

UPORABA IKT V NARAVOSLOVJU IN TEHNIKI

Predavanje 13

Uporabniška programska oprema

Računalniška grafika

doc.dr. Mira Trebar

Računalniška grafika

- Slika pove več kot tisoč besed
- Oko je najhitrejša povezava z možgani.



Računalniška grafika: področja

- Delo s slikami
 - Urejanje fotografij
 - Sestavljanje slik
 - Različni efekti



Image Warping



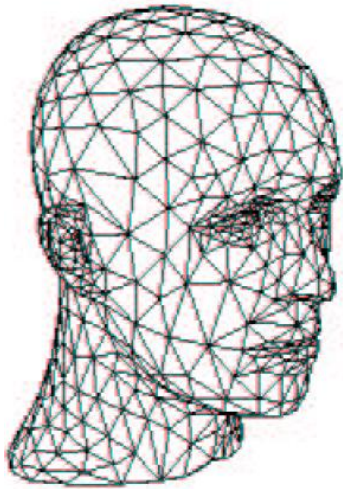
Image Composition
(Michael Bostock, CS426, Fall99)



Image Morphing
(All students in CS 426, Fall98)

Računalniška grafika: področja

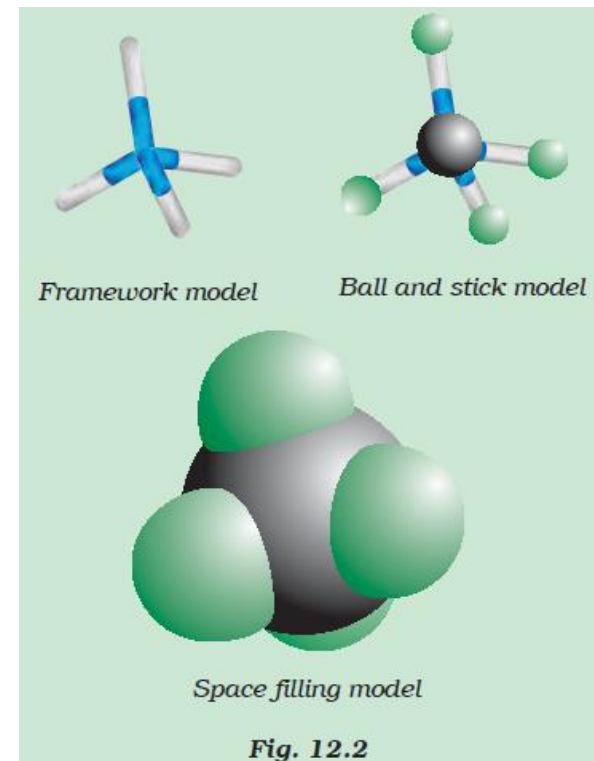
- Modeliranje
 - Opisovanje oblik z matematičnimi modeli
 - Krivulje
 - Liki
 - Površine



(Denis Zorin, CalTech)



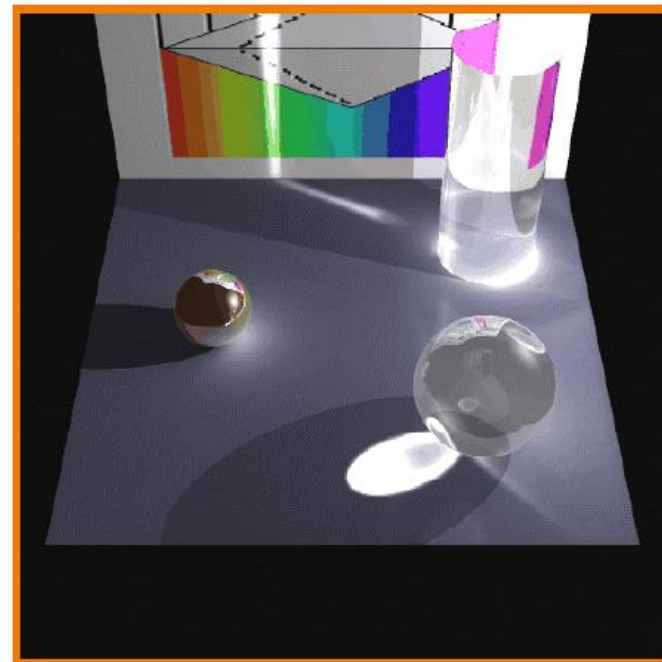
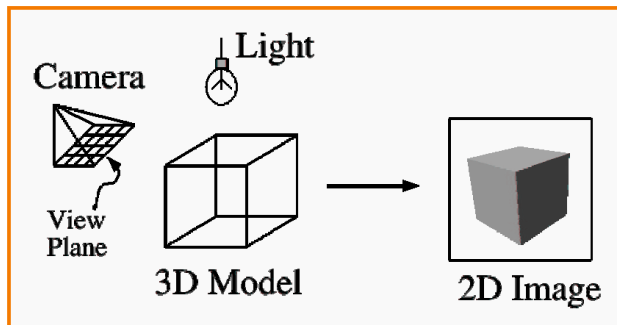
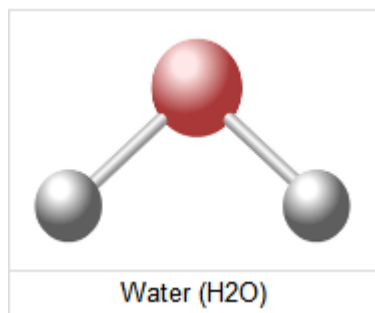
(Marc Levoy et al., Stanford University)



Modeliranje molekul

Računalniška grafika: področja

- Vizualizacija
 - Izdelava 2D slik iz 3D modelov
 - Projekcije
 - Skrivanje nevidnih robov
 - Senčenje ...

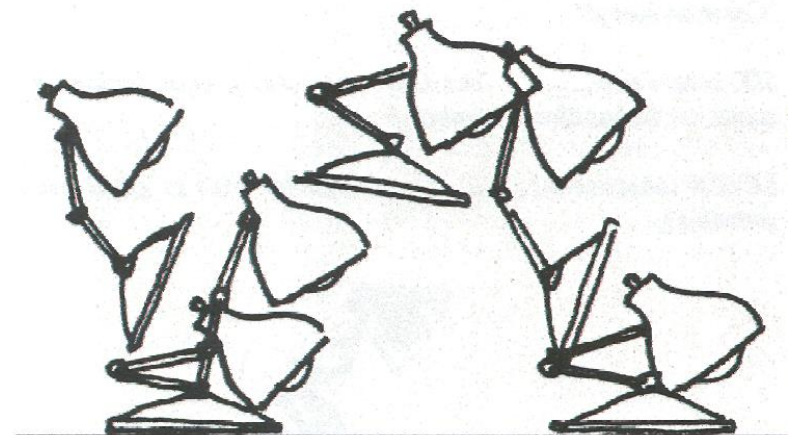
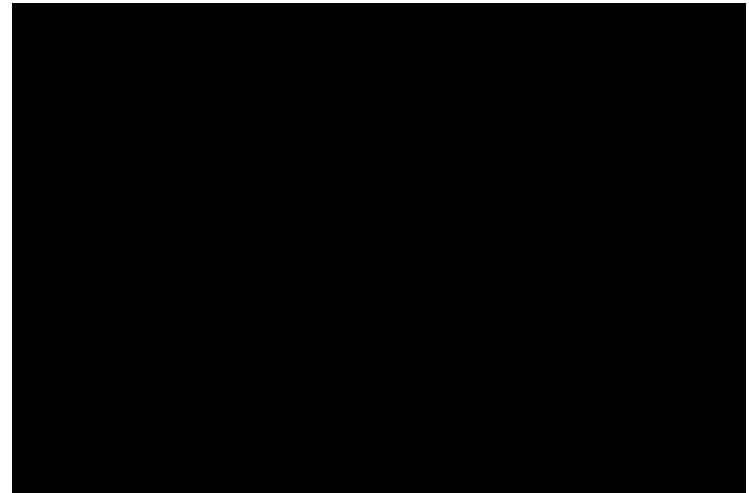
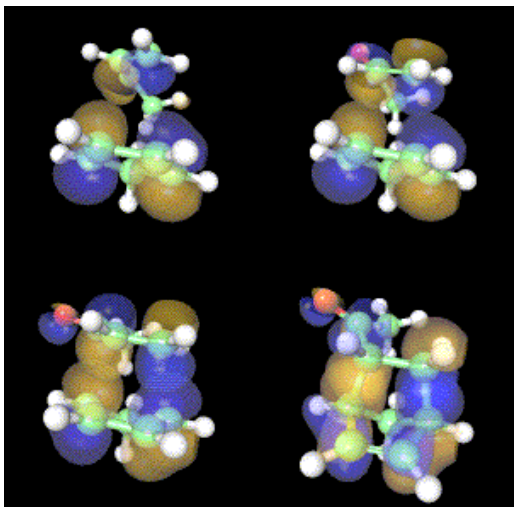


Rendering Caustics

(Michael Bostock, James Percy & Casey McTaggart,
CS 426, Fall99)

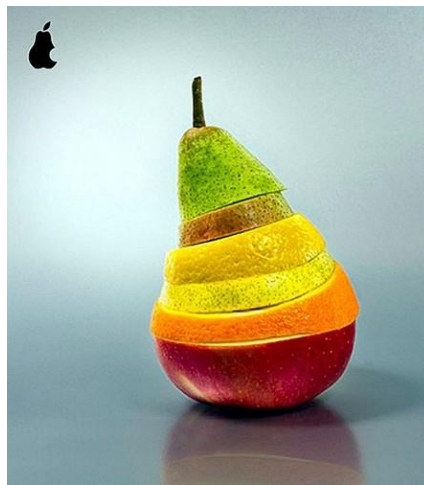
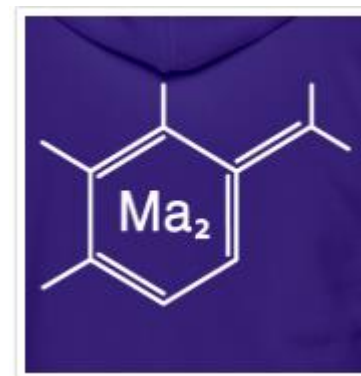
Računalniška grafika: področja

- Animacija
 - Opisuje **gibanje** objektov
 - Kinematika
 - Dinamika
 - Planiranje
 - Učenje



Računalniška grafika: uporaba

- Oblikovanje
 - Namizno založništvo
 - Tiskane publikacije
 - Elektronske publikacije
 - Predstavitve in domače strani



Računalniška grafika: uporaba

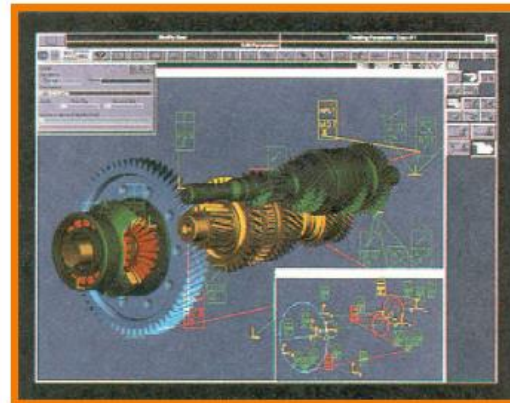
- Računalniško podprto načrtovanje
 - Letališče v LA
 - Menjalnik
 - Letalo



Los Angeles Airport
(Bill Jepson, UCLA)



Chemical Plant Design



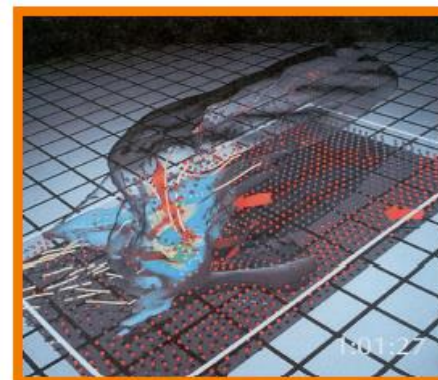
Gear Shaft Design
(Intergraph Corporation)



Boeing 777 Airplane
(Boeing Corporation)

Računalniška grafika: uporaba

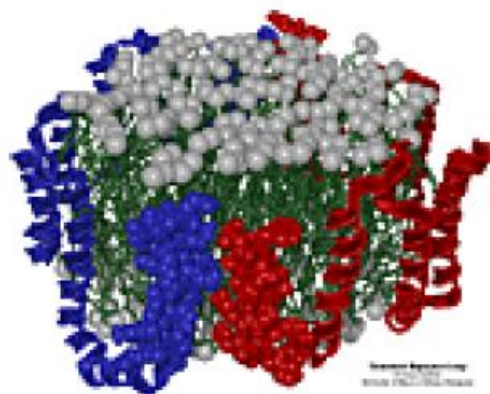
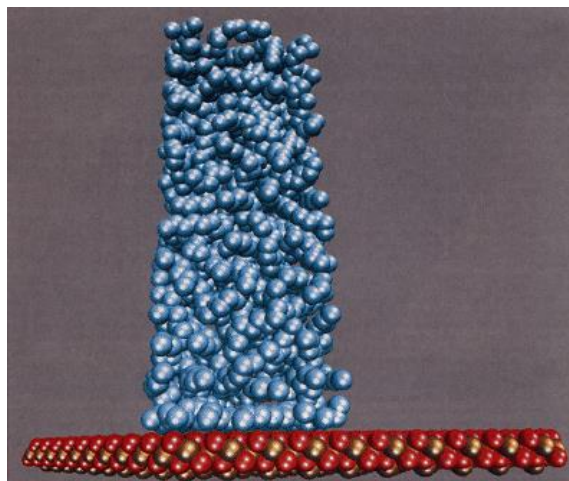
- Znanstvene simulacije
 - Zračni tok v nevihtnem oblaku
 - Zgradba gena Apo A-1
 - Zgradba človeka



Airflow Inside a Thunderstorm

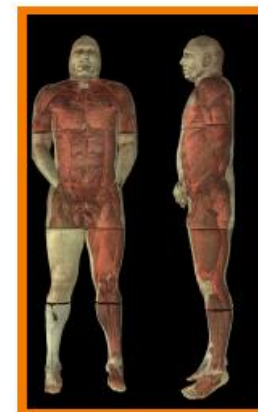
*(Bob Wilhelmson,
University of Illinois at Urbana-Champaign)*

Molecular Dynamics Simulations



Apo A-1

*(Theoretical Biophysics Group,
University of Illinois at Urbana-Champaign)*



Visible Human

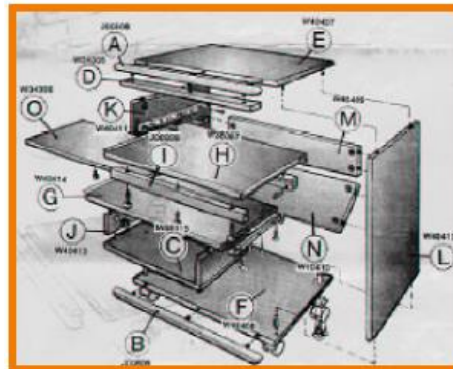
(National Library of Medicine)

Računalniška grafika: uporaba

- Izobraževanje
 - Simulacija vožnje avtomobila
 - Okostje človeka
 - Simulator letenja



Human Skeleton
(SGI)



Desk Assembly
(Silicon Graphics, Inc.)



Driving Simulation
(Evans & Sutherland)



Flight Simulation
(NASA)

Računalniška grafika: uporaba

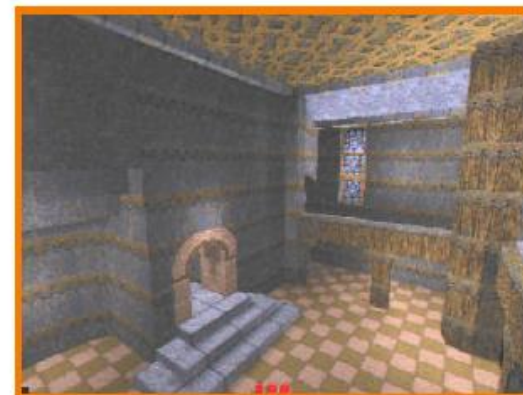
- Zabava
 - Filmska industrija
 - Risanke
 - Računalniške igre



Geri's Game
(*Pixar Animation Studios*)



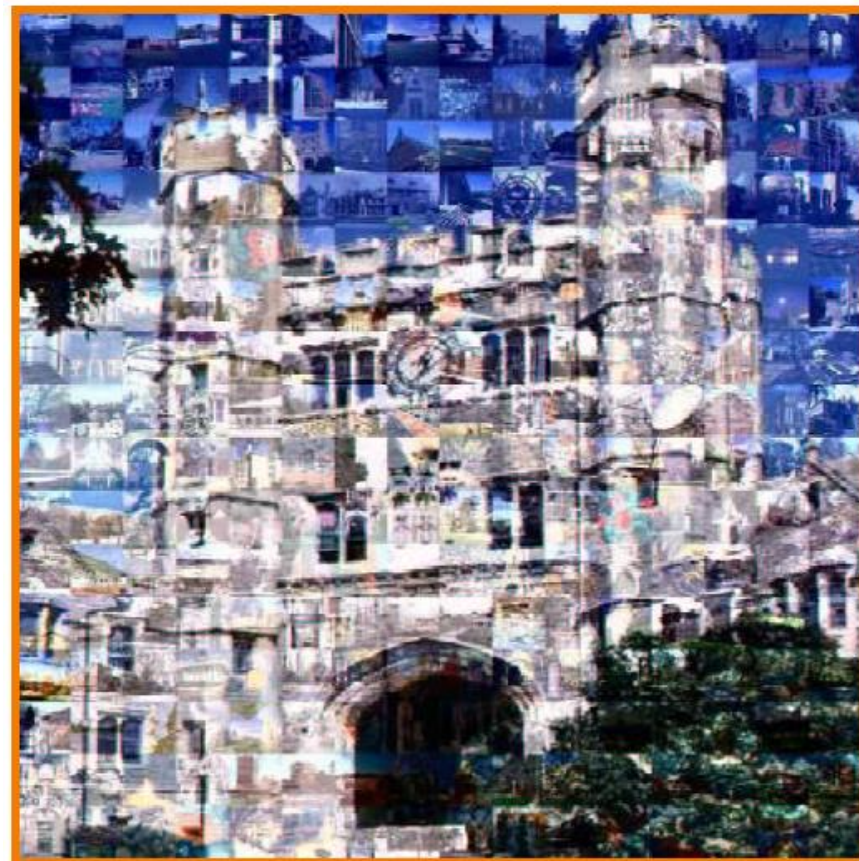
Jurassic Park
(*Industrial, Light, & Magic*)



Quake
(*Id Software*)

Računalniška grafika: uporaba

- Računalniška umetnost



Blair Arch

*(Marissa Range & Adam Finkelstein,
Princeton University)c*

Računalniška grafika: terminologija

• Vektorska grafika

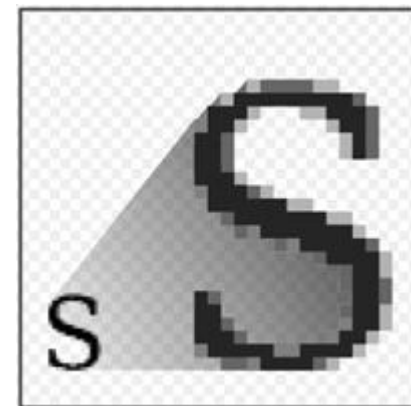
- Pri risanju uporabljamo **matematične objekte** (črte, pike, like, ...)
- Slike so narejene iz objektov, ki jih kadarkoli lahko dodajamo, brišemo, spreminjamo, razporejamo v plasti (layers) ...
- Pri shranjevanju slike se v datoteko zapiše samo koda, ki opisuje posamezen objekt
 - Primer: krog 110, 120, 100, moder
- Datoteke so zelo majhne.
- Velikost datoteke ni odvisna od velikosti slike na zaslonu.
- **Kakovost slike** se pri povečevanju ne spremeni.



Računalniška grafika: terminologija

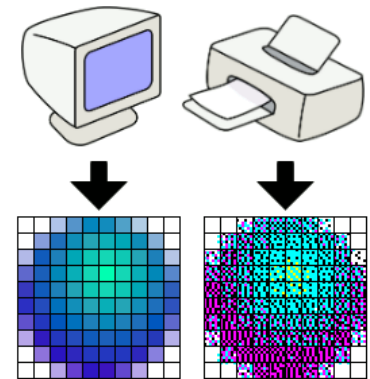
• Rastrska grafika

- Slika je zgrajena iz posameznih **slikovnih elementov** ali točk (pikslov)
- Slike ne moremo ločiti na posamezne objekte saj vsaka točka na sliki ustreza realnemu objektu (točka na zaslonu) in zahteva svoje del računalniških virov
- Pri shranjevanju rastrske slike se v datoteko vpiše dimenzija slike in barva vsake točke na sliki posebej.
- Take datoteke so navadno precej obsežne.
- Večja kot je slika, večja je datoteka.
- Rastrska slika pri povečevanju izgublja na kvaliteti.



Računalniška grafika: terminologija

- Ločljivost ali resolucija
 - Podaja se v pikah na palec (dpi, dots per inch)
 - Večja številka pomeni boljšo ločljivost
 - **72 dpi** je dovolj za prikazovanje na zaslону
 - **300 dpi** je običajno dovolj za tiskanje

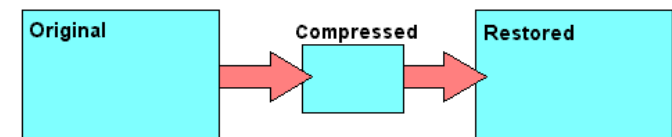


🍄 Stiskanje ali kompresija

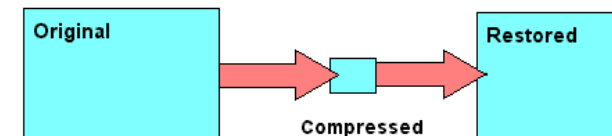
- **brez:** največja datoteka
- **brez izgub:** lahko jo povrnemo v originalno obliko
- **z izgubami:** povrnitev v originalno obliko ni mogoča, majhna datoteka

From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co., Inc.

LOSSLESS



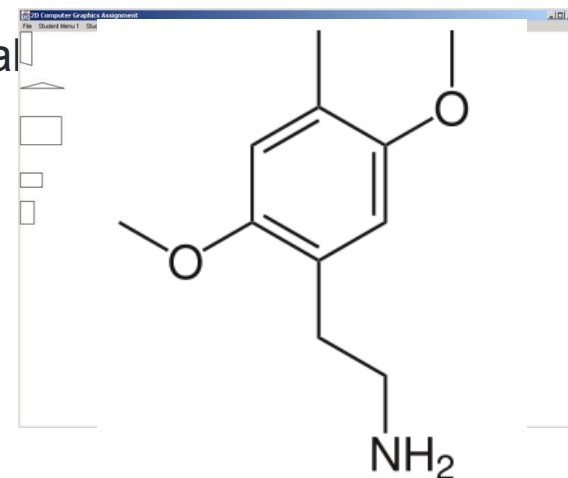
LOSSY



Računalniška grafika: terminologija

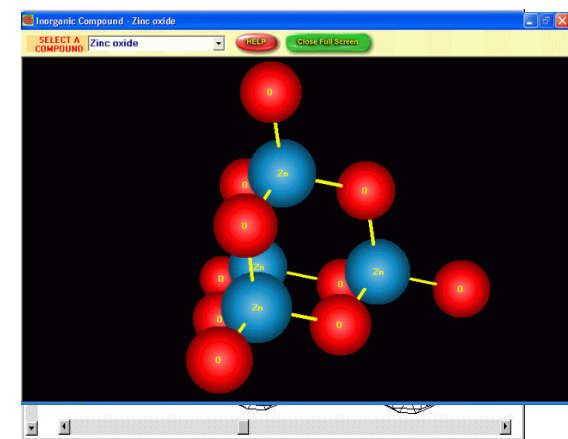
• Dvodimenzionalna grafika (2D)

- Računalniška izdelava slik, večinoma iz dvodimenzionalnih (geometrijski liki, tekst, fotografije)
- Izhaja iz tradicionalnih tehnologij risanja na papir in tiska
- Uporaba
 - tipografija, kartografija, tehnično risanje, grafično oblikovanje, oglaševanje



• Tridimenzionalna grafika (3D)

- Vsi objekti v naravi so tridimenzionalni
- Precej bolj kompleksna za predstavitev v računalniku
- Uporaba
 - Načrtovanje, testiranje in kosovna proizvodnja
 - Izdelava računalniških slik in modelov
 - Vizualna analiza kompleksnih modelov v znanosti
 - Simulacija okolja – navidezna resničnost



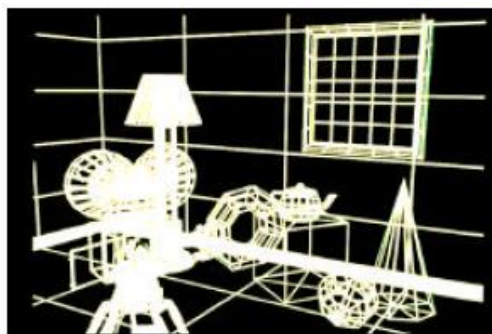
Računalniška grafika: terminologija

- 2D in 3D
 - Programi za 2D grafiko uporabljajo 3D učinke, na primer osvetljevanje
 - Programi za 3D grafiko končni rezultat večinoma prikazujejo v 2D obliki na zaslonu.
 - Pretvorba iz 3D v 2D poteka z ustreznimi postopki (ang. **rendering**), s katerimi se doseže fotorealistična predstavitev



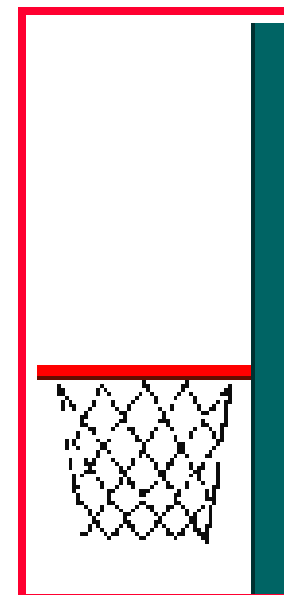
Računalniška grafika: terminologija

- Iz matematičnega modela objektov v realistično sliko
 - zgoraj:
 - žični okvir
 - zakrivanje skritih robov
 - sredina:
 - senčenje,
 - mehki prehodi in osvetlitev
 - spodaj
 - dodajanje tekstur
 - dodajanje senc



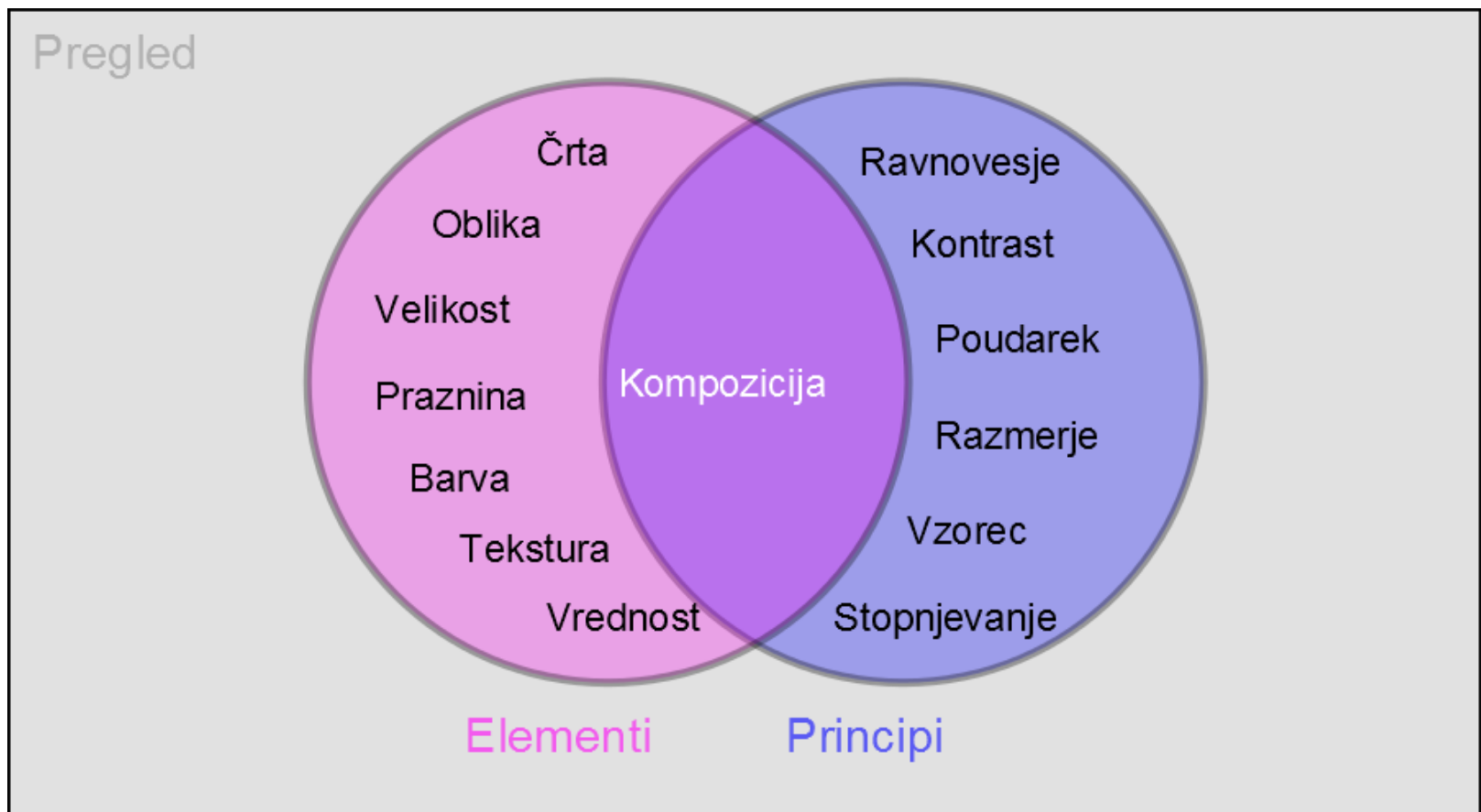
Računalniška grafika: terminologija

- Statične slike in animacija
 - Animacijo objektov v filmski industriji in računalništvu dosežemo z zavajanjem človeškega očesa
 - Sestavimo jo iz **zelo podobnih statičnih slik**,
 - Za dobro animacijo se morajo slike zamenjati **25 - 30 krat v sekundi** (30 fps, frames per second)



Računalniška grafika: oblikovanje

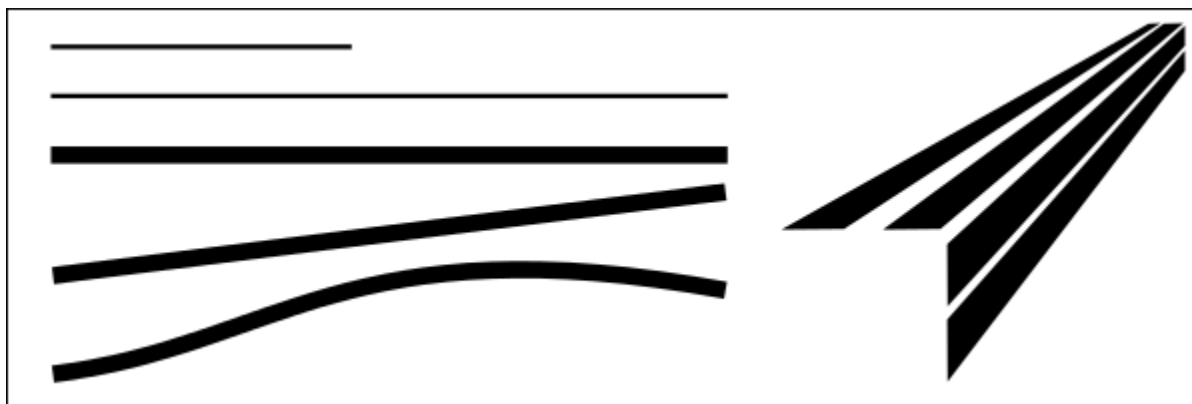
- Pregled terminov (povzeto po Inkscape tutorial)



Računalniška grafika: oblikovanje

• Črta

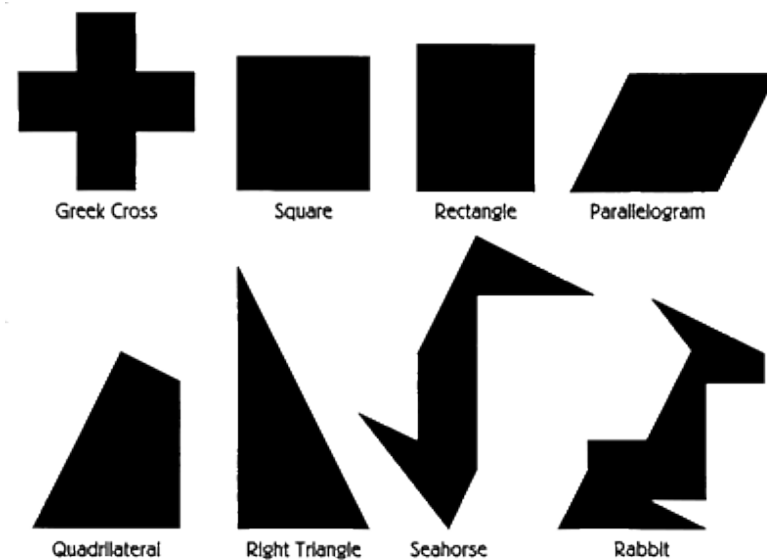
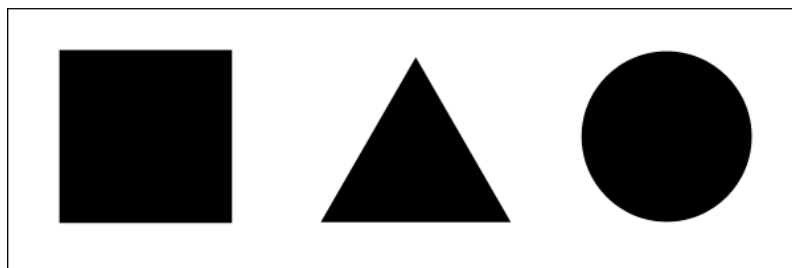
- ima dolžino in smer,
- narišemo jo tako, da točko premikamo po papirju,
- lahko ima različne dolžine, širine, ukrivljenost, barvo,
- lahko je 2D ali 3D.



Računalniška grafika: oblikovanje

• Oblika

- je ploska figura,
- dobimo jo, ko s črtami omejimo prostor,
- določimo ji lahko barvo, senčenje, prelive,
- Delimo jih na **geometrijske** (regularne) in **organske** (neregularne)



Računalniška grafika: oblikovanje

- **Velikost**

- opisuje razmerja med črtami in oblikami (objekti),
- je ena od lastnosti objektov.



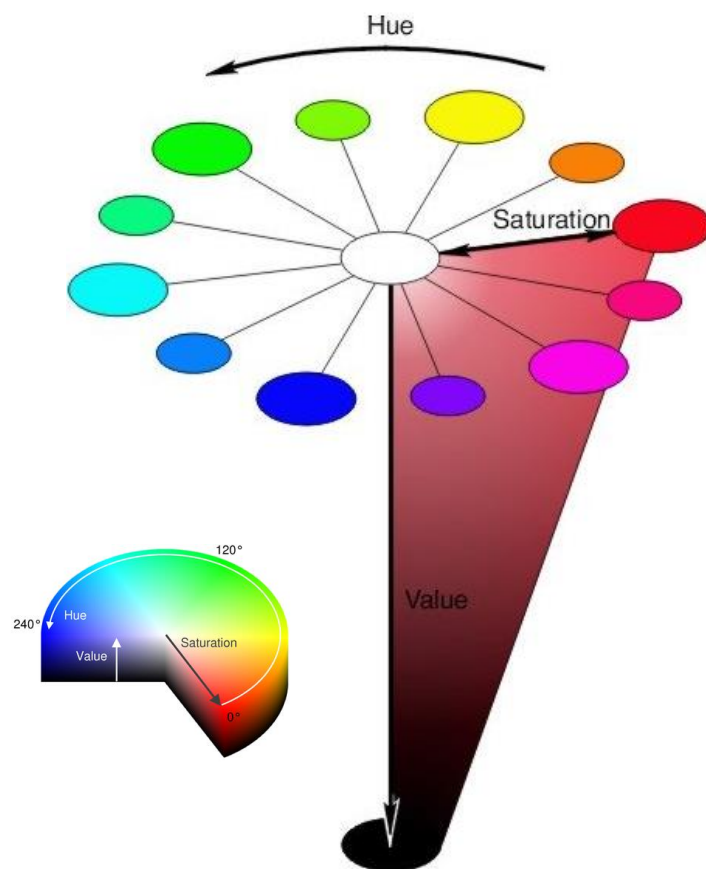
- **Praznina**

- prazen prostor med, nad, pod, okrog objektov,
- prazen prostor je lahko tudi sredi objekta,
- 2D ali 3D,
- Pozitivna praznina je v notranjosti objekta, negativna ga obkroža

Računalniška grafika: oblikovanje

• Barva

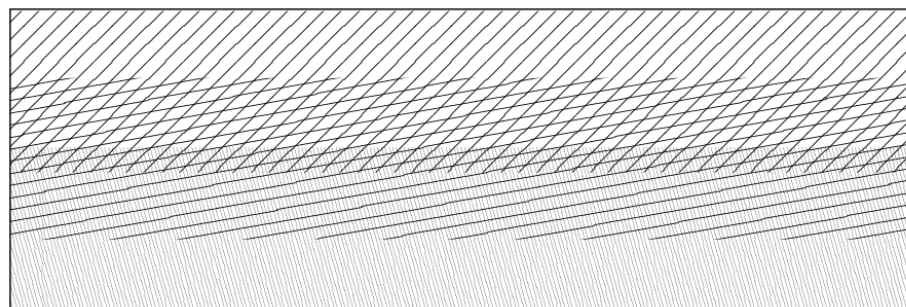
- lastnost površine objekta, določena z valovno dolžino odbite svetlobe,
- Določena je s tremi komponentami model HSV (hue, saturation, value):
 - **barvitost (hue)**: lastnost barve, s katero barve ločujemo med seboj, barvni ton (rumena, rdeča, ...)
 - **nasičenost (saturation)**: nasičenost barve, kroma
 - **svetlost, jakost, vrednost (value)**: svetlost / temnost



Računalniška grafika: oblikovanje

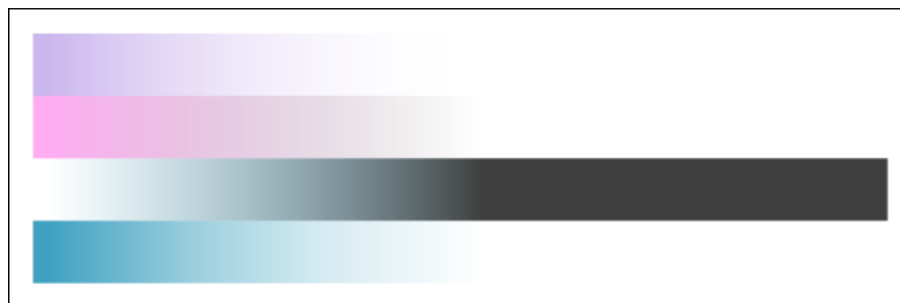
- Tekstura

- lastnost občutja in/ali videza površine objekta,
- opisujemo jo z besedami kot groba, svilnata.



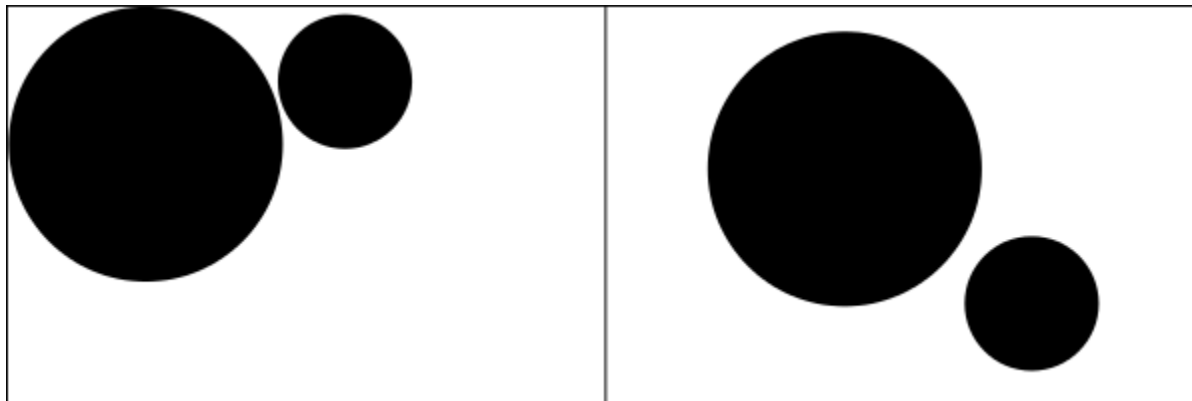
- Svetlost

- pove kako temen ali svetel je nek objekt,
- vrednost uravnavamo z dodajanjem bele ali črne barve.



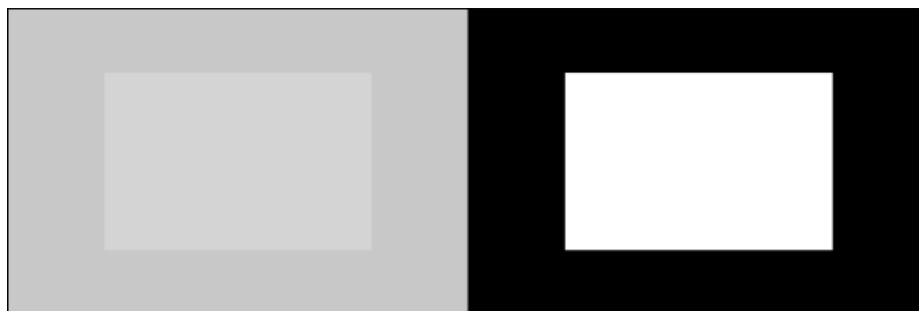
Računalniška grafika: oblikovanje

- Ravnoesje
 - gre za občutek vizualne enakosti oblike, barve,
 - ravnoesje kompozicije dosežemo z ustrezno razporeditvijo barv, tekstur, oblik, objektov
 - lahko je simetrično ali nesimetrično.

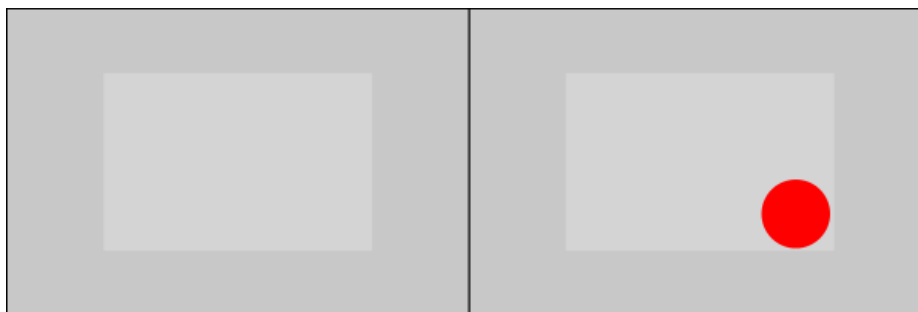


Računalniška grafika: oblikovanje

- Kontrast
 - različnost bližnjih elementov.

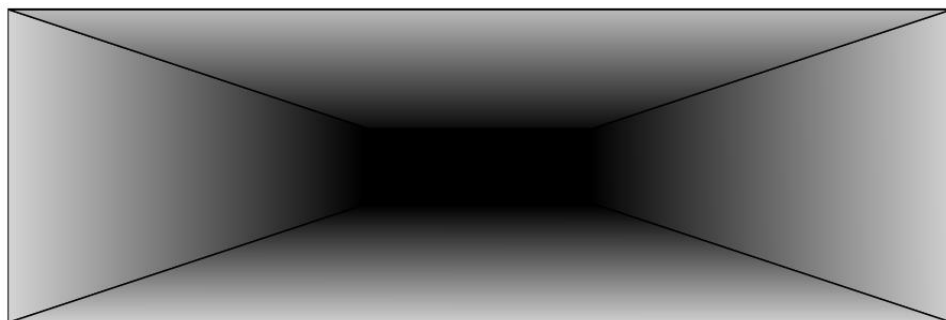
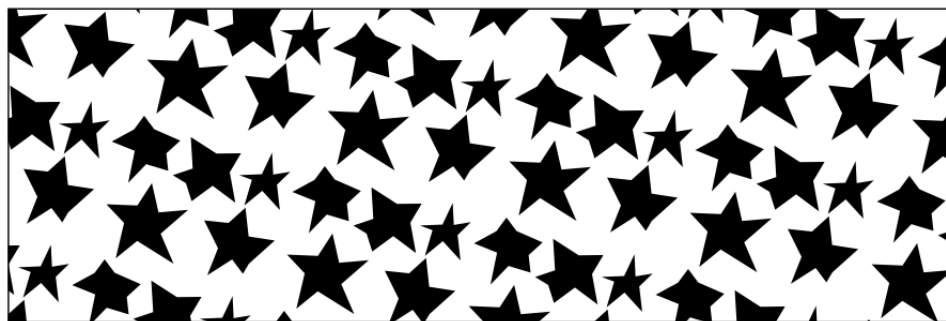
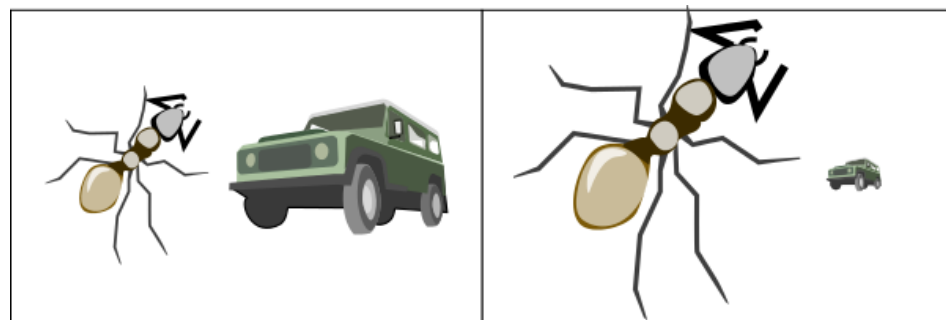


- Poudarek
 - uporabimo ga, če želimo da določen del izstopa,
 - opazovalec najprej usmeri pogled nanj.



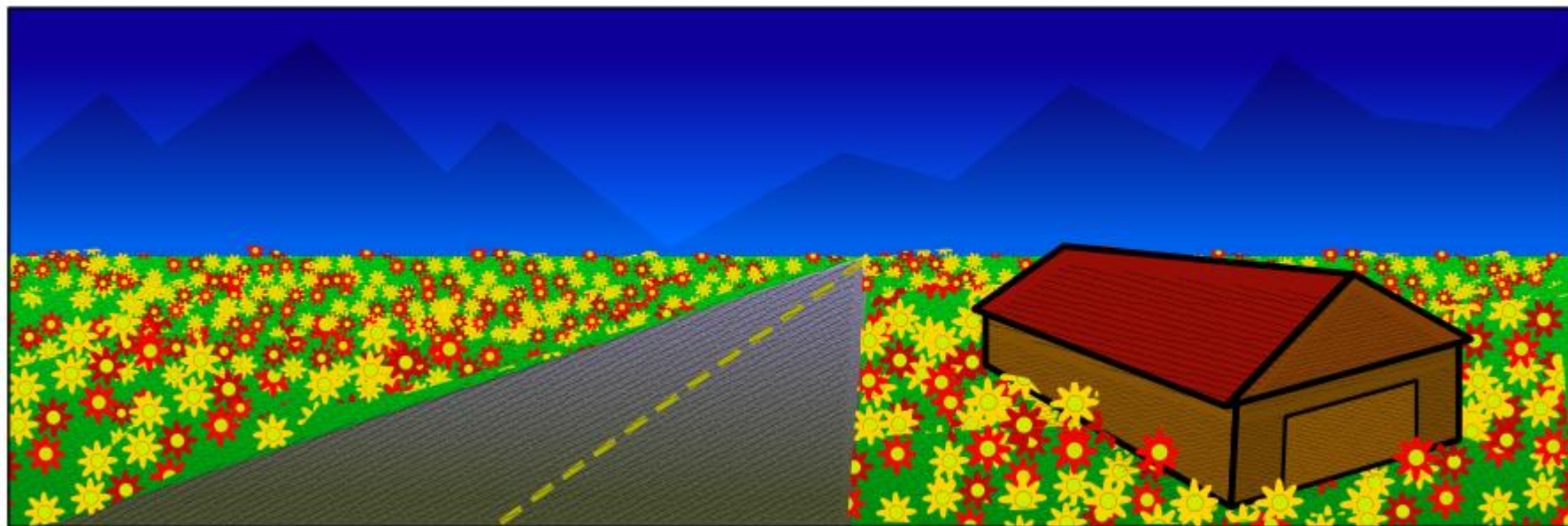
Računalniška grafika: oblikovanje

- Razmerje
 - določa velikost, položaj ali količino ene stvari v primerjavi z drugo.
- Vzorec
 - Ustvarimo ga s ponavljajočim se elementom
- Stopnjevanje
 - Prehodi ustvarijo občutek tretje dimenzije, gibanja,
 - Povzročijo gibanje očesa



Računalniška grafika: oblikovanje

- Kompozicija
 - dobimo jo s kombiniranjem vseh zgoraj navedenih elementov

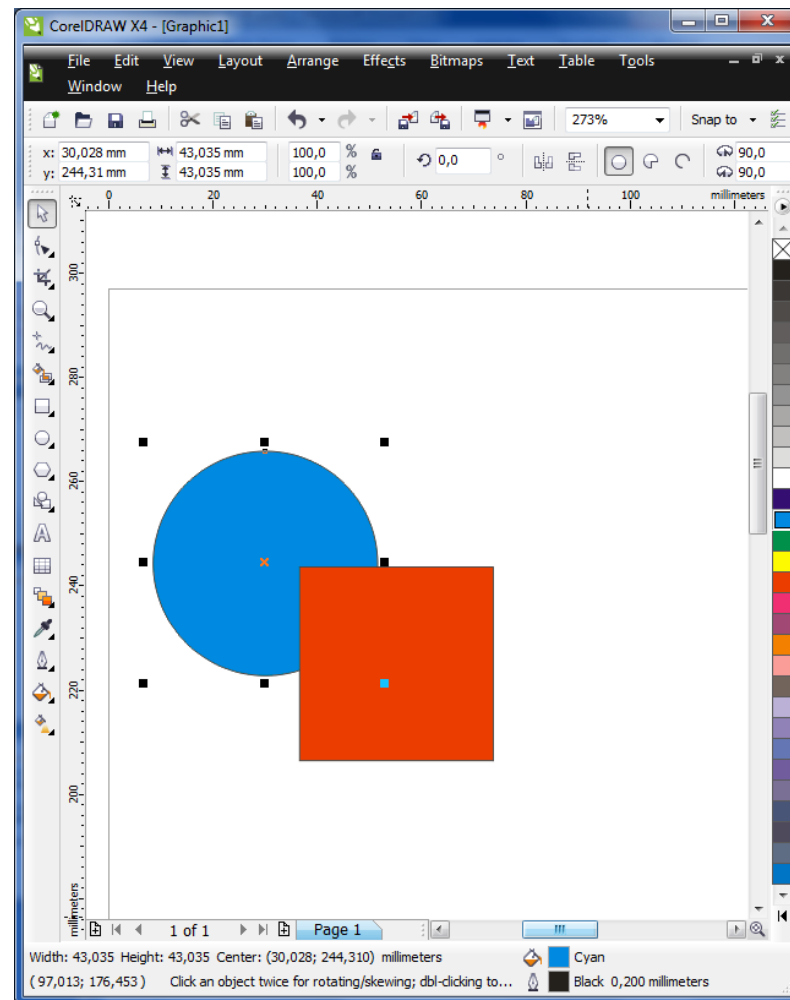


Vektorska grafika (1)

- Formati
 - EPS (Encapsulated PostScript)
 - Podmnožica PDF
 - Dobro podprt v založniških programih
 - Majhen datoteke, neomejeno skaliranje
 - Ni podpore v brskalnikih
 - SVG (Scalable Vector Graphics)
 - Primerna za statične in animirane slike
 - Manj razširjen
 - Podprt v nekaterih brskalnikih
 - WMF/EMF (Windows Meta File, Enhanced Meta File)
 - Vektorska in rasterska grafika
 - Microsoft, 1990
 - ClipArt
 - EMF je izboljšava 8bit → 16 bit
 - Corel, Adobe, OpenOffice imajo vsak svoje formate

Vektorska grafika (2)

- Orodja
 - Macromedia Freehand
 - Adobe Illustrator
 - CorelDraw
 - MS Word, MS Powerpoint
 - OpenOffice Draw
 - **Inkscape**



Vektorska grafika (3)

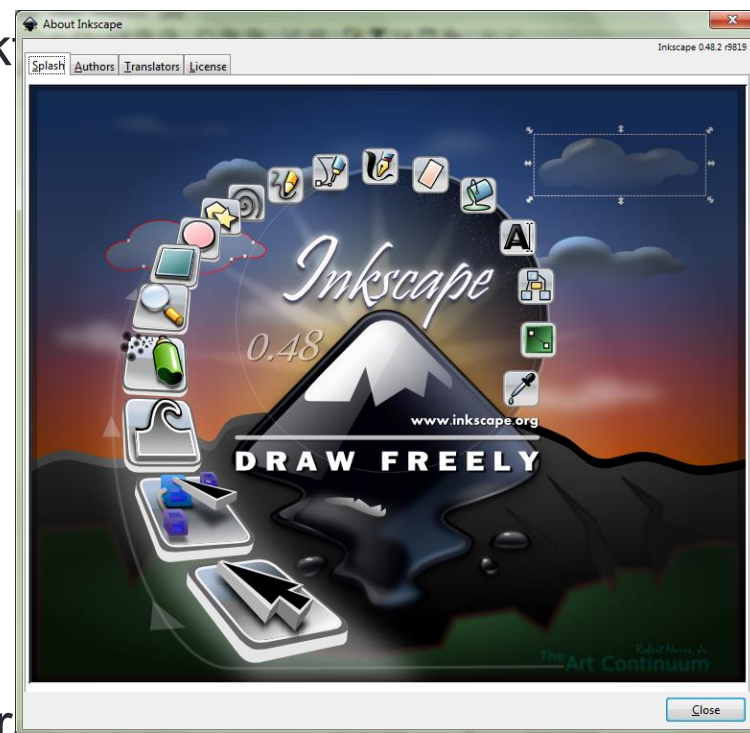
- Inkscape

- Prosto dostopen program za delo z vektorji
- Zelo zmogljiv
- Podprte platforme:
 - Windows,
 - MacOS,
 - Linux

- Literatura

- Inkscape tutorial
- Drago Perc: Priročnik za uporabo programa Inkscape

<http://www2.arnes.si/~kkrzz1/DragoPerc/Ostalo/Inkscape%20-%20Priro%20nik.pdf>



Rastrska grafika (1)

- Formati:
 - BMP (Bit MaP)
 - Brez stiskanja, velike datoteke
 - Privzet format za shranjevanje slik v programu MS Paint
 - JPG/JPEG (Joint Photographics (E)xpert Group)
 - Datotečni format in postopek stiskanja
 - Stiskanje z izgubami
 - Velikost datoteke je odvisna od velikosti slike in faktorja stiskanja
 - Široko uporabljan v fotografiji
 - Primeren za fotografije in slike, kjer so prehodi med barvnimi toni mehki
 - Vključuje dodatne informacije (datum, čas, ...)

Rastrska grafika (2)

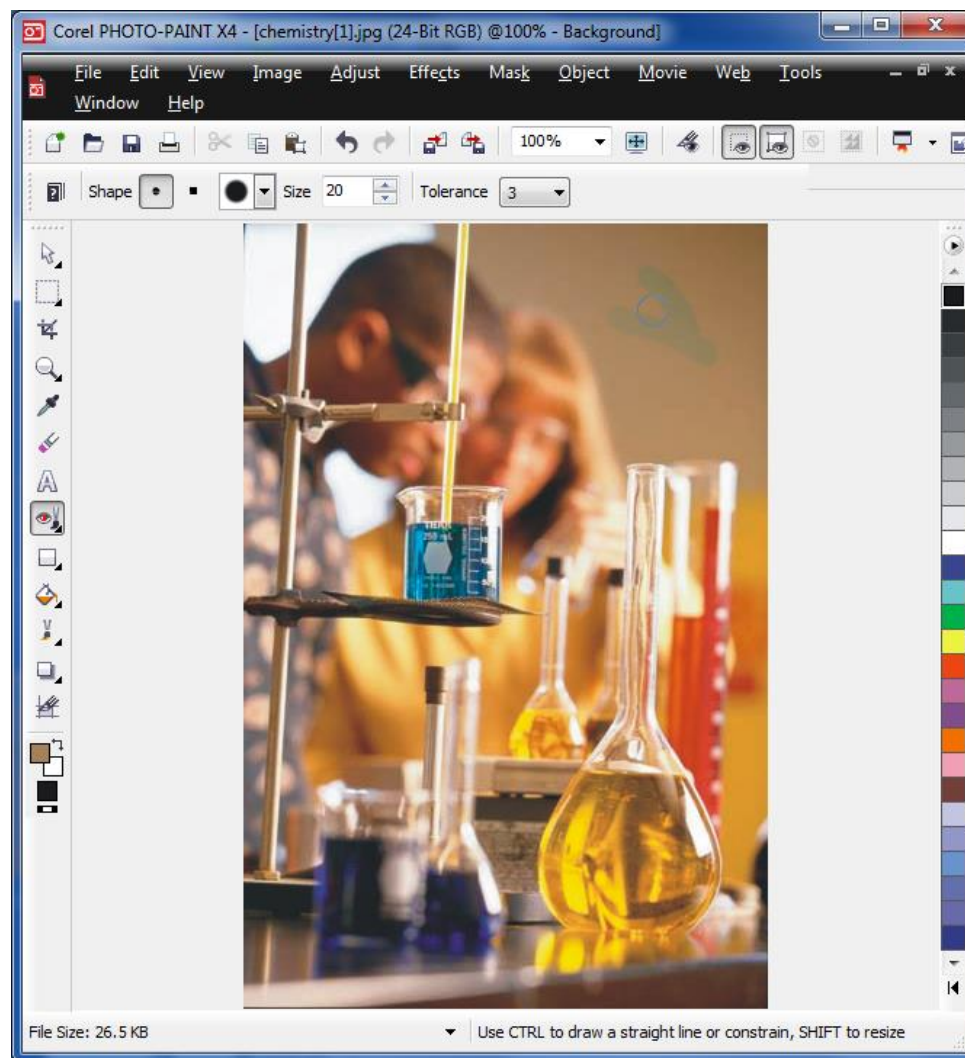
- **Formati:**
 - **GIF** (Graphics Interchange Format)
 - Stiskanje brez izgub
 - Samo 256 barv
 - Majhne datoteke
 - Podpira prosojnost in animacijo
 - Precej uporabljan na internetu
 - **TIFF** (Tagged Image File Format)
 - Poljuba stopnja stiskanja (brez izgub, z izgubami)
 - Vključuje lahko dodatne informacije (čas, tip fotoaprata)
 - V ta format se običajno shranjujejo slike iz optičnih čitalnikov
 - **PNG** (Portable Network Graphics)
 - Nadgradnja formata GIF – 256 barv → 16,7 milijona barv
 - Podpira prosojnost
 - Primeren za slike z ostrimi barvnimi prehodi

Rastrska grafika (3)

- Orodja

- Adobe Photoshop
- Corel PhotoPaint
- Paintshop Pro
- MS Paint
- GIMP
- **Paint.NET**

- Urejanje fotografij
 - Google Picasa
 - MS Office Picture Manager



Rastrska grafika (4)

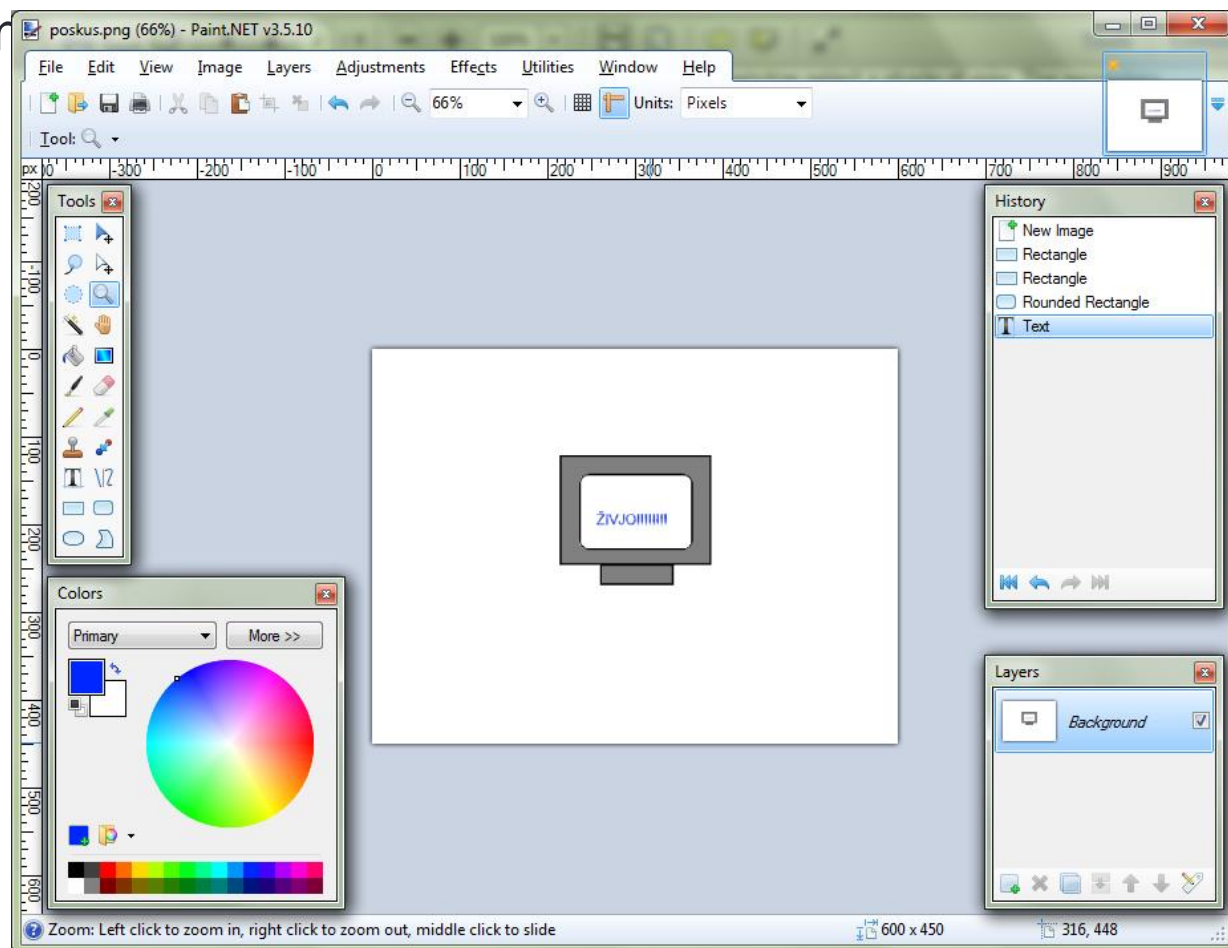
- Sliko vedno obdelujemo v originalni obliki, pri shranjevanju pa poskrbimo, da njena velikost ustreza namenu
- Slike iz fotoaparatov z nekaj **milijoni točk** je pred uporabo v dokumentih priporočljivo prilagoditi (zmanjšati ločljivost dpi)
- Če za to ne poskrbimo, postanejo dokumenti, v katere smo slike vstavili, neobvladljivo veliki.

Paint.NET: osnove

- Paint.NET je prosto dostopen program za urejanje slik za okolje Windows
- Nekaj funkcij:
 - rezanje slik in spreminjanje velikosti slik,
 - shranjevanje slik v različnih formatih,
 - odstranjevanje rdečih oči, umetniški učinki,
 - orodja za risanje in pisanje tekstov,
 - delo s slikami v plasteh
- Literatura:
 - Kathy Rouse: Tutorial on Paint.NET:
groups.melbpc.org.au/~bayside/Tutorial%20on%20Paint.Net.pdf
 - Paint.NET vodiči:
<http://forums.getpaint.net/index.php?/forum/18-tutorials-publishing-only/>
 - Paint.NET Help | Tutorials
 - Spletna stran www.aviary.com

Paint.NET: osnove

- Videz
 - Glavni okno z menijem
 - Štiri orodna okna:
 - Tools,
 - Colors,
 - History,
 - Layers
 - Platno na sredini



Video: uvod

- Za iluzijo gibljivih slik je potrebno zamenjati vsaj 24 slik ali okvirov vsako sekundo
- Nekoč so bile slike shranjene na celuloidnem traku
- Danes digitalno, slika je predstavljena na fiksni mreži ali rastru (rastrska grafika)



Video: uvod

- Količina podatkov:
 - slike HD: 1920 x 1080 (16:9),
 - 24 bitna barvna globina
 - 1 sekunda filma: 25 slik/s,
 - potreben prostor vsako sekundo filma:
 $25 \times 1920 \times 1080 \times 24/8 = 155.520.000 \text{ B} = 148 \text{ MB}$
 - potreben pretok za prenos iz strežnika po mreži:
 $25 \times 1920 \times 1080 \times 24 = 1,24 \text{ Gb/s}$
 - če je film na strežniku, je na strani strežnika potrebno zagotoviti pretok:
 $1,24 \text{ Gb/s} \times \text{število odjemalcev}$
- Nujno je potrebno stiskanje podatkov

Video: stiskanje

- Zahteva po močnem stiskanju ob čim manjši izgubi kvalitete
- Potrebno je prostorsko in časovno stiskanje
- Algoritmi za kodiranje in dekodiranje ali kodeki (ang. CoDec – Coding and Decoding)
- Primer: XP codecpack
<http://www.xpcodecpack.com/>

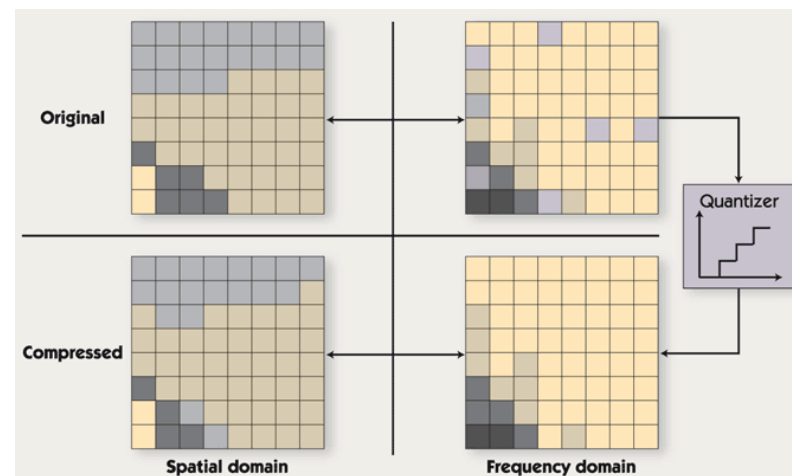
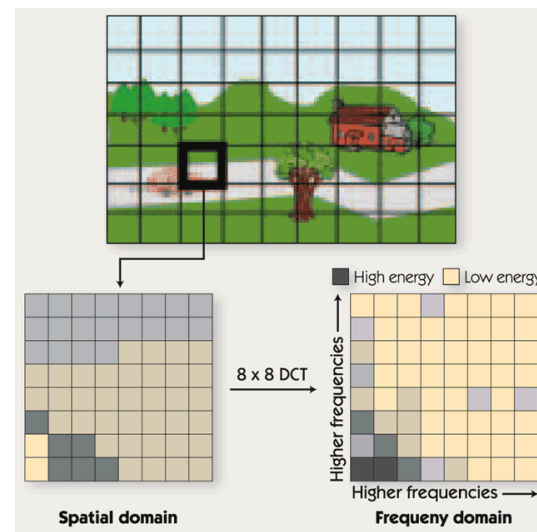
Video: stiskanje

• Prostorsko stiskanje

- stiskanje posameznih okvirov
- sosednje točke imajo podobne lastnosti
- faze: kodiranje, prenos in dekodiranje

• Primer JPEG

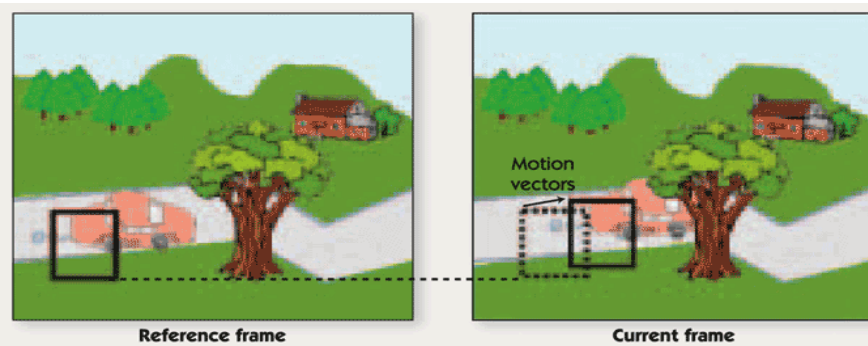
- slika se razdeli na bloke 8 x 8 točk
- poenostavitev vsakega bloka
 - Prehod v **frekvenčni prostor**, odstranjevanje nepomembnih koeficientov, odstranjevanje nepomembnih koeficientov, prehod **nazaj v običajen prostor**
- priprava na prenos slike
 - Zapis bolj pogostih barv s krajšimi, manj pogostih pa z daljšimi nizi enk in ničel
- dekodiranje mora enke in ničle interpretirati v ustrezne barve



Video: stiskanje

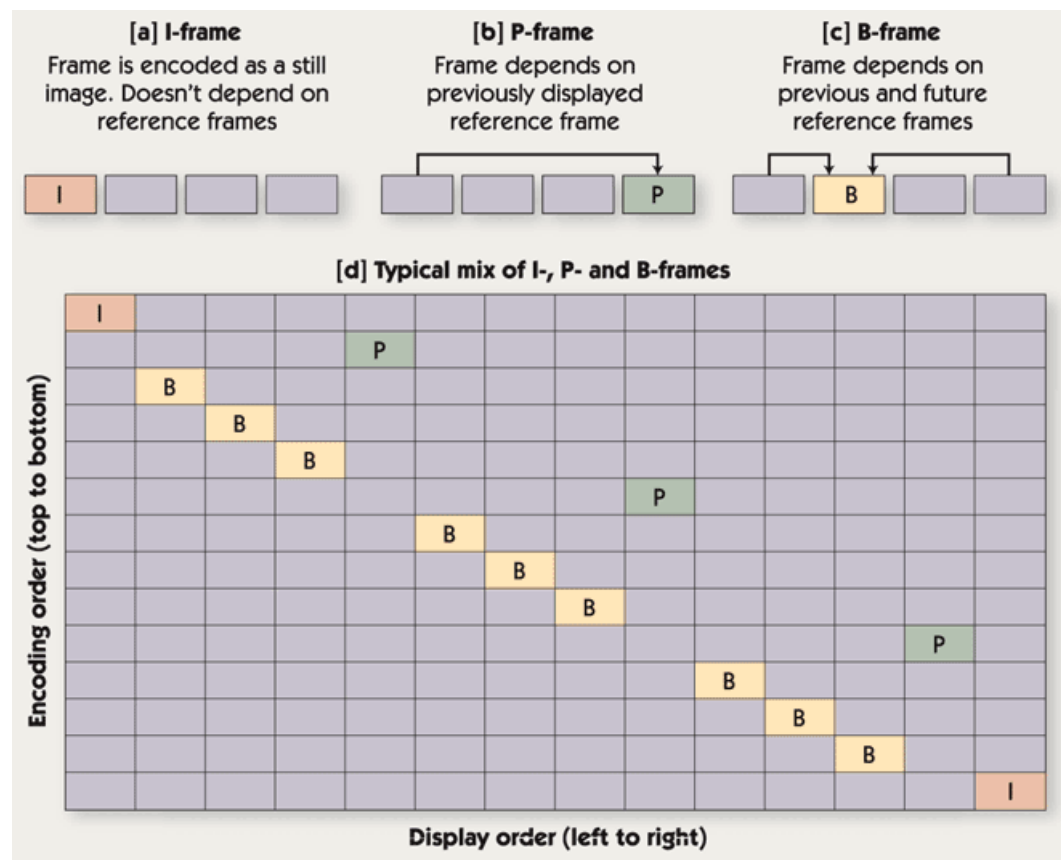
• Časovno stiskanje

- opazovana scena se v času **0,04 s** običajno ne spremeni dosti
- kodiranje opazovanega okvira se zato izvaja glede na predhodne okvire (simetrične in nesimetrične aplikacije) ali celo na naslednje okvire (nesimetrične aplikacije)
- kompresijska razmerja
 - samo **prostorsko stiskanje tja do 30:1**
 - **časovno in prostorsko stiskanje tudi do 200:1**
- med zaporednimi slikami išče čim bolj podobne bloke namesto osnovnega bloka se prenaša vektor premika in podatki o razlikah
- če je razlik preveč, se prenese osnovni blok



Video: stiskanje

- Moderni video kodeki
 - Uporabljajo tri tipe okvirov
 - **I**: prenos mirne (**referenčne**) slike
 - **P**: razlike med dvema referenčnima slikama
 - **B**: razlike med predhodnimi in naslednjimi slikami
- Slika prikazuje tipično sosledje okvirov



Video: standardizacija

- Težave pri standardizaciji zapisa v analognem svetu
- Želja po standardizaciji digitalnega zapisa
 - Rezultat **ISO standardi**
 - pripravlja jih skupina **MPEG** (Moving Picture Expert Group),
 - močno sodelovanje s skupino **JPEG** (Joint Picture Expert Group)
 - algoritmi za stiskanje posameznih slik (okvirov) so podobni kot pri JPEG
 - MPEG-1: video CD in MP3 (1,2 Mb/s)
 - MPEG-2: digitalna televizija, DVD (10 Mb/s)
 - MPEG-4: splet in mobilne naprave, boljše stiskanje (od 64 kb/s do 4 Mb/s)
 - MPEG zapis je namenjen
 - **Simetričnim aplikacijam**, kjer je število kodiranj in dekodiranj enako (videokonference) in
 - **Nesimetričnim aplikacijam**, pri katerih kodiramo malokrat, dekodiramo pa velikokrat (filmi)

Video: standardizacija

- Obstaja mnogo različnih kodekov
- Standarda MPEG-2 in MPEG-4
 - definirata postopke za kodiranje in dekodiranje slik
 - standardi so dokaj ohlapni in dovoljujejo več različnih izvedb
 - Vse izvedbe ne pokrivajo celotnega standarda
- MPEG-2
 - Implementacija H.262 (.mpg, .mpeg, .mv2, .mp2, .mp3)
- MPEG-4
 - H.263 osnovni MPEG-4 format (.mv4)
 - H.264 ali AVC - Advanced Video Compression (.avc)
 - DivX, XviD, Matroska (.divx, .avi, .mkv)

Video: standardizacija

- Formati

- Pomembno je vedeti kje iz zakaj se bo video uporabljal
- Na primer, **video za mobilne naprave** mora biti bistveno slabše ločljivosti kot za predvajane na **televiziji visoke** ločljivosti
- Nastavljamo lahko
 - ločljivost slike: 128 x 96, 320 x 240, 640 x 480, 720 x 480, 720 x 576, 1920 x 1080, ...
 - število okvirov na sekundo: 10, 12,5, 15, 25, 30, ..., 60
 - barvno globino (9, 12, 16, 24, ...)
 - razmerje stranic slike: 4: 3, 16: 9
 - kvaliteto zvoka

Video: programska oprema

- Programi za predvajanje video vsebin

- Microsoft Media Player
- Apple QuickTime
- BS player
- VideoLAN VLC media player



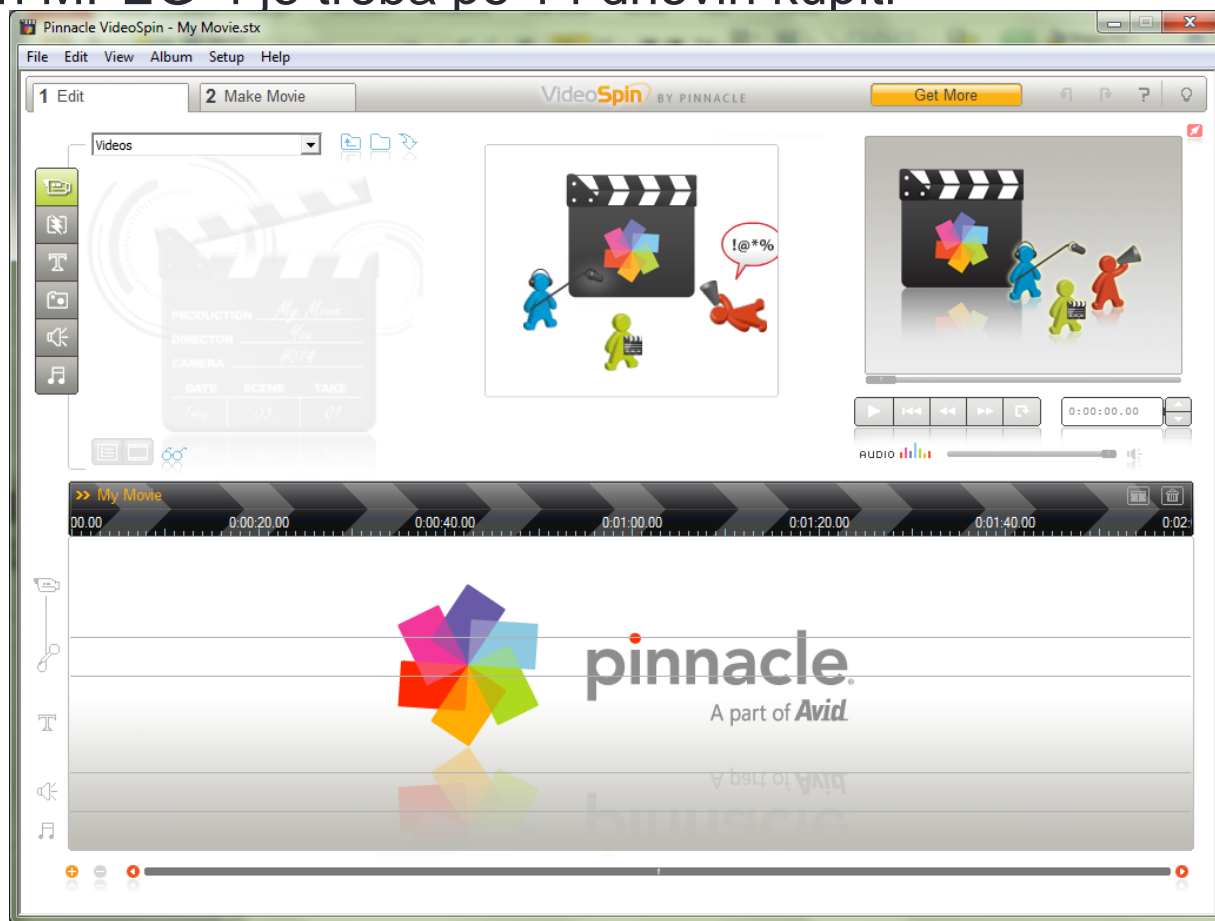
- Programi za obdelavo videa

- Adobe Premier
- Sony Vegas
- Apple Final Cut
- Pinnacle Studio
- Pinnacle VideoSpin
- Microsoft MovieMaker



Video: Pinnacle VideoSpin

- Prosto dostopen program za urejanje videa
 - Kodeke MPEG-2 in MPEG-4 je treba po 14 dnevih kupiti
- Videz
 - levo zgoraj: multimedijška knjižnica
 - spodaj: časovna os
 - desno zgoraj: predogled filma
 - sredina zgoraj: pomoč



Video: Pinnacle VideoSpin

- Postopek dela

1. Urejanje

- najprej v knjižnico naložimo multimedijske vsebine kot so slike, video posnetki, zvoki
- multimedijske vsebine nalagamo na časovno os od leve proti desni
- kadre, ki jih tako ustvarimo na časovni osi po želji prilagajamo s premikanjem, rezanjem, dodajanjem premorov, raztegovanjem
- dodamo lahko tudi mehke prehode med kadri
- izdelek lahko dopolnimo še z naslovi, podnapisi, napisi
- po potrebi dodamo zvočno podlago

2. Izdelava filma

- Zapis pripravljene vsebine v ustrezno video datoteko