

Dohledové videosystémy

Doc. Ing. Karel Burda, CSc.



Program

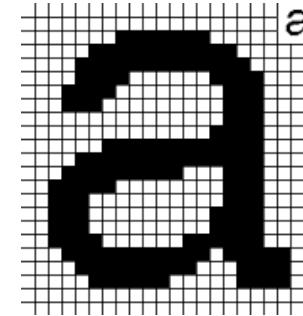
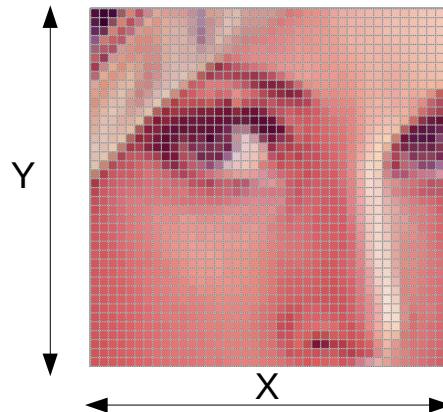
Dohledové videosystémy (DVS)

1. Úvod
2. Architektura DVS
3. Kamery
4. DVS v praxi
5. Termovize a radary
6. Závěr

1. Úvod

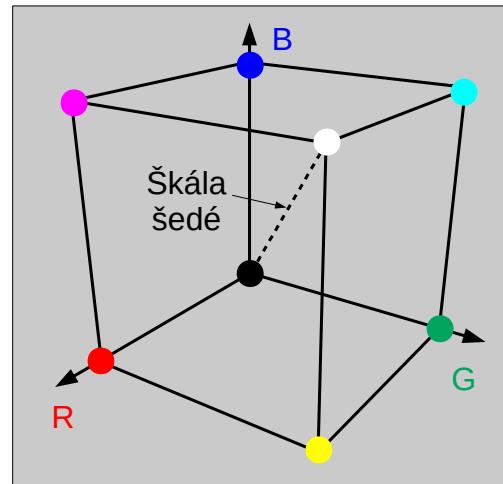
Základní pojmy

- Obraz je reprezentován **maticí** obrazových bodů, tzv. **pixelů**. Každý pixel je dán svou barvou.
- Rozlišení obrazu je dáno součinem $(X \times Y)$, kde **X** je počet **sloupců** obrazové matice a **Y** je počet **řádků** (např. 640×480 u standardu VGA).
- K porovnávání různých obrazových snímačů, nebo zobrazovačů se používá celkový počet pixelů. Jednotkou je **megapixel** (Mpx). Platí, že $1 \text{ Mpx} = 2^{20} = 1.048.576 \text{ px} \approx 10^6 \text{ px}$.
- K **záznamu** obrazu se používají různé **formáty**. Nejjednodušší je nekomprimovaný **BMP** (BitMaP), ale v DVS se častěji potkáme s komprimovanými obrazy – obvykle **JPEG** („Joint Photographic Experts Group“).
- K přenosu **pohyblivého** obrazu (tzv. **video**) se používají různé standardy. K historicky nejstarším, ale stále používaným, patří analogové televizní standardy **PAL** a **NTSC**. K nejpoužívanějším digitálním standardům patří **MJPEG**, **H.264** a nejnovejší **H.265**.



Číselná prezentace barev

- Obraz ze snímače kamery (viz dále) je prezentován pomocí **RGB** modelu. V tomto modelu je barva každého pixelu dána hodnotami intenzit základních barev, kterými jsou **červená** (Red = R), **zelená** (Green = G) a **modrá** (Blue = B) barva (viz obrázek níže).
- Obvykle se používá barevná hloubka 24 bit na pixel, takže pro každou základní barvu je pak k dispozici 24 bit / 3 barvy = **8 bitů na barvu**. Intenzity základních barev jsou pak v rozsahu 0 až 255. Hodnoty (R, G, B) vybraných barev jsou ve druhém sloupci tabulky dole.
- Další používanou prezentací obrazu je model **YCbCr**. Složka Y reprezentuje **jas**, Cb reprezentuje tzv. **modrou chrominanci** (rozdíl modré a jasu) a Cr **červenou chrominanci** (rozdíl červené a jasu). Trojici (Y, Cb, Cr) lze pomocí maticového výpočtu odvodit z trojice (R, G, B) a naopak. Hodnoty vybraných barev v modelu YCbCr jsou ve třetím sloupci tabulky.



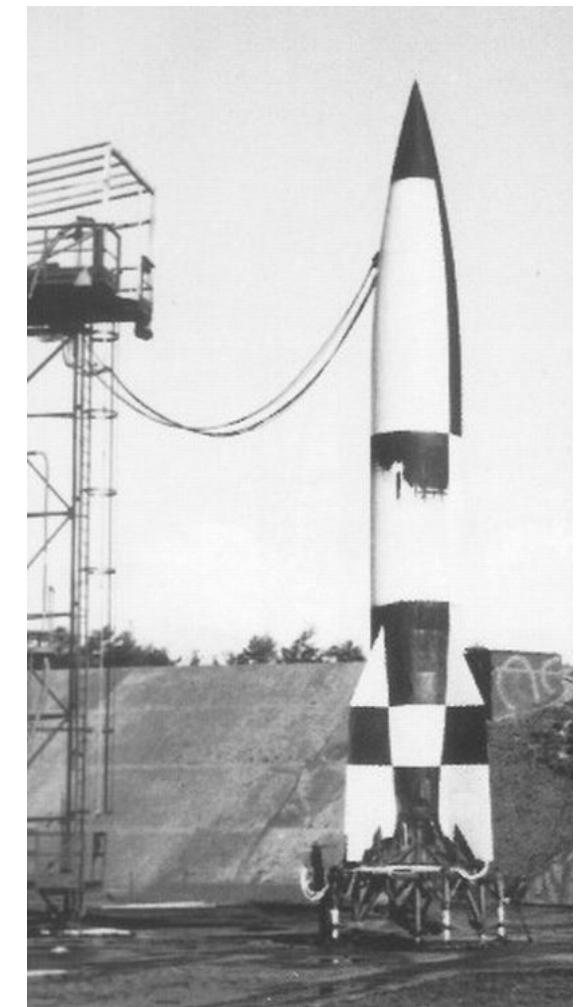
Barva	(R, G, B)	(Y, Cb, Cr)
černá	(0, 0, 0)	(16, 128, 128)
modrá	(0, 0, 255)	(41, 240, 110)
zelená	(0, 255, 0)	(145, 54, 34)
azurová	(0, 255, 255)	(170, 166, 16)
červená	(255, 0, 0)	(82, 90, 240)
purpurová	(255, 0, 255)	(107, 202, 222)
žlutá	(255, 255, 0)	(210, 16, 146)
bílá	(255, 255, 255)	(235, 128, 128)

Dohledový videosystém

- Dohledový videosystém (DVS) je elektronický systém, který oprávněné osobě umožňuje vizuálně a na dálku sledovat dění v kontrolované oblasti.
- Oprávněná osoba (alias pozorovatel) se nachází v místě, které se nazývá dohledové centrum.
- Dění ve vybraných částech kontrolované oblasti (zónách) se pomocí vhodných zařízení (obvykle kamer) snímá a následně převádí na elektrický signál, který je pak přenášen do dohledového centra. Zde jsou signály z jednotlivých zón prezentovány pozorovateli ve formě videa (tj. ve formě dynamického obrazu).
- Typy systémů podle přenášených signálů:
 - analogové: signál z kamer je analogový,
 - digitální: signál z kamer je digitální.

Historie a terminologie

- Za první dohledový systém se považuje kamerový systém z roku **1942**, kterým se na dálku pozorovaly nepříliš spolehlivé starty raket V2 z německého Peenemünde na cíle ve V. Británii.
- Po 2. světové válce dominovaly v dohledových systémech **televizní** technologie a proto se tyto systémy nazývaly CCTV systémy.
- **CCTV systém** („Closed-circuit television“) alias průmyslová televize je tzv. **uzavřený televizní okruh**. Televizní signál z kamery není veřejně šířen rádiovým vysíláním, ale je prostřednictvím kabelového rozvodu přenášen jen k **určeným** pozorovatelům.
- V nedávné době, v souvislosti s vytlačováním televizních technologií technologiemi **počítačového videa**, však bylo označení CCTV sledovací systémy nahrazeno označením **dohledové videosystémy** („Video surveillance systems“).



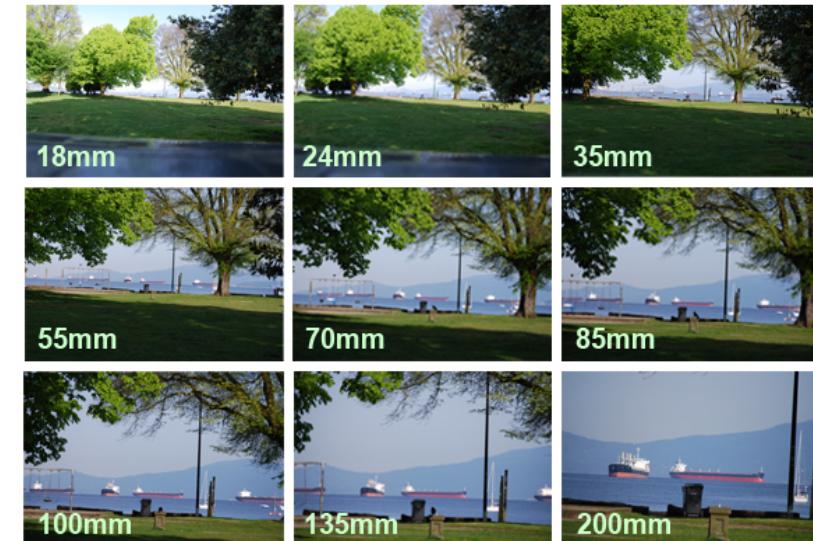
Kamery

- **Kamery** slouží ke snímání obrazu sledovaného prostoru. Obraz je převeden na elektrický signál a přenosovým zařízením odeslán k dalšímu použití.
- V současné době se používají **analogové**, nebo **digitální** kamery.
- **Analogové** kamery předávají obrazový signál v analogové podobě (**PAL, NTSC, HD**) a digitální kamery v digitální komprimované podobě (např. **H.264, MJPEG**).
- Podle prostředí, v němž je kamera umístěna, se rozlišují na **venkovní** (exteriérové) a **vnitřní** (interiérové).
- Podle účelu lze kamery klasifikovat na:
 - **dohledové**: majitel kamery ji používá ke zjevnému sledování dění v daném prostoru,
 - **skryté** (štěnice): majitel kamery ji používá ke skrytému sledování dění v prostoru.



Ovládané kamery

- Podle možností kamery ovládat lze kamery klasifikovat:
 - **statické**: snímají obraz v předem daném směru bez možnosti jeho přiblížování („zoom“),
 - **ovládané**: umožňují měnit záběr podle aktuální potřeby.
- Ovládané kamery mohou být:
 - **směrově dynamické**: obraz lze nejen vzdalovat, resp. přiblížovat, ale současně lze kameru natáčet (pohyb v horizontální rovině) i naklánět (pohyb ve vertikální rovině). Tento typ kamer se označuje jako PTZ kamery („Pan, Tilt, Zoom“) – viz obr. vlevo.
 - **směrově statické**: obraz lze vzdalovat, resp. přiblížovat, avšak jen v pevně daném směru (viz obr. vpravo, kde čísla v obrázcích vyjadřují ohniskovou vzdálenost f objektivu kamery).
- Vidíme, že **větší** ohnisková vzdálenost f znamená **větší detaily**, ale užší výhled. A naopak.



Videorekordér

- Jádrem každého DVS je **zařízení**, která se sice poněkud nepřesně, ale téměř výhradně nazývá **videorekordér**.
- Videorekordéry jsou vybaveny rozhraními pro připojení **ostatních** zařízení systému. Umožňují připojit **kamery**, **ovládací** zařízení a lokální i vzdálené **monitory**.
- Signály z kamer videorekordér zasílá do monitorů k jejich **zobrazení** a ukládá je také do úložiště. Uložená data umožňuje také přehrávat.
- Videorekordéry se klasifikují na:
 - **digitální videorekordéry (DVR)**: kamery jsou k videorekordéru připojeny **koaxiálními** kabely (viz horní obrázek),
 - **síťové videorekordéry (NVR)**: kamery jsou k videorekordéru připojeny přes počítačovou síť (viz dolní obrázek).



Koaxiální kabel



Počítačová síť



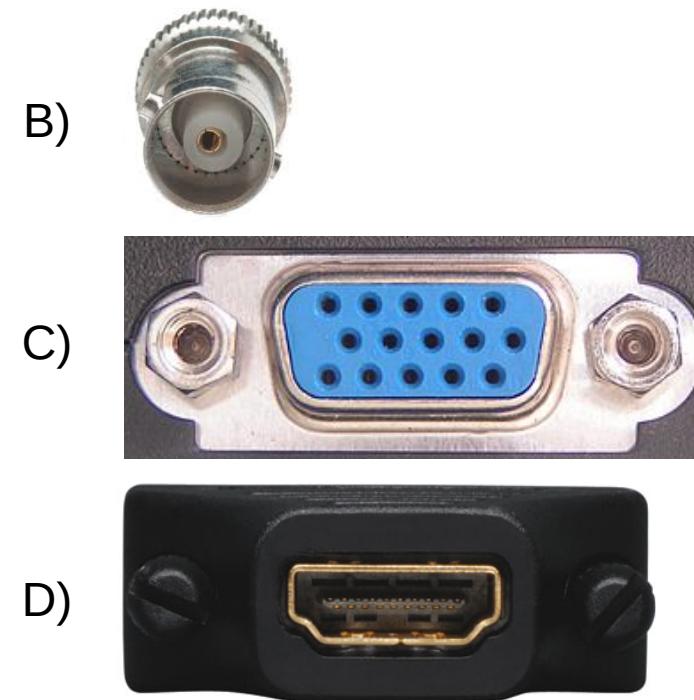
Ovládací zařízení

- Ovládané kamery mohou být řízeny pomocí **ovládacího zařízení**.
- Ovládací zařízení umožňuje zvolenou ovládanou kameru **natáčet**, či **naklápět** a zobrazovanou scénu **přiblížovat**, resp. **vzdalovat**.
- Z ovládacího zařízení lze často provádět i některé funkce videorekordéru (např. přehrávání uloženého záznamu).
- V **digitálních** systémech se komunikace s kamerami uskutečňuje pomocí protokolu IP („Internet Protocol“).
- V **analogových** systémech je komunikace buď po samostatné sběrnici (u PAL, či NTSC obvykle RS-485), nebo po koaxiálním kabelu vedoucí k dané kameře (HD kamery).



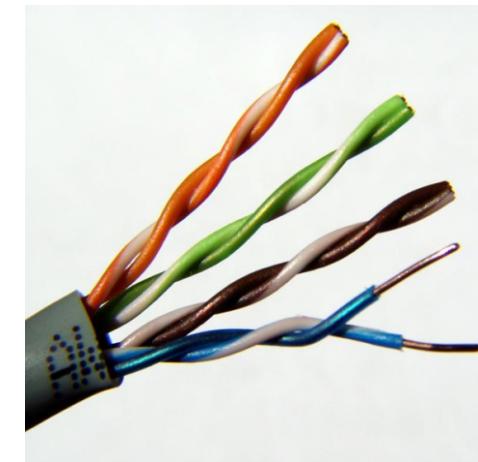
Monitory

- Monitory slouží k zobrazení signálů z kamer.
- V současné době se používají téměř výhradně monitory typu **LCD** s LED podsvícením (obr. A). Monitory mívají různě velkou uhlopříčku z historických důvodů zpravidla s poměrem **4:3**. Soudobým trendem je však přechod na poměr **16:9**.
- Používaná rozhraní jsou klasické **BNC** („Bayonet Neill–Concelman“, obr. B) pro koaxiální kabely nebo digitální **VGA** („Video Graphics Array“, obr. C), či **HDMI** („High-Definition Multimedia Interface“, obr. D).



Přenos signálů

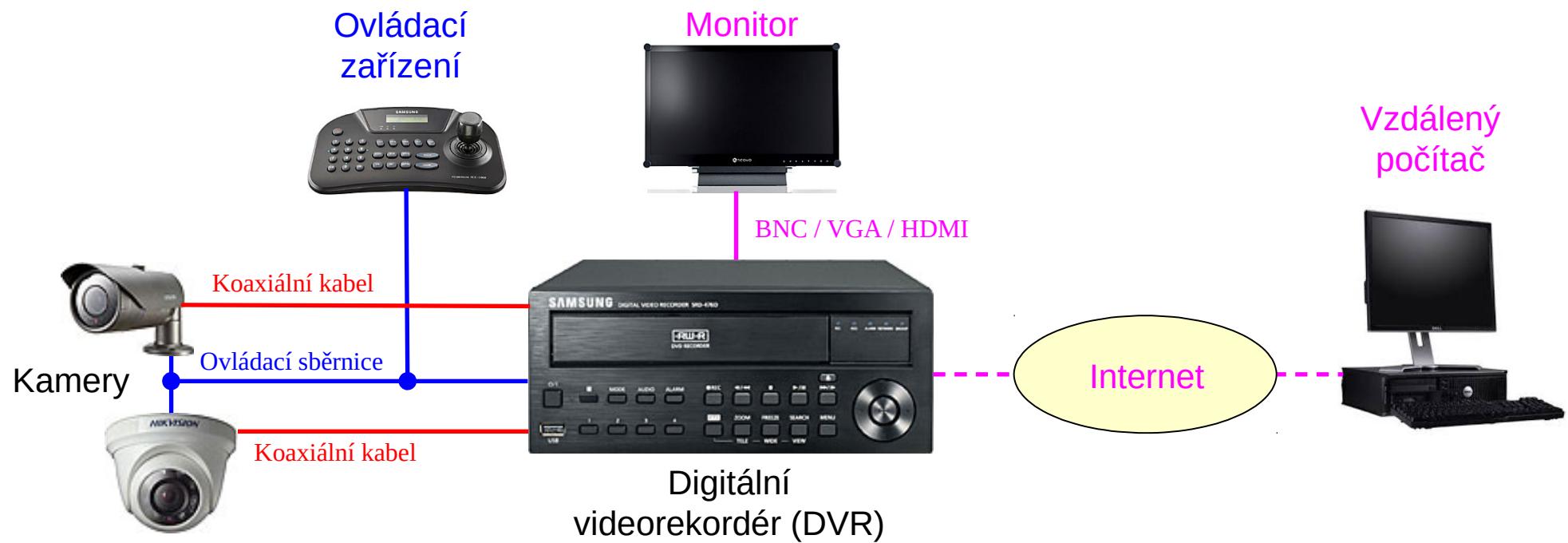
- Pro přenos signálu se v DVS zpravidla používají **kabelové rozvody**. Lze se rovněž setkat s **rádiovými** přenosy, ale ty se doposud významněji neprosadily.
- V případě kabelového rozvodu se pro přenos analogového signálu používají **koaxiální** kably opatřené **BNC** konektory (obr. vlevo).
- Pro přenos digitálního signálu **UTP** kably („Unshielded twisted pair“) zakončené konektorem **RJ-45** (obr. vpravo).
- Ústup analogových přenosů zastavila HD technologie. Perspektivně však zřejmě zvítězí digitální přenosy s využitím protokolů rodiny **TCP/IP**. Výhodou tohoto řešení je univerzálnost a možnost integrace DVS do informačního systému organizace.



2. Architektura DVS

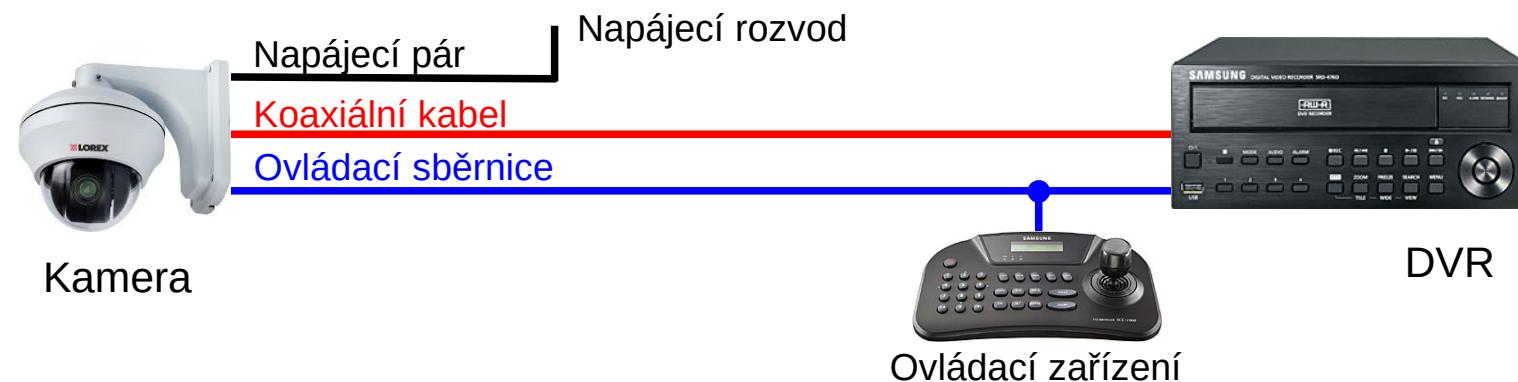
Schéma hybridního DVS

- Kamery vysílají **analogový** obrazový signál, který se přenáší po **koaxiálním kabelu**.
- Jádrem systému je digitální videorekordér („Digital Video Recorder“ - DVR), který disponuje rozhraními ke všem prvkům systému. Analogové signály z kamer **digitalizuje** a **ukládá** na pevný disk.
- Dále generuje obrazový signál pro **monitor ostrahy** a volitelně i pro **vzdálený počítač**.
- Často také **zprostředkovává** ovládání kamer pomocí ovládacího zařízení.



Kamery s analogovým výstupem

- Kamery s analogovým výstupem využívají k přenosu barevného obrazu **koaxiální** kabel.
- Kromě koaxiálního kabelu je zapotřebí ke kameře přivést pár vodičů pro její **napájení** (viz obrázek). Pokud je zapotřebí kamery i ovládat, tak je nutno k ní ještě dovést kroucený pár pro ovládací **sběrnici RS-485**.
- Historicky nejstarší analogové systémy jsou typu **SD** („Standard Definition“). Modernější systémy jsou typu **HD** („High Definition“).
- K nejznámějším systémům typu **SD** patří standardy PAL a NTSC. Standard **PAL** („Phase Alternating Line“) poskytuje obraz obvykle v rozlišení 768×576 pixelů se snímkovou rychlosí 25 snímek/s. Standard **NTSC** („National Television System Committee“) poskytuje obraz typicky ve formátu 640×480 pixelů se snímkovou rychlosí 30 snímek/s.
- V současné době jsou standardy PAL i NTSC v DVS prakticky jen na dožití. Byly **vytlačeny** analogovými standardy typu **HD**.



Analogové HD kamery

- Kamery typu **HD** („High Definition“, nejčastěji typ **HDTVI**), se vyznačují **megapixelovými** obrazovými snímači - obvykle typu CMOS („Complementary Metal–Oxide–Semiconductor“).
- Signály (obr. vlevo) jsou i v tomto případě přenášeny **analogovou modulací** po **koaxiálním** kabelu. **Obrazový** signál má rozlišení **1920×1080 px**, nebo **1280×720 px** (v obou případech poměr 16:9) s rychlosťí 25 snímků/s.
- Kromě obrazového signálu se pomocí kmitočtového multiplexu může přenášet i **zvukový** signál (obr. vpravo). S těmito signály lze **multiplexovat** i signály obousměrného **přenosu dat**. Přenos dat umožňuje dálkové ovládání kamery i zpětnou signalizaci od kamery.
- Délka koaxiálního kabelu může být až **500 metrů**.
- Kvalitou obrazu jsou HD kamery srovnatelné s digitálními IP kamerami. Jejich předností je nižší **cena** a nízká **latence** (zpoždění). Vyšší latenci IP kamer způsobuje komprese obrazu - jejich obraz je tak oproti realitě zpožděn o zlomky sekund. To je nepříjemné při ručním ovládání kamery.

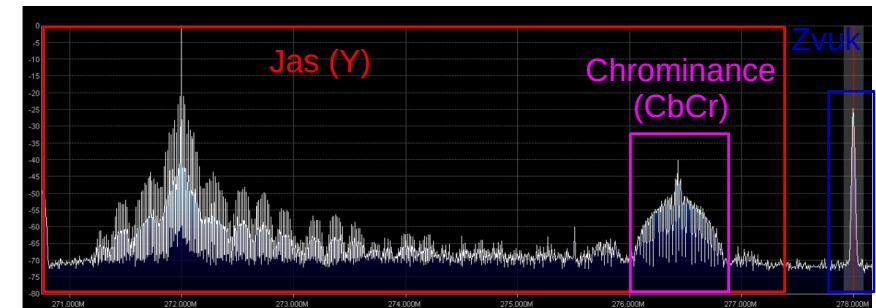
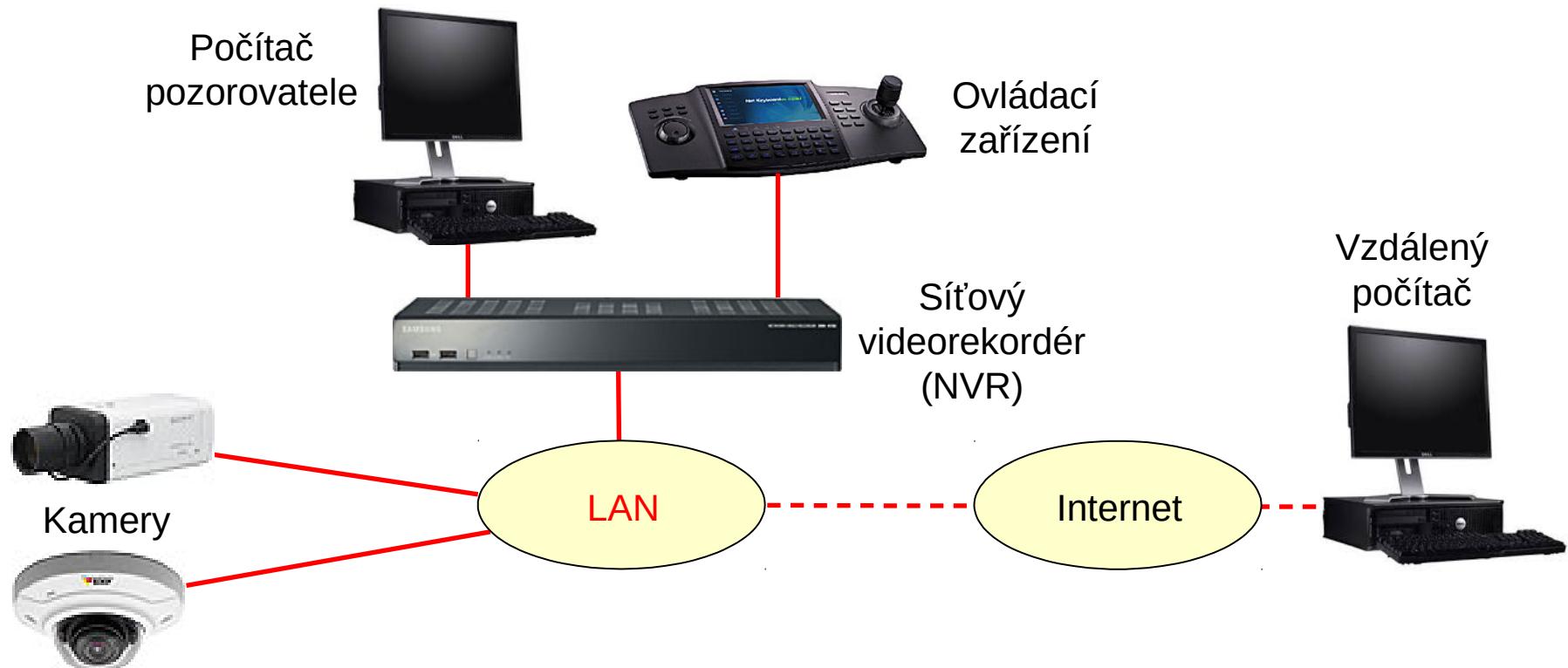


Schéma digitálního DVS

- Kamery odesílají obraz pomocí přenosového protokolu **IP** („Internet Protocol“) do **síťového** videorekordéru („Network Video Recorder“ - **NVR**) a případně i jiným zařízením (např. vzdálenému počítači).
- Videorekordér **ukládá** záznamy kamer na pevný disk a umožňuje **řízení** kamer. Ovládací příkazy a případně i jiná data (např. zvuk) se předávají opět protokolem IP.



Digitální DVS

- Zařízení pro připojení kamer (NVR, nebo síťové přepínače) jsou vybavena ethernetovými porty obvykle **100BASE-TX** (100 Mb/s). Tyto porty jsou zpravidla typu **PoE** („Power over Ethernet“) a kromě **přenosu dat** zajišťují i **napájení** kamer (obr. A).
- Přenos obrazu, resp. zvuku se nejčastěji uskutečňuje pomocí dvojice aplikačních protokolů RTSP a RTP (obr. B). V souvislosti se standardizací v této oblasti je stále významnější iniciativa Open Network Video Interface Forum“ (**ONVIF**), která usiluje o standardizaci IP zabezpečovacích systémů.
- Protokol **RTSP** („Real Time Streaming Protocol“) pracuje nad transportním protokolem TCP na portu 554. Zajišťuje řízení relace jako například navázání, či ukončení spojení, nebo spuštění, či pozastavení přehrávání.
- Protokol **RTP** („Real Time Transport Protocol“) pracuje obvykle nad transportním protokolem UDP. Zajišťuje samotný přenos obrazových, resp. zvukových dat.



A)

- 100BASE-TX
- **Data**
 - obrazová,
 - řídící + zvuk,
 - **Napájení (PoE).**



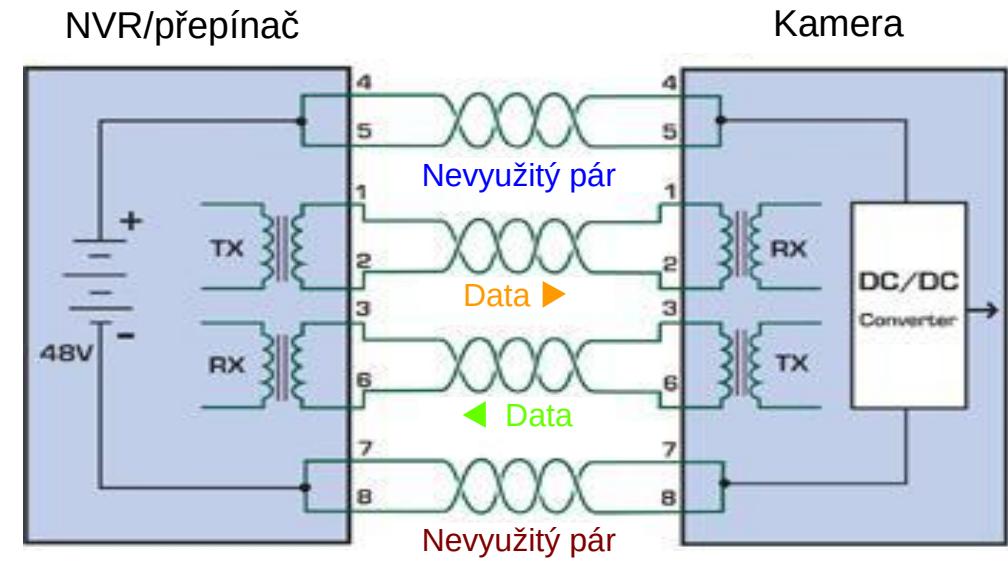
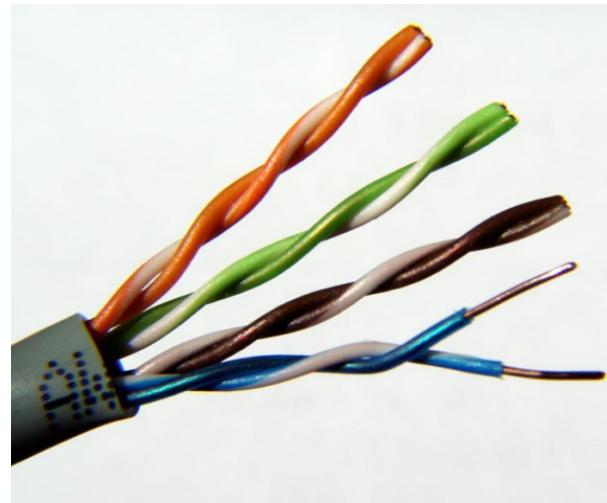
Síťový videorekordér (NVR)

B)
Protokolová hierarchie

řízení	data
RTSP	RTP
TCP	UDP
IP	
Ethernet	

Princip technologie Power over Ethernet

- V digitálních DVS se pro přenos dat obvykle používá technologie **100BASE-TX**.
- K napájení kamer se využívá skutečnost, že ze 4 párů kabelu UTP (obrázek vlevo) jsou pro přenos dat využity pouze dva.
- **Nevyužité** 2 páry jsou použity k napájení koncového zařízení (obrázek vpravo). Každý z těchto párů je použit jako jediný vodič - připojená kamera tak může mít větší proudový odběr.



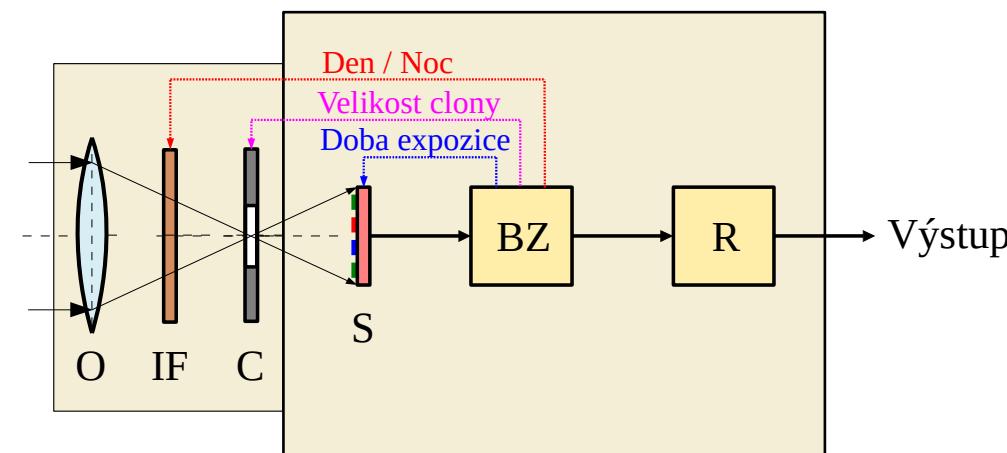
Centrum dohledového videosystému



3. Kamery DVS

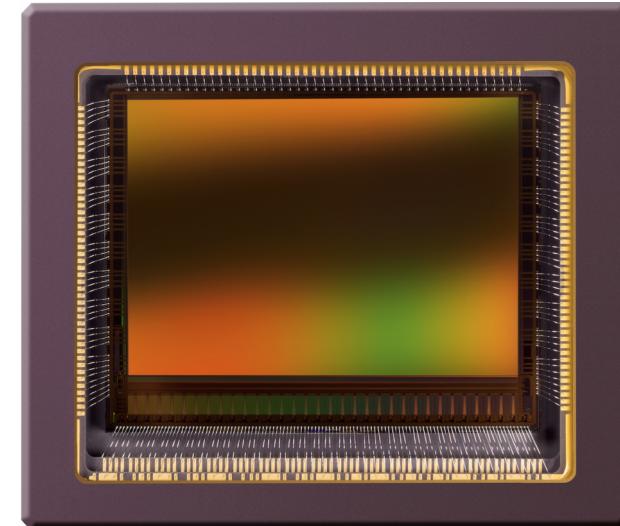
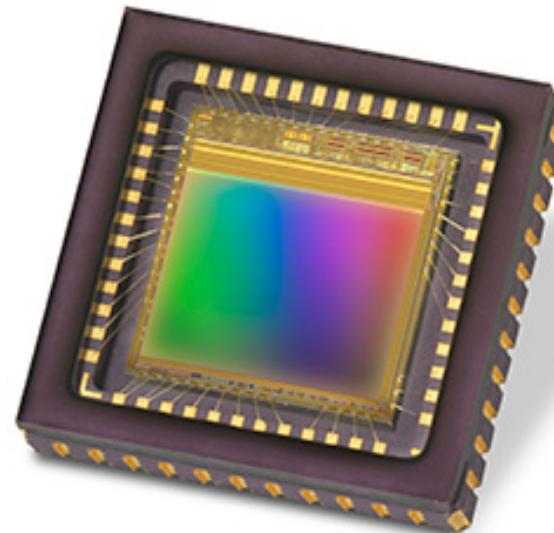
Kamera

- **Kamera:** převádí obraz snímaného prostoru na elektrický signál.
- **Architektura kamery:**
 - **objektiv** O: soustřeďuje světelné záření na obrazový snímač S,
 - **infračervený filtr** IF: v denním režimu znemožňuje průchod fotonů infračerveného záření a tím zabraňuje barevnému zkreslení obrazu,
 - **clona** C: reguluje množství světla dopadající na snímač S,
 - **obrazový snímač** S: převádí dopadající světelné záření na elektrický signál,
 - **blok zpracování obrazu** BZ: signál ze snímače S převeze na obraz, který podle potřeby upraví a zkomprimuje. Kromě toho ovládá clonu C, filtr IF a dobu expozice.
 - **komunikační rozhraní** R: obraz z BZ převeze do podoby signálu vhodného pro přenos do dohledového centra.



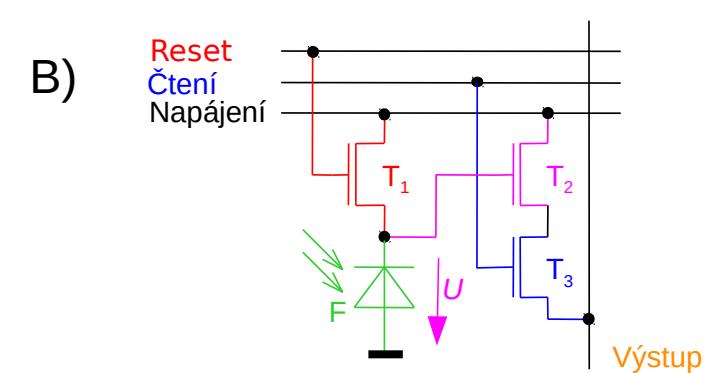
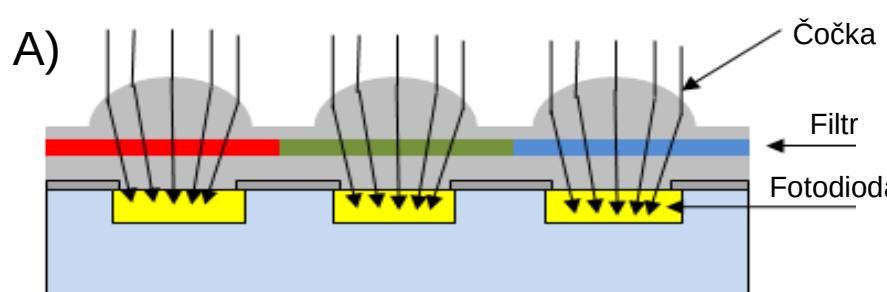
Obrazové snímače DVS kamer

- Obrazový snímač je **matici** světlocitlivých prvků (pixelů). Pixely na základě **fotoelektrického** jevu převádějí energii dopadajících světelných fotonů na elektrický náboj.
- Ještě v nedávné minulosti převažovali v DVS kamerách snímače typu **CCD** („Charged Coupled Device“). V současné době však dominují snímače **CMOS** („Complementary Metal Oxide Semiconductor“).



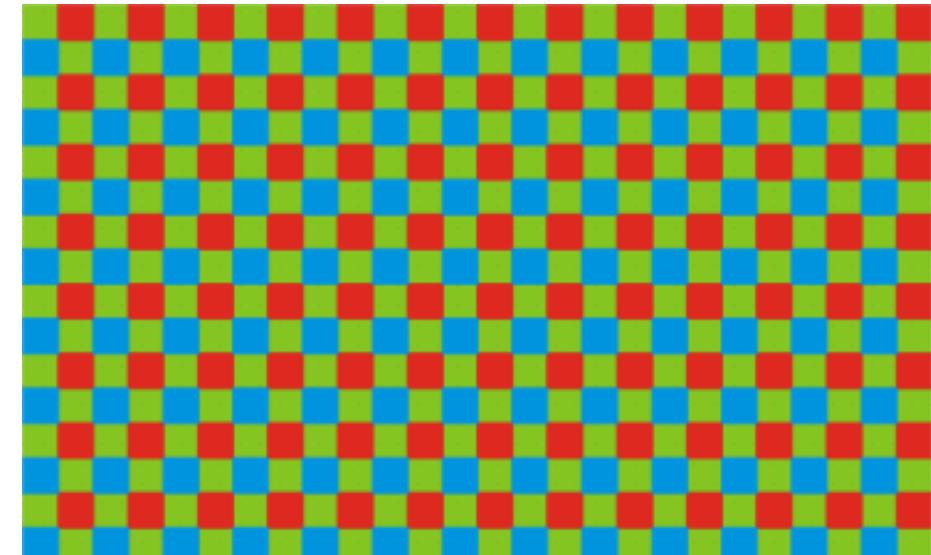
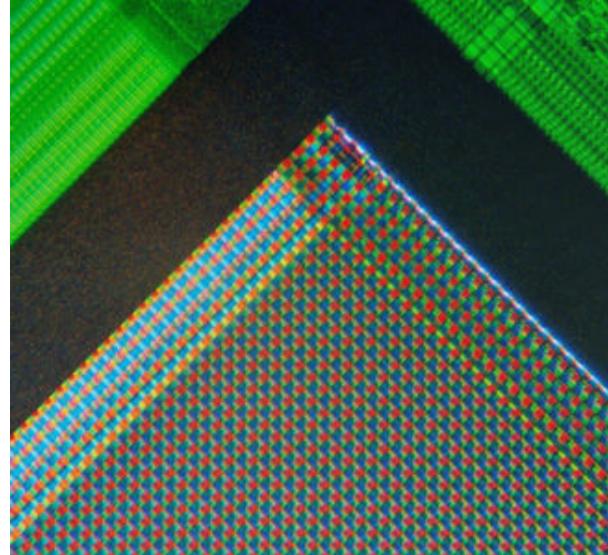
Pixel CMOS obrazového snímače

- Každý pixel snímače sestává z několika **tranzistorů** a z **fotodiody**. Nad každou fotodiodou se nachází barevný **filtr** a miniaturní **čočka** (obr. A). Čočka slouží k soustředění fotonů na fotodiodu a filtry propouštějí jen fotony své barvy.
- Dopadem fotonů na fotodiodu **F** (obr. B) se v ní v důsledku **fotoelektrického jevu** uvolňují volné elektrony. Čím více fotonů na ni za dobu expozice dopadne, tím na ní vznikne větší napětí **U** v závěrném směru.
- Zesilovač s tranzistorem **T₂** má vysokou vstupní impedanci a napětí **U** zesiluje. Na konci doby expozice je impulsem na sběrnici **Čtení** sepnut tranzistor **T₃** a výstup zesilovače **T₂** je tak krátkodobě připojen ke sběrnici **Výstup**. Zde se pro daný pixel změří aktuální hodnota zesíleného napětí **U**. Získá se tak informace o intenzitě Ψ světla v daném pixelu.
- Nakonec je impulsem na sběrnici **Reset** krátkodobě sepnut tranzistor **T₁**, čímž dojde k odstranění volných elektronů z fotodiody a je zahájena nová doba expozice. Popsaná činnost se **cyklicky** opakuje.



Barevné zobrazení

- Před každým pixelem (obr. vlevo) je umístěn červený (R - „Red“), zelený (G - „Green“) nebo modrý (B - „Blue“) filtr.
- Filtr propustí pouze fotony své barvy, takže velikost náboje na fotodiodě závisí na intenzitě Ψ fotonů buď červené (Ψ_R), zelené (Ψ_G) nebo modré (Ψ_B) barvy.
- Filtry pixelů jsou obvykle uspořádány podle tzv. **Bayerova schématu** (obr. vpravo), kdy se v lichých řádcích střídají zelený a červený filtr a v sudých se střídají modrý a zelený filtr.
- Počet pixelů se zeleným filtrem je tak **dvojnásobný**. Respektuje se tím vyšší citlivost oka na žlutozelenou barvu.



Interpolace barev

- Na výstupu obrazového snímače je posloupnost čísel obvykle o délce **12 bitů**. Každé číslo reprezentuje hodnotu intenzity Ψ světla dopadajícího na příslušný pixel. Z pixelů s červeným filtrem to je hodnota Ψ_R , se zeleným Ψ_G a modrým Ψ_B .
- V barevném **RGB modelu** však potřebujeme znát intenzity **všech tří** základních barev u každého pixelu. To zajišťuje blok zpracování obrazu BZ tzv. **interpolací barev**.
- Pokud se jedná o pixel s **modrým filtrem** (obr. vlevo), tak intenzita modré složky barvy pixelu je dána změřenou hodnotou Ψ_B . Hodnota červené složky je dána aritmetickým průměrem hodnot Ψ_R sousedních pixelů s červeným filtrem. Podobně je to i u zelené složky, která se určí jako aritmetický průměr Ψ_G sousedních pixelů se zeleným filtrem.
- Analogicky se interpolace ze 4 sousedních G a B pixelů provádí i u pixelů s **červeným filtrem** (obr. uprostřed).
- U pixelu se **zeleným filtrem** se provádí interpolace ze 2 sousedních R a B pixelů.

R	G	R
G	B	G
R	G	R

B	G	B
G	R	G
B	G	B

G	R	G
B	G	B
G	R	G

Specifické techniky úpravy obrazu

- V kamerách DVS se provádějí specifické techniky úpravy obrazu. Nejčastěji se jedná o integraci snímků a o techniky **BLC**, **WDR** a **HLC**.
- Integrace snímků umožňuje zkvalitnit obraz ve špatných světelných podmínkách.
- Postupuje se tak, že jeden snímek se vypočítává součtem více snímků (až desítek nebo stovek). Zvyšuje se tak kvalita obrazu.
- Nevýhodou jsou rozmanité pohyby. To lze kompenzovat sofistikovaným zpracováním obrazu.



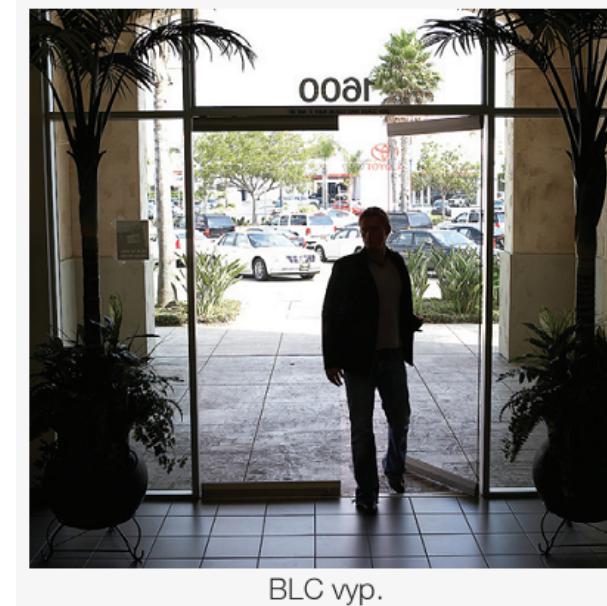
Bez integrace snímků.



S integrací snímků.

BLC - kompenzace protisvětla

- Standardně se doba expozice určuje **průměrováním jasu pixelů z celého obrazu**. Pokud například osoba stojí za jasného dne **proti** skleněným dveřím, tak kamera má nastavenu dobu expozice tak, že osoba na snímku bude zachycena jen jako **silueta** (obr. vlevo).
- **Kompenzace protisvětla** („Backlight Compensation“ - BLC) funguje tak, že správce kamery určí, ze které části obrazu se bude určovat doba expozice (např. ze středové části snímané scény).
- Tím se dosáhne vhodná úroveň jasu v zájmové zóně (obr. vpravo) na úkor více osvětlených zón obrazu, které budou **přeexponovány** (parkoviště v pozadí).



WDR - široký dynamický rozsah

- Široký dynamický rozsah („Wide Dynamic Range“ - WDR) umožňuje **současně** zobrazovat tmavé i světlé oblasti scény.
- Kamera vytváří snímky kombinací **podexponovaného** a následujícího **přeexponovaného** snímku. Z podexponovaného snímku se do zobrazovaného snímku vezmou světlé oblasti a z přeexponovaného snímku se vezmou tmavé oblasti.



HLC - kompenzace přesvícení

- Při **kompenzaci přesvícení** („Highlight Compensation“ - HLC) dokáže blok zpracování obrazu detekovat v obrazu intenzivní **bodové zdroje světla** (např. rozsvícené reflektory automobilu v noci).
- Tyto oblasti obrazu jednoduše začerní a dobu expozice, která se určuje ze střední intenzity jasu v obrazu, tím prodlouží. Kamera tak má **dostatečný expoziční čas** pro zachycení tmavých částí scény, čímž se pak vykreslí tmavší části obrazu. Například se stane čitelnou státní poznávací značka mezi rozsvícenými reflektory vozidla.



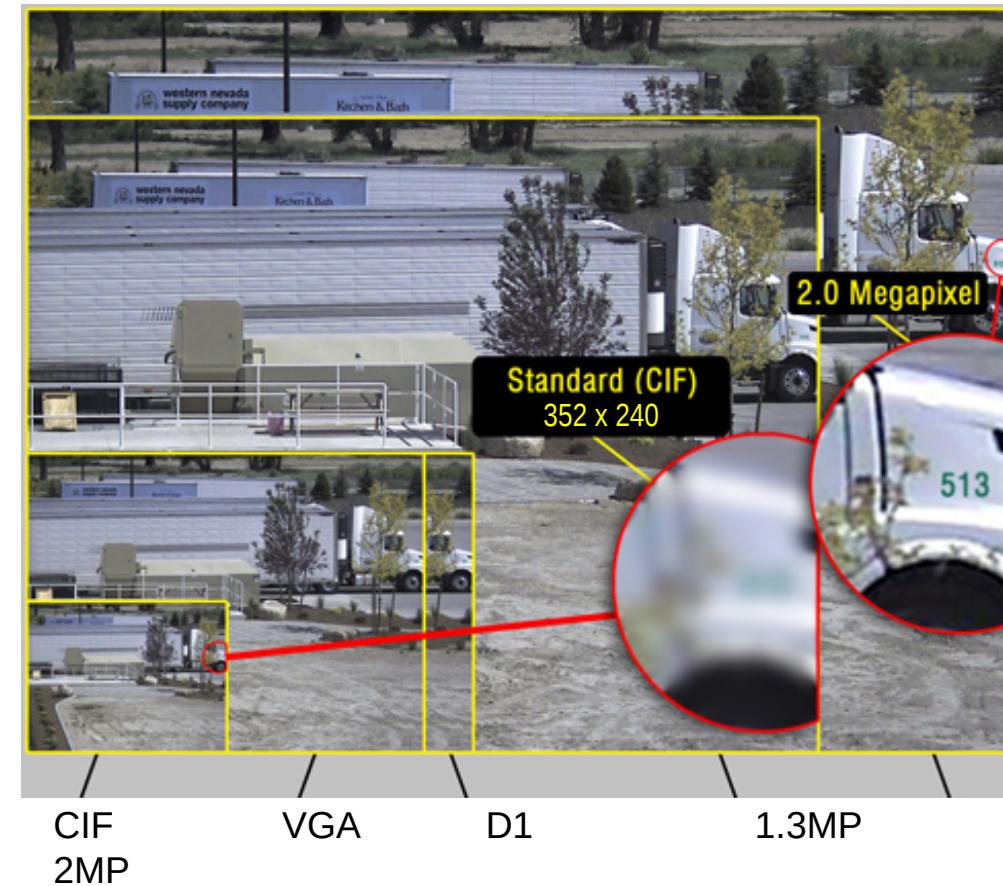
HLC vyp.



HLC zap.

Rozlišení obrazu

Formát	H x V
CIF	352 x 240
2CIF	704 x 240
4CIF	704 x 480
D1	720 x 480
720p HDTV	1280 x 720
1.3MP	1280 x 1024
2MP	1600 x 1200
1080p HDTV	1920 x 1080
3MP	2048 x 1536
5MP	2592 x 1944
11MP	4000 x 2656
16MP	4872 x 3248



Vliv rozlišení obrazu

- Vyšší rozlišení:
 - umožňuje rozeznávat **detaily**,
 - zvyšuje **přenosové** a **paměťové** nároky.



Problém den/noc

- Abychom mohli obraz snímat v noci tak potřebujeme scénu **osvětlit**. Často se však využívá skutečnost, že obrazové snímače dokáží detekovat i fotony z **IR** pánsma 760 až 1000 nm.
- Pro fotony infračerveného záření nejsou barevné filtry nad buňkami snímače žádnou překážkou. Na fotodiodách, na něž dopadají fotony z oblastí odpovídajících sousedícím pixelům, tak naměříme prakticky **stejnou** intenzitu Ψ_{IR} dopadajících fotonů bez ohledu na to, jakou mají barvu filtru.
- Po provedení interpolace barev potom zjistíme, že u každého z těchto sousedících pixelů jsou červená, zelená i modrá složka prakticky stejné, tj. $\Psi_R \approx \Psi_G \approx \Psi_B \approx \Psi_{\text{IR}}$.
- Pokud mají v RGB modelu všechny tři barevné složky stejnou intenzitu (tj. Ψ_{IR}), tak potom pixel má v závislosti na konkrétní hodnotě Ψ_{IR} jeden z odstínů **šedé** barvy v celé barevné paletě od bílé po černou.
- Proto je v nočních podmírkách obraz DVS kamer **černobílý** (viz obr. vlevo). Ke zlepšení kvality obrazu se scéna ještě osvětuje IR zářením z kamery, či externího reflektoru (obr. vpravo).



Noční obraz bez IR a s IR složkou.



IR reflektor

Filtrace IR spektra

- Protože IR fotony se vyskytují i přes den, docházelo by k barevnému zkreslení obrazu. Proto se mezi objektiv a snímač přes den zařazuje **IR filtr**, který znemožňuje IR fotonům dopadnou na obrazový snímač.



- Obrázek v denní době bez IR filtru (levá část) a s IR filtrem (pravá část obrázku).



4. DVS v praxi

Nové funkce DVS (1/4)

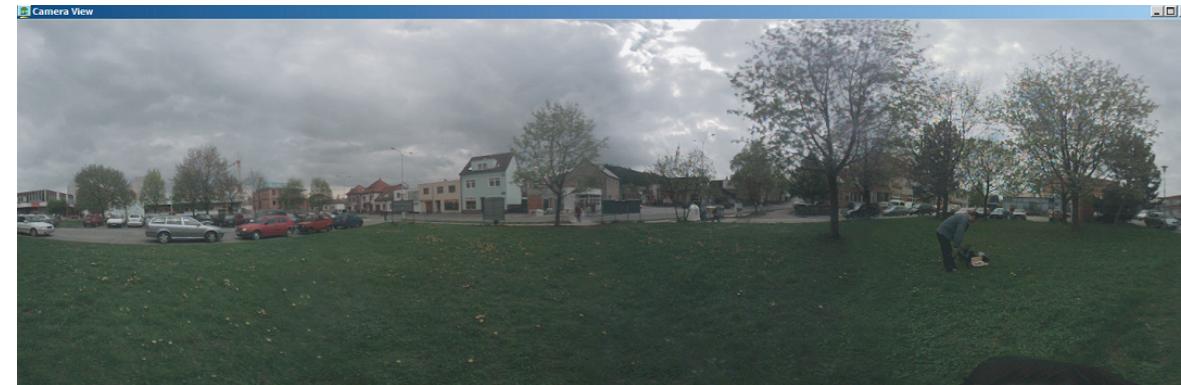
- Moderní DVS nabízejí nové funkce:
 - cestou **nových technik zpracování signálů** (např. automatický záznam trasy pohybujícího se objektu, detekce pohybu v obrazu atd.).



Grafické znázomění výchozí polohy, trajektorie a současné polohy objektu

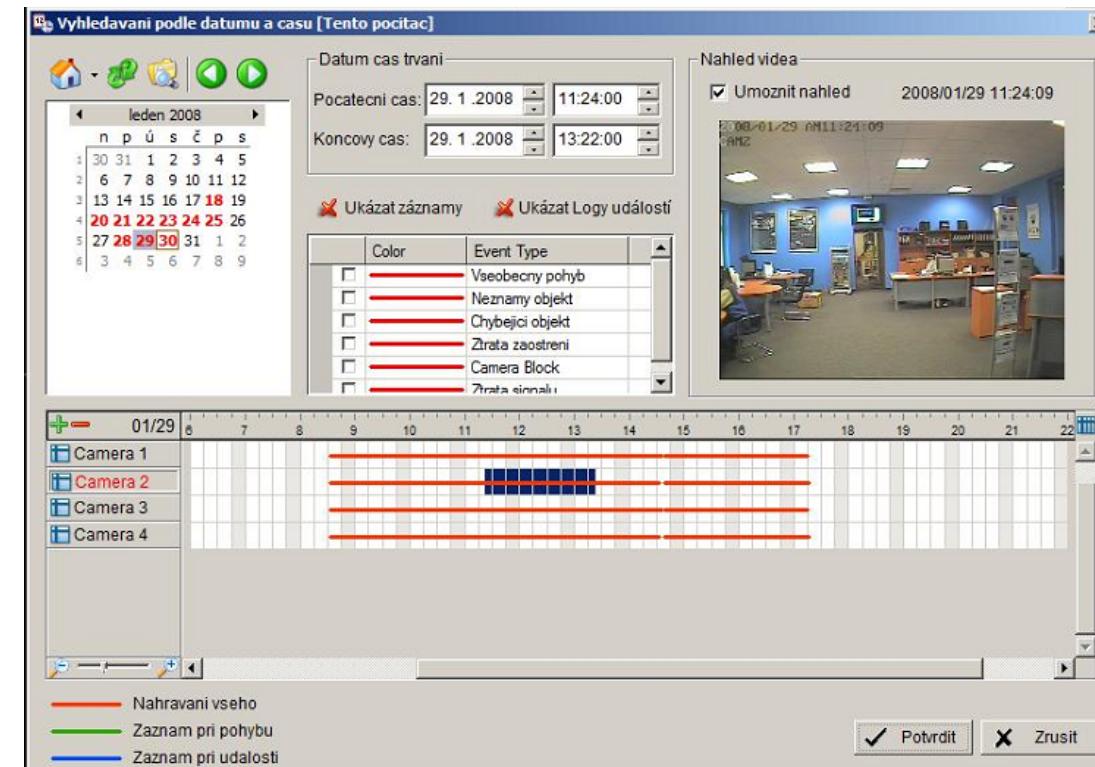
Nové funkce DVS (2/4)

- Moderní DVS nabízejí nové funkce:
 - cestou **nových přístupů** (např. kombinace obrazů z více kamer do jediného).



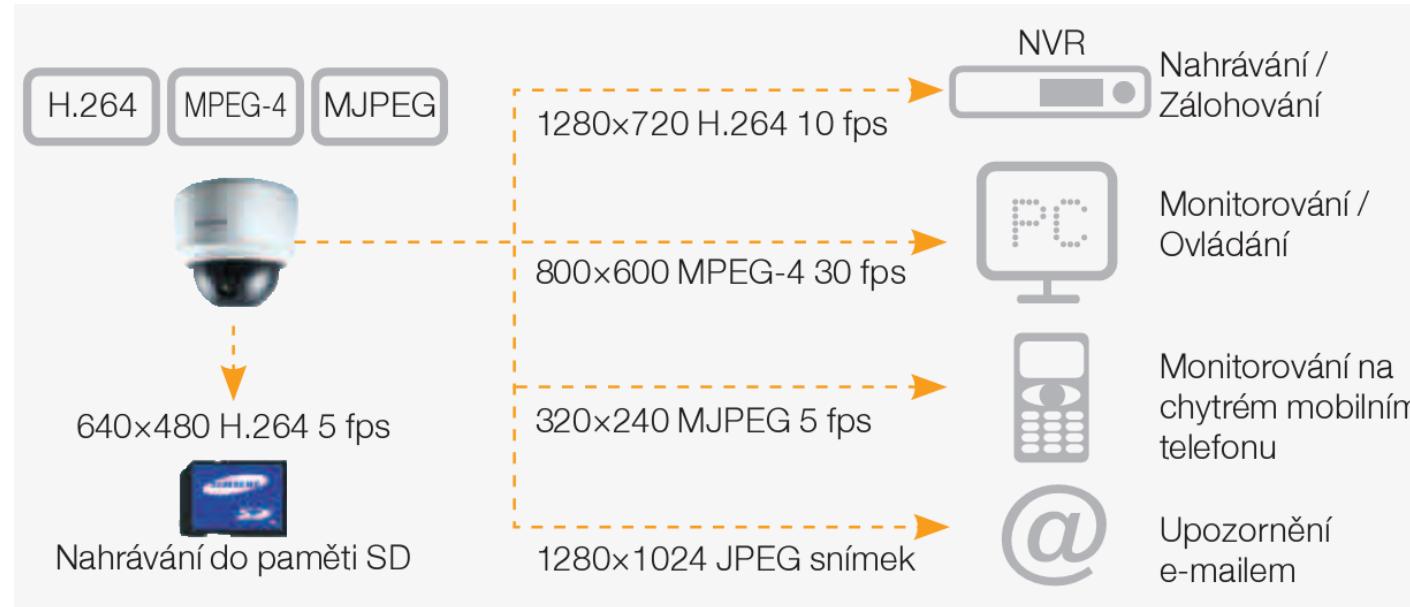
Nové funkce DVS (3/4)

- DVS nabízejí nové funkce jako je **automatické rozeznávání** v obrazu. To umožňuje detektovat změny v obraze a pohyblivé objekty.
- Tyto události lze **zapisovat** do obrazového záznamu, což umožňuje tyto události efektivně vyhledávat.
- Na obrázku je okno aplikace pro vyhledávání podle událostí. Vyhledat lze:
 - všeobecný **pohyb**,
 - **nový** objekt,
 - **chybějící** objekt,
 - **změna** parametrů obrazu (např. jas),
 - **ztráta** signálu.



Nové funkce DVS (4/4)

- Moderní kamery umožňují současně vysílat obraz **různým příjemcům** s různým kódováním.



- Legenda:
 - fps = počet snímků za sekundu (frame per second),
 - NVR = síťový videorekordér (Network Video Recorder).

Objektivy kamer

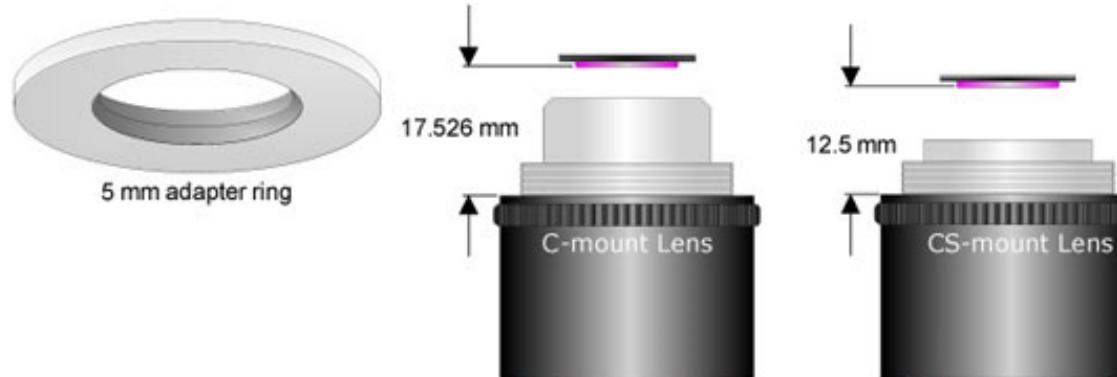
Typy podle ohniskové vzdáleností:

- **monofokální**: nelze měnit ohniskovou vzdálenost,
- **variofokální**: ohniskovou vzdálenost lze měnit
 - ručně,
 - vzdáleně.



Typy podle vzdálenosti objektivu od obrazového senzoru:

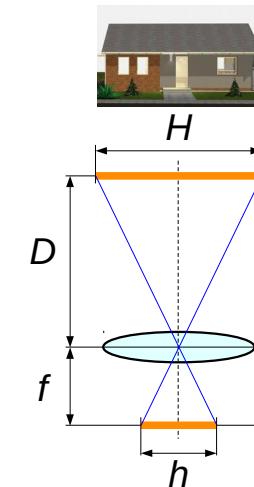
- C: historicky starší,
- CS: modernější (menší náklady, menší senzor).



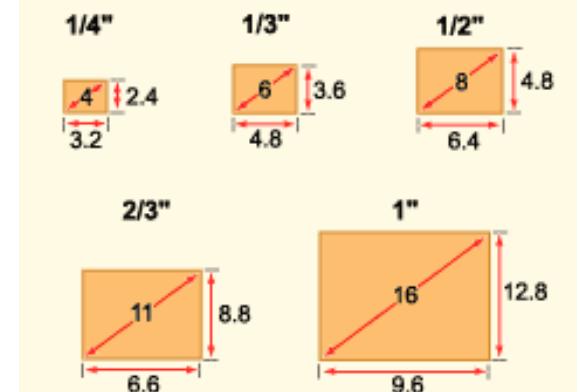
Kalkulace pokrytí záběru kamerou

- Základní veličiny:
 - h = šířka obrazového čipu,
 - f = ohnisková vzdálenost objektivu,
 - D = vzdálenost kamery od snímaného objektu,
 - H = požadovaná šířka záběru ve vzdálenosti D .
- Z podobnosti trojúhelníků pro uvedené veličiny platí:

$$\frac{H}{D} = \frac{h}{f}$$
.
- Pokud pak máme například dánou šířku H objektu v záběru, vzdálenost D od kamery a máme kameru s šířkou h obrazového čipu, tak můžeme vypočítat ohniskovou vzdálenost f objektivu, který potřebujeme koupit.
- Nebo naopak, pokud máme kameru s čipem $1/3''$ (1/3 palce), kde $h = 4,8$ mm a ohnisková vzdálenost f je 4 mm, tak potom šířka záběru H ve vzdálenosti $D = 3$ m bude rovna hodnotě $H = h/f \cdot D = 4,8/4 \cdot 3 = 3,6$ m.
- Analogický vztah platí i pro výšku záběru a výšku čipu.

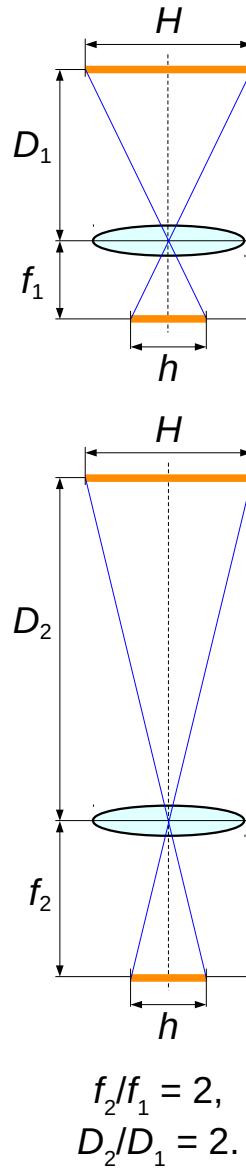


Typické formáty obrazových snímačů



Pokrytí prostoru kamerou

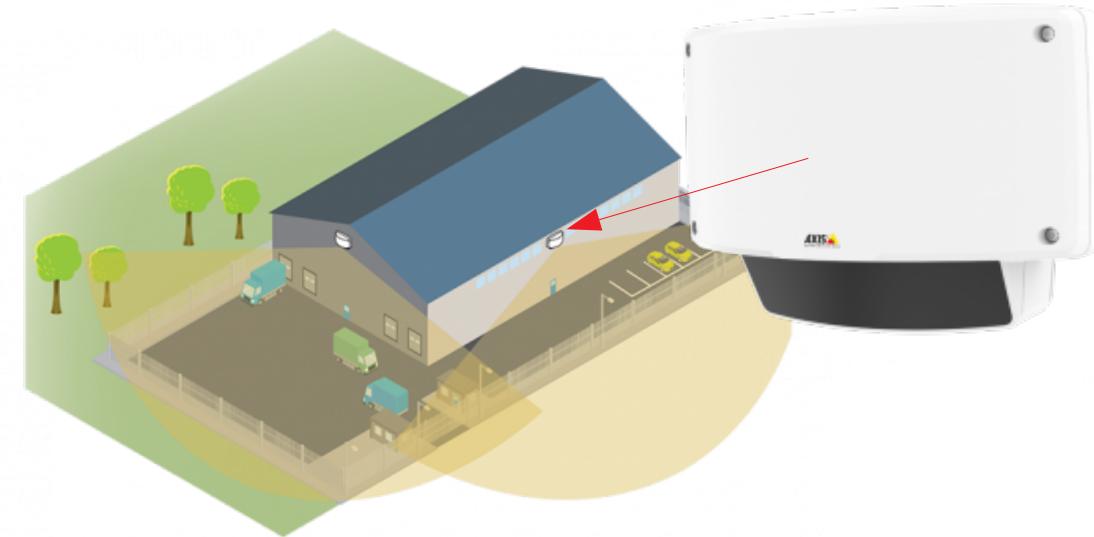
- Pokud chceme snímat **větší** prostor (tj. kamera bude snímat v širším úhlu), tak budeme mít o daném prostoru dobrý **přehled**, avšak neuvidíme **detailly** (obr. vlevo dole). Pokud chceme mít k dispozici **větší detailly**, tak nutně musíme snímat **menší prostor** (obr. vpravo dole).
- Možným kompromisem jsou **variofokální** kamery s dálkovým ovládáním, které si obsluha může nastavit podle **potřeby**.
- Poměr $z = f_2 / f_1$, kde f_2 je maximální a f_1 je minimální ohnisková vzdálenost variofokálního objektivu se nazývá **přiblížení** (zoom). Platí, že $z = f_2 / f_1 = D_2 / D_1$, kde D_2 , resp. D_1 jsou vzdálenosti, při nichž objekt o šířce H vidíme na monitoru **stejně široký**. Na obrázku vpravo je příklad pro $z = 2$.
- Nechť $h = 5,2$ mm, $f_1 = 4,8$ mm a $f_2 = 120$ mm, takže $z = 25$. Abychom měli okno o šířce $H = 1,4$ m na monitoru přes celou jeho šířku, tak při f_1 musí být kamera od okna ve vzdálenosti $D_1 = 1,3$ m. Při f_2 však může být kamera ve vzdálenosti 25-krát větší, tj. $D_2 = 25 \times 1,3 = 32,5$ m.



5. Termovize a radary

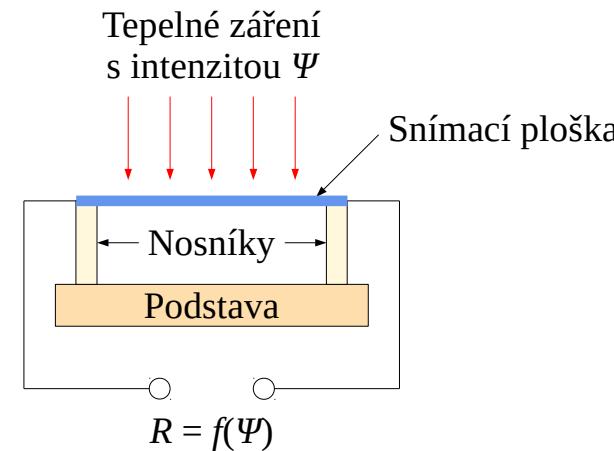
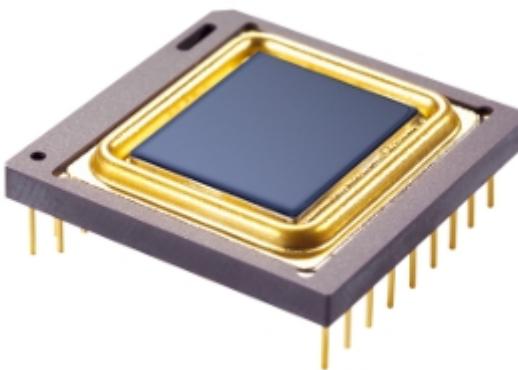
Termovize a radary

- Kromě kamer se v systémech DVS používají také termovize a radary.
- **Termovize** (obr. vlevo) mají obrazový snímač, který pracuje v **infračerveném** pásmu. To umožňuje zobrazovat objekty v obrazu podle jejich teploty. Tak lze například detektovat osoby, které se pohybují v kouři.
- **Radary** (obr. vpravo) pracují v **rádiovém** pásmu tak, jak jsme si popsali v předchozí přednášce (viz radary FM-CW). Jejich výhodou je velké pokrytí (až desítky km^2) a schopnost detekce objektů v nepříznivých podmírkách (sněhová vánice apod.).



Termovize

- Obrazovým snímačem termovize (obr. vlevo) je **matica** miniaturních bolometrů. Každý jeden bolometr tvoří v této matici jeden **pixel**.
- **Bolometr** je tenká snímací ploška umístěná na tepelně izolujících nosnících (obr. uprostřed). Dopadem tepelného záření ve vlnovém rozsahu cca 7 až 14 μm se ploška **zahřívá** a mění svůj odpor R . Cyklickým měřením odporu pak lze určit **intenzitu** Ψ tepelného záření, které na ni dopadá.
- Intenzity tepelného záření Ψ změřené jednotlivými bolometry se přivedou na intenzity jasu ve viditelném spektru, čímž vznikne černobílý obraz – tzv. **termogram** (obr. vpravo).
- Čočky optické soustavy termovize nejsou ze skla (má pro dané záření velký útlum), ale z **germania**.

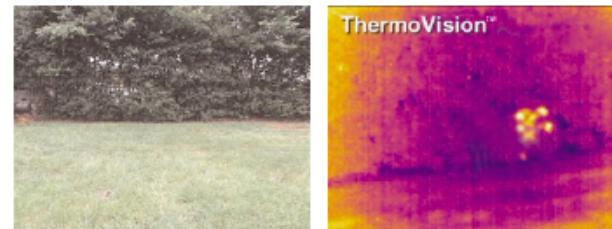


Použití přenosné termovize

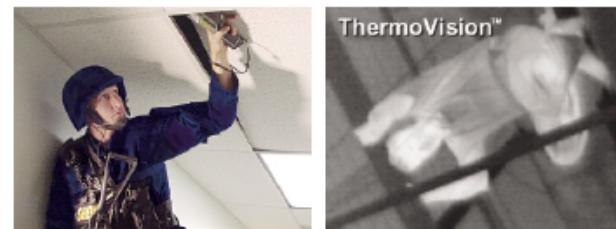
- Stopy unikající osoby:



- Osoba skrytá za větvemi:



- Osoba skrytá ve tmě:

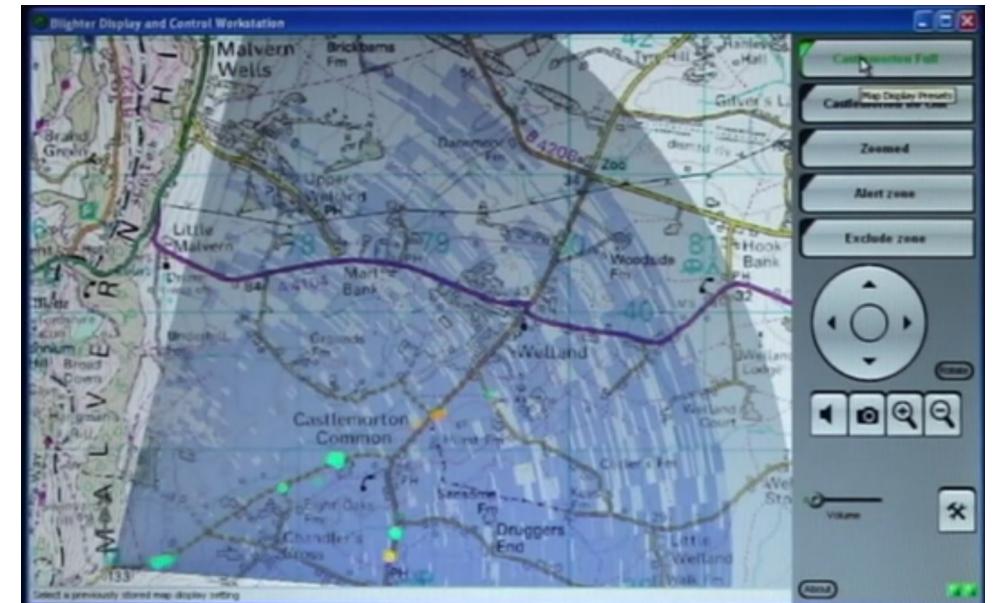


- Osoba skrytá za rohem:



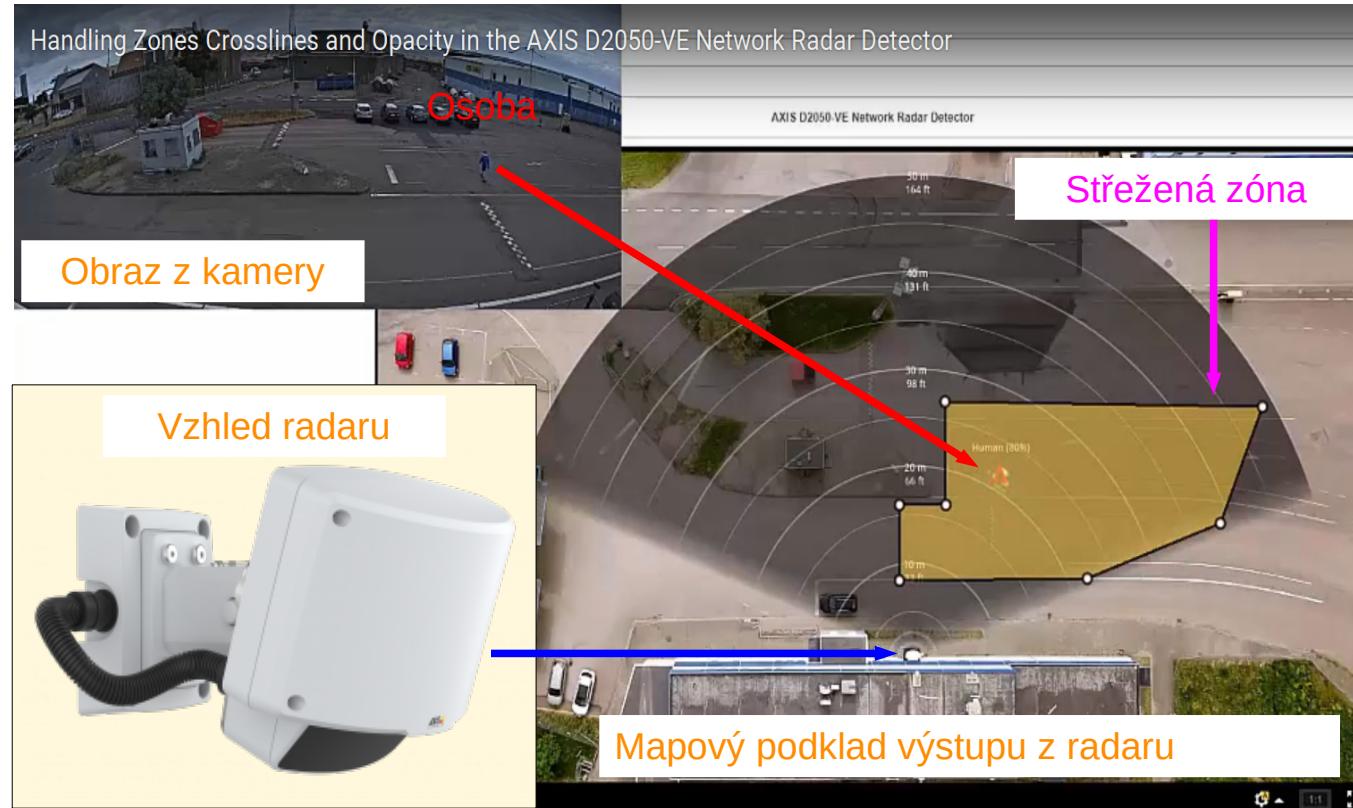
Radar

- Obrazovým snímačem radaru je **mechanicky** (obr. vlevo), nebo **fázově** (obr. uprostřed) **natáčená** směrová anténa. Na obou obrázcích si povšimněte spřažení radaru s kamerou a termovizí.
- V systémech DVS se používá stejná technika detekce objektů jako u radarových detektorů (viz předchozí prezentace), tj. využívá se technika **FM-CW**.
- Radar na základě znalosti vlastních GPS souřadnic a na základě údajů změrených o zachyceném objektu vypočítá souřadnice objektu. Ty zašle do dohledového centra, kde se pohyb objektu zobrazuje na mapovém podkladu (obr. vpravo – žluté a zelené body).



Možnosti nastavení radaru

- Radar dokáže s poměrně vysokou pravděpodobností **rozlišovat** pohybující se **osoby** od pohybujících se **vozidel**.
 - Softwarově lze nastavovat **velikosti** a **tvary** střežených **zón**.
 - Radar detekuje i **směr pohybu** objektů a tak dovoluje definovat poplachy na základě překročení linie ve **stanoveném** směru.



6. Závěr

Závěr

- Dohledové videosystémy (DVS) slouží k **dálkovému vizuálnímu sledování** střeženého prostoru.
- Základními **prvky** moderních DVS jsou:
 - **kamery** (případně termovize a radary),
 - **monitory**,
 - **ovládací zařízení**,
 - **videorekordéry**,
 - **přenosový podsystém**.
- Vývojovými trendy DVS jsou:
 - **integrace** s dalšími **zabezpečovacími** systémy (např. PZS),
 - **integrace** s počítačovými **sítěmi** (IP systémy),
 - **digitální** přenos a **zpracování** obrazového signálu.
- **Oázka** ke zkoušce:
Dohledové videosystémy:
Účel. Základní prvky. Schéma hybridního a digitálního systému. Architektura kamery.
Kalkulace záběru. Techniky zpracování signálu (integrace snímků, BLC, WDR, HLC).