)
- na rozdíl od totální stanice není výběrová
- měření na digitálním modelu je méně přesné ale preciznější
- **na záznamu nemusí být všechno patrné**



3D dokumentace – Time-of-Flight skenery

- podobně jako LiDAR – snímá vzdálenost bodů v prostoru na základě času letu laserového paprsku
- vhodné právě pro větší objekty (přesnost v řádu mm)
- uzpůsobené na snímání ve venkovním prostoru
- závislost na podmínkách (obraz paprsku musí být vidět)
- produktem je mrak bodů z jednoho místa



3D dokumentace – další typy skenerů – aktivní i pasivní

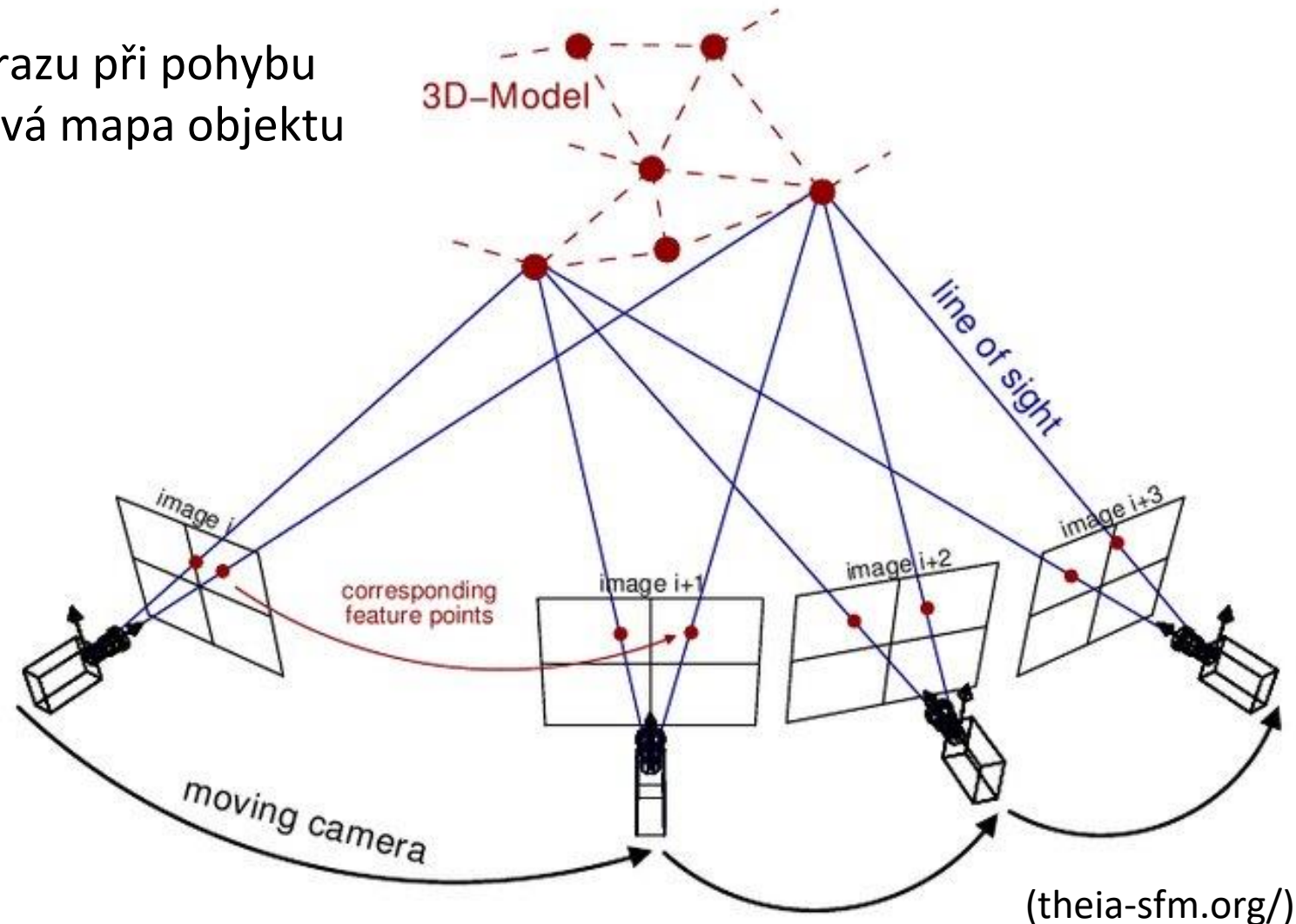
- stolní skenery nejsou vhodné



(Subsol et al. 2015)

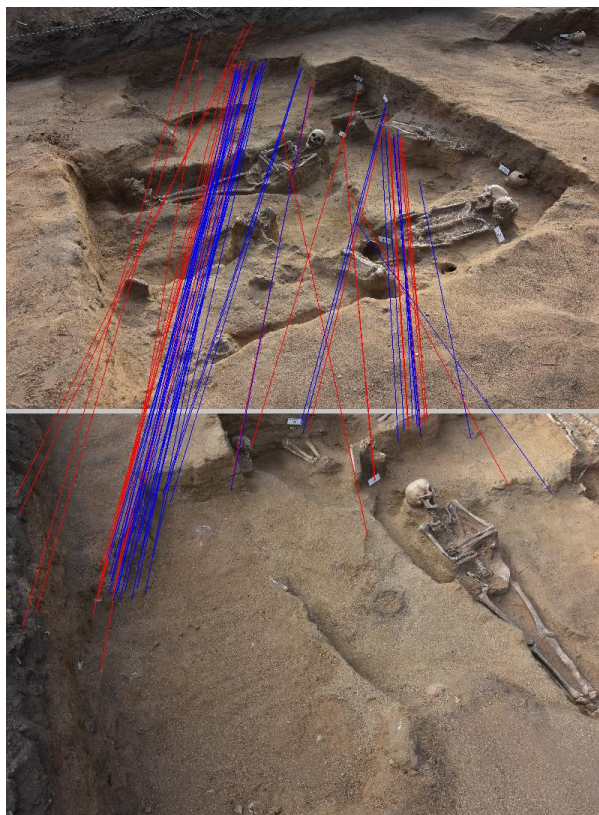
3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

- 3D model scény z jejích digitálních snímků
- z pohybu prvků obrazu při pohybu objektu -> hloubková mapa objektu



3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

nafování dané scény z více úhlů pohledu



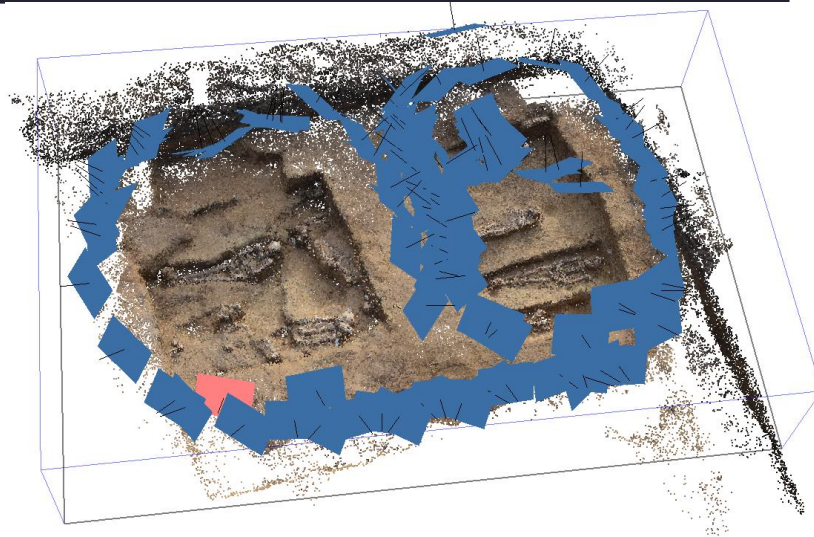
rozeznání prvků
ztotožnění



výpočet polohy
prvků a kamer

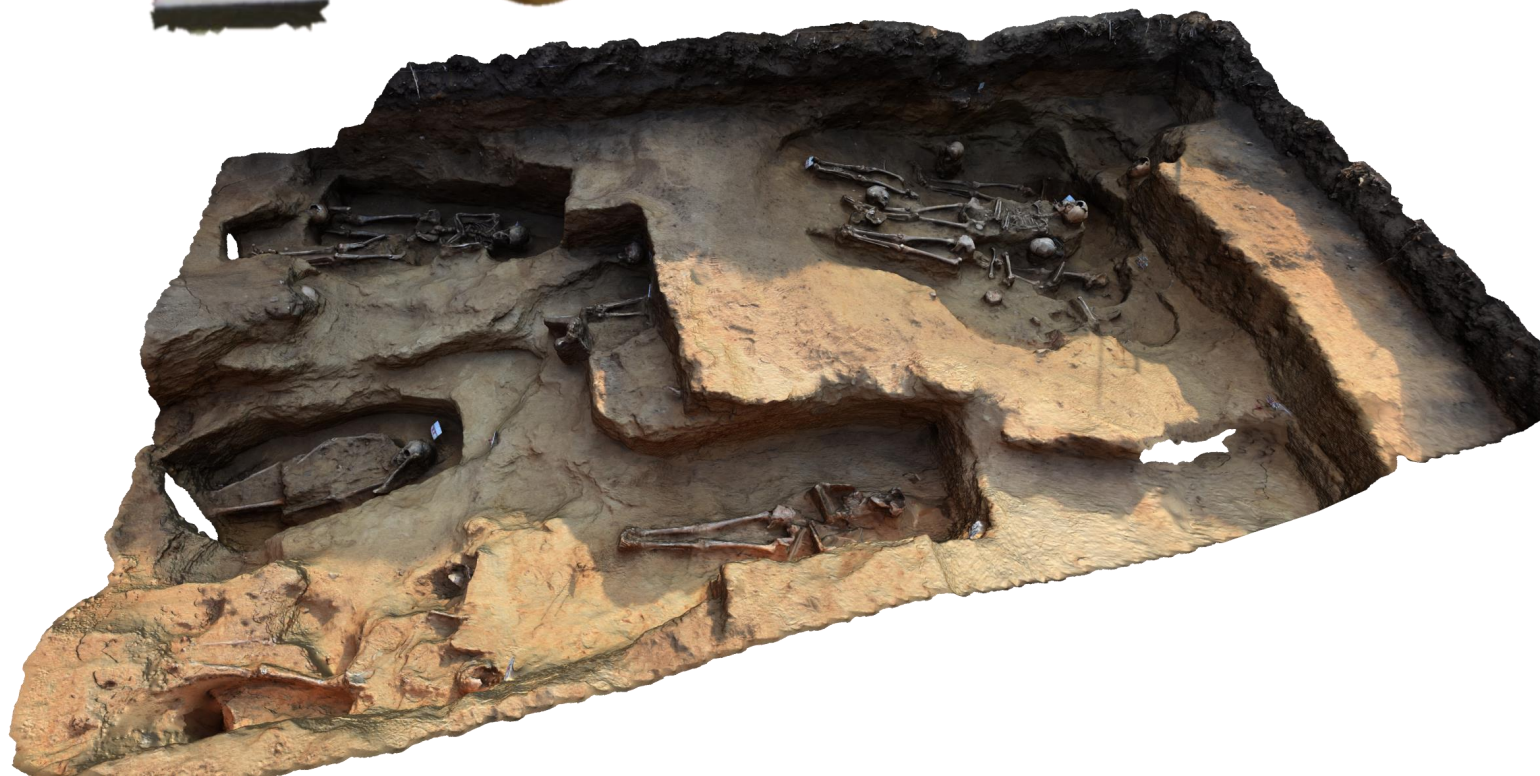


vytvoření
digitálního
modelu



3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

- stačí jen **software** a **fotoaparát** a **počítač**
- co lze **dobře nafotit**, to lze **zpravidla také namodelovat**
- **ne průhledné objekty**, **objekty bez textury** a **pohyblivé scény**



3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Forensic Science International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/forsciint



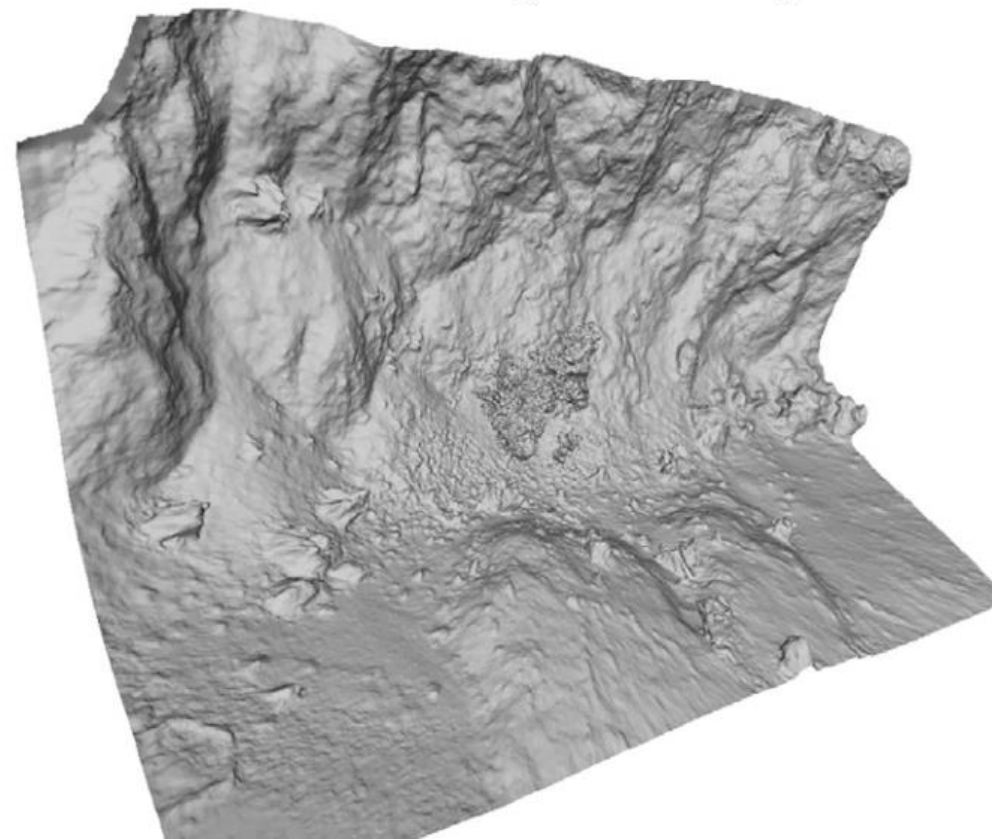
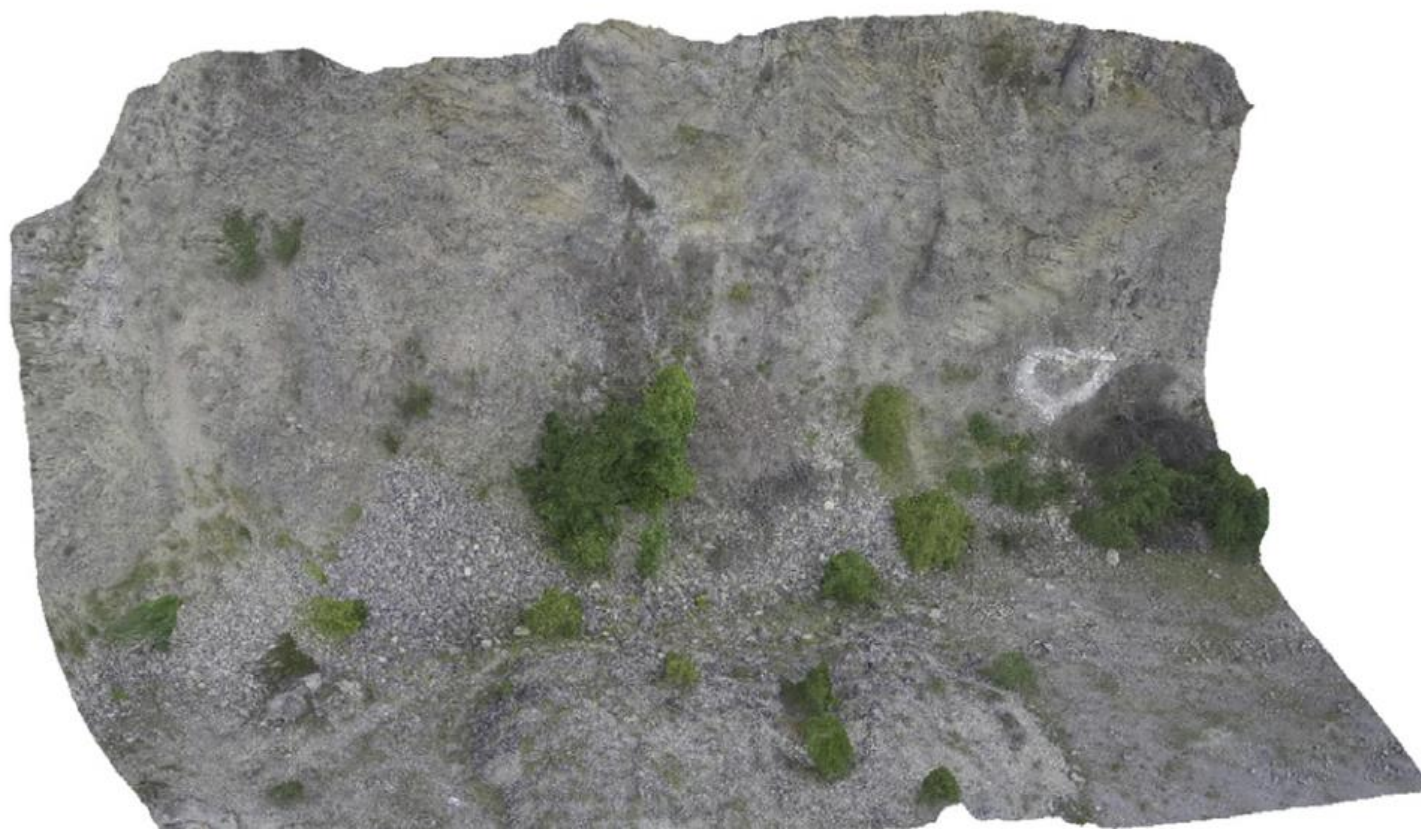
Using drone-mounted cameras for on-site body documentation: 3D mapping and active survey



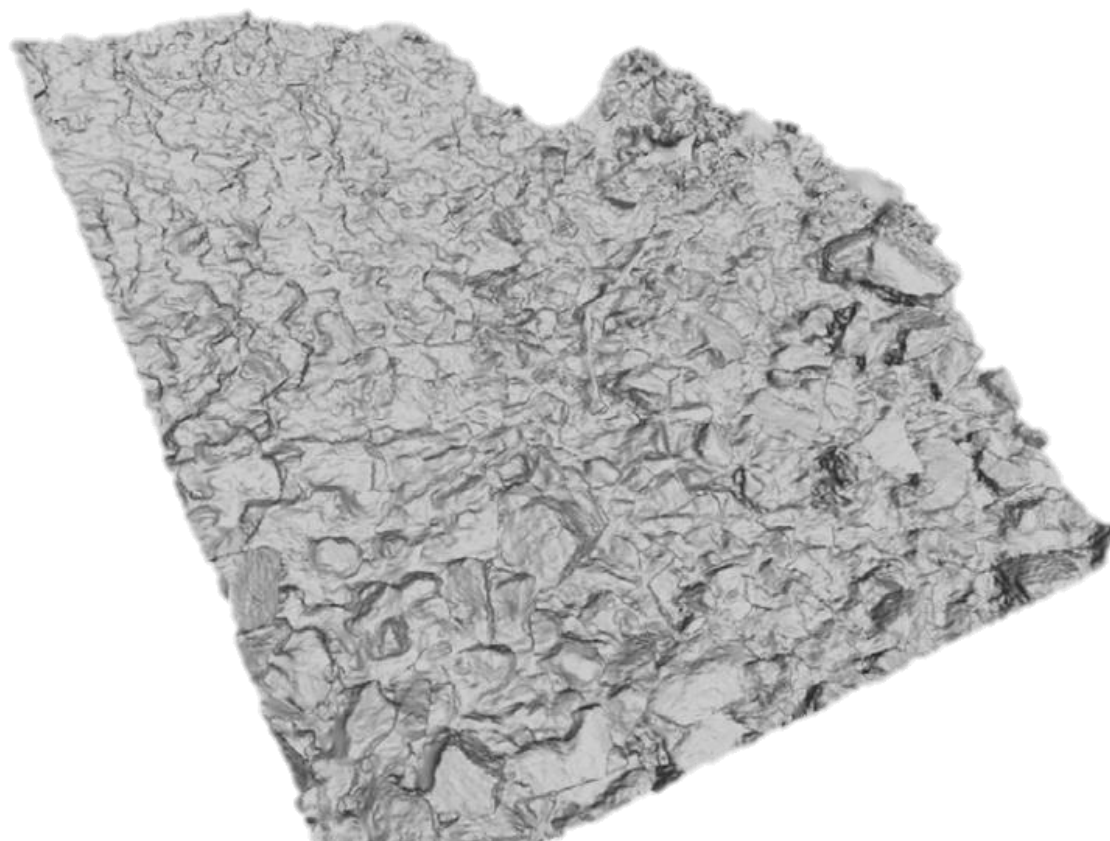
Petra Urbanová^{a,*}, Mikoláš Jurda^a, Tomáš Vojtíšek^b, Jan Krajsa^b

^aLaboratory of Morphology and Forensic Anthropology, Department of Anthropology, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlarska 2, 611 37 Brno, Czech Republic

^bDepartment of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Masaryk University, St. Anne's Faculty Hospital, Tvrđého 2a, 662 99 Brno, Czech Republic

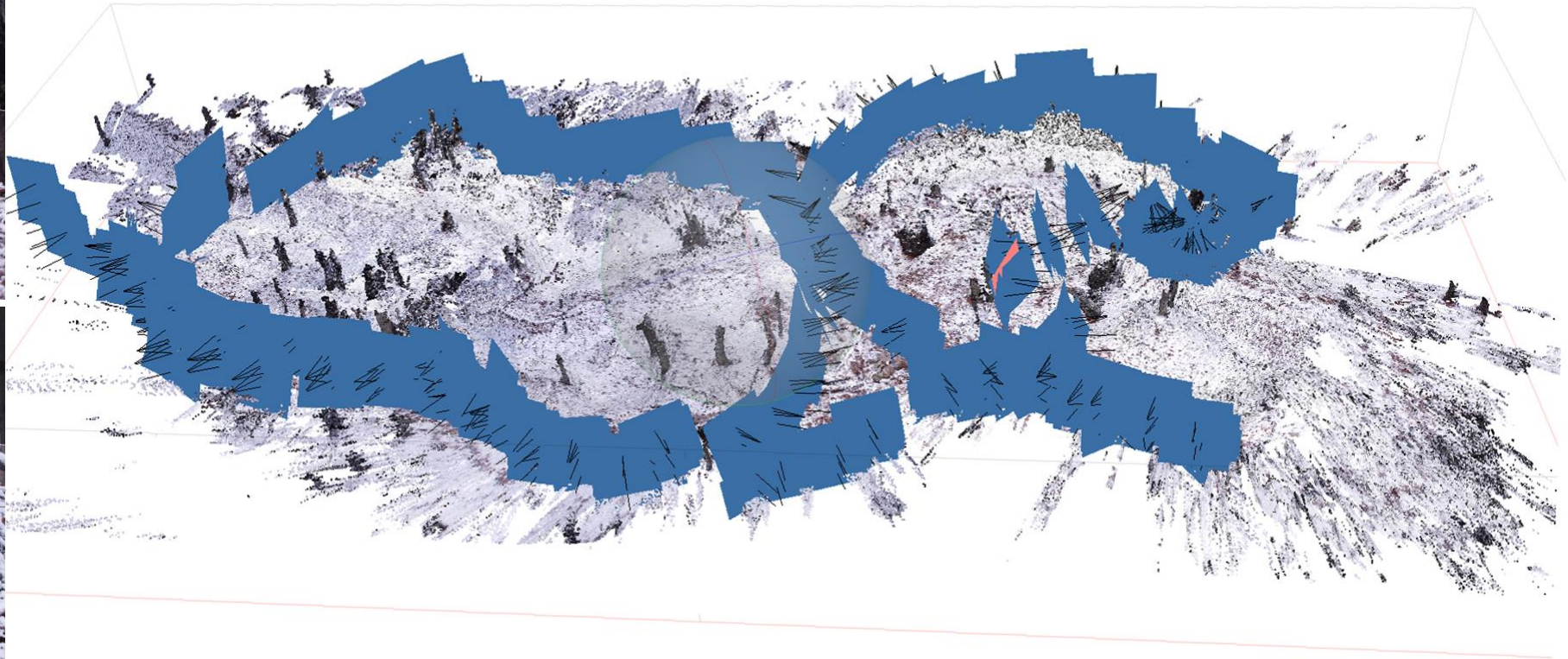


3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová fotogrammetrie



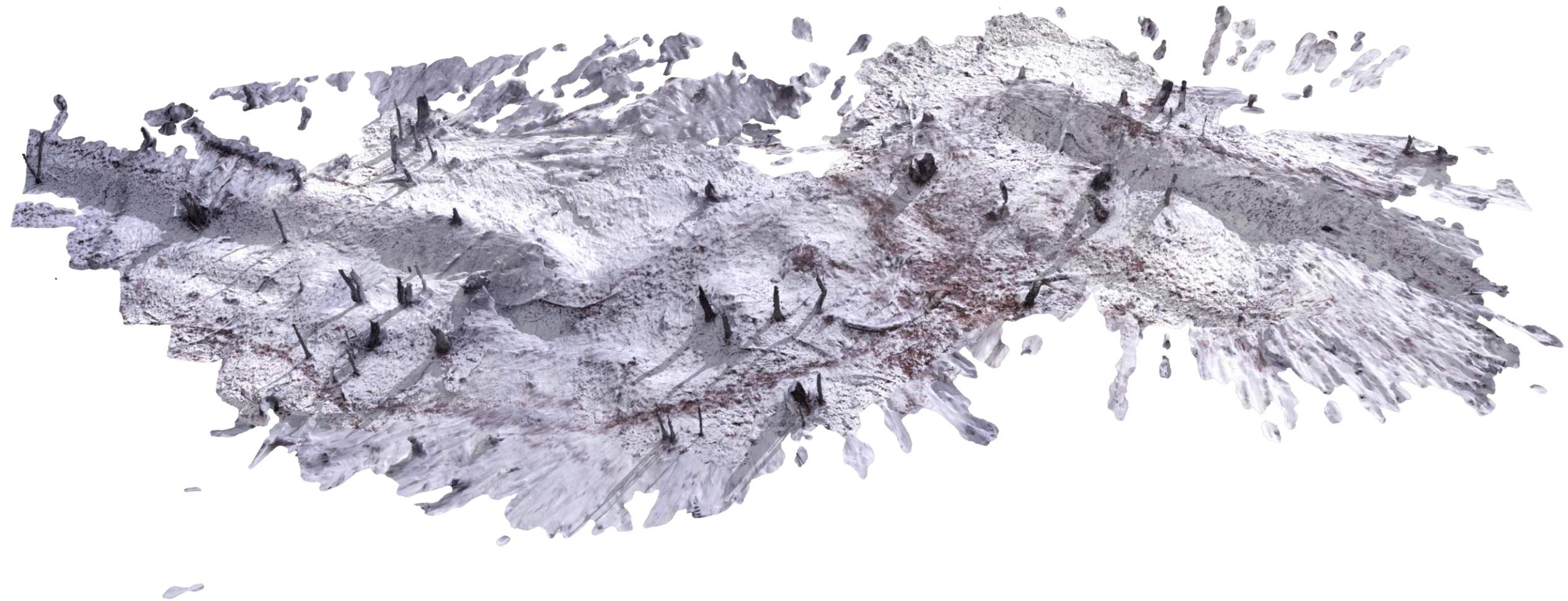
3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová fotogrammetrie

- zákopy



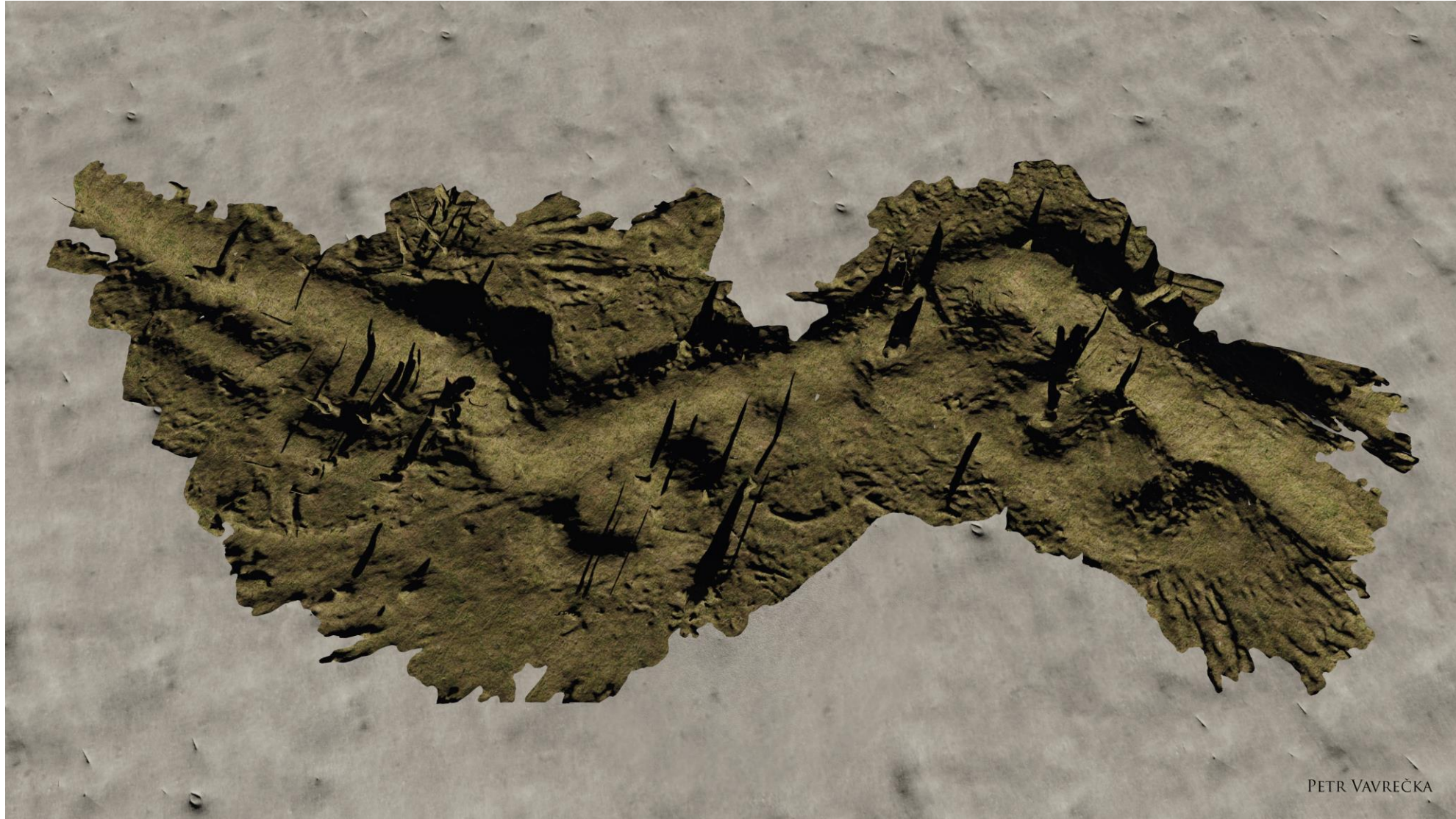
3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

- zákopy



3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

- venkovní scény



3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová

- Přibice 2018 – perspektivní zobrazení



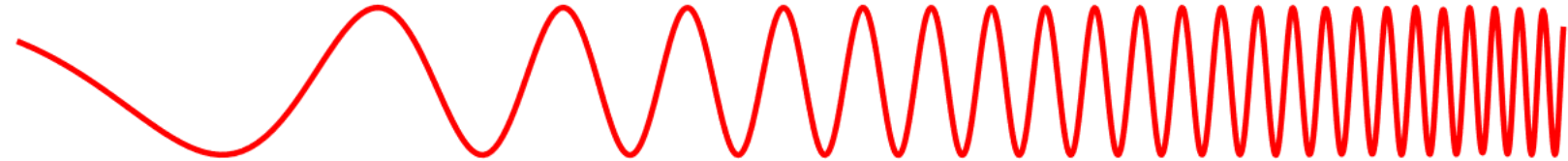
3D dokumentace – *structure(shape)-from-motion* jednokamerová fotogrammetrie

- Přibice 2018 – orthomapa



Dokumentace mimo viditelné spektrum

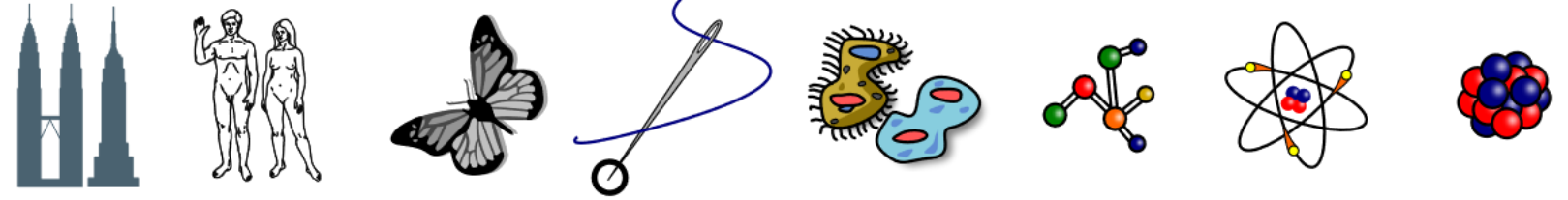
Penetrates Earth's Atmosphere?



Radiation Type
Wavelength (m)

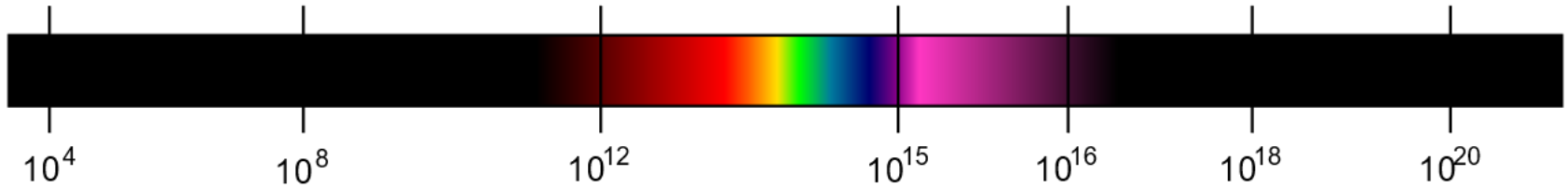
Radiation Type	Wavelength (m)
Radio	10^3
Microwave	10^{-2}
Infrared	10^{-5}
Visible	0.5×10^{-6}
Ultraviolet	10^{-8}
X-ray	10^{-10}
Gamma ray	10^{-12}

Approximate Scale of Wavelength

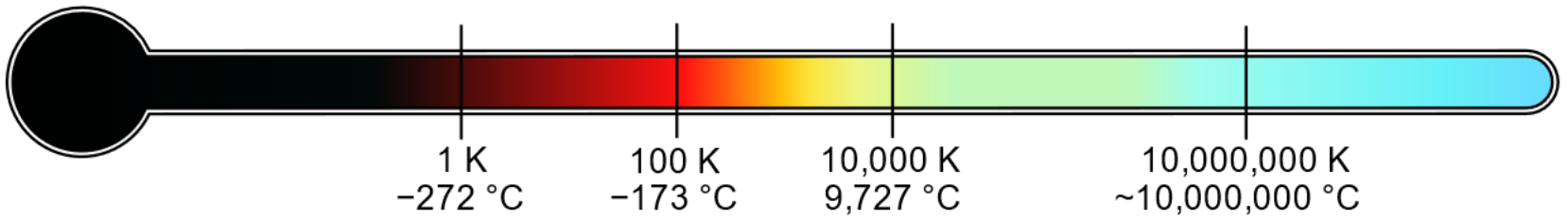


Buildings Humans Butterflies Needle Point Protozoans Molecules Atoms Atomic Nuclei

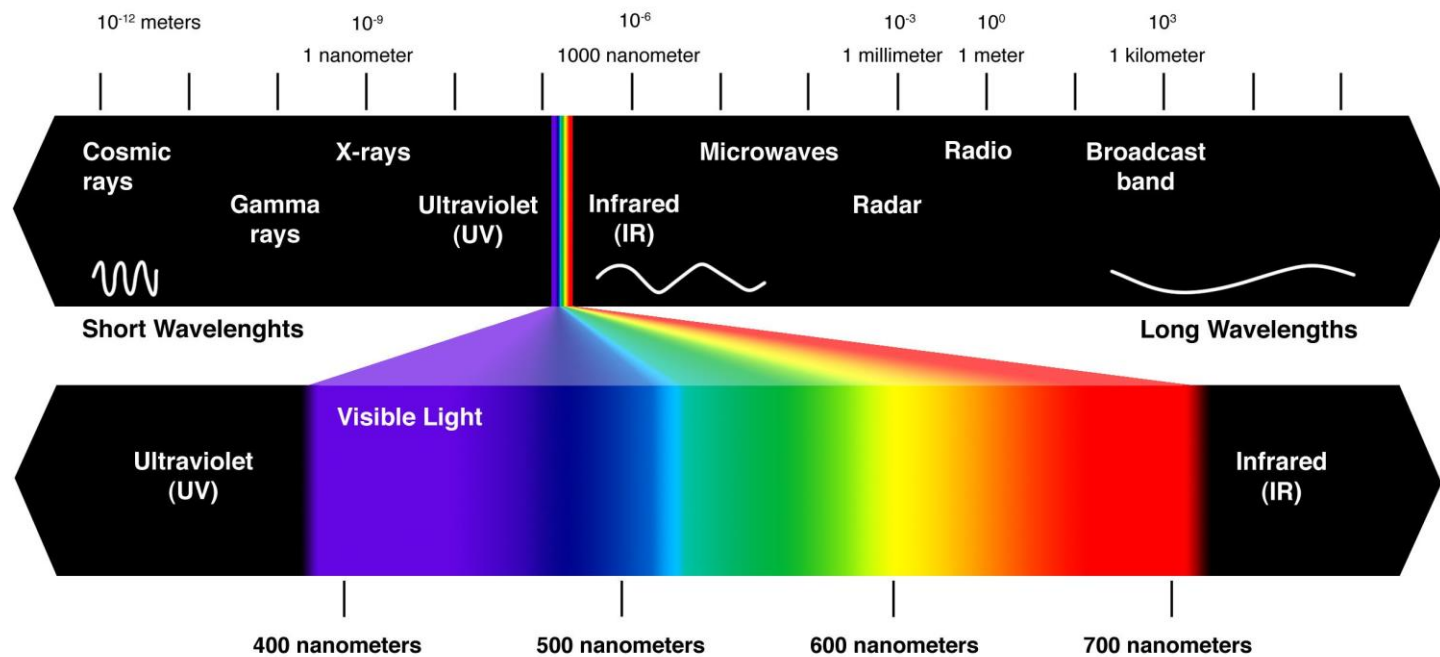
Frequency (Hz)



Temperature of objects at which this radiation is the most intense wavelength emitted



Dokumentace mimo viditelné spektrum



citlivost lidského oka

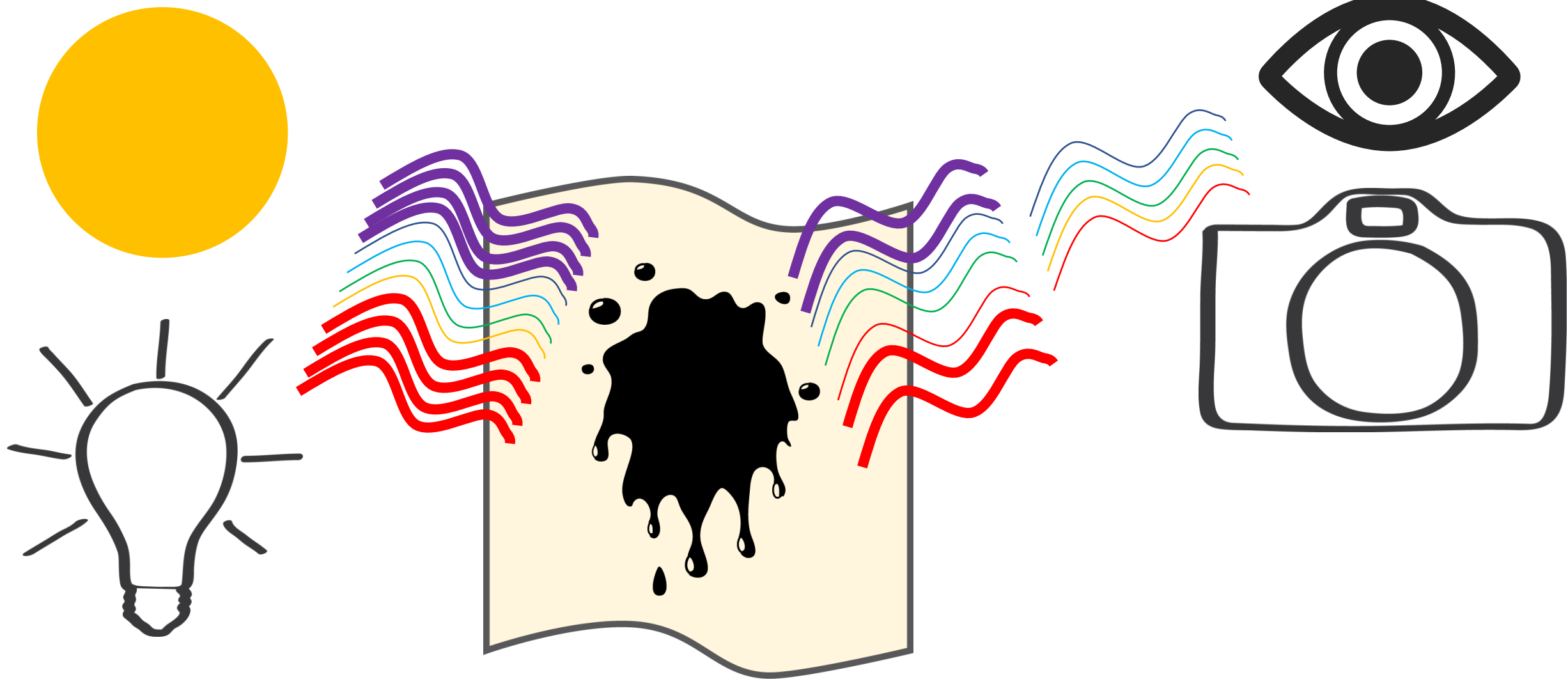


pronikavost světla



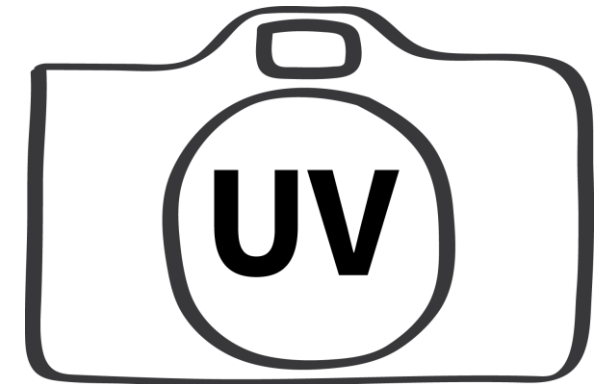
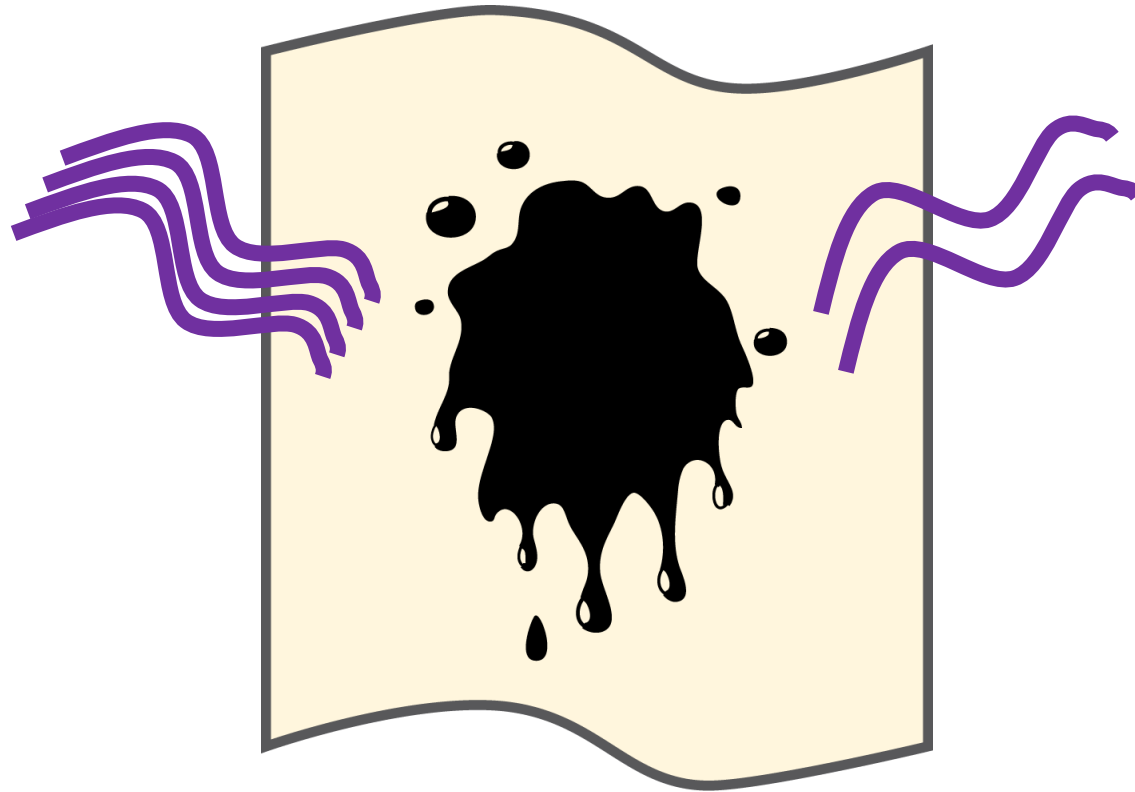
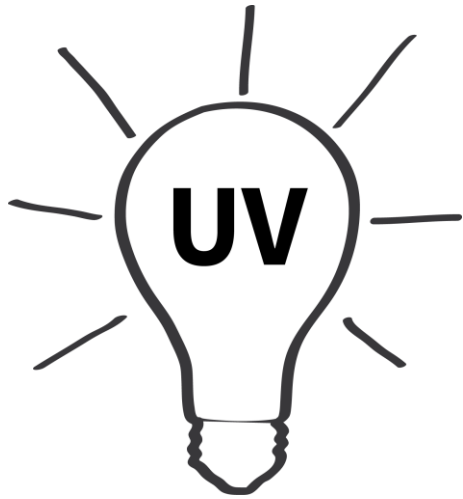
zdravotní riziko

Dokumentace mimo viditelné spektrum – jak?

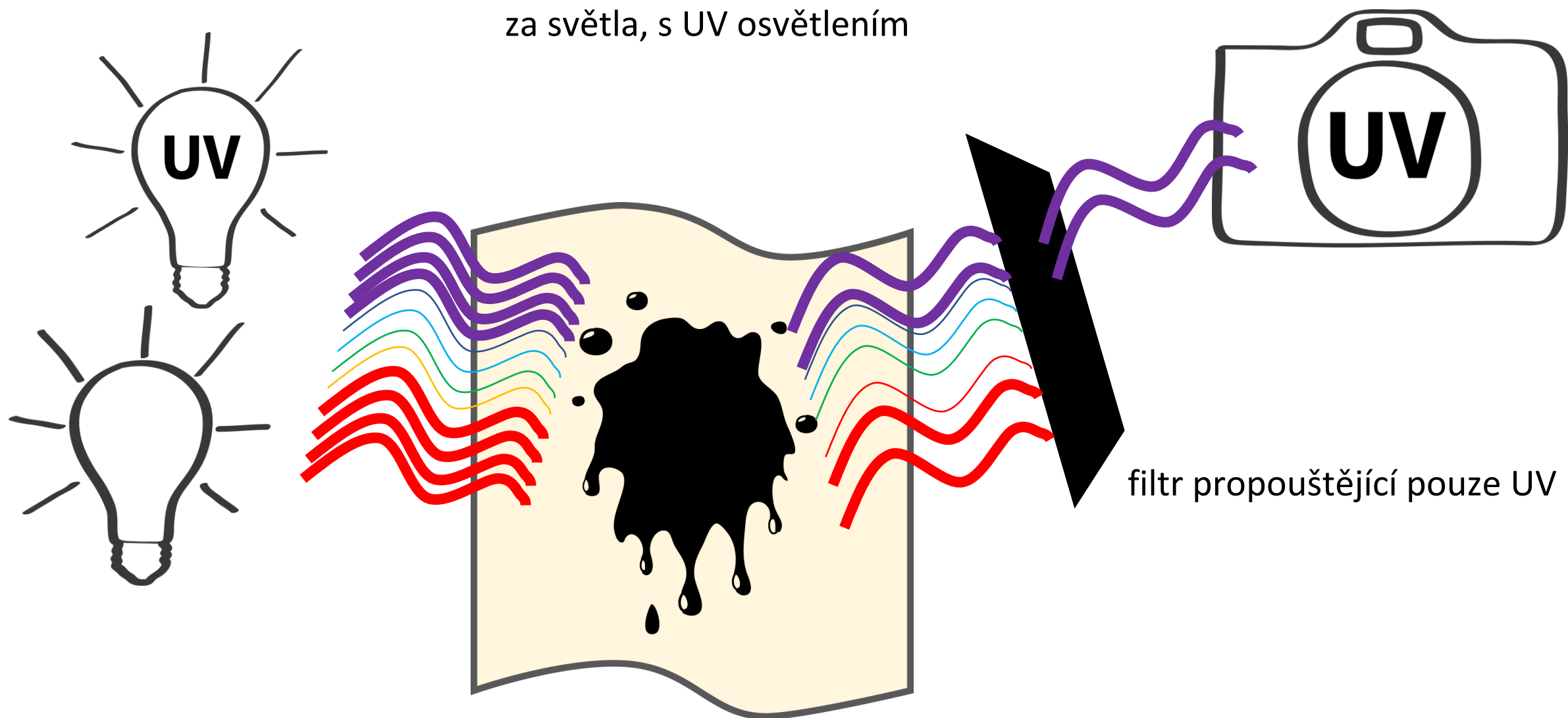


Dokumentace mimo viditelné spektrum – jak?

za tmy, pouze s UV osvětlením

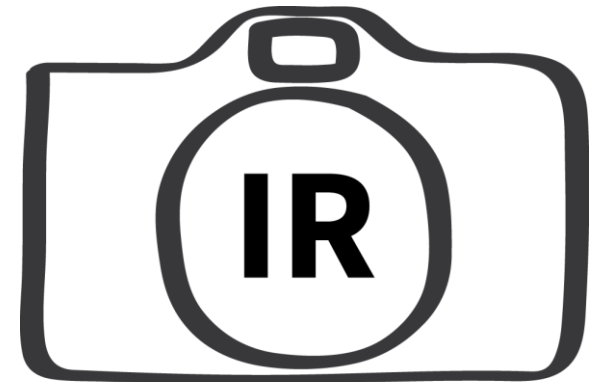
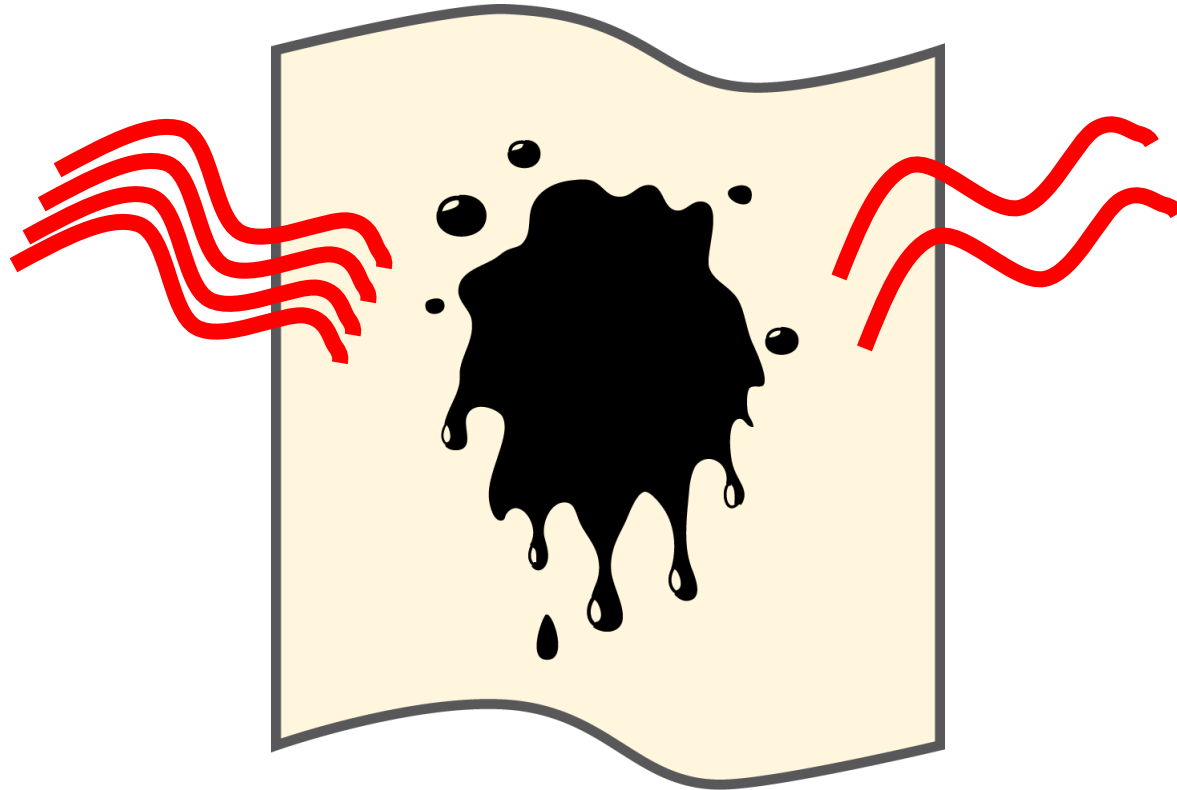


Dokumentace mimo viditelné spektrum – jak?

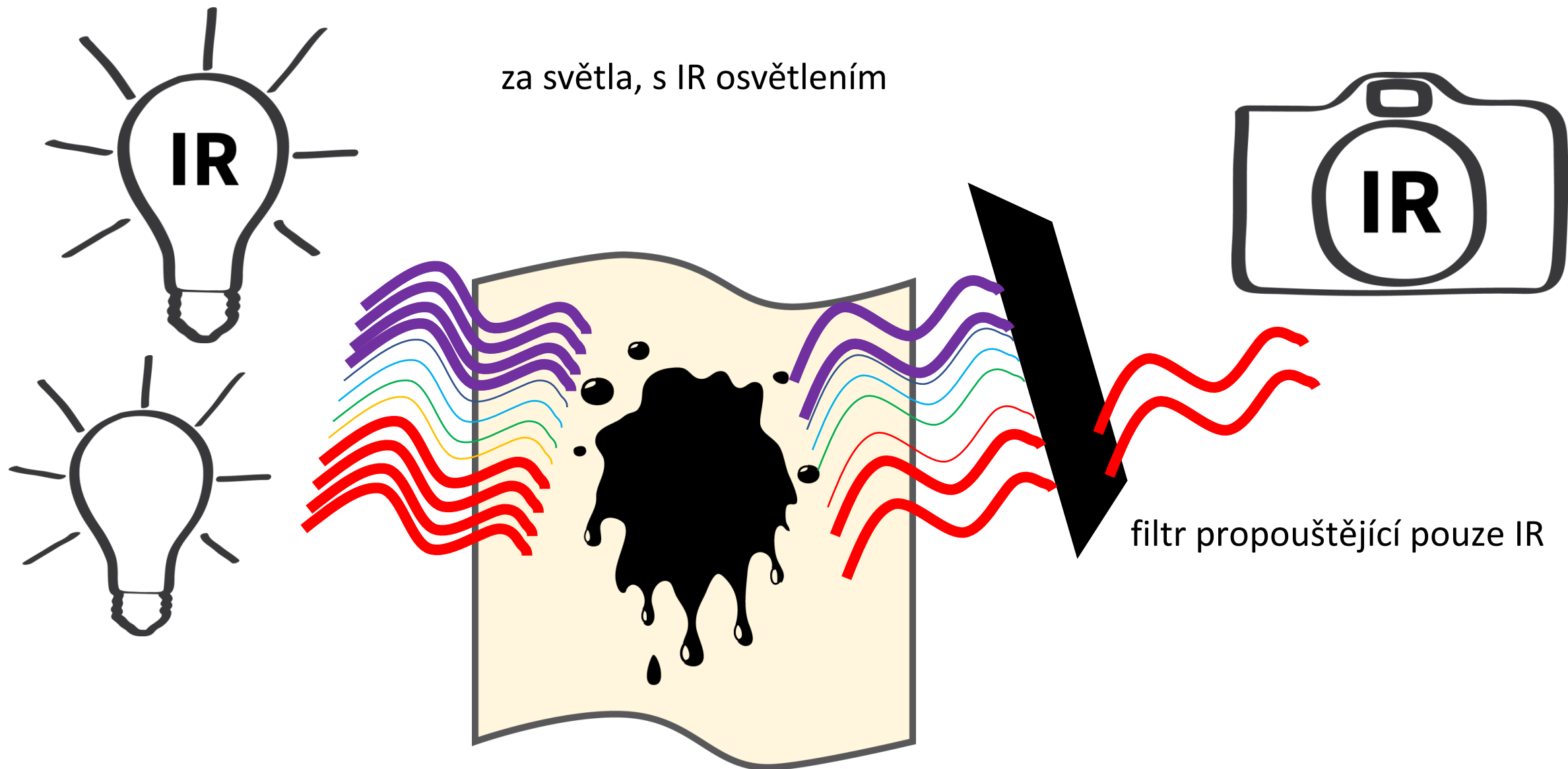


Dokumentace mimo viditelné spektrum – jak?

pouze se zdrojem IR



Dokumentace mimo viditelné spektrum – jak?



Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

světla o různých vlnových délkách se liší ve své schopnosti pronikat některými materiály

kontrast mezi materiály je v UV a IR jiný než ve viditelném spektru

Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **reliéfu kůže** anebo **podkožních cév**

IR

UV



Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **reliéfu kůže** anebo **podkožních cév**

IR



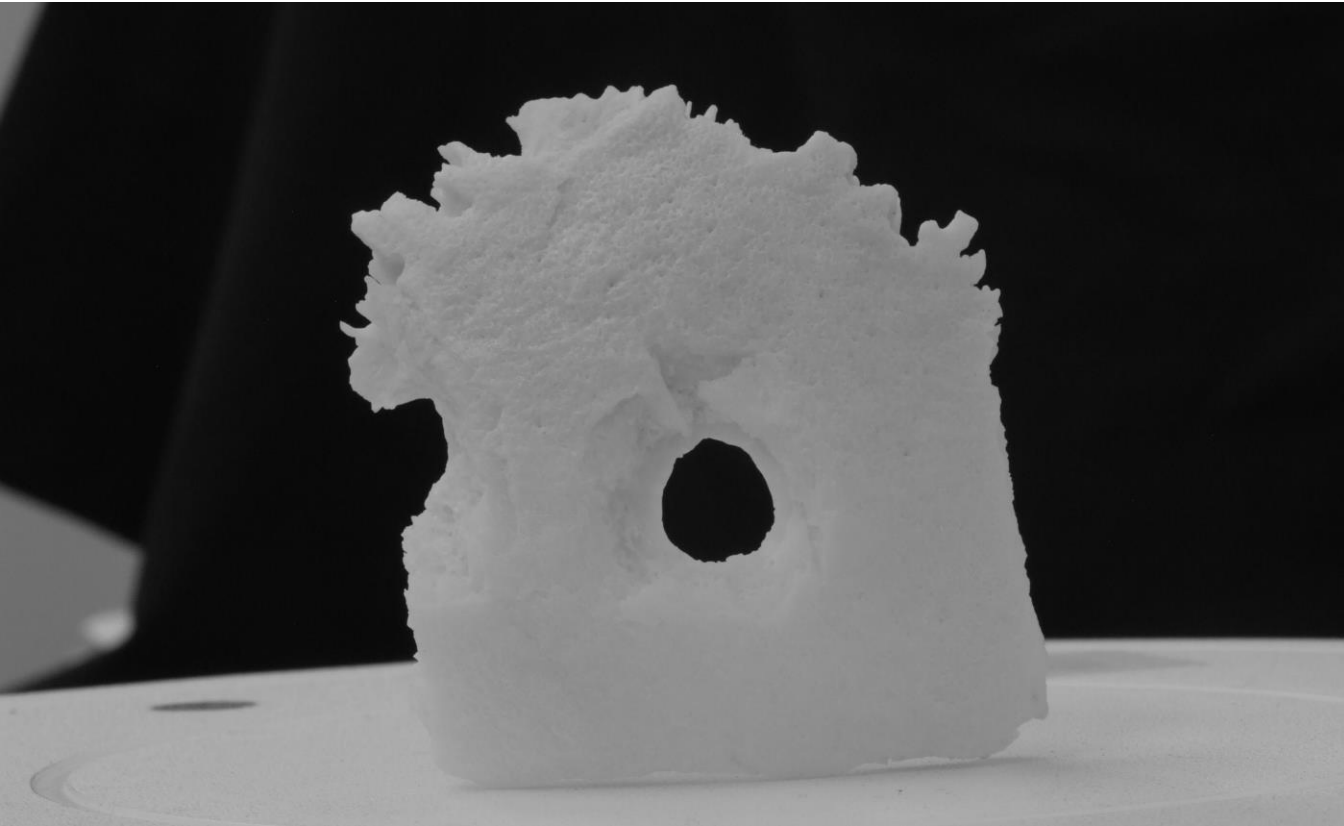
UV



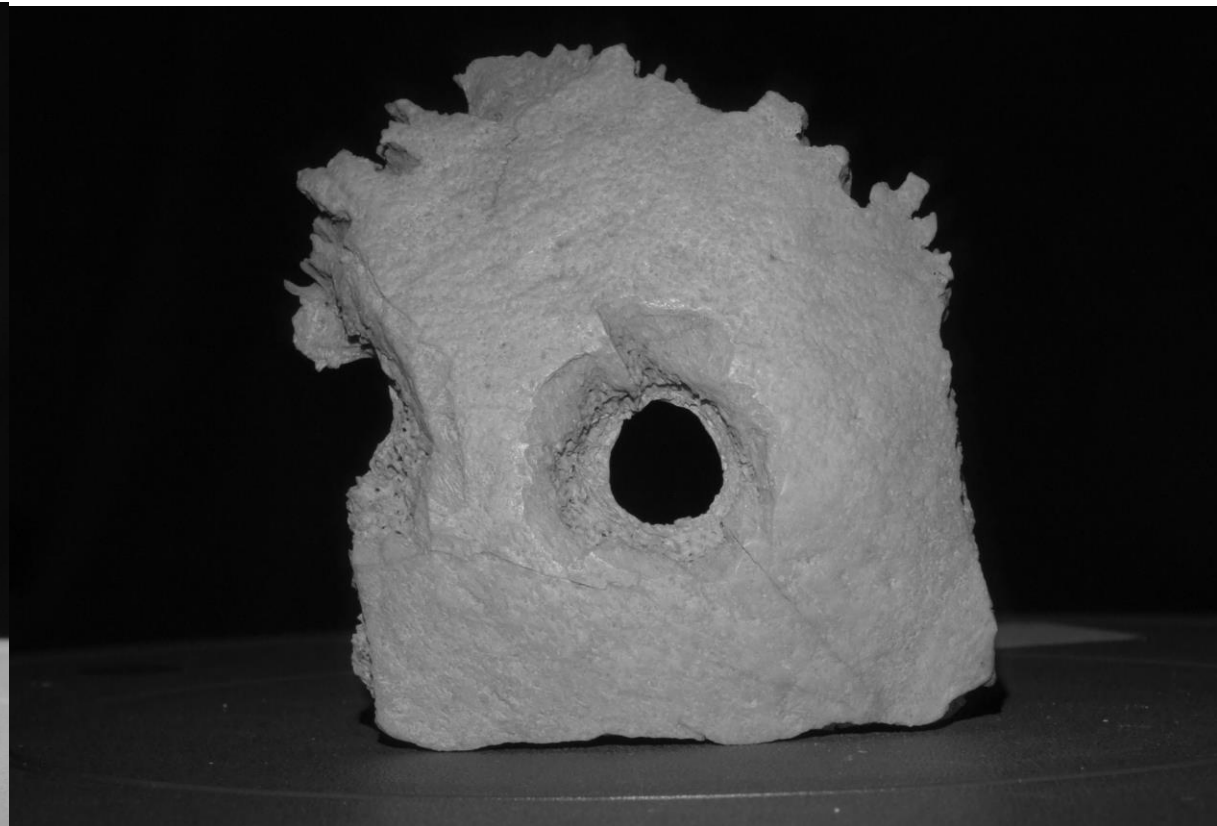
Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **povrchu kostí**

IR



UV



Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **zubních náhrad**

IR

UV



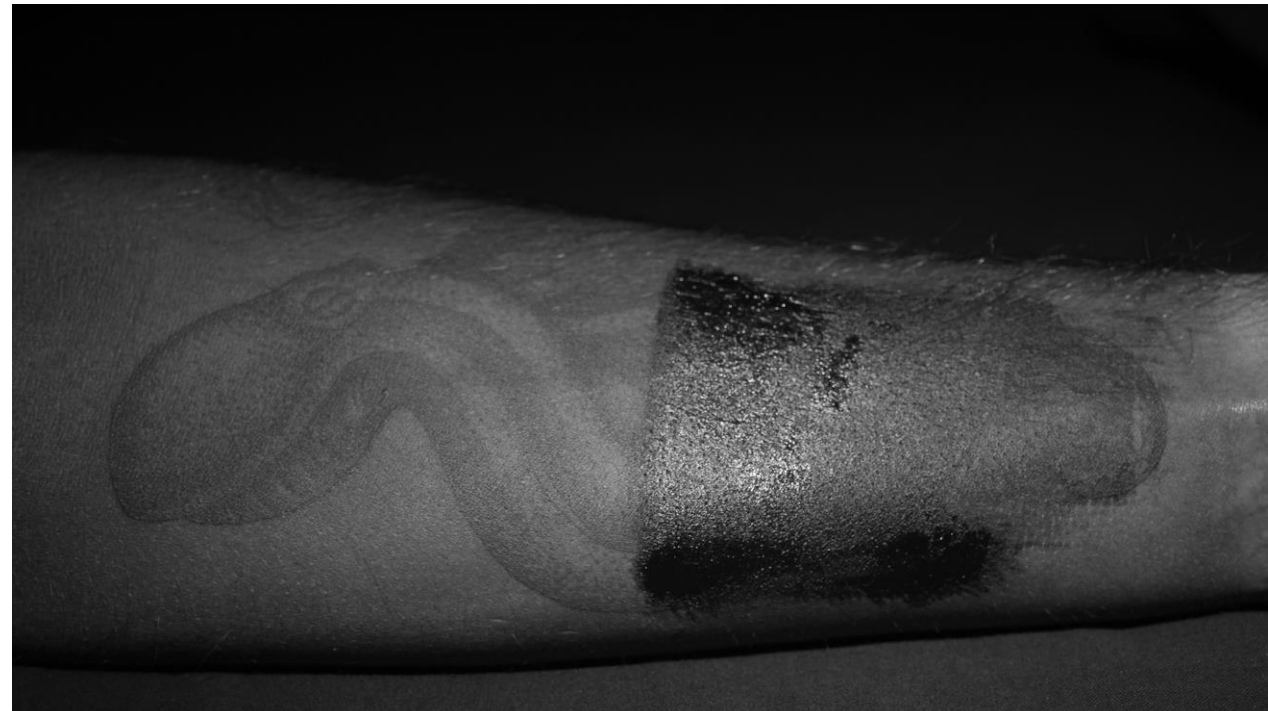
Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **tetování**

IR



UV



Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

IR

- dokumentace **tetování**



(Rost et al. 2017)

Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- dokumentace **prachová tatováže**

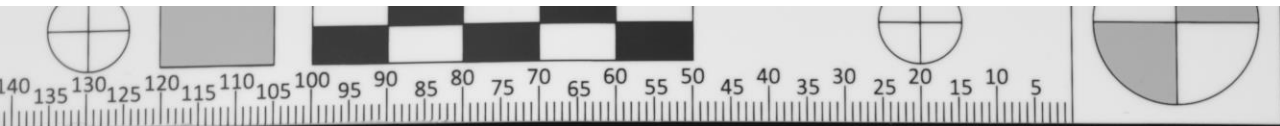


Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- materiálů pohlcujících IR na tmavých látkách - **krev**

viditelné světlo

IR



Dokumentace mimo viditelné spektrum – proč vůbec?

- materiálů pohlcujících IR na tmavých látkách – **otisky automobilu**

