

Digitalne grafične tehnike in vizualna umetnost

Dušan Kirbiš

Digitalne grafične tehnike in vizualna umetnost

Dušan Kirbiš

Uvod	3
-------------	----------

I. del:

Digitalna umetniška grafika

Gorazd Golob

Grafika	10	Umetna inteligenca	45
Tiskanje	10	Ai-Da	46
Grafični proces	16	Linijski in matrični tiskalniki	47
Konvencionalne umetniške grafične tehnike	16	Tiskanje digitalnih umetniških grafik	47
Digitalna fotografija in tisk	19	Elektrofotografski tiskalniki	48
Digitalno	19	Kapljični tiskalniki	48
Digitalna umetniška grafika	22	Kakovost in obstojnost digitalne umetniške grafike	53
Začetki digitalne umetniške grafike	24	Kakovost digitalne umetniške grafike	53
Analogni, digitalni in hibridni računalniki	24	Metode preskušanja obstojnosti digitalne umetniške grafike	55
Prevlada digitalnih računalnikov	30	Zaključek	57
Risanje na zaslonu	32	Literatura in viri	59
Algoritemska grafika	34		
Grafični uporabniški vmesniki in grafični programi	41		
Andy Warhol	44		

II. del:

Opis postopkov konvencionalnih grafičnih tehnik

Dare Birsa

Visoki tisk	67	Prepustni tisk - sitotisk	88
Lesorez	68	Dušan Kirbiš	
Ksilografura	70	Litografija	92
Barvni lesorez	71	Likovna vrednost	92
Linorez	73	Primerjava tradicionalnih grafičnih tehnik	97
Podobne tehnike	73	Slikovno gradivo	100
Globoki tisk	75	Literatura in viri	100
Posebnosti posamičnih tehnik	77	Spletni viri	102
Suha igla in bakrorez	77	Literatura	102
Mezzotinta	80		
Jedkanica	82		
Akvantita	84		
Posebna tehnika pri jedkanicah	85		
Podobne tehnike	85		

Uvod

Umetniško grafiko, produkt posebnih postopkov razmnoževanja originalne umetnikove risbe ali slike, ki ohranja pridih unikatnosti, že od prehoda v novi vek pa vse do današnje dobe, uporabljajo veliki mojstri, slikarji in kiparji, Albrecht Dürer, Rembrandt, Francisco de Goya, Auguste Rodin, Pablo Picasso, Andy Warhol in številni drugi. Težko bi našli slikarja ali kiparja, ki ni vsaj dela svojega ustvarjanja posvetil grafiki in mnogo je takih, ki jim je grafika odprla vrata v avtonomen svet ustvarjalnosti. Pri vseh ugotovljamo, da grafike ne razumejo le kot možnost razmnoževanja originalnih risb ali slik, ampak predvsem kot ustvarjalno tehniko, ki zaradi specifik tehnične izvedbe ponuja vrsto povsem izvirnih likovnih rešitev. Vse se skozi stoletja, ob iznajdbah vedno novih postopkov, prilagajajo in včasih celo razvijejo v povsem samostojne in od konvencionalnih

oblik vizualnih praks neodvisne, ustvarjalne strategije in prezentacije. Razširjeni pojem **grafika** je povezan z vrsto tehnik in postopkov, ki zajemajo risanje, pisanje, pa tudi ročno ali strojno odtiskovanje besedila ali slike preko vmesnega medija, matrice. V kontekstu vizualnih umetniških praks je grafika le ena od panog likovne umetnosti, katere cilj je unikaten avtorski odtis z umetniško vrednostjo ter možnostjo razmnoževanja v manjši ali večji, praviloma pa omejeni nakladi, ob uporabi različnih postopkov za pripravo matrice. Originalna grafika lahko nastane samostojno, neodvisno od predlog in z namenom uporabe grafičnih tehnik za svojstveno likovno izražanje.

Pogled v zgodovino bi prve znane podobe, ki imajo značaj razmnoževanja in odtiskovanja našel v prazgodovinskih jamah, kjer se na stenah pojavijo pozitivni odtisi člo-

vekovih dlani ali negativne odslikave, ko je bila dlan uporabljena kot šablona. Potreba po krašenju tkanih tekstilij v starih civilizacijah, (Egipt, Perzija, Kitajska) razvije možnost neposrednega odtiskovanja z lesenimi ali kovinskimi štampljkami ali tehniko rezerviranja in kasnejšega barvanja tkanin v kopelih. Prvi znani odtisi v današnjem pomenu besede so vezani na izum papirja na Kitajskem, torej na čas drugega stoletja pred našim štetjem. Reproductibilnost grafike je eden od vzrokov razmaha te tehnike v obdobju humanizma, obdobju idejnih polarizacij, ki zahtevajo intenzivnejše razširjanje idej v slikovni in pisni in ne samo v ustni obliki. Pojavijo se lesorezi z nabožnimi podobami, kot medij prenosa liturgičnega obredja v zasebno okolje. Željo širokih slojev prebivalstva po zasebnem lastništvu podob je bilo mogoče zadovoljiti ceneje in enostavneje

kot s slikami, ki so bile prej ročno izdelane. Prodajali so jih v samostanih in na romarskih krajih. Enolistni lesorezi – danes veljajo za najstarejše grafične umetnine v Srednji Evropi. Razmah lesoreza gre z roko v roki s širjenjem proizvodnje papirja. Množična proizvodnja papirja, ki je bila bistveno cenejša in hitrejša od proizvodnje pergamenta, je bila odločilen pogoj za to tehnologijo, ki jo je kmalu dopolnil bakrorez. Tehniko lesoreza, pri katerem se risba prenese s površine zglajene lesene plošče, v novem veku kmalu zamenja bakrorez, ki omogoča večjo natančnost in višje naklade, kar vodi v njegovo kasnejšo masovno uporabo v knjižni ilustraciji. Najzgodnejši list, izdelan v tehniki bakroreza, je iz leta 1446, tako da je le nekaj desetletij mlajši od najstarejšega datiranega lesoreza. Bakrorez v primerjavi z lesorezom dopušča večje upodobitvene in izrazne možnosti, saj so lahko linije mnogo tanjše, kar omogoča podajanje skoraj vseh tonov med najnežnejšo sivino in gosto črnino.

Slikarji novega veka so že takrat svoje grafične odtise pogosto uporabljali za ustvarjanja dohodka od prodaje, in za lastne pro-

pagandne namene. Medtem ko so grafike kopistov, tako umetnikom, kakor potencialnim naročnikom, pogosto predstavljale prvo informacijo o delih sodobnikov iz drugih kulturnih okolij. Distribucija grafike je hkrati pomenila izmenjavo informacij in s tem vedno intenzivnejše slogovno poenotenje.

Zamudno in naporno delo mehanskega vrezovanja v bakrene in jeklene plošče, ki so ga opravljali mojstri kopisti, je že v začetku šestnajstega stoletja močno poenostavil in olajšal izum različnih tehnik jedkanja kovinske plošče s pomočjo kisline. Čeprav jedkanica ni dosegla upodobitvene natančnosti bakrorezov in tako ni nadomestila tega izraznega sredstva kot najpomembnejšega medija knjižne ilustracije, je razširila grafično tehniko in uvedla možnost novih pristopov neposrednega obdelovanja matrice. Manj precizno prezentacijo risarskih stilov in ploskovito variiranje tonskih vrednosti pri jedkanici in akvatinti, dopolni tehnika mezzotinte, ki omogoča bogastvo finih prehodov od bogate črnine, preko bogastva sivih tonov do popolne beline..

Veliko novost v izrabi kemijskih in fizikalnih svojstev različnih materialov, predstavlja tehnika litografije (kamnotisk), ki se pojavi v začetku devetnajstega stoletja. Z razvojem litografije Aloisa Senefelderja se je nadaljeval razvoj postopkov, ki ni več temeljil le na mehanski pripravi matric, zaradi česar je bila tehnika litografije primerna za tisk plakatov in razmnoževanje hitro porajajočega se dnevnega tiska. Ne samo, da so tudi umetniki dobili novo izrazno sredstvo, ampak so se odprla nova poklicna področja. Pojavijo se časopisni ilustratorji in karikaturisti. Litografija ob koncu stoletja, skupaj z že uveljavljenimi fotografskimi postopki, predstavlja tehnološki temelj za silovit razmah industrijskega ofsetnega tiska. Tisk s kamna omogoča umetniku zelo širok razpon risarskih in slikarskih tehnik, od ostre in precizne linearne risbe, rastrirane površine, vtisa lavirane risbe in akvarela do ekspresivnih, kontrastnih podob.

Sredi dvajsetega stoletja opazimo velik razmah sitotiska, enostavnega in dostopnega postopka pretiskovanja tiskarske barve skozi gosto mrežo na papir in dru-

ge materiale. Plakatni, ploskovit izgled, ki je ena od značilnosti te tehnike, ustvarjalci pogosto dopolnijo z uvedbo rastra, ki omogoča tonske prehode in obogatijo z uporabo intenzivnih barv. Sodobni digitalni postopki obdelave in generiranja slik seveda razvijejo hitre in tej tehnologiji prilagojene postopke odtiskovanja, ki pa, zaradi različnih tehnik nanosa tiskarske barve, različnih pigmentov in podlag sprva le težko izpolnjujejo kriterij trajnosti in obstojnosti, ki je ena od temeljnih zahtev umetniške grafike.

Značilnosti grafike kot samostojne umetniške zvrsti

Reprodukcija in izvirnik. Če zanemarimo pojem reprodukcijske grafike, ki je izdelana po likovno dodelanem modelu in predstavlja zgolj kopističen ali celo mehanski prenos samostojne umetnine, kot je slika ali risba, v grafično tehniko tiska, je produkt umetniške grafike vedno samostojno avtorsko delo. Njena značilnost, da je razmnožena v večjem številu kopij, ne zmanjšuje koncepta izvirnika. Unikatnost

je zagotovljena z ustvarjalčevim izražanjem umetniških zamisli, konceptov in idej, ki jim ustreza določena tehnika tiska. V tem pogledu predstavlja odmik od, za konvencionalne likovne prakse značilnih tehnik, kot sta na primer risanje in slikanje. Likovna zasnova grafike je tako neločljivo povezana s tehnološkimi koraki določenega tiskarskega postopka, tako v fazi priprave matrice kakor v fazi tiska. Po tej poti zasnovano grafično delo nikakor ni le gola reprodukcija risbe ali slike. Umetnik lahko grafiko ustvari neposredno in osebno ali pa s pomočjo tiskarskega mojstra, ki pogosto prevzame predvsem izvedbo tehnoloških korakov. Umetnik tako sam vrezuje v leseno ali kovinsko ploščo, nanaša zaščitne plasti, stopenjsko jedka, slika in riše na kamen, pripravlja sitotiskarsko šablono z risanjem ali s fotopostopkom, nanaša tiskarsko barvo, izvede poizkusni odtis in naklado ... v sodobnem času pa predvsem z uporabo fotografije, digitalnega risanja, slikanja, kolažiranja, z uporabo računalniških programov ter ob poznavanju sodobne tiskarske tehnologije, ustvarja podobe, ki jih je možno natisniti na ustrezen nosilec. Ena od prepoznavnih

značilnosti originalnega grafičnega odtisa klasičnih tehnik je tudi značilen reliefni odtis roba matrice, ki je posledica velikega pritiska na papir. Še posebej je to opazno pri litografiji in pri tehnikah globokega tiska, pri katerih se uporablja rahlo navlažen papir.

Certifikat o izvirnosti je dokument, ki jamči, da je določeno umetniško delo izvirno in da je avtorski produkt določenega umetnika. V njem so navedeni avtor, naslov dela, čas nastanka dela, dimenzije, tehnika in še vrsta drugih podatkov, ki se nanašajo na historiat dela, njegove prejšnje lastnike, javne predstavitve in podobno. Pri grafičnih listih je obvezen podatek o nakladi, pogosto pa pa naveden tudi tiskar ali delavnica v kateri so odtisi nastali.

Podpis in številčenje. Umetnikov podpis na grafičnem listu jamči za njegovo avtorstvo. Lastnoročen podpis, ki ni integriran v odtis in se običajno nahaja na spodnji margini grafičnega lista zagotavlja, da gre za originalno grafično delo, ki ga je ročno izdelal avtor v celoti in v omejeni nakladi. Hkrati signatura v sodobnih grafičnih postopkih lahko pomeni tudi, da je avtor iz-

delal predlogo za matrico tisk pa prepustil tiskarju.

Običajno se za ročno podpisovanje grafike uporablja svinčnik, ker je podpis s svinčnikom težko izbrisati ali spremeniti, ne da bi poškodovali papirna vlakna. Podpis je običajno postavljen v spodnji desni kot. Naslov grafike, če obstaja, je na sredini, tam je lahko navedena tudi tehnika, v levem kotu pa oštevilčenje. Podatek o številu odtisov je odločujoč dejavnik, ki vpliva na vrednost grafičnega lista, zato je številčenje, obvezen podatek in sestavni del podpisa. Sestavljata ga dve številki, ločeni s poševnico. Prva je zaporedna številka odtisa, druga pa določa število listov v nakladi.

Posamezen list, ustvarjen s postopkom tiskanja, se imenuje odtis ali grafični list; skupno število natisov se imenuje naklada. Pravica umetnika je, da določi višino naklade. Medtem ko je bila nekoč višina naklade omejena na majhno število zaradi materialne obrabe matrice (npr. cinkove ali bakrene plošče), se danes naklade popularnih umetnikov dvigajo v vrto glave višine. Za grafiko visokega in globokega

tiska, ter litografije je naklada običajno med 20 in 100 natisi. Nižja naklada pomeni manjše število izvirnikov in večjo vrednost posameznega lista. Prav tako lahko nižja zaporedna številka, pri tehnikah, pri katerih prihaja do večje obrabe matrice predstavlja višjo vrednost odtisa.

Čeprav sta na umetniškem trgu številčenje in avtorjev podpis, kot osebno zagotovilo o avtorstvu vrednostno določujoč dejavnik, umetniški status grafike ne sme biti odvisen od velikosti naklade. V umetniški grafiki je običajna praksa, da matrico, po končanem tisku naredijo neuporabno. To naredijo na primer tako, da na ploščo zarežejo več diagonalnih rezov, litografski kamen pa zbrusijo in pripravijo za novo grafiko.

Nekateri odtisi (največ 10 odstotkov naklade) so označeni z E.A. (e.a.) ali Epreuve d'artiste. To so tako imenovane umetniške grafike, ki se tiskajo vnaprej za umetnika samega, izven naklade. Odgovoren umetnik to serijo tudi številči. To naredi z rimskimi številkami, da se razlikuje od običajnega oštevilčenja. Na primer E.A./ IV.

Poskusni odtisi so odtisi (tudi Epreuve d'état), ki nastanejo med delom na matrici in so pogosto označeni s P/A (proof). So dokument postopka, ki zahteva nadaljevanje ali spremembo dela. Lahko so še posebej informativni, ker nudijo vpogled v umetnikove delovne metode.

Nekateri umetniki že tradicionalno ustvarijo tudi večje število različnih variant, ki se razlikujejo po stopnji jedkanja, dodavi z drugimi postopki ali uporabi različnih barv. Te unikate, ki se pogosto razlikujejo od kasnejše naklade, zbiratelji še posebej cenijo in so toliko bolj iskani, kolikor starejši in bolj slaven je umetnik.

Testni odtis končnega stanja tiskarskega medija, izdelanega pred izdajo, je označen kot E.E. (Epreuve d'Essai).

Rezervni odtisi so odtisi, ki se natisnejo poleg izdaje, da se lahko po potrebi zamenja neuspeh ali poškodovan odtis.

Barvne variante so pogoste v litografiji in sitotisku, še pogostejše pa v računalniško generiranih slikah.

Včasih umetniki naredijo oznako ali skico za preizkus jedkanja na robu kamna ali

plošče za jedkanje, da bi lahko nadzorovali učinek kisline. Skica se običajno odstrani, preden se izdaja natisne. Vendar včasih te opombe ostanejo in se ne pojavijo samo na korekturah, ampak na vseh odtisih. Ti odtisi se potem imenujejo Remarqueovi odtisi in so posebej zanimivi za zbiralce.

Prednostni odtisi so odtisi na posebej izbranem papirju, ki ni bil uporabljen za običajno izdajo. Na splošno so, tako kot E.A. oštevilčeni z rimskimi številkami.

Tradicionalni načini numeriranja in podpisovanja se ohranjajo tudi pri sodobnih tehnikah tiska predvsem zato, ker, poleg avtorjevega certificiranja, najbolj neposredno zagotavljajo izvirnost in avtorstvo.

V zadnjih desetletjih dvajsetega stoletja je opaziti usihanje interesa za starejše oblike umetniške grafike, izvedene v tehnikah visokega, globokega ali ploskega tiska. Vedno manj je tiskarskih delavnic in mojstrov, ki obvladajo klasične tiskarske tehnike. Prav tako se število vizualnih umetnikov, ki bi si grafiko izbrali za izključni ustvarjalni medij močno zmanjšuje. V umetnosti se ustaljeni pomen pojma grafika razprši na skorajda vsa področja

ustvarjalnih praks, in se z njimi povežejo v novo nastale interpretacije. Med umetniki tudi izginjajo enoznačna poklicna poimenovanja, slikar, grafik, risar, fotograf ... ki ustvarjalca umestijo v določeno kategorijo glede na pridobljeno izobrazbo ali najpogostejše uporabljeno tehnologijo. Tako kot v vseh plasteh življenja, se tudi v vizualni umetnosti razbohoti sodobna digitalna tehnologija, ki s sabo prinese nove načine materializiranja ustvarjenih podob, vpliva na postopke in strategije njihovega nastajanja in umetnika uvede v razkrivanje specifičnih ustvarjalnih možnosti, ki posegajo v najširši spekter področij. Vizualni ustvarjalec se kmalu nauči aktualnih mišljenjskih vzorcev, postane več uporabnik računalniških aplikacij ter izumlja nove in nove načine njihovega kombiniranja. Paziti mora le na to, da se izogne pastem, ki se kažejo v lahki dostopnosti do vizualnega materiala, eklektičnosti umetne inteligence in predvsem v mamljivi ponudbi neposrednega kopiranja in apropiacije. Veliko je umetnikov, ki se, v navdušenju nad novimi ustvarjalnimi možnostmi, lotijo programiranja, pa tudi takih, ki kar sami, ali pa s pomočjo poznavalcev, izdelajo digitalno

vodene stroje in naprave za tisk ali slikanje in s temi napravami ustvarjajo slike, risbe, odtise in objekte. Pri nas so posebej vidni: Bogoslav Kalaš – stroj za slikanje, Dominik Mahnič – krmiljenje čopiča, Jasna Samarin – risalni robot (CNC pen plotter) v kombinaciji z ročno izvedenimi postopki. Vse te spremembe se odražajo tudi v grafiki. Še vedno so prisotni avtorski, signirani odtisi v omejeni nakladi, vendar so postopki njihovega nastanka v marsičem drugačni. Klasično matrico zamenja digitalni zapis, ki ga lahko pripravi avtor sam, ali ga pa, izhajajoč iz njegove skice, izdelala računalničar. Postopki tiska niso več ročno delo tiskarja ali avtorja. Zamenja jih računalniško vodeni stroj, ki uporablja takšne postopke, pigmente in veziva, ki na izbranem kvalitetnem papirju ali kakem drugem nosilcu in ob izpolnjevanju pogojev hranjenja, enako kot pri vseh starejših grafičnih postopkih, zagotavljajo običajne standarde trajnosti in obstojnosti.

Sodobne vizualne prakse ohranjajo grafiko, vendar z njenim umeščanjem v kontekst razširjenega polja umetnosti, ne vztrajajo več pri strogem opredeljevanju

postopkov, vezanih izključno na reproduktivnost in konvencionalne tehnike odtiskovanja. Estetski pojem grafike postopno prodira v vse postmoderne umetniške prakse, se z njimi zliva ali jih celo povezuje. Pogosto se tako preko poseganja v konkretna ali virtualna družbena okolja, podaja v interdisciplinarne eksperimente z oblikovanjem novih pomenskih struktur, ki se razpredajo v razširjeno pojmovanje sodobne umetnosti.

Dušan Kirbiš, 2024

Digitalna umetniška grafika

Gorazd Golob

1. del

Grafika

Beseda grafika izhaja iz grščine, **γραφικός** (*grafikós*) in tradicionalno označuje zapis ali risbo. V SSKJ je grafika definirana kot področje likovne umetnosti oz. umetniška grafika, pa tudi kot tiskarstvo (grafična industrija). Tudi druge vrste trajnih ali trenutnih upodobitev slik in besedil povezujemo z grafiko; sem sodijo računalniška grafika s prikazom upodobitve na zaslonu računalnika ali druge projekcije na zaslonih ali celo v prostoru z uporabo video, filmske, holografske tehnologije ... V tem delu obravamo grafiko predvsem kot področje likovne umetnosti, katerega rezultat je odtis na tiskovnem materialu, najpogosteje papirju, izdelan in opremljen skladno s pravili stroke.

Tiskanje

Tiskanje je tehnologija oz. proces nanašanja tankega sloja tiskarske barve s ti-

skovne forme na tiskovni material tako, da izdelamo potrebno število odtisov. Več stoletij je bil tisk ključna komunikacijska tehnologija za izmenjavo, razširjanje in hranjenje informacij. V sodobnem svetu se je njegova vloga spremenila, določene tiskovine oz. grafični izdelki izgubljajo svoj nekdanji pomen, se pa pojavlja na nekaterih novih področjih tudi kot industrijska proizvodna tehnologija. Že stoletja je tiskanje znano tudi kot umetniška grafična tehnika.

Prve odtise je človek zavestno naredil v prazgodovini (odtisi rok v jamah, ob drugih jamskih risbah). Znani so primeri uporabe pečatov iz antičnih časov, takrat so nastali tudi prvi tiski na tkanine, zatem pa tudi na papir.

Skozi zgodovino, predvsem v dvajsetem stoletju, je bilo uporabljenih mnogo grafičnih tehnik, praviloma so jih prvotno iznašli

in razvijali za hitro, kakovostno in cenovno sprejemljivo razmnoževanje – tiskanje različnih tiskovin, mnoge pa so začeli umetniki/grafiki uporabljati za umetniško ustvarjanje. Kot umetniške grafične tehnike (*graphic art, printmaking; Kunstgrafik*) so se obdržale do današnjih dni.

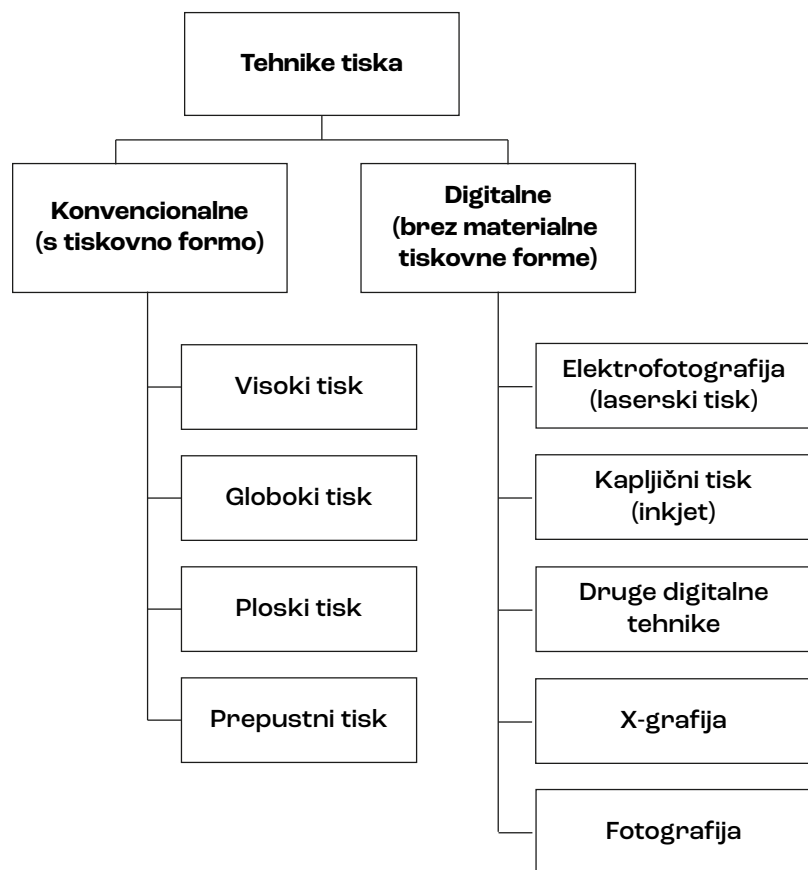
Poznanih je več razvrstitev grafičnih tehnik, praviloma pa vsi avtorji ločijo med konvencionalnimi (klasičnimi, analognimi) in digitalnimi. Na sliki 1 je prikazana osnovna delitev najbolj razširjenih tiskarskih tehnik, poenostavljena, povzeta po Kipphanu, ki mednje šteje tudi fotografijo (Kipphan, 2001).

Že Kipphan podaja bistveno bolj popolno in razčlenjeno delitev tiskarskih tehnik, s poudarkom predvsem na nekaterih obetavnih digitalnih tehnikah ob prelomu tisočletja, ki jih tudi podrobno predstavi. Skupno je znanih več kot tisoč tehnik, Na-

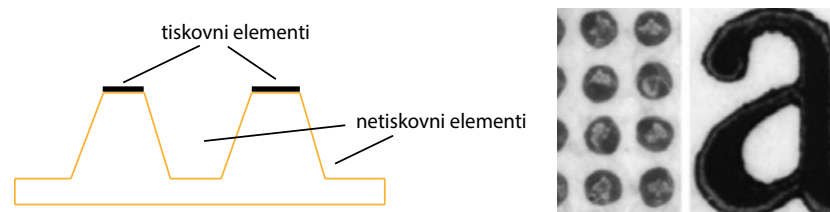
deau navaja celo več kot 1500 tiskarskih, fotografskih in fotomehničnih tehnik (Nadeau, 1997).

Konvencionalne tiskarske tehnike so razdeljene glede na pozicijo oz. višinsko razliko med tiskovnimi in netiskovnimi elementi tiskovne forme in njihovimi lastnostmi (slika 2).

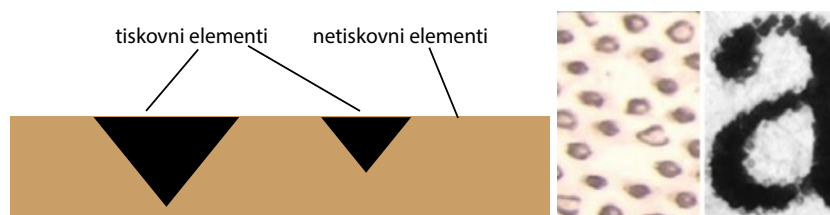
Slika 1: Delitev tiskarskih tehnik.



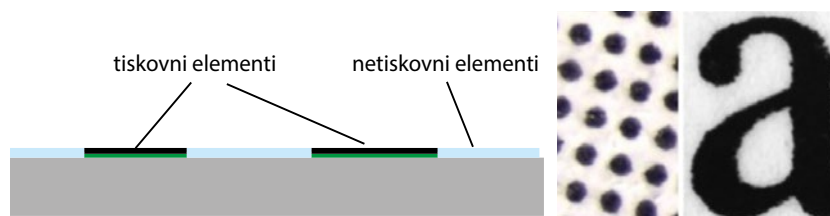
Slika 2: Prikaz konvencionalnih tehnik tiska s tiskovnimi in netiskovnimi elementi tiskovne forme in značilnosti odtisov (Golob, 2017).



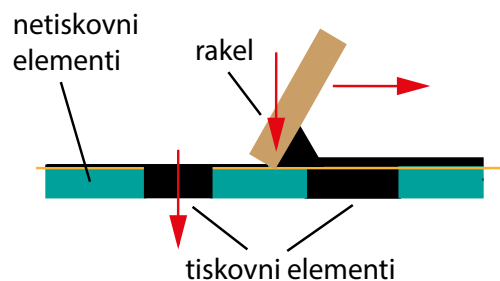
a) Shematski prikaz tiskovne forme visokega tiska z nabarvanimi tiskovnimi elementi in značilnosti odtisa v tehniki flekso tiska



b) Shematski prikaz tiskovne forme globokega tiska in značilnosti odtisa sodobnega globokega tiska



c) Shematski prikaz tiskovne forme ploskega tiska in značilnosti odtisa v tehniki ploskega tiska



d) Shematski prikaz tiskovne forme in procesa tiskanja v tehniki sitotiska

Visoki tisk

Prva znana datirana knjiga *Diamantna su-tr* je izšla leta 868, za tiskanje na papir je bila uporabljena tehnika lesoreza. Najdena je bila v Dunhuangu na Kitajskem, v jami s skupaj več kot 40 000 potiskanimi in popisanimi zvitki iz papirja, konoplje ali svile (Wikipedia, 2024a). Prve premične črke je sredi enajstega stoletja (1041–1048) za tiskanje uporabil Pi Sheng. Izdelane so bile iz gline in lepila, vendar se njegov izum ni izkazal za dovolj uporabnega. Verjetno je bila opustitev tega izuma povezana s krhkostjo tiskovne forme in potrebne množice črkovnih znakov kitajske pisave. Tudi lesene črke, ki jih je okoli leta 1313 uporabil Wang Sheng, se niso prijele. Prve kovinske, bronaste črke je leta 1403 dal vlti korejski

kralj Taejong, zadnje tovrstne so bile tam narejene leta 1516 (Lechène, 2024).

V Evropi je prvi izdelal in uporabil kovinske svinčene (dejansko iz zlitine svineca, antimona in kositra) črke Johannes Gutenberg okoli leta 1450, čeprav so znani njegovi predhodni poskusi in poskusi drugih izumiteljev, ki pa so slabo dokumentirani. V desetletjih pred Gutenbergom so tudi v Evropi tiskali knjige v tehniki lesoreza, znane kot blok knjige. *Bibilia pauperum* je bila izvedba ilustrirane blok knjige, ki je vsebino podajala predvsem z ilustracijo (Wikipedia, 2024b). Lesorez (slika 3) in sorodne tehnike (npr. linorez) so se za tiskanje ilustracij v tehniki visokega tiska uporabljale tudi še v dvajsetem stoletju.

Konvencionalni visoki tisk, znan kot knjigotisk (*letterpress*; *Buchdruck*), ki je temeljil na modernizirani Gutenbergovi tehnologiji, je bil v uporabi do konca 20. stoletja, ko so ga skoraj v celoti zamenjale druge tiskarske tehnike. Pred desetletji se je razmahnila uporaba fleksotiska (*flexography*; *Flexodruck*), tehnike visokega tiska s fleksibilno tiskovno formo in tekočimi tiskarskimi barvami, ki danes prevla-

duje na področjih tiskanja etiket, fleksibilne embalaže in embalaže iz valovitega kartona.

Slika 3: Neznani avtor, Sveti Krištof (St. Christopher), ročno koloriran lesorez, najstarejši datiran v Evropi, iz leta 1423 (Norman, 2024).



Globoki tisk

Globoki tisk (*gravure, intaglio; Tiefdruck*) se je v Evropi uporabljal vsaj od prve polovice 15. stoletja. V Nemčiji je okoli leta 1430 prve odtise v tej tehniki naredil neznani umetnik, znan pod psevdonimom Mojster igralnih kart (Master of the Playing Cards), kasneje mu je sledil Martin Schongauer (slika 4), okoli leta 1460 je to tehniko uporabil Andrea Mantegna iz Padove (Peters, Lincoln in Raftery, 2010) in mnogi drugi umetniki. Med njimi je bil tudi Tomasso Finiguera iz Firenc, pogosto omenjen kot izumitelj globokega tiska. Ta tehnika se je dolgo uporabljala predvsem za tiskanje zahtevnih večtonskih grafik, tudi grafičnih reprodukcij drugih del. Prvotni tehniki ročnega graviranja (*intaglio*) z dletom v kovinsko ploščo, so sledile druge tehnike.

Industrijski globoki tisk (*rotogravure; Tiefdruck*), poimenovan tudi bakrotisk, za tiskanje reprodukcij se je začel z izumom Čeha Karla Klíča konec devetnajstega stoletja. Njegovo delo je temeljilo na fotomehansko izdelanih cinkovih klišejih Josepha-Niécephore Niépceja iz leta 1826 in metodi izdelave rastrirane tiskovne forme

za globoki tisk Williama Henryja Fox Talbota iz leta 1852. Prvi rotacijski stroj s tiskovno formo v obliki valja v tehniki globokega tiska je leta 1860 patentiral in uporabljal Auguste Godchaux iz Pariza. Prve Klíčeve slike, natisnjene v tehniki heliogravure, so bile objavljene v obdobju 1879 do 1882. Proti njegovi volji je nekaj detaljev njegove tehnike na Dunaju objavil sodelavec po imenu Leonard leta 1886. Delo je Klíč s sodelavcem Samuelom Fawcettom, ki je že pred tem eksperimentiral s to tehniko, nadaljeval v Angliji, skupaj sta leta 1895 ustanovila grafično podjetje (multimediaman, 2013). Tehnika heliogravure (fotomehanično kopiranje fotografskega negativa in rastra z osvetljevanjem želatinskega kopirnega sloja senzibiliziranega z bikromati na kopirni papir, njegovim prenosom na pobakreni valj (tudi bakreno ploščo), razvijanje, jedkanje in končno površinsko kromiranje tiskovne forme) je danes zaradi varovanja okolja, visokih stroškov in zahtevanih ročnih spretnosti povsem opuščena. Nadomestilo jo je elektromehanično ali lasersko graviranje, ki pa je zaradi visokih stroškov in zahtevnosti

procesa, kljub visoki kakovosti barvnih reprodukcij, primerno le za zelo zahtevne tiskovine v visokih nakladah in za tiskanje tekstila. Globoki tisk se uporablja tudi za tiskanje bankovcev in drugih zaščitnih tiskovin.

Slika 4: Martin Schongauer, A Foolish Virgin in Half-Figure, 15. stoletje Wikipedia, 2024c).



Ploski tisk

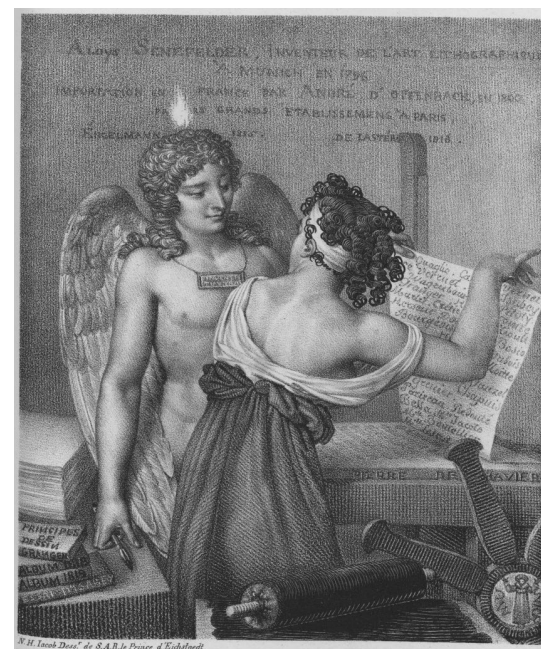
Litografijo (*lithography*; *Lithografie*), tudi kamenotisk oz. kamnotisk (λιθος; *lithos* je starogrško kamen; γραφω; *gráfo* pomeni pisati), temeljno tehniko ploskega tiska je leta 1796 izumil Alois Senefelder. Tehnika temelji na tiskovni formi iz apnenca iz kamnoloma Solnhofen na Bavarskem, ki se je kot naprimernejši material obdržal do današnjih dni, seveda le v umetniški grafiki. Po večkratnih poskusih iskanja primerne tehnike za poceni tiskanje publikacij, ki jih je potreboval kot potujoči igralec in tudi avtor, je Senefelder najprej neuspešno poskušal z jedkanjem kamnite tiskovne forme, ki bi jo uporabil kot reliefni kamniti kliše. Pri tem je ugotovil, da lahko upodobi tiskovne elemente z mastnim tušem ali kreda, ki odbijata vodo. Ti lahko ležijo v isti ravnini kot netiskovni elementi hidrofilne površine tiskovne forme. Z izmeničnim vlaženjem in nabarvanjem je v posebni litografski odtisovalnici s kamnite tiskovne forme lahko naredil odtis. Svojo tehniko je opisal in predstavil leta 1818 v *Vollständiges Lehrbuch der Steindruckerei* (slika 5). Že v prvih letih po izumu je Senefelder

predlagal in uporabil tudi druge materiale za izdelavo tiskovne forme, predvsem kovinske cinkove plošče in primerno prilagojen papir. Z razvojem fotografskih in fotomehaničnih tehnik v devetnajstem stoletju se je uveljavila fotolitografija, ki je nadomestila tradicionalno risanje tiskovnih elementov.

Litografija je kmalu po izumu postala priljubljena kot relativno hitra in poceni grafična tehnika za tiskanje plakatov in drugih ilustriranih tiskovin, med bolj znanimi prvimi litografi je Henri Toulouse-Lautrec (slika 6).

Za tiskanje na pločevino je Robert Barclay razvil posredni ploski tisk (1875) z vmesnim odtisovanjem na valj s fleksibilno prevleko, kar je omogočilo pomembno izboljšanje kakovosti odtisa na trd kovinski tiskovni material. V začetku dvajsetega stoletja sta posredni ofsetni tisk (*offset lithography*; *Offsetdruck*) na papir neodvisno izumila Ira Washington Rubel iz New Jersey (1901–1904), in Čeh Cašpar Hermann iz Nemčije (1903–1907), ki je deloval v Baltimoru (Wikipedia, 2016; 2024č).

Slika 5: Primer litografske reprodukcije iz francoske izdaje Senefelderjeve knjige o litografiji (Senefelder, 1819).



Sodobni ofsetni ploski tisk je najbolj razširjena in uporabljena tehnika za tiskanje knjig, časopisov, revij in drugih tiskovin. Tradicionalno je ponekod, predvsem v ZDA, še vedno znan pod imenom lithography, marsikje pa se imenuje preprosto ofsetni (offset) tisk, čeprav se je posredno tiskanje uveljavilo tudi v drugih tiskarskih tehnikah. Praviloma so sodobne tiskov-

ne forme izdelane na osnovi aluminjastih plošč, le redko iz poliestra, za njihovo upodabljanje pa se uporablja *computer to plate* (CtP) tehnologija, brez vmesnih kopirnih predlog iz filma, kar je bilo pred nekaj desetletji povsem običajno.

Prepustni tisk

Sitotisk (*screen printing*; *Siebdruck*) je najstarejša in najbolj razširjena tehnika prepustnega tiska; manj kakovosten ciklostil se je uporabljal le za razmnoževanje preprostih tiskovin. Domnevno so sitotisk prvi uporabljali na Kitajskem v času dinastije Song (960–1279), kmalu za njimi

tudi na Japonskem, predvsem za tiskanje tekstila. V Franciji so ga uporabljali od 17. stoletja. Prvotno so za potiskanje tiskarske barve skozi tekstilno šablono na tiskovni material uporabljali trdo krtačo, v devetnajstem stoletju pa se uveljavi sito narejeno iz svilene tkanine napete na primeren okvir, za tiskanje pa krtačo nado-

Slika 6: Neobdelan litografski kamen (a), kamen z upodobljenimi tiskovnimi elementi za tiskanje s črno barvo (b), ki ga je leta 1893 uporabil Henri de Toulouse-Lautrec za tiskanje plakata Sageesse, ter končni odtis (c) (Wikimedia, 2022; Flickr, 2021).



a)



b)



c)

mesti rakel (Vida Hudoklin in Zvest Apolonio sta ga poimenovala tiskač) iz tršega elastomera (Hudoklin Šimaga in Apolonio, 1978; Widewalls editorial, 2016; Rosemary, 2019).

Leta 1907 je (industrijsko) tehniko sitotiska patentiral Anglež Samuel Simon. Leta 1940 je bila ustanovljena Silk Screen Group, kasneje preimenovana v National Serigraph Society, ki je imela svojo galerijo v New Yorku. Za tehniko sitotiska sta se

Slika 7: Portret Marilyn Monroe, avtor Andy Warhol, 1964, sitotisk na platno (silkscreen on canvas) (Wikiart, 2021).



v tem času v angleško govorečih deželah uveljavili poimenovanji *silk-screen printing* oz. *serigraphy* (*sericum* je latinsko svila). V tej tehniki je ustvarjal tudi Andy Warhol, začetnik umetniške smeri *pop art* (slika 7).

Sodoben industrijski sitotisk ima majhen tržni delež, uporablja pa se predvsem za tiskanje debelejših slojev tiskarske barve, tudi za tiskanje elektronike, senzorjev, za doseganje posebnih vizualnih, haptičnih in drugih učinkov. Uporablja se tudi za tiskanje tekstila, keramičnih ploščic ... V sodobnem sitotisku so svilo zamenjale sintetične tkanine ali celo kovinske mrežice, sita s svileno tkanino pa se (izjemoma) uporabljajo le še v umetniški grafiki.

Grafični proces

Tiskanje je le zaključek reprodukcijskega procesa kot ključnega dela celotnega grafičnega procesa, ki se konča z grafično dodelavo v kateri nastane končni grafični izdelek. Na sliki 8 je prikazan proces izdelave barvne reprodukcije na primeru ofsetnega tiska, v osnovi pa velja za vse konvencionalne in digitalne tehnike. Kot

original oz. predlogo lahko uporabimo katerikoli objekt, katerega oblike in barve v sodobnih sistemih zajamemo z digitalnim fotoaparatom ali skenerjem, lahko pa ga avtor po svoji zamisli 'nariše' na primerni vhodni napravi (miška, tablica, na dotik občutljiv zaslon ...) ali poustvari z računalniškim programom. Tako nastalo virtualno digitalno sliko grafični strokovnjak obdela z uporabo namenske programske opreme in izdela končno datoteko za tiskanje (*print file*). Ta se uporabi za izdelavo tiskovne forme na osvetljevalni napravi CtP, za nastavitve tiskarskega stroja, v digitalnih tehnikah pa neposredno za tiskanje.

Konvencionalne umetniške grafične tehnike

Značilnost konvencionalnih umetniških grafičnih tehnik je udeležba avtorja/umetnika v celotnem procesu od upodobitve ideje oz. ročne izdelave tiskovne forme, tiskanja in končne potrditve avtorstva z označevanjem in podpisovanjem odtisov. Uporaba sodobnejših tehnologij in s tem povezana strokovna pomoč je dopustna le v obsegu, ki omogoča avtorju izdelavo

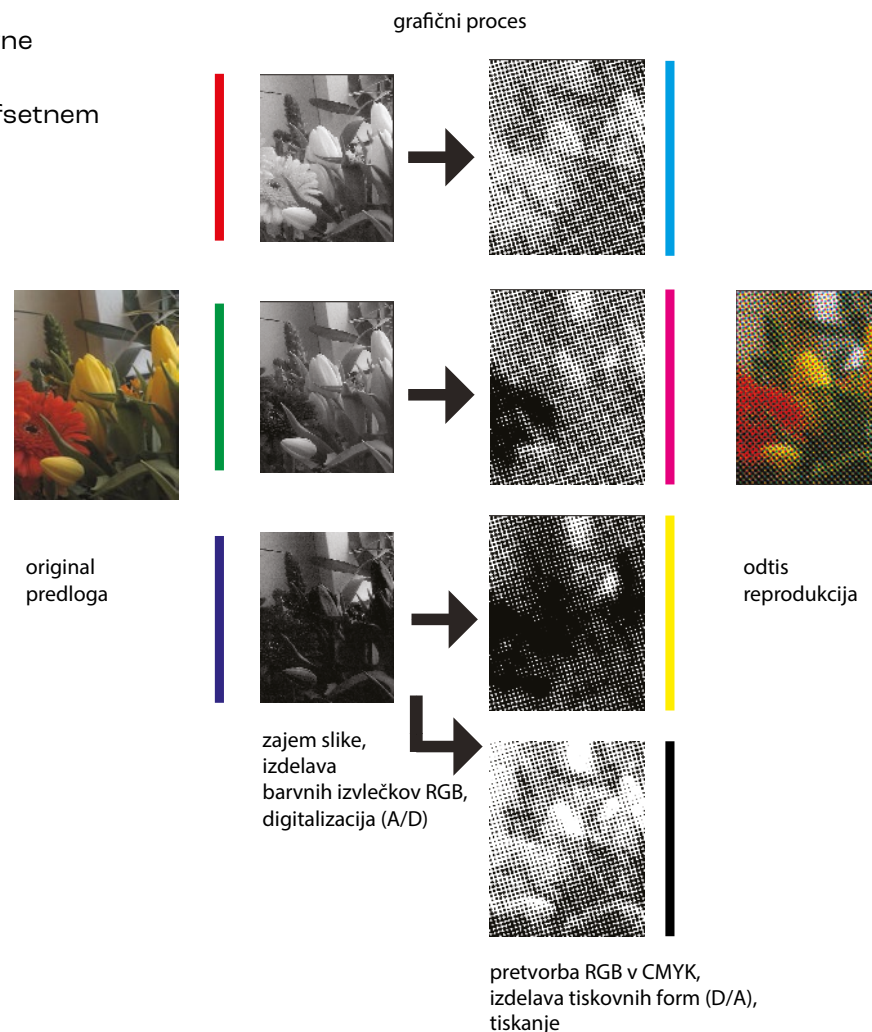
dela na način kot si ga je zamislil. V primeru pomembnega vpliva sodelavcev ti postanejo soavtorji, kar mora biti praviloma tudi navedeno na odtisu. Tudi uporaba več tehnik (kombinirane, mešane tehnike) mora biti ustrezno navedena.

Konvencionalne tehnike razvrščamo enako kot industrijske v umetniške grafične tehnike visokega, globokega, ploskega in prepustnega tiska, znotraj vsake od navedenih skupin pa obstajajo tehnike poimenovalne glede na uporabljene materiale, način izdelave tiskovne forme, tehniko tiskanja ... Večina avtorjev ustvarja v več različnih tehnikah. V slovenščini imamo le nekaj obsežnejših del v katerih so poimenovalne, opisane in razvrščene konvencionalne umetniške grafične tehnike. Glede na njihovo uporabo v izobraževanju pa ne preseneča nekaj desetih diplomskih in magistrskih del, ki obravnavajo to tematiko. Krajši in nepopolni opisi tehnik so pogosto navedeni tudi v katalogih razstav in v monografijah, ki praviloma podajajo več informacij o avtorjih in njihovem prispevku k umetnosti, manj pa o uporabljeni tehniki.

Riko Debenjak (1908–1987) je v svojem delu 'grafika' (Riko Debenjak, 1967) podal pregled pomembnejših umetniških grafičnih tehnik. V tehniki visokega tiska

jih našteva 16, od lesoreza do *gyotaku* tiska (tiskanje s trofenje ribe v obdobju samurajev na Japonskem, tudi tisk z rezbarij), med visoki tisk pa uvršča tudi sitotisk

Slika 8: Proces barvne reprodukcije v konvencionalnem ofsetnem tisku (Golob, 2017).



– svilotisk – serigrafijo; v globokem tisku 14 tehnik, od jedkanice do **cliché verre** (ročno gravirana tiskovna forma na steklu, foliji ali transparentnem papirju, prevlečenim s temnim slojem, ki se zatem uporabi kot fotografski negativ za osvetljevanje fotopapirja); 12 litografskih tehnik vključno z offset tehniko (ofsetni tisk). Posamezne tehnike so na kratko opisane in podano je tipično področje uporabe.

Vida Hudoklin (1926–2004) in **Zvest Apollonio** (1935–2009) v dvojezični knjigi *Sitotisk = Sitoštampa* (Vida Hudoklin Šimaga, Zvest Apollonio, 1978) opisujeta tehniko, primerno predvsem za umetniško grafiko, materiale, izdelavo tiskovne forme in tiskanje.

Boris Jesih (1943–2024) je svoj učbenik *Grafika: visoki tisk, ploski tisk* (Boris Jesih, 2000) namenil študentom Pedagoške fakultete. V delu so podrobneje predstavljene predvsem tehnike linoreza in lesoreza, ki jih pedagog ali avtor lahko uporabi tudi v tehnično omejenih razmerah. Drugi natis tega dela je izšel leta 2019.

Marjan Pogačnik (1920–2005) je avtor knjige *O litografiji* (Marjan Pogačnik,

2010), ki je nastala na osnovi skripte *Podatki o litografiji* (Marjan Pogačnik, 1981). Avtor podrobno opisuje izum litografije, različne metode priprave litografskega kamna, tehnike ročne izdelave tiskovne forme in tiskanje na litografski stiskalnici, ter potrebne materiale in pripomočke za uspešno delo.

V katalogu *Neopaženo ob cesti: grafična tehnika Marjana Pogačnika*, ki je izšel ob otvoritvi njegove retrospektivne razstave leta 2024, je objavljen tudi prispevek Admirja Ganića (Admir Ganić, 2024) v katerem opisuje tehnike Pogačnikove izdelave tiskovnih form in tiskanje jedkanic za visoki, globoki in kombinirani tisk. Opisan je uspešen poskus rekonstrukcije kombinirane tehnike reliefnega tiska, ki ni bil popolnoma dokumentiran kljub velikemu številu del in zapiskov o njihovem nastanku v zapuščini umetnika.

Dževad Hozo (1938–2020) je avtor obsežne monografije *Umjetnost multioiginala: kultura grafičkog lista* (Dževad Hozo, 1988), ki je še vedno pomembno referenčno delo, v uporabi na celotnem področju nekdanje Jugoslavije. Mednaro-

dno poznani in priznani avtor je bil rojen v Užicu, likovno umetnost je študiral v Beogradu in Ljubljani, kasneje pa je deloval predvsem v Sarajevu. Stroka ga uvršča med pripadnike ljubljanske grafične šole. V zadnjih letih svojega delovanja je uporabljal tudi digitalne grafične tehnike.

V svoji monografiji predstavlja razvoj konvencionalnih umetniških grafičnih tehnik v visokem, globokem in ploskem tisku ter njihov pomen v sodobni umetnosti. Za vsako od tehnik podaja natančna navodila za izvedbo, vključno z materiali, orodji, tehnikami izdelave tiskovne forme, tiskanjem, pa tudi ukrepe v primeru nezgod npr. pri poškodbi zaradi neprevidnosti pri jedkanju tiskovne forme s kislino. Dodan je še obsežen glosarij in bibliografija.

V slovenščini je bilo objavljenih še več del, večinoma v manjšem obsegu ali v drugem formatu. **Breda Škrjanec** (1960–) je objavila dve deli na temo litografije in lesoreza (Breda Škrjanec, 2002; 2006), **Marijan Tršar** (1922–2010) pa je v osemdesetih letih objavil več videoposnetkov pod skupnim naslovom *Grafične tehnike* (Marijan Tršar, 198?).

Digitalno

Beseda *digit* je latinska in v prevodu pomeni prst. Pridevnik *digitalen* je v Slovarju slovenskega knjižnega jezika (SSKJ) razložen kot ... *ki posreduje podatke, informacije v zaporedju števil 0 in 1 / ki deluje na osnovi tako podanih podatkov in informacij, pa tudi ... opravljen s prsti, prsten*, kot primeri pa so navedeni digitalna tehnologija, digitalna fotografija pa tudi digitalna preiskava.

Večina naprav in procesov, s katerimi se srečujemo v vsakdanjem življenju, je danes vsaj deloma digitaliziranih, torej delujejo z uporabo računalnikov, ki obdelujejo digitalne podatke. Ljudje pa smo evolucijsko prilagojeni na komunikacijo v svetu, ki je analogen in ni digitalen, zato so v vseh digitalnih tehnologijah potrebni analogno/digitalni (A/D) in digitalno/analogni pretvorniki (D/A), ki to obdelavo omogo-

čajo in tudi omogočajo komunikacijo med stroji (računalniki) in človekom.

Digitalna fotografija in tisk

V digitalni fotografiji je svetlobno tipalo (npr. CCD, CMOS) dejansko A/D pretvornik, ki svetlobne barvne dražljaje spremeni najprej v analogne električne signale, ki jih v naslednjem koraku pretvori še v številčne vrednosti posameznih pikslov slikovnih elementov (*picture element, pixel, px, pel*), ki tvorijo digitalno zapisano sliko. Te digitalne vrednosti se zatem optimizirajo, uredijo in zapišejo v primernem formatu datoteke kot npr. RAW, TIFF ali JPEG. Za ogled na zaslonu digitalnega fotoaparata ali računalnika je potrebna D/A pretvorba, ki omogoča emisijo barvnih dražljajev (tipično rdečih, zelenih, modrih; *red, green, blue*; RGB), tudi za tiskanje je potrebna D/A

pretvorba v analogne vrednosti količine tiskarske barve na papirju (najpogostejše cian, magenta, rumene in črne; *cyan, magenta, yellow, key/black*, CMYK).

Kljub definiranju digitalnega zapisa v SSKJ kot binarnega, z vrednostmi le 0 in 1, je za vnos, obdelavo in zapis oz. upodabljanje celovite vizualne informacije potrebno obravnavati bistveno večji obseg podatkov. Običajno se upošteva barvni obseg (celotno barvno območje naprave, *colour gamut*) 16,7 milijona barv različnega barvnega tona, svetlosti in nasičenosti. To dosežemo z 8 biti po vsakem od treh RGB barvnih kanalov ($(2^8)^3 = 16\,777\,216$). Po podatkih iz strokovne literature človek dejansko vidi do 10 milijonov barv (Mukamal, 2017; Jeler, 2001).

Pomembna je tudi optična ločljivost očesa, torej število slikovnih elementov na

določeni razdalji, ki jih človek razloči pod običajnimi pogoji opazovanja. Na 25 cm razdalje oko loči 14 parov linij/mm oz. 140 lin/cm. To ustreza razdalji 0,07 mm med parom linij slikovnega elementa, oziroma kotni ločljivosti 1' (ena ločna minuta), kar upoštevamo pri opazovanju objekta na večje razdalje (Verhoeven, 2018). Slika 9 prikazuje upodobitev očesa s spremenjenimi barvnimi modeli in v različnih ločljivostih. Pretvorbe so bile narejene v programu ImageJ, ver. 1.53t.

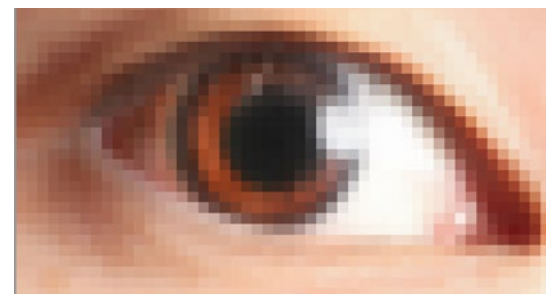
Rastriranje je tehnika pretvarjanja različnih tonskih vrednosti slike (pri večbarvnih slikah za vsakega od barvnih kanalov RGB posebej) v rastrske pike, ki s svojo relativno pokritostjo površine odtisa s tiskarsko barvo omogočajo reprodukcijo tonskih vrednosti. V sodobnih reproduksijskih procesih rastriranje poteka v procesnem računalniku (*raster image processor*, RIP) oz. v računalniško podprtem tehnološkem procesu (*workflow*).

Za tiskanje rastrskih reprodukcij je v ofsetnem tisku pri amplitudnem rastriranju (AM) tradicionalno uporabljena linijatura rastra 60 lin/cm ali 150 lpi (*lines per inch*),

Slika 9: Slika očesa s prikazanimi učinki spremembe ločljivosti in barvnih pretvorb (Wikipedia, 2023).



a) Originalna barvna slika, 1024 × 576 pikslov
RGB (3 × 8 bit)



b) Barvna slika nizke ločljivosti, 51 × 29 pikslov
RGB (3 × 8 bit)



c) Črno-bela slika, 1024 × 576 pikslov (8 bit)



d) Črno-bela slika, 1024 × 576 pikslov (1 bit),
pretvorba pri pragu (threshold) 128/256

v sodobnih tiskarskih procesih je praviloma celo nekoliko večja npr. 70 lin/cm. Pri rastrski celici rastrske pike (*halftone dot*), ki jo tvori 256 pikslov, tako lahko reproduciramo 256 tonov ene barve (slika 10). Te vrednosti v nekaterih konvencionalnih

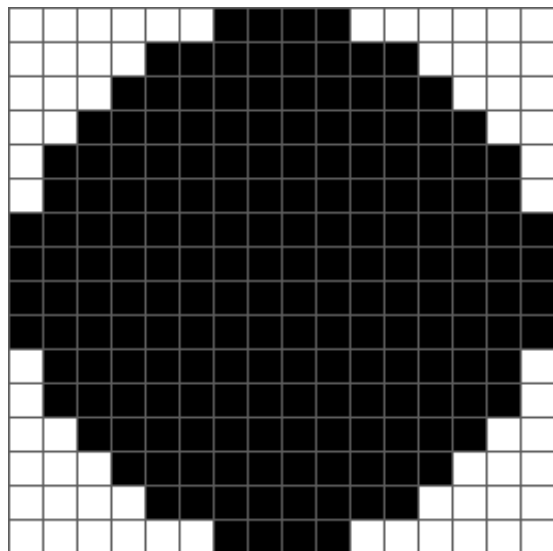
tehnikah tiska težko dosegamo, zato so npr. v sitotisku linijature rastra dva do trikrat nižje.

V nekaterih sodobnih eletrofotografskih digitalnih tehnikah so linijature rastrov primerljive z linijaturami v ofsetnem tisku.

Pri frekvenčni rastrski modulaciji (FM) oz. stohastičnem rastriranju, ki je značilno za kapljični (*inkjet*) tisk, se je uveljavilo opisovanje ločljivosti odtisa s številom slikovnih pik (*dot*) na dolžino izpisne linije, tipično izražene v dpi (*dots per inch*) ali celo s premerom rastrske pike.

Za kakovostno reprodukcijo slik je pri vnosu slikovne informacije (digitalna fotografija, skener) in njene obdelave pot-

Slika 10: Shematski prikaz rastrske pike (73 % rastrske tonske vrednosti), prikazane v rastrski celici s skupaj možnimi 256 (16×16) elementarnimi pikami oz. piksli.



rebno zagotoviti ustrezno optično ločljivost. Skladno z Nyquistovim teoremom (Wright, 2022) mora biti optična ločljivost slike za rastriranje dvakrat večja od linijature rastra, praviloma za kakovostno barvno reprodukcijo ustreza 300 ppi (*pixels per inch*). Iz tehničnih razlogov so navedene vrednosti lahko tudi višje, vendar jih uporabljamo le kadar so za to utemeljeni razlogi.

Sodobna uporaba besede digitalno pogosto presega uveljavljene definicije, s katerimi opisujemo fenomen ali proces s številkami. Na področju izobraževanja, tehnologije in umetnosti se digitalno uporablja kot sopomenka informacijsko komunikacijski tehnologiji oziroma računalništvu. Dejansko se povsod srečujemo z digitalnimi računalniki, brez njih si današnjega sveta ne predstavljamo, toda ljudje vidimo, tudi ustvarjamo in gledamo slike, podobe, in ne števil, ki jih opisujejo, še posebej ne binarnih.

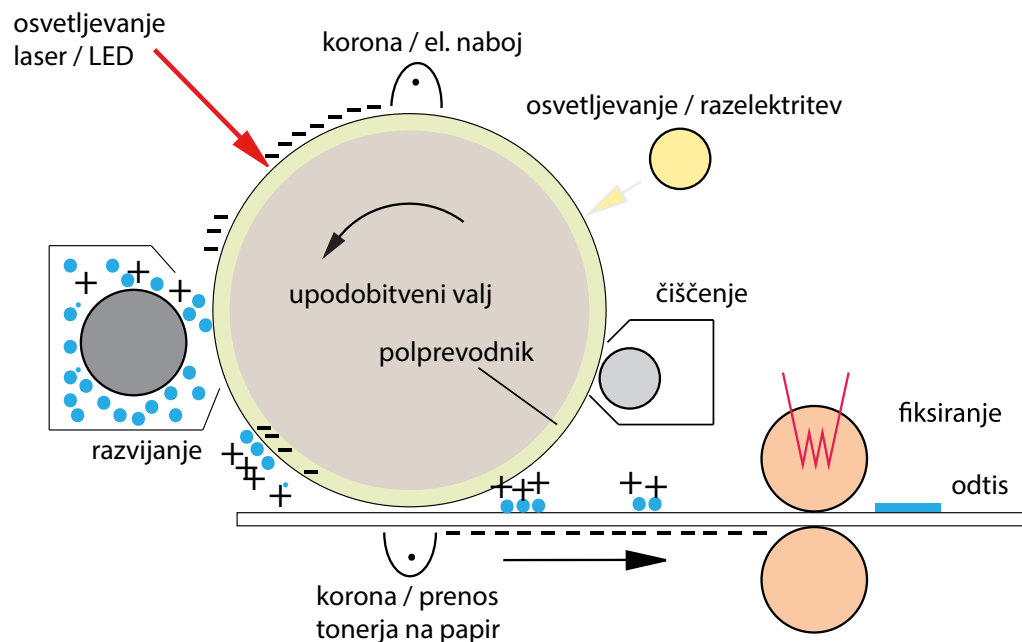
V času, ko se je pojavila računalniška grafika, so bili v uporabi tudi analogni računalniki, ki so različne signale (tudi slikovne) obdelovali brez pretvarjanja v digitalne

(številčne) vrednosti. V sedemdestih letih so bili v tiskarnah v uporabi bobnasti skenerji z analognimi računalniki za izvedbo barvne korekture, zapisovanje izhodnih signalov na film pa je potekalo analogno z modulacijo jakosti svetlobnega signala. Danes se analogni računalniki uporabljajo le še izjemoma, zato jih v tem delu podrobneje ne obravnavamo.

Digitalne tehnike tiska, ki so se v preteklosti oz. se še vedno uporabljajo v digitalni umetniški grafiki, so podrobneje predstavljene v poglavju o razvoju in uporabi digitalne umetniške grafike. Na slikah 11 in 12 sta shematsko prikazani le najbolj razširjeni tehniki elektrofotografije in kapljičnega tiska.

Elektrofotografija, znana tudi kot laserski tisk temelji na xerografiji, ki je bila prvotno uporabljena za fotokopiranje. Z zamenjavo optičnega sistema za projekcijo slike originala na upodobitveni valj z laserskim osvetljevalnim sistemom je leta 1969 v Xerox research lab (Xerox, 2024) nastal prvi laserski tiskalnik. Večina sodobnih elektrofotografskih tiskalnikov za osvetljevanje uporablja svetleče diode (*light-emitting*

Slika 11: Shematski prikaz elektrofotografije s suhim tonerjem (Golob, 2017).

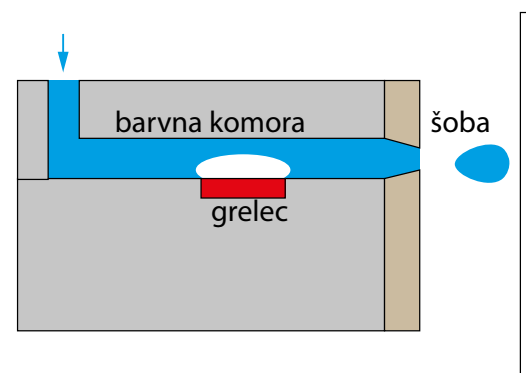


diode, LED), alternativa suhemu tonerju pa je tudi tekoča tiskarska barva (electro-ink) s prilagojenimi električnimi in drugimi lastnostmi. Digitalni elektrofotografski tiskarski stroji so tehnično izpopolnjeni tiskalniki, ki so po kakovosti odtisa, formatu in hitrosti primerljivi s konvencionalnimi (ofsetnimi) tiskarskimi stroji.

Kapljični tisk, poimenovan tudi *inkjet* ali brizgalni tisk so v petdesetih letih sočasno

razvili in patentirali pri podjetjih Epson, Hewlett Packard in Canon. Obstaja več tehnik tvorjenja in brizganja kapljic tiskarske barve na tiskovni material. Tiskalniki oz. tiskarski stroji, ki temeljijo na tej tehniki so na voljo v zelo širokem razponu glede kakovosti odtisa, hitrosti, formata, in uporabnosti. Pomembno vlogo so imeli in še vedno imajo tudi na področju digitalne umetniške grafike.

Slika 12: Shematski prikaz glave tiskalnika s termično tehnologijo kapljičnega tiska (Golob, 2017).



Digitalna umetniška grafika

Digitalna umetniška grafika oziroma digitalno tiskanje umetniških del (*digital artwork printmaking; digitale Kunstdrucke*) je področje likovne umetnosti, katerega končni izdelek je odtis podobe, ki jo je ustvaril umetnik s tiskarsko barvo na primeren tiskovni material, najpogosteje papir. Umetnik pri tem sledi uveljavljenim

pravilom stroke, avtorstvo svojega dela pa prizna in zabeleži z označevanjem in podpisom odtisa. Digitalna umetniška grafika se od konvencionalne umetniške grafike razlikuje predvsem glede uporabljene tehnike tiska. Avtorjeva uporaba različnih digitalnih naprav (digitalni fotoaparat, računalnik ...) v ustvarjalnem procesu, s katerimi si umetnik lahko olajša ali pohitri svoje delo, je danes dopustna oz. sprejemljiva, poimenovanje tehnike za tiskanje končnega odtisa pa je izbrano po uporabljeni konvencionalni ali digitalni tehniki tiska.

Nekaj dilem pri poimenovanju predstavlja uporaba imena tehnike, ki je bila uporabljena kot končna tehnika za tiskanje umetniških del, ki so nastala z uporabo računalniške tehnologije, morda bila v procesu tudi upodobljena z eni od digitalnih tehnik, vendar so bila na koncu natisnjena v eni od konvencionalnih tehnik tiska. Javnost oz. končni uporabniki (tudi kupci) bi morali biti ustrezno seznanjeni z uporabljeno tehniko, avtor/umetnik je odgovoren za pravilno poimnovanje uporabljene grafične tehnike za tiskanje svojega dela.

V nadaljevanju so nekateri navedeni pojmi podrobneje predstavljeni in pojasnjeni.

Druge sodobne digitalne umetniške tehnike (video, animacija, projekcija ...) v tem delu niso obravnavane, so pa dobro predstavljene v drugih delih (Bavcon, 2009).

Začetki digitalne umetniške grafike

Analogni, digitalni in hibridni računalniki

Zgodovina računalništva se je začela že v antičnih časih. Iz obdobja konec 2. stoletja ali začetka 1. stoletja pr.n.št. izvira mehanizem z Antikitere (*Antikythera mechanism*).

Slika 13: Mehanizem z Antikitere (Wikipedia, 2024d).

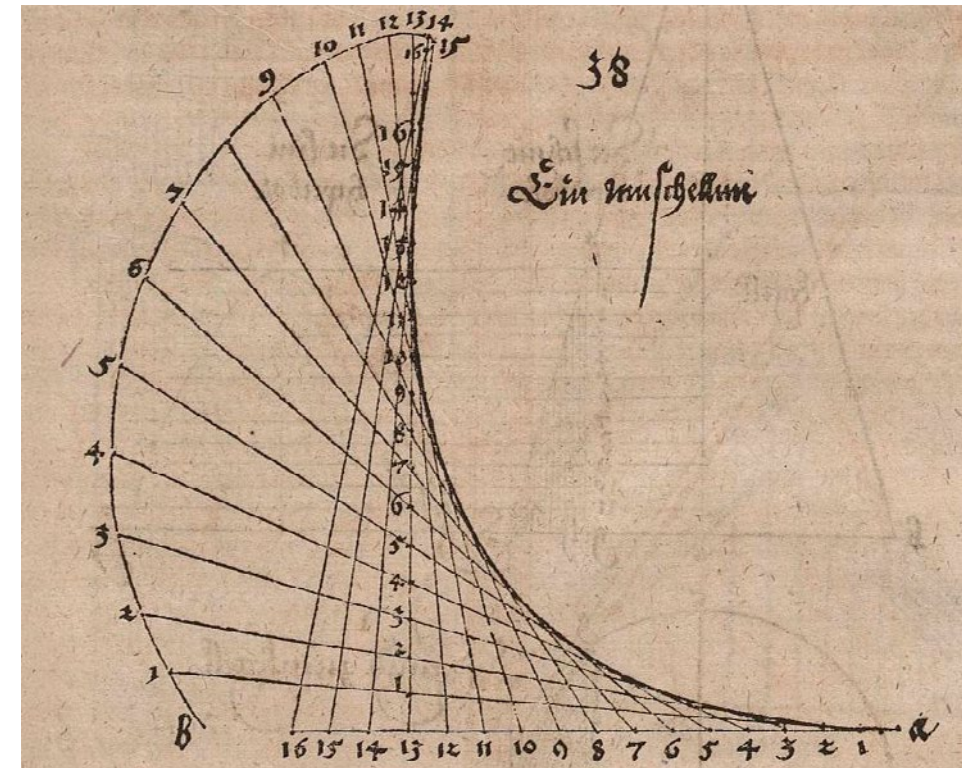


sm) najstarejši znani analogni računalnik (slika 13), ki je bil zasnovan kot model solarnega sistema in je omogočal izračunavanje pozicij takrat znanih planetov, lunine in sončne mrke ter druge astronomske pojave (Wikipedia, 2024d).

Podobne mehanske naprave so se uporabljale do današnjih dni. Najbolj znani in še vedno uporabljeni analogni računalniki so namenjeni merjenju časa – vse vrste urnih mehanizmov.

Med prvimi mehanskimi in optičnimi napravami, ki so se uporabljale za risanje vsaj od obdobja renesanse pa do prevlade računalniško podprtih naprav v dvajsetem stoletju, so bili pantografi in naprave za pomoč pri pravilnem upodabljanju perspektive ali risanju geometrijskih likov (Garcia in Dorsey, 2015). Med avtorji navo-

Slika 14: Lupinasta črta s parabolo kot ovojnico niza črt, iz knjige *Underweysung der Messung* (Dürer, 1525).



dil in priporočil je bil tudi znani renesančni umetnik Albrecht Dürer (slika 14).

S konca 18. stoletja so ohranjeni tudi prvi stroji za risanje. Med prvimi avtorji tovrstnih naprav je bil urar Jaquet-Droz (1721–

1790), ki je v letih 1772–1773 izdelal stroj z mehansko roko za risanje (slika 15). Jean Henri Nicholas Maillardet (1745–1830) je okoli leta 1800 izdelal avtomat v obliki humanoidnega 'robota', ki je lahko pisal

Slika 15: Avtomat (automata) Jacquet-Droza, razstavljen v umetnostnem in zgodovinskem muzeju v Neuchâtelu (musée d'Art et d'Histoire de Neuchâtel) (Wikipedia, 2005).



krajša besedila v francoščini in angleščini v različnih pisavah, pa tudi risal (slika 16). Besedila in risbe so bili zapisani in shranjeni v kodirani obliki kot izbokline in vdolbine na obodu kovinskih diskov, s katerih je naprava prebrala ukaz, ki mu je sledilo pisanje oz. risanje z uporabo pisala pritrjenega na ustrezen mehanizem (Baron, 2018; Coelho, Branco in Moura, 2019).

Tovrstne naprave so omogočale risanje, vendar le tistih risb, ki so bile v kodirani obliki shranjene v 'spominu' avtomata tako, da je bilo vsako potezo pisala možno

Slika 16: Risba #5 Nebeška ljubezen (Celestial love), upodobljena z napravo Henrija Maillardeta (Wikimedia, 2013).



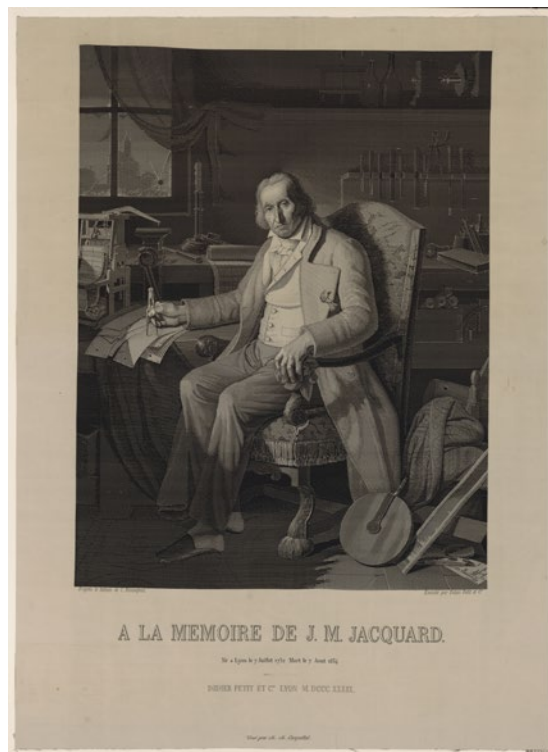
mehansko odčitati z mehanskim tipalom in preko edinstvenega mehanizma pretvoriti v risbo. Število kodiranih risb je bilo omejeno, za dodatne risbe je bila potrebna intervencija avtorja avtomata ali druge osebe, ki je obvladala delovanje naprave in kodiranje slik. To je tudi eden od izzivov pri restavriranju nekaterih še ohranjenih naprav.

V istem obdobju, začetku industrijske revolucije, je deloval tudi Joseph-Marie Jacquard (1752–1834), ki je leta 1801 predstavil svoj izum – žakarske statve za tkanje tkanin z vzorci, ki so bili zapisani v kodirani obliki na luknjanih kartonskih karticah. Za ponavljajoče se preproste vzorce je zadoščalo manjše število kartic, ki so lahko bile zaporedno spojene in sklenjene v neskončno zanko. Žakarske statve so bile opremljene s čitalcem kartic, ki je krmilil delovanje statev. Za bolj zahtevne vzorce je bilo potrebno večje število kartic. Za tkanje portreta izumitelja je bilo potrebno sliko kodirati z uporabo 24 000 kartic (slika 17). Kakovost portreta, izdelanega na osnovi slike Clauda Bennefond (1796–1860) je bila tako prepričljiva, da je po poročanju ene od takratnih revij neki Lyonski

tiskar zamenjal tkani portret za original. Portret so tkali po naročilu pri Didier Petit et Cie, ohranjenih je več primerkov (The Metropolitan Museum of Art, 2024; eduNitas, 2024).

Enak princip uporabe luknjanih kartic je Herman Hollerith, po potrebnih prilagoditvah in izboljšavah, uporabil za štetje glasov na volitvah v ZDA leta 1890. Kartice z digitalnim zapisom so kasneje uporabljali pri znanem podjetju IBM na računskih strojih in prvih digitalnih računalnikih tudi drugih proizvajalcev vse do sedemdesetih let prejšnjega stoletja (Abby, 2023).

Slika 17: Portret izumitelja Jean-Marie Jacquarda, tkan iz svile na žakarskih statvah leta 1839 (Wikipedia, 2018).



Poleg luknjanih kartic je bil v 19. in 20. stoletju v uporabi perforiran papirni trak (sli-

Slika 18: Perforiran trak, levo 5-bitni za preprosto teleprintersko komunikacijo z največ 32 črkovnimi znaki, desno z 8-bitnim zapisom (Wikipedia, 2024e).



ka 18), najprej za pošiljanje teleprinterskih tekstovnih sporočil, kasneje pa je nadomestil luknjane kartice in z digitalnim zapisom omogočal zapisovanje alfanumeričnih podatkov in s tem tudi pisanje, shranjevanje in uporabo računalniških programov (Wikipedia, 2024e).

Leta 1887 je Tolbert Lanston (1844–1913) prijavil prvi patent, od leta 1897 pa so bili na trgu tudi prvi monotype stavni stroji. Njihova posebnost je bila v ločeni tipkovnici za vnos teksta in ukazov za krmiljenje vlivalnega stroja, na katerem je potekalo vlivanje posameznih črk oz. stavljenje celotnega besedila. Ločene so bile vhodne in izhodne enote sistema. Ob vnosu teksta (tipkanju) je stavec izdelal zapis z luknjanjem papirnega traku, v vsaki vrstici je bila zapisana pozicija matričnega okvirja vlivalnega stroja z dvema luknjama – koordinatama pozicije matrice, in drugi ukazi za krmiljenje vlivalnega stroja. Trak je bil zatem prečitan na pnevmatskem čitalcu vlivalnega stroja. Matrice posameznih črk in drugih črkovnih znakov so bile nameščene v okvir, prvotno skupaj 15×15, kasneje tudi do 16×17 matric. Pred-

nost pred takrat že uveljavljenimi linotype stavnimi stroji je bila predvsem v lažjem in hitrejšem stavljenju kompleksnega, tabelaričnega in matematičnega stavka (Wikipedia, 2024f; 2024g; Stewens in Little, 1967). Monotype stavni stroji so se v času med obema vojnama uporabljali tudi za preprosto slikovno reprodukcijo z izkoriščanjem pokritosti površine posameznih črkovnih znakov s tiskovnimi elementi (slika 19) (Batley, 1939).

Doslej predstavljena uporaba analognih računalnikov, pa tudi začetkov digitalizacije, je bila osredotočena predvsem na optimizacije naprav in procesov ter na demonstracijo spretnosti njihovih izumiteljev in uporabe njihovih tehničnih možnosti. Večina na njih izdelanih upodobitev ni bila priznana in obravnavana kot umetniška dela, temveč predvsem kot demonstracija tehnologije za uspešno in kakovostno reprodukcijo umetniških del in drugih slikovnih predlog.

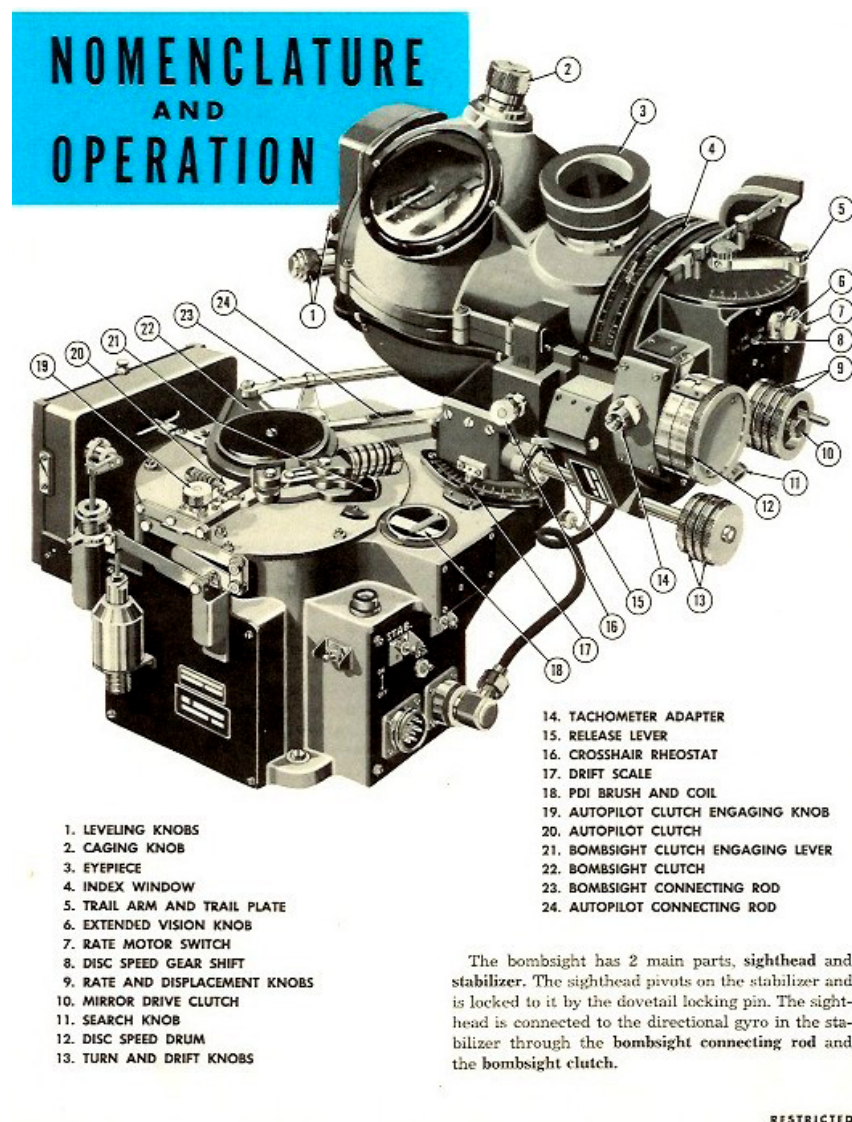
Obdobje sredi dvajsetega stoletja je zaznamovala druga svetovna vojna, pa tudi uporaba in razvoj analognih in tudi prvih digitalnih računalnikov. Zaradi visoke cene

opreme, ki je bila praviloma načrtovana in izdelana za uporabo v vojaške namene ali za potrebe državne uprave, ter na univerzah in raziskovalnih inštitutih, je bil dostop za nepooblaščene uporabnike onemogočen. Zmogljivosti naprav so bile zelo omejene, še posebej v primerjavi s sodobnimi računalniki 21. stoletja. Dodatna težava so bila potrebna znanja za programiranje in

Slika 19: Portret kraljevske družine, postavljen na monotype stavnem stroju, objavljen leta 1937 v Newspaper World magazine (Quinn, 2018).



Slika 20: Prikaz optično mehanskega analognega računalnika, ki ga je vojska ZDA uporabljala med 2. svetovno vojno in po njej kot pomoč pilotu za natančno bombardiranje (Wikipedia, 2024h).



upravljanje naprav, saj šolanja strokovnjakov za novo področje še ni bilo.

V povojnem obdobju se je zmogljivost in dostopnost računalniške opreme postopoma povečevala in v šestdesetih letih srečamo prve avtorje, ki jih lahko prepoznamo tudi ali predvsem kot umetnike na področju računalniške grafike.

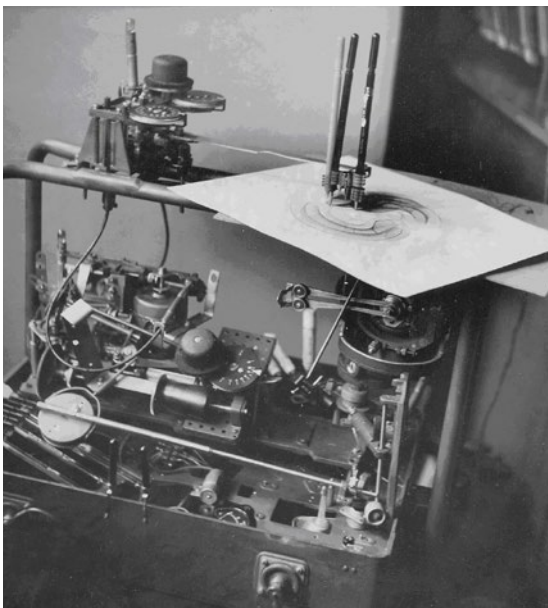
Desmond Paul Henry

Britanec Desmond Paul Henry (1921–2004) je bil med začetniki računalniške umetnosti. Kot osnovno računalniško orodje je v začetku šestdesetih let uporabil analogne računalnike, ki so jih med vojno uporabljali na bombnikih kot ključni del merilne naprave pri bombardiranju (slika 20). Skupaj je uporabil tri naprave, jih ustrezno predelal in prilagodil za risanje grafik (slika 21). Na njihovo delovanje je vplival neposredno med risanjem (slika 22). Rezultati niso bili ponovljivi in predvidljivi, saj sta že zračnost mehanizma ali popuščen vijak vodila do nepredvidljivih rezultatov. Tako izdelane risbe je tudi ročno popravljal in dopolnjeval (O'Hanrahan, 2018).

Jack Tait

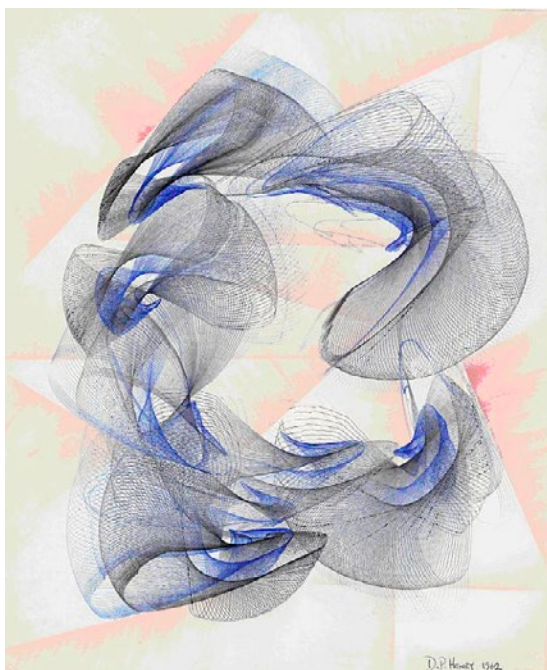
Med umetniki, ki so pri svojem ustvarjanju uporabljali analogne računalnike je bil tudi dr. Jack Tait. Pri konstrukciji prvih naprav v začetku sedemdesetih let je povzel ideje Henrya, ki pa jih je nadgradil z napravami lastne konstrukcije (slika 23), ki so omogočale natančnejši nadzor nad procesom upodabljanja, analogno programiranje gibanja, upodabljanje s svetlobnimi pe-

Slika 21: Drawing machine 1, prvi stroj za risanje Desmonda Paula Henrya, zasnovan na analognem računalniku (Wikipedia, 2007a).



resi (slika 24) na fotografski material, tudi neposredno v objektiv digitalne kamere ... Kasneje, v začetku osemdesetih let, je pričel za krmiljenje naprav uporabljati tudi digitalne računalnike (Hewlett Packard 1969 - 9125A calculator/plotter), kasneje pa je za dodajanje barv in izboljšanje kakovosti grafik uporabljal tudi program Photoshop, njegova dela so danes na razstavah dostopna kot odtisi v tehniki kapljičnega tiska.

Slika 22: Slika narejena na Drawing machine 1, leta 1962 (Wikipedia, 2007b).

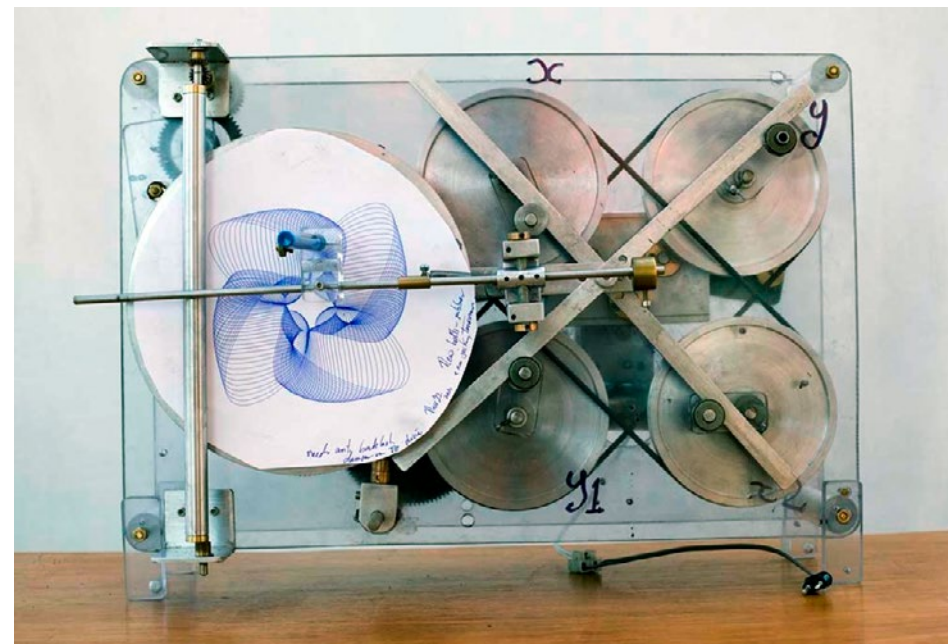


Svoje delo je opisal v monografiji, nastali na osnovi njegove doktorske disertacije (Tait, 2013).

Leon Harmon in Ken Knowlton

Leta 1967 sta američana Leon Harmon (1922–1982) in Ken Knowlton (1931–2022) preizkušala uporabo računalnika IBM 7094 (takrat vreden 2 milijona USD) v Bell

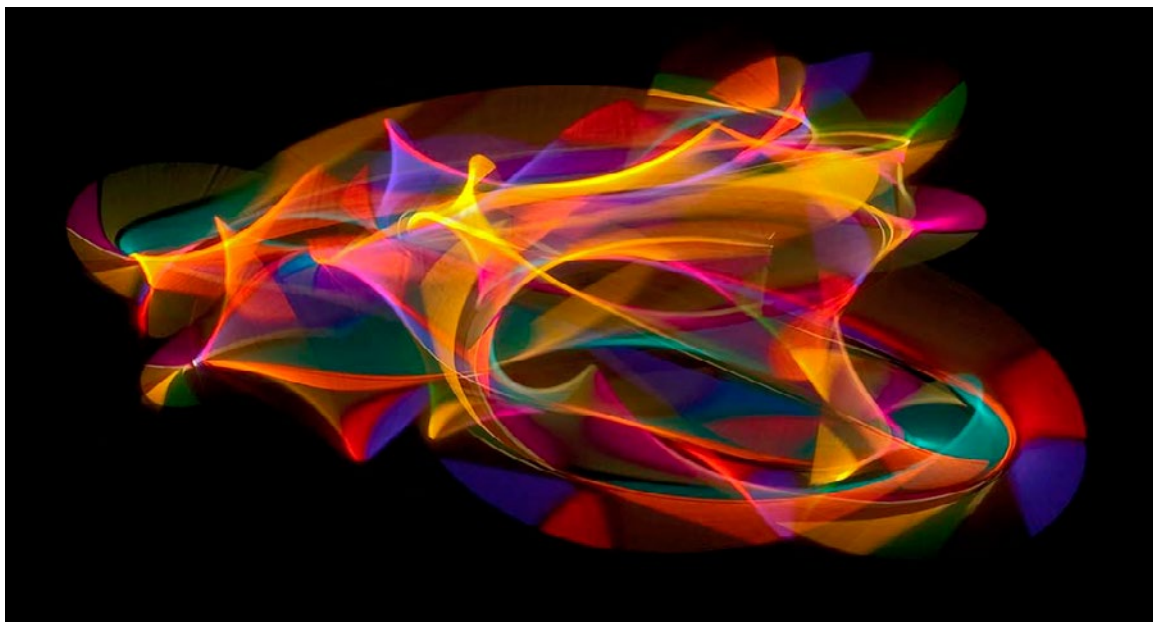
Slika 23: Linkogram Mk II risalnik, ena od naprav ki jih je skonstruiral in uporabljal Jack Tait za upodabljanje grafike (Tait, 2013).



Telephone Laboratories za reprodukcijo slik oz. upodabljanje različnih tonskih vrednosti (slika 25). Fotografijo modela Deborah Hay sta digitalizirala in za upodabljanje 8 sivih tonov akta uporabile različne ASCII matematične in električne simbole oz. znake. Upodabljanje računalniško obdelane slike 'The Nude- Studies in Perception I' (slika 26) je bilo narejeno na 35 mm mikrofilm na Stromberg Carlson SC-4020 napravi. Na osnovi mikrofilma

je bilo izvedeno končno tiskanje v tehniki sitotiska, obstajajo pa tudi kasnejše verzije narejene na laserskem tiskalniku, slika pa je bila natisnjena tudi na naslovnici časopisa New York Times 11. oktobra 1967. Leta 1968 je bila razstavljena v dodatku na razstavi 'The Machine' v Museum of Modern Art, in v Londonu na 'Cybernetic Serendipity'. Avtorja sta bila do svojega dela sicer kritična, saj sta ga razlagala kot potegavščino (*sophomoric prank*), ki privlači

Slika 24: Slika narejena s svetlobnim peresom in zajeta s kamero zgoraj, gibanje naprave je bilo interno programirano (Tait, 2013).

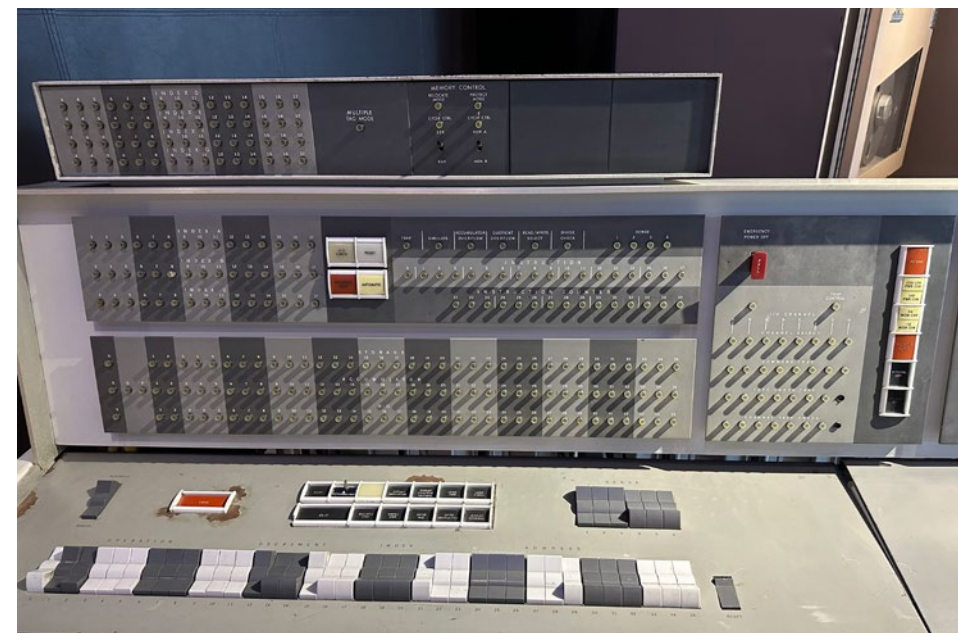


pozornost zaradi slike gole ženske, ki pa ni bila generirana ali programirana za upodabljanje z računalnikom, in tudi ne gre za študijo percepcije (Noll, 2022; institutomarangoni, 2024).

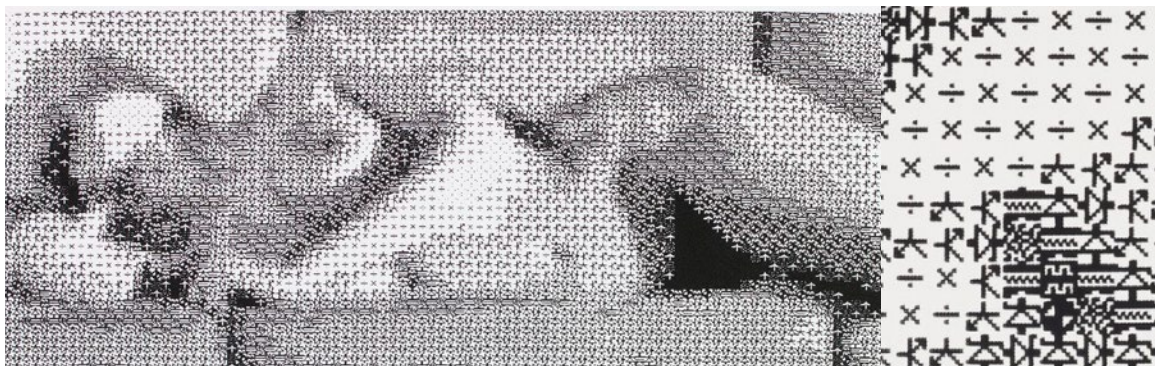
Prevlada digitalnih računalnikov

V sedemdesetih letih so digitalni računalniki zamenjali analogne na skoraj vseh

Slika 25: Kontrolni pult (IBM 7151-2 Console Control Unit) računalnika IBM 7094 (Reinhold, 2024).



Slika 26: 'The Nude - Studies in Perception I' avtorjev Leona Harmona in Kena Knowltona in povečan detajl slike (V&A, 1997; WRIGHT, 2017).



področjih. Vhodne in izhodne naprave, predvsem za računalniško obdelavo slik, so še vedno ostale predvsem analogne. Za vnos slik v takratne televizijske (video) sisteme so uporabljali video kamere, zapisovanje video (in avdio) signala na magnetni trak je pomenil pomemben tehnološki preboj, prikaz slike na zaslonu s katodno cevjo (*cathode ray tube, CRT*) pa je bil v splošni uporabi.

V računalniških centrih so pričeli uporabljati magnetne trakove za zapis in vnos digitalnih podatkov, pojavili so se tudi prvi magnetni diski. Računalniki so bili velikosti vsaj nekaj kosov pohištva, njihove zmogljivosti pa neprimerljivo manjše v primerjavi

z današnjimi. Tipična izhodna naprava je bil linijski tiskalnik, ki je omogočal tiskanje alfanumeričnih znakov, za risanje slik so se uveljavili risalniki – analogne naprave, povezane z računalnikom preko D/A pretvornika. Opcija na izhodu je postal tudi monitor, katerega zaslon so posneli s kamero na film ali naprava za osvetljevanje mikrofila, obe napravi sta bili zasnovani na tehnologiji CRT.

Za kakovostno končno upodabljanje umetniških del običajna oprema v računalniških centrih ni zadoščala, zato so bili izpisi na mikrofilmu praviloma fotografsko povečani, zmontirani, montaže uporabljene kot predloge za kopiranje/izdelavo tiskov-

ne forme, odtisi pa izdelani v eni od konvencionalnih tehnik tiska.

Collin Emmett in Alan Kitching

Leta 1974 sta v SRC Atlas Computing Laboratory, britanskem računalniškem centru opremljenim z več superračunalniki in drugo vrhunsko opremo, delovala Collin Emmett in Alan Kitching. Z uporabo Animated Technicolor Computer System (ANTICS) sta na ICL 1906A računalniku (slika 27) ustvarila računalniško grafiko 'Perhaps it is the rainbow's egg', poimenovano tudi 'The serpent's egg' (slika 28). Na njej je upodobljeno jajce s kačo, na katere telesu so izpisani vsi dnevi v mesecih koledarskega leta. Upodobitev zapisa vsakega meseca je bila izrisana s peresom na papir in zatem digitalizirana na digitalizatorju DMAC za nadaljnjo računalniško obdelavo (slika 29). Dvojna kontura jajčne lupine, sonca in zvezd je bila računalniško generirana v obliki kroga. Osnovni modri podlagi je bila dodana risba kače in celota preoblikovana v obliko jajca in skenirana. Za upodabljanje računalniško obdelane risbe je bila uporabljena naprava za izde-

Slika 27: Računalnik ICL 1906A iz leta 1961, instaliran v Atlas Computer Laboratory (Chilton Computing, 2014a).



lavo mikrofilmov Stromberg-Carlson Datagrafix 4020 (slika 30), ki je omogočala osvetljevanje in razvijanje filma ter druge opcije upodabljanja. Končni odtis je bil narejen v tehniki sitotiska. Ozadje je bilo tiskano v tehniki sitotiska z modro barvo na papir zlate barve, sama risba pa z mešanjem barv neposredno na situ. Skupaj je bilo natisnjenih sto grafik, podpisanih in numeriranih (Lasdown, 1975; Emmett, 1976).

Risanje na zaslonu

Na prvih digitalnih računalnikih so bili zasloni CRT uporabljeni za upodabljanje slik

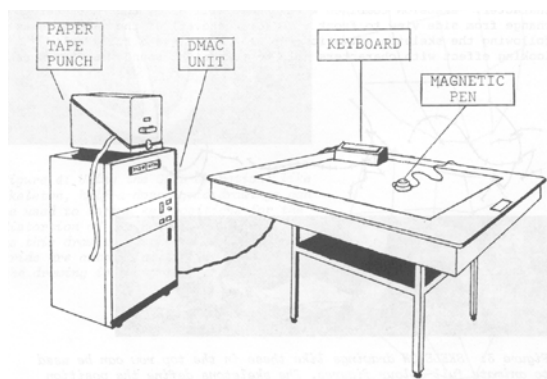
Slika 28: Grafika Perhaps it is the rainbow's egg (levo) in povečan detajl iste upodobitve (desno) (Chilton Computing archive - artefacts, 2024; Chilton Computing, 2014b).



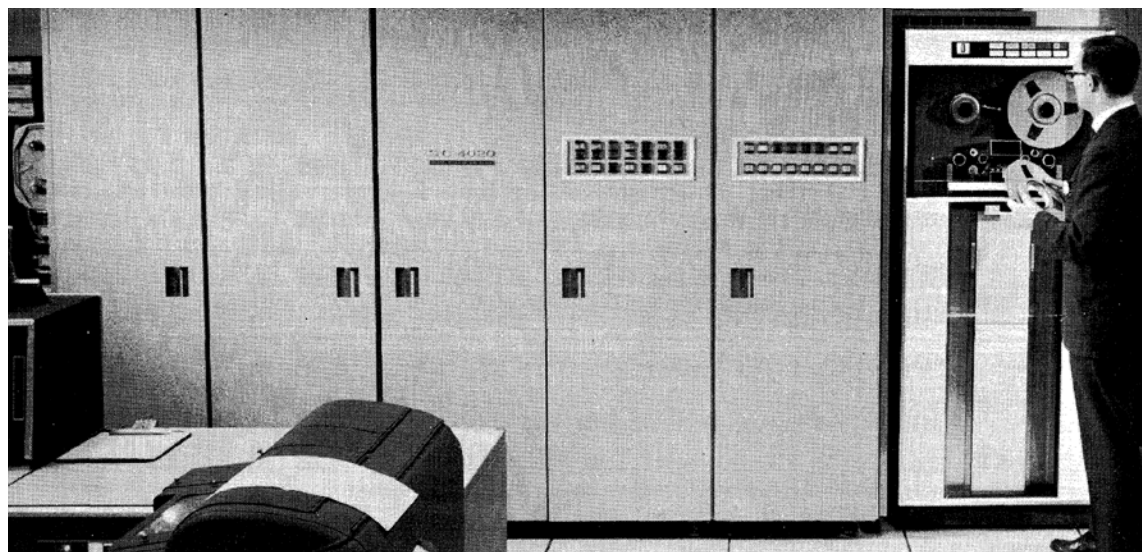
na mikrofilmskih napravah. V laboratorijih in za nadzor delovanja kompleksnih sistemov so uporabljali osciloskope, ki so tudi temeljili na analogni CRT tehnologiji. Leta 1962 je Ivan Sutherland (1938–) razvil Sketchpad, enostaven grafični uporabniški vmesnik, ki je z uporabo svetlobnega peresa omogočil risanje (slika 31) na zaslon CRT in prenos risbe (čas in pozicijo svetlobnega peresa na zaslonu) v računalnik.

Program Sketchpad je omogočil izboljšavo prvih sistemov za pomoč pri oblikovanju (computer aided design, CAD) (slika 32), konstruiranju in projektiranju v arhitekturi in v industriji, pa tudi razvoj kasnejših grafičnih uporabniških vmesnikov, na katerih temeljijo danes splošno uporabljeni grafični programi (Wikipedia, 2024; Sutherland, 1963).

Slika 29: Digitalizator DMAC za digitalizacijo slik, izhodna naprava za zapisovanje rezultatov in povezavo z računanikom je bil perforator za papirni trak (Kitching, 1975).



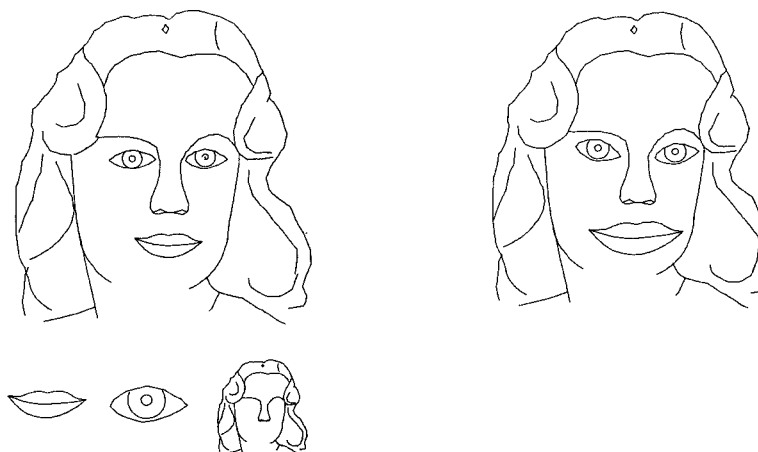
Slika 30: Naprava za izdelavo mikrofilmov Stromberg-Carlson S-C 4020 Computer Recorder (Stromberg-Carlson, 1964).



Slika 31: Ivan Sutherland riše s svetlobnim peresom na zaslon CRT (Davies, n.d.).



Slika 32: Prikaz uporabe programa Sketchpad za digitalizacijo (levo) in modifikacijo risbe (desno) dekleta iz doktorske disertacije Ivana Sutherlanda (Sutherland, 1963).



Algoritemska grafika

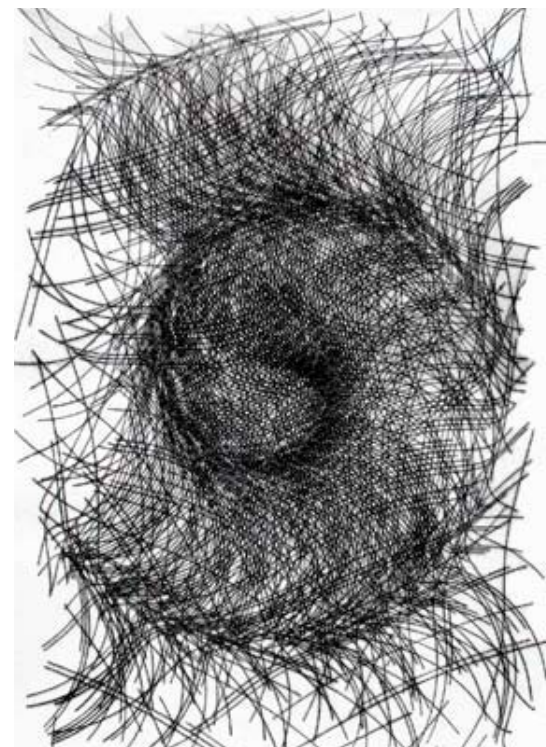
V šestdesetih letih so prvi avtorji pričeli digitalne računalnike uporabljati tudi za neposredno ustvarjanje svojih del in ne le za digitalizacijo in upodabljanje obstoječih slik, risb ali fotografij. Svoja dela so zapisali kot algoritme in na njihovi osnovi zapisali računalniške programe v takrat uporabljenih programskih jezikih, redkeje celo v strojni kodi. Programi so bili zapisani na takrat običajne luknjane kartice, perforiran papirni trak, rezultati pa so bili vidni šele po računalniški obdelavi in upodobitvi na izhodni enoti: tiskalniku, risalniku ali na napravi za osvetljevanje in razvijanje mikrofilmov. Prvotno računalniških terminalov z monitorjem niso uporabljali, njihova uporaba se je razširila šele v sedemdesetih letih dvajsetega stoletja.

Te tehnike so v literaturi poimenovane tudi kot generativna grafika, računalni-

ška grafika ali programirana grafika (*generative art, computer generated art, programmed art, algorithmic art ...*). Ob razstavi ‚Arte programmata: Arte cinetica, opere moltiplicate, opera aperta‘ (*Programmed art: Kinetic art, multiple works, open work*) v Milanu leta 1962, kjer je kot kurator sodeloval tudi Umberto Eco je bil pojem programirana grafika temeljito teoretično obdelan, vendar s poudarkom na kinetični (gibljivi, spremenljivi) grafiki (Caplan, 2018).

Nekateri umetniki, ki so ustvarjali z uporabo algoritmov, so se leta 1995 povezali in poimenovali ‚algoristi‘ (Hébert, 2006; Wikipedia, 2024i). Ti delujejo na dveh ključnih področjih oz. z uporabo dveh metod: cellični avtomati (*cellular automata*) in fraktalna umetnost (*fractal art*). Nekateri med njimi so kasneje razširili nabor naprav in

Slika 33: Grafika Nenaslovljeno (Untitled) Jean-Pierra Héberta, 2006, izdelana v tehniki jedkanice z digitalno gravirane bakrene plošče (Hébert, 2006).



orodij za upodabljanje, seveda pa gre še vedno predvsem za nadgradnjo uporabe že znanih naprav in metod (slika 33).

Med prvimi avtorji, ki so ustvarjali algoritemsko grafiko, so bili predvsem tehnično izobraženi strokovnjaki, ki so želeli izkoristiti priložnost dostopa do računalniške opreme in preizkusiti računalniške tehnologije za umetniško ustvarjanje. Med izzivi je bilo tudi preseganje zgolj digitalizacije neposredno ustvarjene vizualne podobe, kar so dosegali predvsem z vključevanjem variabilnosti, ki je temeljila na uporabi generatorja naključnih števil, s katerim so za vsako upodobitev ali njeno ponovitev spremenili parametre in s tem tudi končno podobo svojega dela.

A. Michael Noll

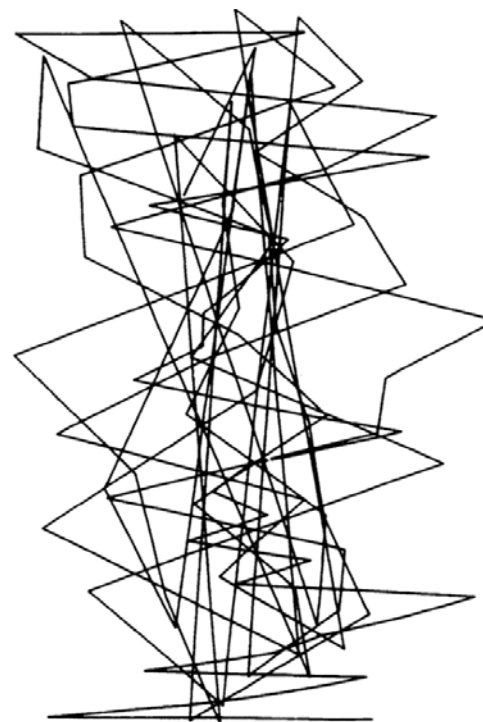
Američan Michael Noll (1939–) je deloval kot raziskovalec v Bell Labs, Murray Hill, New Jersey od leta 1962. Po naključju je leta 1962 naletel na ponesrečen poskus kolega in v mikrofilmski upodobitvi prepoznal abstrakten vzorec. Na računalniku IBM 7090 je izdelal svojo serijo vzorov (patterns), ki ga prvotno ni hotel poimenovati

umetnost (art). Na teh izkušnjah je zasnoval več del, ki so med prvimi umetniškimi upodobitvami z uporabo algoritemske umetniške grafike (*algoritmically art*). Med njimi je tudi delo 'Gaussian-Quadratic' (slika 34), poleg osnovne verzije upodobljene na mikrofilmu in zatem natisnjene v tehniki sitotiska je zatem izdelal tudi različice prilagojene za upodabljanje na barvni fotografski papir in ročno kolorirane povečave (Noll, 2016).

Svoje delo je predstavil na prvi razstavi algoritemske umetniške grafike v ZDA, Computer-Generated Pictures, aprila 1965 v Howard Wise Gallery v New Yorku.

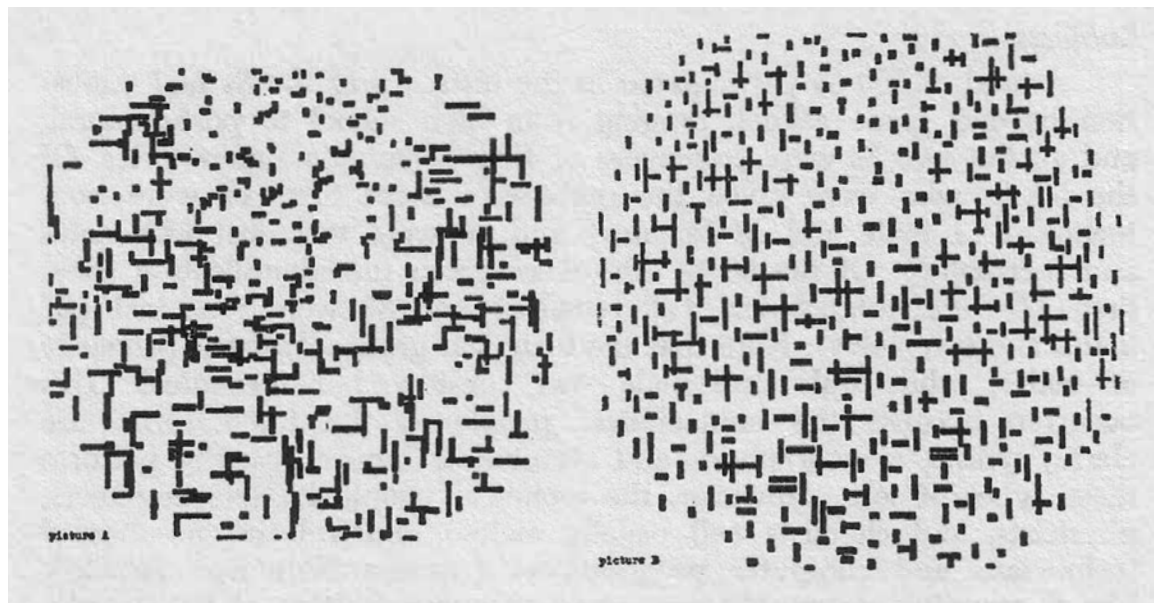
Med Nollovimi deli je pogosto omenjena grafika 'Computer Composition With Lines', narejena leta 1964 na IBM 7094 računalniku in upodobljena na General Dynamics SC-4020 mikrofilmski napravi (*microfilm plotter*). Pri programiranju se je zgledoval po sliki nizozemskega slikarja Pietra Mondriana 'Composition With Lines' iz leta 1917, za katero je Mondrijan domnevno uporabil neko shemo ali program, ki pa ni znan. Noll je napisal računalniški program, ki je simuliral Mondri-

Slika 34: Gaussian-Quadratic Michaela Nolla kot primer algoritemske grafike izdelane v obdobju 1962–1963, pri katerem je za upodabljanje na x-osi uporabil psevdo-naključni Gaussov podprogram, na y-osi pa kvadratno enačbo (Noll, 2016).



anovo sliko in z anketo preizkusil rezultat svojega dela (slika 35). Fotokopiji obeh del je pokazal stotim osebam, od katerih jih je 59 % preferiralo računalniško narejeno

Slika 35: Fotokopiji Nollove računalniške grafike *Computer Composition With Lines* (levo) in Mondrianove slike *Composition With Lines* (desno), ki sta bili vsaka na svojem listu prikazani osebam, sodelujočim v raziskavi (A. Michael Noll, 1966).



sliko in le 28 % jih je pravilno prepoznalo računalniško generirano sliko. Za svoja dela je pridobil zaščito avtorskih del (©, *Copyright*), nekatera pa imajo izpisano tudi ime avtorja ali pa so ročno podpisana.

Charles Csuri

Američan Charles (Chuck) Csuri (1922–2022) velja, po navedbah v reviji *Smithsonian*, za očeta računalniške umetnosti in

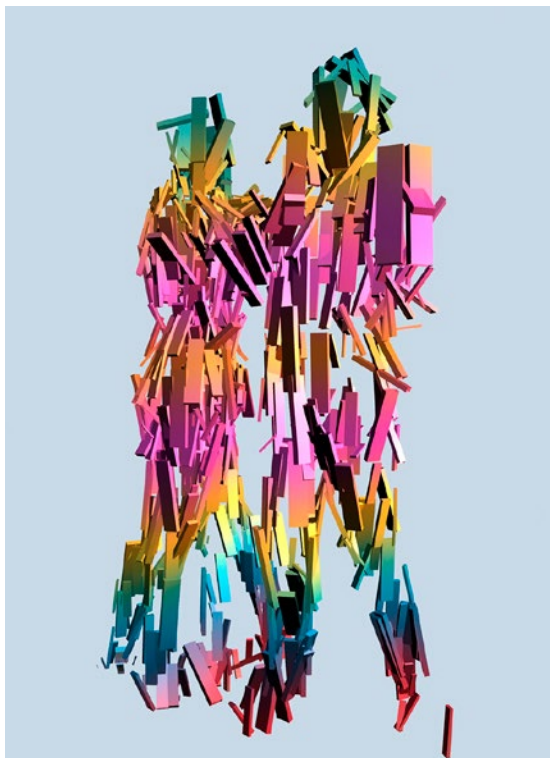
animacije, svoja prva digitalna umetniška dela je ustvaril leta 1964. Predaval je na Ohio State University in ustanovil več centrov in podjetij za računalniško grafiko, predvsem za računalniško animacijo (Wikipedia, 2024k). Med njegovimi zgodnjimi deli izstopa ‚Sine Curve Man‘ (Slika 36), portret človeka upodobljen z matematičnimi funkcijami. Narejen je bil s pomočjo programerja Jamesa Shafferja na raču-

Slika 36: Digitalna grafika *Sine Curve Man*, avtorja Charlesa Csurija, ustvarjena s pomočjo programerja Jamesa Shafferja, iz leta 1967, upodobljena na naslovnici revije *Computers and Automation*, ko je osvojila prvo nagrado na natečaju *Computer Art Contest* (Berkeley, 1967).



nalniku IBM 7094, enem najmočnejših v začetku šestdesetih let. Digitalizirana slika je bila vnesena v računalnik, zatem pa opisana z matematičnimi funkcijami: x-os je ostala nespremenjena, vrednosti na y-osi pa so bile opisane s sinusnimi funkcijami z naraščajočimi vrednostmi spremenljivke v zaporednih slikah.

Slika 37: Together Again, umetniška grafika (archival ink on canvas) Charlesa Csurija iz leta 2021 (Csuri, n.d.b).



Izhodni zapis je bil narejen na 4" × 7" luknjanih karticah, s katerimi je bila zatem narejena upodobitev na CalComp 565 risalniku z bobnom (*drum plotter*). Risalnik je omogočal dvig pisala oz. prekinitev risanja in pomik na novo lokacijo med upodabljanjem. Izrisano sliko je uporabil tudi za

upodabljanje v tehniki sitotiska na pleksi steklo, kot enega od prvih poskusov remediacije (remediation) – predstavitev enega medija v drugem (Csuri, n.d.a).

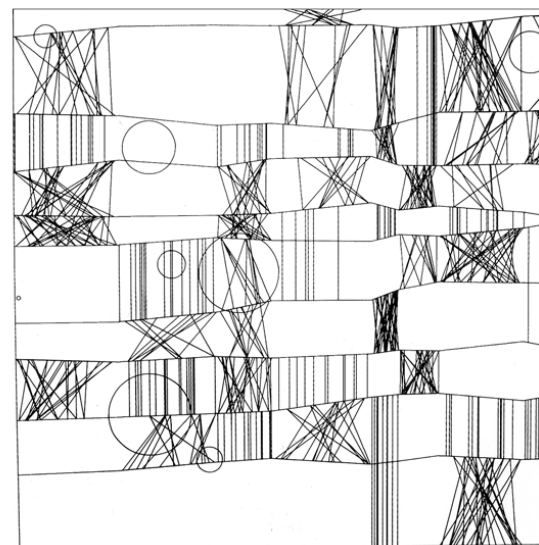
Kasneje je pogosto ustvarjal povsem abstraktna dela, vendar občasno tudi še človeške portrete in figure (slika 37).

Frieder Nake

Med začetnike ustvarjanja algoritemske umetnosti je pogosto uvrščen tudi Nemec Frieder Nake (1938–). Svoja prva dela je ustvaril leta 1963 in jih razstavil v Galerie Wendelin Niedrich v Stuttgartu leta 1965. Po izobrazbi je matematik, dodatno se je izobraževal iz filozofije, semiotike in estetike. Z računalniki se je prvič srečal med pripravništvom v računalniškem centru v Böblingenu, kasneje je deloval kot profesor računalništva v Bremnu in drugje (compArt, n.d.; Nake in Grabowski, 2005; 2017).

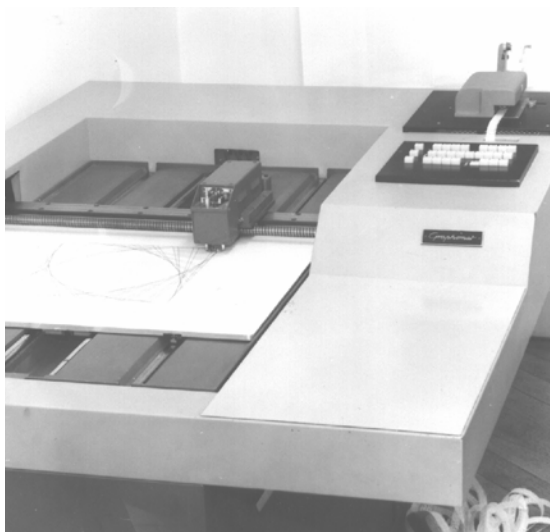
Med njegovimi prvimi znanimi deli je '13/9/65 Nr. 2 („Hommage à Paul Klee“)', navdih zanj je dobil ob prebiranju knjižice z risbami Paula Kleeja (slika 38). Računalniški program je bil zapisan v strojni

Slika 38: 13/9/65 Nr. 2 („Hommage à Paul Klee"), grafika, ki jo je Frieder Nake ustvaril leta 1965 (Nake in Grabowski, 2005).



kodi, izvajal se je na računalniku Standard Elektrik Lorenz ER56, grafika pa je bila upodobljena v 20 izvodih leta 1965 (tuš na papirju) na risalniku Zuse-Graphomat Z64 (slika 39), natisnjenih je bilo tudi 40 izvodov v tehniki sitotiska (Frieder Nake in Susanne Grabowski, 2005).

Slika 39: Risalnik Graphomat Zuse Z64 (Rohrbach, 1964).



Edvard Zajec

Med prvimi avtorji, ki so delovali na področju računalniško generirane umetnosti je bil v Trstu rojeni Edvard Zajec (1938–2018). Študiral je arhitekturo v Ljubljani, se izšolal kot oblikovalec reklam v Clevelandu, diplomiral je iz slikarstva na Akademiji v Ljubljani, zatem pa je študij nadaljeval kot asistent na Ohio University. V ZDA se je zaposlil na Carleton College in zatem na Saint Olaf College v Minnesoti, kjer se je prvič srečal z računalnikom. Prve grafike, litografije (verjetno ofsetni tisk na osnovi

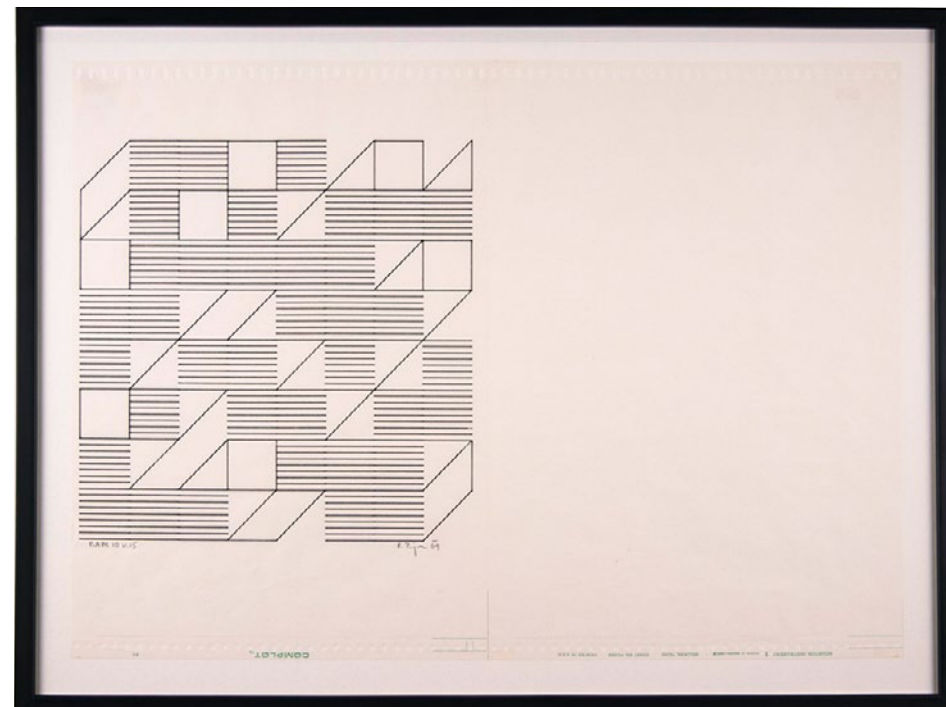
grafik, izrisanih na risalniku) poimenovane RAM (Chong, 2019), je z računalnikom ustvaril leta 1969 (slika 40). Izdelane so bile s programskim jezikom Fortran IV. Leta 1970 se je vrnil v Trst, kjer je s pomočjo Matjaža Hmeljaka, systemskega analitika v računalniškem centru Tržaške univerze, pridobil dostop do računalnika in nadaljeval raziskovanje v računalniški umetniški grafiki. Kot priznani umetnik je deloval v domači regiji, širše v Evropi in v ZDA (Grafenauer, 2019). Edvard Zajec se je podpisoval tudi kot Edward Zajec; v istem času pa je deloval tudi Edward Zajac, Američan, ki se je ukvarjal predvsem z računalniško animacijo in manj z računalniško grafiko; oba avtorja moramo obravnavati vsakega posebej.

Svoj pristop in način dela je Zajec med drugim pojasnil v prispevku, ki opisuje nastanek računalniške grafike iz serije ‚Diagonal White‘ (slika 41). Zaradi monotonosti ročnega risanja in časovnih omejitev je zasnoval programe, v katerih je bila vrednost vsake možne kombinacije likovnih elementov in barv odvisna od vnaprej določenega ravnovesja med verjetnostjo in naključjem. Na osnovi natančno defini-

ranih idej so s pomočjo Matjaža Hmeljaka nastali računalniški programi, ki so omogočali končno upodobitev načrtovane slike (Zajec, 1975).

V svojih kasnejših delih se je Zajec posvetil povezavam med glasbo in likovno umet-

Slika 40: Grafika RAM 10 V.15 Edwarda Zajca iz leta 1969, programirana s programskim jezikom Fortran IV, obdelana na računalniku IBM 1620 in upodobljena na risalniku Complot DP-1 (Hall, n.d.; Chong, 2019).



nostjo, ustvarjal je tudi računalniške animacije, v več delih je obravnaval teoretične osnove kreativne uporabe in upodabljanja barv (Zajec, 1988; 1990).

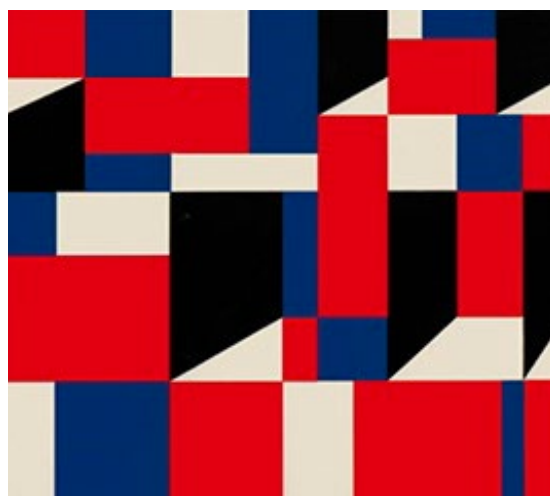
Dejansko upodabljanje barv na njegovih delih ni podrobneje pojasnjeno, sam je opisoval predvsem osnove izbire, definicije in prikazovanja barv na računalniškem zaslonu (Zajec, 1986), znani so primeri njegovih del upodobljenih z akrilnimi barvam na platno (*acrylic on canvas*) (DAM, n.d.).

Davorin Babič

Med slovenskimi avtorji, ki pri likovnem ustvarjanju in pedagoškem delu uporabljajo algoritemsko grafiko je tudi Davorin Babič (1968–). Po študiju Grafičnih in interaktivnih komunikacij na NTF – Univerzi v Ljubljani, se je posvetil medijskemu oblikovanju, kreativnemu kodiranju in programiranju digitalnih medijev. Svoj pogled na kreativno kodiranje in navodila za ustvarjanje digitalne umetniške grafike s programskim jezikom Python predstavlja na spletni strani ‚Kreativno kodiranje‘ (Babič, 2024), doslej pa je imel tudi nekaj razstav svojih del.

Za to delo je prispeval eno svojih računalniških umetniških grafik in del programske kode, s katero je bila upodobljena. Ključne značilnosti algoritma predstavljene slike temeljijo na naključnih variacijah v obliki, barvi in postavitvi grafičnih objektov (krogi in četrtinski krožni izseki) na ploskvi znotraj generirane modularne mreže, ki tvori kompozicijsko ogrodje in zagotavlja vizualno strukturo. Večslojna ozadja, sence in določena raven proceduralnega šuma povečujejo kompleksnost strukture. Uporaba radialnih barvnih prelivov dodaja globino in dinamiko grafike (slika 42).

Slika 41: Računalniška grafika Diagonal White 13685 Edvarda Zajca iz leta 1975 (Hall, n.d.).



Slika 42: Nenaslovljena slika Davorina Babiča, s katero je prikazal delovanje programske kode, uporabljene v procesu kreativnega kodiranja, kot je avtor poimenoval svoj pristop k ustvarjanju algoritemske umetniške grafike.



Primer dela programske kode predstavlja slika v programskem jeziku *Processing*:

```
function draw(){
  let celice = int(random(1, 4));
  let odmik = width / 20;
  let razmik = 0; //odmik / 5;
  let modul = (width - odmik * 2 - razmik * (celice - 1)) / celice;

  for (let j = 0; j < celice; j++) {
    for (let i = 0; i < celice; i++) {
      let cx = odmik + i * (modul + razmik) + modul / 2;
      let cy = odmik + j * (modul + razmik) + modul / 2;

      drawingContext.shadowBlur = modul / 3;
      drawingContext.shadowOffsetX = modul / 12;
      drawingContext.shadowOffsetY = modul / 12;
      drawingContext.shadowColor = color(0, 0, 0, 33);
      drawCircle(
        cx - modul / int(random(4, 8)),
        cy + modul / int(random(4, 8)),
        random(modul / 10, modul / 2)
      );
      drawCircle(
        cx - modul / int(random(4, 8)),
        cy + modul / int(random(4, 8)),
        random(modul / 20, modul / 5)
      );
    }
  }
}

function drawCircle(cx, cy, d) {
  push();
  translate(cx, cy);
  scale(random() > 0.5 ? -1 : 1, random() > 0.5 ? -1 : 1);
  let barve = shuffle(paleta.concat()); //seznam barv iz palete
  let b1 = barve[0];
  let b2 = barve[1];
  let gradient = drawingContext.createRadialGradient(0, 0, 0, 0, 0, d);
  gradient.addColorStop(0, b1);
  gradient.addColorStop(1, b2);
  drawingContext.fillStyle = gradient;
  circle(0, 0, d);
  pop();
}
```

Grafični uporabniški vmesniki in grafični programi

Konec sedemdesetih let so postali računalniki bistveno cenejši, zmogljivejši in manjši v primerjavi z računalniki v velikih računalniških centrih. Pojavi se ideja o uporabi 'osebnega računalnika', najprej na delovnem mestu, kasneje tudi za lastno, osebno uporabo. Prvi osebni računalniki za 'profesionalno' uporabo so omogočali predvsem izvajanje relativno preprostih računalniških programov, vnos besedil, računskih operacij ...; vnos podatkov je potekal s tipkovnico, prikaz vnesenih podatkov in rezultatov njihove obdelave na monokromatskem (najpogostejše zelenem) zaslonu monitorja, za shranjevanje in branje podatkov so bili na voljo magnetni diski in diskete, končni izpis pa je bil lahko narejen na matričnem ali podobnem tiskalniku. Le redki so bili opremljeni z grafičnimi karticami, ki so omogočale prikaz preproste grafike na zaslonu.

Poleg osebnih računalnikov za 'profesionalno' uporabo so se v začetku osemdesetih let pojavili tudi prvi računalniki za 'domačo' uporabo, ki so imeli v preprosto ohišje vgrajeno tipkovnico in procesor z grafično kartico, ter vmesnike za uporabo zunanjih spominskih enot in (najpogostejše) zaslona TV sprejemnika. Barvna grafika nizke ločljivosti je omogočala igranje računalniških iger in druge 'zabavne' aktivnosti. Pri nas so bili med bolj priljubljenimi modeli Commodore 64, ZX Spectrum in Atari (Wikipedia, 2024l; Wikipedia, 2024m; Wikipedia, 2024n).

Ideja o grafičnem uporabniškem vmesniku (*graphic user interface, GUI*), ki temelji na ikonah za izvajanje računalniških ukazov je bila takrat že znana. V šestdesetih letih je raziskovalna skupina pod vodstvom Douglasa Engelberga razvila prve prototipe oken za prikaz različnih dokumentov

na zaslonu in prototip računalniške miške. Razvoj se je nadaljeval v Xerox Corporation Palo Alto Research Center (PARC), kjer so predstavili prve prototipe delujočih računalnikov, ki so temeljili na teh rešitvah (Levy, 2024).

Prelomnica na področju proizvodnje in uporabe osebnih računalnikov nastopi sredi osemdesetih let, s predstavitvijo računalnikov Apple MacIntosh januarja 1984, kot naslednika tržno neuspešnega računalnika Lisa iz leta 1983, in Commodore Amiga, predstavljenega julija 1985 (Wikipedia, 2024o; Wikipedia, 2024p). Oba računalnika sta bila opremljena z novim operacijskim sistemom, z vrsto izboljšav in nadgradenj, imela sta tudi grafični uporabniški vmesnik, ki je temeljil na uporabi ikon, oken in miške (poleg tipkovnice) za izvedbo ukazov in vnos podatkov. Microsoft je prve verzije operacijskega siste-

ma Windows za osebne računalnike IBM in njegove klone predstavil že v začetku osemdesetih, vendar je preboj dosegel šele z verzijo Windows 3.0 oz. 3.1 v začetku devetdesetih let.

Z novo generacijo osebnih računalnikov so se uveljavila tudi nekatera nova računalniška orodja. V osemdesetih letih se razširi uporaba že prej znanih, vendar izboljšanih grafičnih tablic (*digitizer, digital graphic tablet, pen tablet, drawing tablet, external drawing pad, digital art board*), ki so omogočale natančnejše risanje in uporabo dodatnih funkcij s simulacijo risarskih tehnik in orodij (Wikipedia, 2024r).

S predstavitvijo nove generacije osebnih računalnikov Apple MacIntosh in Commodore Amiga, ki sta bila zasnovana za delo z GUI, so bili predstavljeni tudi prvi grafični programi za tipografsko oblikovanje, risanje in obdelavo barvnih slik, kar je skupaj s prvimi ploskimi skenerji za vnos slikovnih podatkov in laserskimi (elektrofotografskimi) tiskalniki omogočalo uveljavitev sistema 'namiznega založništva' (*desktop publishing, DTP*), ki se je uporabljal za grafično pripravo in tiskanje

publikacij na ustrezno opremljenih osebnih računalnikih. Računalniški programi, npr. Aldus PageMaker, kasneje Adobe PageMaker, InDesign ali QuarkXPress za prelom strani publikacij, programi za risanje npr. Adobe Illustrator in programi za obdelavo slik kot je Adobe Photoshop so temeljili na WYSIWYG (*what you see is what you get*) načinu dela, ki je omogočal kreativno delo z računalnikom brez znanja programiranja. Učinek vsakega ukaza izvedenega s klikom na ikono, potezo z miško ali s pisalom na tablico je bil takoj viden na zaslonu, prikaz pa je ustrezal končni upodobitvi na tiskalniku ali drugi izhodni enoti. Za računalnike z operacijskim sistemom Windows so leta 1989 razvili program za ustvarjanje in urejanje vektorske grafike CorelDRAW, ta je bil kasneje prilagojen tudi za MacOS (Wikipedia, 2024s). Od devetdesetih let je poleg profesionalnih (plačljivih) programov na voljo tudi več odprtokodnih (brezplačnih) programov npr. GIMP, Inkscape ..., ki imajo primerljivo funkcionalnost in uporabnost in jih zaradi cenovne dostopnosti uporabljajo tudi umetniki.

Za uspešno uporabo navedenih programskih rešitev je bil pomemben razvoj programske opreme in povezljivost s tiskarnami za tiskanje tiskovin, ki so po formatu, obsegu ali nakladi presegale zmogljivosti prvih sistemov DTP. V osemdestih letih tudi še ni bilo na trgu zmogljivih barvnih tiskalnikov, prvotno je bil DTP omejen le na enobarvne tiskovine manjšega formata (A4, *letter*) (Wikipedia, 2024š).

Med ključnimi tehnologijami, na katerih je temeljil sistem DTP, je bil PostScript jezik za opisovanje strani (*page description language*). Razvila ga je skupina strokovnjakov pri podjetju Adobe. PostScript omogoča pretvorbo grafičnih elementov (tipografski znaki, risbe, slike), upodobljenih na zaslonu računalnika v niz ukazov za krmiljenje tiskalnika ali druge izhodne enote za upodabljanje. PostScript datoteka je dejansko program za tiskanje (ali drugo upodabljanje) strani dokumenta na napravi, ki je izdelana skladno s PostScript 'industrijskim standardom'. V zadnji verziji PostScript 3 (od leta 1997) je bilo uspešno rešeno tudi barvno upravljanje in optimirana kakovost odtisov na PostScript združljivih tiskalnikih.

Na osnovi PostScripta je v začetku devetdesetih let nastal format zapisa datotek Portable Document Format (PDF). Prvotno je pretvorba v format PDF potekala z ‚destiliranjem‘ PostScript zapisa tako, da so bile ohranjene vse informacije o slikah, risbah, pisavah in drugih grafičnih elementih in je bilo zagotovljeno njihovo pravilno upodabljanje na vseh napravah v procesu; odstranjeni pa so bili vsi podatki, ki za upodabljanje niso potrebni. Danes je to eden od standardnih formatov zapisa grafičnih datotek, ki ga podpira (skoraj) celoten nabor strojne in programske računalniške opreme, ki se uporablja v grafični dejavnosti in na drugih področjih. Posebej za grafično področje je bil razvit in se največ uporablja prilagojeni format PDF/X, ki omogoča optimalno izmenjavo podatkov v grafični dejavnosti.

Z osebnimi računalniki, ki podpirajo uporabo grafičnih uporabniških vmesnikov in druge opreme (npr. tiskalnikov), se prične obdobje neposrednega risanja in drugega grafičnega umetniškega ustvarjanja z računalnikom. Računalniška orodja, ki temeljijo na grafičnem uporabniškem vme-

sniku, strojni in programski opremi za risanje ter s končnim upodabljanjem na tiskalniku ali drugi izhodni napravi, so hitro postala zelo priljubljena tudi med umetniki. Pisanje računalniških programov za algoritemsko grafiko ali celo za krmiljenje analognih računalnikov tako ni bilo več nujno potrebno. Zadoščal je že dostop do primerno zmogljivega in opremljenega računalnika ter poznavanje uporabe računalniških orodij.

Tudi izboljšave in nadgradnje opreme so si zelo hitro sledile, cene pa so ostajale v sprejemljivem območju. Avtorji/umetniki na svojih delih (odtisnjenih digitalnih grafikah) praviloma ne navajajo ali podrobneje razlagajo uporabe teh orodij in se omejujejo (ne vedno ali ne dovolj natančno, celo zavajajoče) na opis grafične tehnike za končno upodabljanje na papir ali morebitni drugi tiskovni material.

Že v začetnem obdobju je izšlo več priročnikov za uporabo strojne in programske opreme, namenjene predvsem grafičnim oblikovalcem, pa tudi drugim uporabnikom. Priročnik MAC-graphics iz leta 1993 tako opisuje (slika 45) uporabo računal-

Slika 45: Primeri uporabe filtrov v programu Adobe Photoshop 2.0 za spreminjanje originalne slike s podatki o uporabljeni opremi za skeniranje in izdelavo kopirnih predlog – rastriranje in osvetljevanje filmov barvnih izvlečkov (Octogram Design, 1993).



Unsharp mask (Amount : 100%, Radius : 3 pixels, Threshold : 10 levels, 2 passes)



Mosaic (8 pixels square)



Find Edges



Tiles (Number of tiles : 5, Max offset : 10%, Fill empty area with inverse Image)



cMulti (Radial, Radius : 30, Width : 45, #Area : 8, Transition : 8, Intensity : 55)



Emboss (Angle : 135°, Height : 6 pixels, Amount : 100)

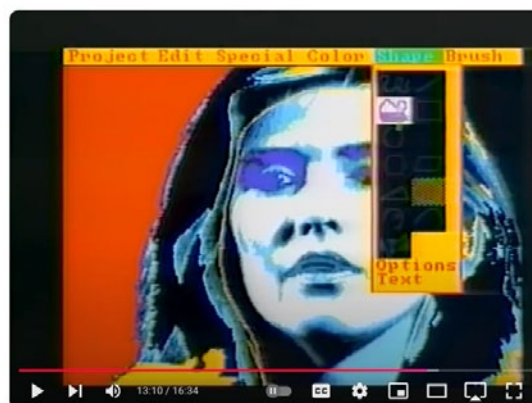
nika Apple MacIntosh za oblikovalce na vzorci primerov računalniško kreiranih in obdelanih slik in končnih tiskovin (Octogram Design, 1993). Novejše verzije grafičnih programov imajo seveda večji nabor izpopolnjenih orodij za obdelavo slik.

Andy Warhol

Med prvimi priznanimi umetniki, ki so sprejeli izziv in pričeli uporabljati takrat novo digitalno tehnologijo je bil Andy Warhol (1928–1987). Na javni predstavitvi novega računalnika Commodore Amiga 1000 leta 1985 je sodeloval kot gostujoči umetnik in demonstrator uporabe programa ProPaint (Magsino, 2024). S programom ProPaint je pred kamero računalniško obdelal portret Debbie Harry, pevke takrat popularnega ansambla Blondie (slika 43; 44), ki je bil kasneje od-tisnjen v tehniki kapljičnega tiska na Iris tiskalniku (*Iris inkjet print on semi-gloss paper stock*), poleg AP (*artist's proof*) od-tisa še v treh podpisanih izvodih, in shra-njen na podpisani 3.5" disketi v Amiga IFF formatu z dodatnimi štirimi video posnetki s predstavitve Amige 1000 v Lincoln

Centru v New Yorku (Digital Andy, 2024). Andy Warhol je v tem obdobju z računal-nikom Amiga in Apple MacIntosh ustvaril več del, od svojih znanih motivov embala-že za juho Campbell's do avtoportetov in upodobitve nekaterih znanih oseb tistega časa (Jones, 2014). Vse njegove računalni-ške grafike niso bile natisnjene oz. so bile najdene na domnevno izgubljenih diske-tah in predstavljene javosti mnogo kasne-je (Arcangel, 2014; Moran, 2021).

Slika 43: Zaslonska slika videa s predstavitve računalnika Commodore Amiga 1000, med katero je Andy Warhol s programom ProPaint ustvaril portet Debbie Carrie (Amiga, 1985).



Slika 44: Portret Debbie Harry, ki ga je ustvaril Andy Warhol leta 1985 (Digital Andy, 2024).



Umetna inteligenca

Ideja o razvoju in uporabi umetne inteligence je prisotna že iz obdobja pred prvimi digitalnimi računalniki. Alan Turing je leta 1950 objavil članek o računalniških strojih in inteligenci (Turing, 1950) iz katerega izhaja njegova ugotovitev, da kadar človek komunicira z drugim človekom ali strojem pod pogojem, da njuna identiteta ni znana in ne razloči med njima, potem je inteligenca obeh sogovornikov izenačena. Sodobni sistemi umetne inteligence (*artificial intelligence*, AI) ta 'Turingov test' že uspešno prestanejo.

Tudi na področju umetnosti velja, da lahko sistem AI upodobi umetniško delo, kot bi ga ustvaril človek. Seveda to ne velja v vseh primerih, vendar z dostopom do velikih baz digitaliziranih umetniških del in algoritmi za prepoznavanje njihovih značilnosti, konteksta njihovega nastanka in

uporabe lahko nastane umetniško delo, katerega avtor je AI. Danes se sistem AI na področju umetnosti lahko uporabi na več načinov.

Nekateri avtorji si z AI pomagajo pri svojem kreativnem delu, kar pomeni, da del kreativnega procesa prepuščajo AI. Ta se lahko uporabi na začetku procesa upodabljanja umetniškega dela npr. za postavitve osnovne kompozicije, med procesom za dodajanje posameznih elementov ali njihovih podrobnosti, ali na koncu za izvedbo dopolnitev in popravkov upodobitve (slika 46). Nekateri umetniki uporabo AI tudi navajajo v opisu svojega dela, praviloma pa ne navajajo podrobnosti. Seveda je pogoj za uporabo AI delo v digitaliziranem procesu, katerega končni rezultat je lahko odtisnjen v eni od digitalnih tehnik.

Slika 46: The Dreamer, slika Alise Smith Williams, ki svoja dela začne s 3D in/ali AI upodobitvijo, zatem jih ureja s prekrivanjem, grunge učinki, dodelavami in najdenimi starimi in novimi elementi, ob sledenju izbranemu umetniškemu stilu (Smith Williams, 2024).



Umetniško delo lahko nastane tudi brez človeka, samo z uporabo sistema AI. Polembeben izziv, seveda poleg sposobnosti AI, da deluje kreativno, so vmesniki, s katerimi AI lahko pridobi ustrezne informacije za svoje delo in tudi ustvari končno umetniško upodobitev, v našem primeru umetniško grafiko.

Ai-Da

Humanoidnega robota Ai-Da, ki za risanje uporablja umetno inteligenco in je opremljen s parom premičnih video kamer, za risanje pa uporablja robotsko roko, je s skupino sodelavcev naredil Aidan Meller leta 2019. Glede na vizualno podobo Ai-Da bi bilo pravilneje govoriti o humanoidni robotki. Od takrat je bila robotka večkrat izpopolnjena, tudi z jezikovnim modelom in možnostjo govorne komunikacije. Prvotna funkcija risanja je bila v začetku omejena na skice, na osnovi katerih so ljudje naslikali končne upodobitve. Z zadnjimi izboljšavami lahko Ai-Da upodablja slike samostojno z uporabo palete barv.

Med pogovorom Mellerja z Ai-Da je ta postavila vlogo Alana Turinga kot ključne

osebe v zgodovini AI in izrazila željo, da ga naslika. Po posvetu z ekipo so Ai-Da pokazali sliko Turinga in na osnovi algoritmov za risanje in slikanje je narisala nekaj skic in risb. Zatem je naredila 15 različnih portretov Turinga v formatu A3, z uporabo do deset oljnih in akrilnih barv, za vsako je bilo potrebnih 6 do 8 ur slikanja. Dodatno je Ai-Da naslikala ‚Alan Turing’s Bombe Machine‘, računalnik s katerim so dekodirali Enigmo. To sliko in tri svoje portrete

Turinga, ki jih je izbrala Ai-Da, so fotografirali, naložili na računalnik, kjer so sestavili končno sliko na osnovi pogovora v katerem je Ai-Da povedala kako naj izgleda končno umetniško delo. Končni portret Turinga, odtis na platnu (*canvas*) v velikem formatu (slika 47), poimenovan ‚AI God‘ je nastal s pomočjo ljudi, je pa Ai-Da dodala končne dopolnitve in oznake v barvah, ki jih je sama izbrala (Connellan, 2024).

Slika 47: AI God, portret Alana Turinga (levo), ki ga je usvarila Ai-Da (desno) (DED.ai, 2024).



Tiskanje digitalnih umetniških grafik

Odtisi digitalne umetniške grafike so lahko narejeni z uporabo različnih grafičnih tehnik. Prvotno, v času analognih računalnikov in algoritemske grafike, so umetniki uporabljali linijske in kasneje tudi matrične tiskalnike, različne izvedbe risalnikov (z različnimi pisali) in tudi naprave za upodabljanje na mikrofilm. Originalni odtis ali risbo (tudi mikrofilm) so pogosto uporabili za izdelavo tiskovne forme v eni od konvencionalnih tiskarskih tehnik. Najpogostejše uporabljeni sta bili tehniki ofsetnega tiska in sitotiska. V primeru ofsetnega tiska je ta tehnika lahko poimenovana tudi litografija, saj se je tudi po več desetletjih opustitve kamnitih tiskovnih form v anglosaških deželah, predvsem v ZDA ohranilo poimenovanje *lithography*.

Ti odtisi so lahko bili tudi večbarvni, kar so dosegli z izdelavo ustreznih barvnih izvleč-

kov in tiskanjem v večbarvnem tisku ali z ročnim koloriranjem originalnega odtisa, kar pa je bilo lahko uporabljeno le pri zelo omejenem številu odtisov. Kasneje, po uvedbi osebnih računalnikov so umetniki pričeli za dodajanje ali spreminjanje barv uporabljati tudi ustrezne računalniške programe npr. PhotoShop.

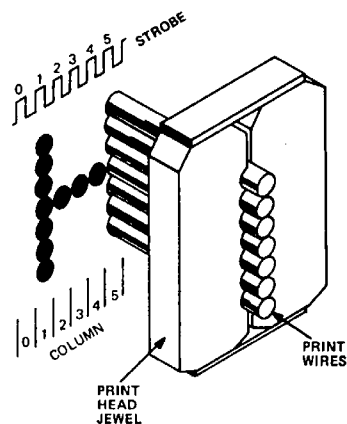
Linijski in matrični tiskalniki

Linijski tiskalniki (*line printer*) so imeli črkovne (alfanumerične, kontrolne in druge) znake za tiskanje upodobljene kot izboklino na jeklenem traku. Njihova podoba se je prenašala preko z barvilom prepojenega tekstilnega traku na papir z udarci majhnih kladiv po hrbtni strani tega neskončnega jeklenega traku, ki se

je koračno pomikal z veliko hitrostjo prečno na smer pomikanja papirja po vrsticah (line). Bili so zelo hitri, glasni, kakovost odtisa omejenega števila znakov pa je bila pogosto na meji sprejemljivega. Uporabljali so jih predvsem v večjih računalniških centrih od petdesetih let dvajsetega stoletja. Za tiskanje slik niso bili primerni. Funkcionalno so bili podobni verižnim in marjetičnim tiskalnikom iz istega obdobja. Podoben princip tiskanja se je uporabljal tudi na takrat razširjenih pisalnih strojih.

Matrični tiskalniki so se pričeli uporabljati v sedemdesetih letih. Prvi komercialno dosegljiv je bil tiskalnik Centronics 101 (slika 48). Tehnika tiskanja je bila podobna kot pri linijskih tiskalnikih, vendar z uporabo topih iglic (od 7 do 36 razporejenih vertikalno v glavi tiskalnika, ki se je med tiskanjem pomikala horizontalno), s katerimi

Slika 48: Shematski prikaz glave tiskalnika Centronics 101 s sedmimi iglicami pri tiskanju črke H (Centronics, 1987).



so se upodabljali posamezni črkovni znaki ene vrstice, pa tudi enostavna grafika.

V angleščini je uveljavljeno poimenovanje impact printer za tovrstne tiskalnice, ker je za tiskanje uporabljen udarec tiskovnega elementa proti tiskovnemu materialu. Ostale tehnologije (digitalnih) tiskalnikov so poimenovane *non-impact printer* (NIP).

Elektrofotografski tiskalniki

Laserske (elektrofotografske) tiskalnice so razvili pri podjetju Xerox v sedemde-

setih letih (Xerox, 2024). Način delovanja je bil podoben kot pri takrat razširjenih fotokopirnih strojih s tem, da je, namesto s projekcijo slike originala, osvetljevanje upodobitvenega valja potekalo z laserjem, kasneje tudi z LED-diodami.

V letu 1993 sta podjetji Indigo in Xeikon predstavili svoja modela elektrofotografskih tiskarskih strojev za večbarvni obojestranski tisk, ki sta po kakovosti in produktivnosti konkurirala ofsetnemu tisku (Wikipedia, 2024t; Mertens, 2018). Tudi elektrofotografski tiskalniki in tiskarski stroji drugih proizvajalci danes dosega-jo primerljivo visoko kakovost tiska. Kljub dobri kakovosti tiska na sodobnih elektrofotografskih tiskalnikih oz. tiskarskih strojih, se ti za tiskanje umetniške grafike praviloma ne uporabljajo. Strokovnjaki jih odsvetujejo zaradi slabše kakovosti odtisov in problematične trajnosti, ki je posledica sestave tiskarske barve (suhi toner z visoko vsebnostjo umetnih smol in voskov pri xerografiji).

Kapljični tiskalniki

Kapljični (inkjet) tiskalniki so bili razviti v petdesetih letih, vendar so postali primer- ni za širšo uporabo šele v osemdesetih. Takrat se prične tudi obdobje intenzivne digitalizacije grafične priprave v tiskar- nah. Na področju stavljenja začne pre- vladovati fotostavek (osvetljevanje teksta na fotografski film ali fotopapir), na po- dročju reproduksijske fotografije prevla- dajo bobnasti in tudi prvi ploski skenerji za vnos slikovnih podatkov v sistem. Pos- topoma se uveljavijo računalniški sistemi za obdelavo (predvsem večbarvnih) slik in tekstov, računalniški prelom strani, razpo- rejanje oz. montažo strani in osvetljevanje celotnih tiskovnih form na film. Pogosto so del tega procesa prevzemali grafič- ni oblikovalci (izven tiskarne) s primerno zmogljivimi in opremljenimi osebnimi računalniki. Te spremembe so zahtevale zagotavljanje in preskus kakovosti barvne reprodukcije pred tiskanjem v prevladujo- či tehniki ofsetnega tiska. Poleg različnih fotomehaničnih tehnik, ki so temeljile na uporabi filmov barvnih izvlečkov (klasični poskusni tisk z aluminjastimi tiskovnimi

formami na odtisovalnicah, ali z barvnimi folijami npr. DuPont Cromalin, Match Print ... za simulacijo tiska), ki pa so bile primerne predvsem za posamezne slike manjših formatov. Izdelava filmov barvnih izvlečkov in tiskovnih form ali uporaba alternativnih fotomehaničnih tehnik samo za poskusni tisk je bila zamudna in stroškovno problematična.

Iris kapljični tiskalnik

Alternativo tem metodam je ponudilo podjetje Iris Graphics, ki je leta 1987 na trgu predstavilo kapljični tiskalnik Iris 2044 s tehnologijo neprekinjenega toka

Slika 49: Tiskalnik Scitex IRIS 3047 (ArtPrint Service, n.d.).

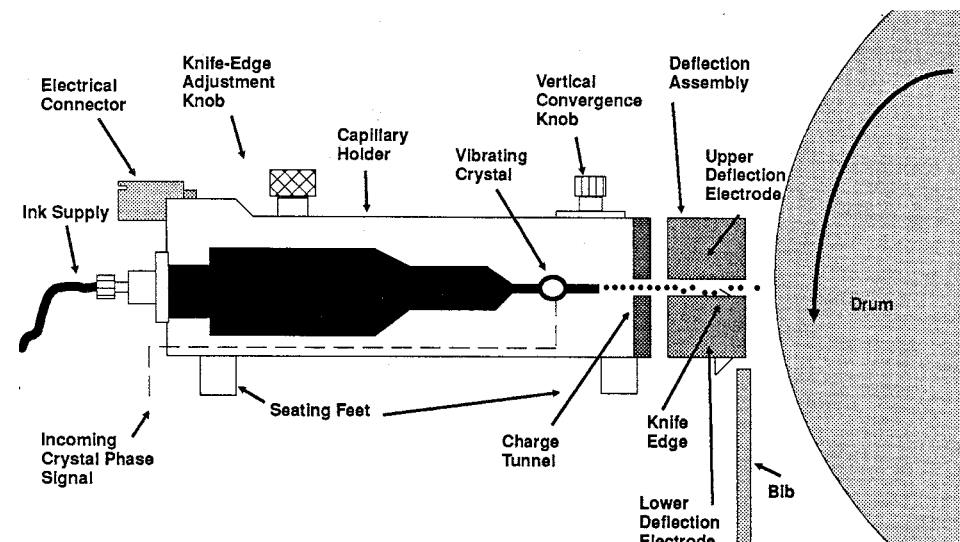


kapljic (continuous flow, CF). Pri Iris tiskalniku je bil tiskovni material (papir različnih kakovosti in formatov) med tiskanjem pritrjen na valj ob katerem se je v aksialni smeri pomikala glava tiskalnika. Podjetje je večkrat zamenjalo lastnika, leta 1990 ga je kupil proizvajalec sistemov za grafično pripravo Scitex (slika 49), zatem je prešel v last podjetja Creo, ki ga je prevzel Kodak in tiskalnik tržil pod imenom Veris. Osnovna konstrukcija tiskalnika je ostajala nespremenjena, je pa doživel več izboljšav glede ločljivosti, razpoložljivih formatov ...

Pri brizganju tiskarske barve na vodni osnovi skozi šobo v glavi tiskalnika Iris 3024 je bilo generiranih približno 1 milijon kapljic na sekundo za vsako barvo. Glava tiskalnika (slika 50) je omogočala tiskanje s štirimi barvami CMYK, ki so ustrezale procesnim barvam za večbarvni tisk: cian, magenta, rumena in črna. Rastrska reprodukcija za ofsetni tisk je bila simulirana z različno gostoto in volumnom kapljic oz. velikostjo posameznih barvnih pik na odtisu. Vsak piksel (CMYK) je imel dimenzijo (stranico piksla približno kvadratne oblike prekrito s tiskarsko barvo) do 0.085 mm.

Natančnost upodabljanja z visoko ločljivostjo (do 300 ppi, pixels per inch) in kakovostno reprodukcijo barv na osnovi barvil je bila primerna za poskusni tisk, pri katerem je dolgoročna obstojnost na svetlobo in druge vplive okolja manj pomembna. Kljub temu so Iris tiskalniki postali zanimivi tudi za tiskanje umetniških digitalnih grafik in barvnih fotografij velikega formata.

Slika 50: Prerez glave tiskalnika Iris 3024, pri kateri med tiskanjem samo kapljice brez električnega naboja priletijo na tiskovni material, električno nabite pa se odklonijo navzdol in jih lovilec prestreže (Iris 3024, 1989).



Iris tiskalniki so se uporabljali v obdobju od začetka devetdesetih let do približno leta 2005 tudi za tiskanje digitalnih umetniških grafik in za upodabljanje umetniških fotografij v velikem formatu, tehnika pa je bila pogosto poimenovana Iris tisk (Iris print). Izjemoma še danes lahko najdemo podjetja, ki ponujajo storitev tiskanja na Iris tiskalnikih, vendar gre verjetno za ‚generično‘ poimenovanje, dejansko pa za tiskanje uporabljajo druge tiskalnike. Prvotne tiskarske barve z barvili so po nekaj letih zamenjale/dopolnile alternativne pigmentne tiskarske barve. S tem se je obstojnost odtisov nekoliko povečala, vendar je še vedno problematična (Megyery, 2021). Znani strokovnjak za področje obstojnosti odtisov Henry Wilhelm (Wilhelm, 2006) je za odtise iz začetnega obdobja po uvedbi Iris tiskalnikov s tiskarskimi barvami na osnovi barvil ugotovil, da imajo ustrezno svetlobno obstojnost le nekaj let, v primeru uporabe optimalnih papirjev in tiskarskih barv pa do največ 70 let (American Ink Jet Pinacle Gold Iris inks, Somerset Velvet uncoated 100 % cotton fine art paper, Iris Graphics 3047 printer).

Giclée tisk

Francoski izraz giclée pomeni razpršiti ali brizgati tekočino, ima pa tudi nekaj slengovskih pomenov. Na področju tiskanja digitalnih umetniških grafik ga je prvi uporabil Jack Duganne (1942–2020) leta 1991 (Johnson, 2005). Na splošno tehnika giclée tiska ni natančneje definirana, večina avtorjev pa ga razlaga kot tehniko kapljičnega tiska, primerno za tiskanje umetniških grafik. Nekateri slovenski strokovnjaki s področja računalništva za kapljični tisk (inkjet print) praviloma uporabljajo izraz brizgalni tisk, tiskalnike s to tehnologijo pa imenujejo brizgalniki. Nekateri avtorji tudi Iris tisk uvrščajo med primerne za giclée tisk, večina pa giclée tisk povezuje z uporabo vodnih pigmentnih barv pri tiskanju na kakovostne materiale z uporabo večjega števila procesnih barv, kar zagotavlja visoko kakovost in trajnost odtisov.

Tipični giclée tiskalnik omogoča tiskanje na A3 ali večjem formatu papirja, tudi na papir v zvitkih različnih širin, z uporabo 6 do 12 procesnih barv, pigmentnih na vodni osnovi (svetla in temna cian in magenta, rumena, svetla (siva) in temna črna, tudi

dodatna rdeča, zelena ali modra barva ...), odvisno od konstrukcije tiskalnika in spektralnih lastnosti tiskarskih barv. Papir za giclée tisk je praviloma visoke gramature, narejen iz kakovostnih celuloznih vlaken (bombaž), brezislinski ($\text{pH} > 7,0$), odporen na delovanje svetlobe in druge zunanje vplive (vlaga, ozon ...). Odtisi morajo biti obstojni v daljšem obdobju npr. 100 let ali več, tudi če so izpostavljeni svetlobi in delovanju okolja (razstavljeni v galeriji ali v drugih osvetljenih prostorih).

Na spletu je dostopnih več seznamov tiskalnikov (Mighty Deals Team, 2024; Neale, 2024; IMikles, 2024), ki so primerni za giclée tisk, med njimi so pogosto navedeni tiskalniki proizvajalcev Canon in Epson. Model tiskalnika Canon imagePROGRAF PRO-2100 24" Inkjet Color Printer (slika 51) po tehničnih lastnostih ustreza definiciji tiskalnika primernega za giclée. Največji format papirja ima širino do 610 mm, dolžino do 18 m, uporablja 12 pigmentnih tiskarskih barv (black, matte black, cyan, magenta, yellow, photo cyan, photo magenta, gray, photo gray, red, blue, chroma optimiser), volumen kaplic je min 4 pl

Slika 51: Canon imagePROGRAF PRO-2100 barvni tiskalnik, primeren za giclée tisk (Canon, 2024).



po barvi, glava tiskalnika ima 1536 šob za vsako od 12 barv, ločljivost je 600 dpi × 2 z vključenim prepoznavanjem in nadomeščanjem nedelujoče šobe ... (Canon, 2024).

Celoten proces izdelave giclée umetniške grafike, od njenih začetkov do izzivov z izbiro pravega tiskalnika, materialov, postopkov, pa do pošiljanja končnega odtisa naročniku je odlično opisal Harald Johnson v knjigi *Mastering Digital Printing*

(Johnson, 2005). V začetnem obdobju je bil giclée predvsem kakovosten odtis fotografij v velikem formatu, šele kasneje se kot predloge pričnejo uporabljati skenirane umetniške slike na platnu, risbe ali celo konvencionalne grafike, ter dela ustvarjena neposredno na računalniku.

Nekateri kritiki zavračajo giclée tisk kot primerno umetniško grafično tehniko z utemeljitvijo, da za kakovosten odtis ni potrebna posebna spretnost in trud umetnika, ker je odtis oz. rezultat procesa bolj posledica uporabe vrhunske programske in strojne opreme in ne kreativnosti in dela umetnika. Za razliko od konvencionalnih umetniških grafičnih tehnik digitalno predlogo, ki je lahko zgolj slika posneta z digitalnim fotoaparatom, zlahka shranimo ter ponovno odtisnemo z uporabo poljubne opreme in materialov, brez vednosti ali nadzora umetnika. V mnogih primerih gre le za reprodukcije originalnih umetniških del, narejenih v poljubni slikarski ali katerikoli drugi tehniki (slika 52; 53; 54). Pomen označevanja in podpisovanja odtisov kot originalnih umetniških grafik je tako dejansko izgubljen, kljub kakovostnemu in trajnemu odtisu (Bailey, n.d.).

Sodobni kapljični tiskalniki uporabljajo tudi druge vrste tiskarskih barv, predvsem je potrebno omeniti tiskalnike s tehnologijo UV, LED-UV in lateks tiskarskih barv. Obstočnost in kakovost odtisov s teh

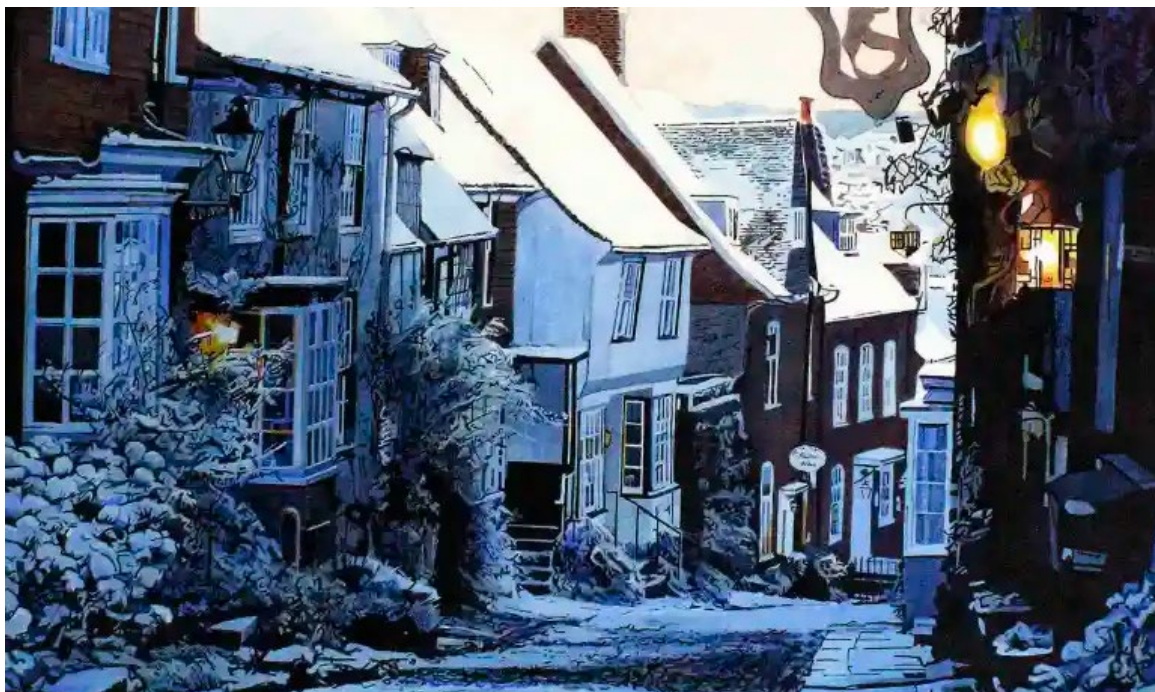
Slika 52: 'Poulette de Bresse', giclée odtis iz omejene naklade 150 izvodov, s podpisom avtorja originalne slike Jacquesa Pepina, na voljo uokvirjen ali neuokvirjen (Pepin, 2024).



tiskalnikov je lahko primerljiva z odtisi tiskalnikov, ki se uporabljajo za giclée tisk, vendar imajo nekatere značilnosti, ki jih moramo pri izboru upoštevati. Tiskalniki UV in LED-UV s pigmentnimi tiskarskimi

barvami so glede primernosti za tiskanje umetniške grafike primerljivi z drugimi tiskalniki, glede lateks tehnologije pa je več omejitev (HP Latex, 2014).

Slika 53: Slip Down Mermaid Street, Rye, primer giclée tiska (giclée reproduction print) naprodaj v nakladi 250 izvodov (ryepress, 2024).



Slika 54: The Pioneers 1904, slika Frederica Remingtona, reprodukcija originalne ilustracije je na voljo kot giclée odtis na platnu (canvas) ali papirju, v različnih izvedbah, z belim robom ali brez, uokvirjena ali brez okvirja ... (Texas Art Warehouse, 2024).



Kakovost in obstojnost digitalne umetniške grafike

V preteklih desetletjih so umetniki uporabljali različne tehnike digitalnega tiska za upodabljanje svojih del. V začetku pogosto nekritično, brez pridobivanja in upoštevanja informacij o primernosti posamezne tehnologije za doseganje potrebne kakovosti in obstojnosti odtisa. Pri odločitvi za posamezno tehniko je lahko prevladalo navdušenje nad barvami (velik barvni obseg, nasičenost, 'žive' barve), dostopom do velikega formata (večji od 'pisarniškega' A4 formata), hitrostjo tiska, enostavno uporabo opreme ali preprosto samo dostopom do tiskalnika. Alternativa in pogosto edina možnost upodabljanja je bila uporaba opreme v velikih računalniških centrih, tam pridobljeni odtisi pa so bili nato ročno dopolnjeni, končna upodobitev pa je bila izvedena z uporabo konvencionalnih grafičnih tehnik.

V začetnem obdobju večina umetnikov, pa tudi umetnostnih kritikov, galeristov in kritične javnosti ni bila pozorna na morebitne omejitve v kakovosti odtisov in na njihovo obstojnost ter odpornost na različne dejavnike iz okolja (svetloba, vlaga, smog, ozon ...). Najkasneje s pričetkom obdobja Iris oz. giclée tiska so vsi udeleženci postali bolj kritični in so začeli presoјati primernost različnih tehnologij za tiskanje umetniških grafičnih del z upoštevanjem kriterijev kakovosti in obstojnosti odtisov.

S podobnimi izzivi so se že dolgo pred tem spopadali strokovnjaki v muzejih, galerijah, knjižnicah, arhivih in podobnih ustanovah, ki shranjujejo, razstavljajo in restavrirajo umetniška dela. Postavili so kriterije in pravila oz. standarde za pravilno shranjevanje, prikazovanje in uporabo

dragocenih umetniških del in dokumentov. Njihove ugotovitve, uporabljene metode in priporočila za delo z občutljivim, dragocenim gradivom so objavljene v več javno dostopnih dokumentih (CFPA Evropa, 2013; ICA Committee, 2006; Bodin, 2015). Ta pravila so uporabna tudi glede shranjevanja, prikazovanja in uporabe digitalnih umetniških del, velja pa jih upoštevati že v procesu njihovega nastanka, med tiskanjem.

Kakovost digitalne umetniške grafike

Odločitev glede kakovosti, barvnega obsega oz. ustreznega upodabljanja barv sprejmeta predvsem avtor dela in končni uporabnik. Sodoben digitalni tisk omogoča doseganje velikega barvnega obsega,

praviloma večjega kot v konvencionalnih tehnikah tiska, pogosto pa imajo taki odtisi slabo obstojnost. Kakovost barvne reprodukcije je lahko izboljšana z uporabo večjega števila procesnih barv, ki pa mora biti podprta z ustreznimi barvnimi profili ICC (posebej izdelanimi za vsako kombinacijo tiskalnika, tiskovnega materiala/papirja in nabora barv).

Ločljivost sodobnih kapljičnih tiskalnikov, ki tiskajo s pigmentnimi tiskarskimi barvami je zadovoljivo dosežena pri 300 dpi, pri volumnu kapljic tiskarske barve do nekaj pikolitrov. Vrhunski tiskalniki za giclée tisk dosegajo tudi 600 dpi, kar že presega ločljivost človeškega očesa pri normalnih pogojih opazovanja. Pri tiskanju s tiskarskimi barvami, ki vsebujejo pigmente, drobne delce trdne snovi, ki imajo lastnost selektivne spektralne absorpcije, morajo imeti tiskalniki premer šob v glavi dovolj velik, da delci pigmenta ne zamašijo šob v glavi tiskalnika. Tiskarske barve narejene na osnovi barvil ne vsebujejo trdnih delcev, zato je volumen kapljic lahko manjši (npr. 1 pl), vendar imajo običajno, kljub večjemu barvnemu obsegu, slabšo obstojnost.

Proizvajalci tiskalnikov praviloma dobavljajo tudi prilagojene tiskarske barve za vsak tip tiskalnika in z uporabo originalnih tiskarskih barv pogojujejo uveljavljanje garancije, tehnično podporo in doseganje ustrezne kakovosti. Na trgu je tudi več ponudnikov tiskarskih barv, ki so neodvisni od proizvajalcev opreme. Poleg nižje cene lahko ponujajo tudi višjo kakovost odtisov, vendar odgovornost zanjo praviloma prevzema tiskar.

Za tiskanje digitalnih umetniških grafik se praviloma uporablja visokokakovostne papirje, ki po sestavi, gramaturi (debelini), belini, površinskih in taktilnih lastnostih (hrapavost, otip) bistveno ne odstopajo od papirjev, ki se uporabljajo za tiskanje konvencionalnih umetniških grafik (lesorez, jedkanica, litografija ...), morajo pa biti prilagojeni za kapljični tisk. V primeru uporabe katere druge digitalne tiskarske tehnike morajo biti tiskovni materiali prilagojeni za to tehniko (npr. električne lastnosti v primeru elektrofotografije). Uporaba premaznih papirjev (sijajna ali matirana gladka površina) ni priporočljiva; podobno velja tudi za druge materiale

kot so steklo, plastične folije, pločevina, lesene plošče ... Uporabljeni premazi imajo lahko pomemben vpliv na obstojnost odtisa, kljub omogočanju doseganja boljše kakovosti barvne reprodukcije in večje ločljivosti za upodabljanje podrobnosti na odtisu. Nekateri avtorji se odločajo za uporabo platna (canvas) oz. imitacije platna, predvsem kadar gre za reprodukcijo originalnih slik na platnu ali pa želijo s svojim delom doseči podoben vizualen učinek.

Tipičen papir za digitalno umetniško grafiko je narejen iz kakovostne celuloze npr. iz bombažnih vlaken, z gramaturo v območju približno 200 g/m² do 350 g/m², površinsko obdelan za doseganje različne stopnje gladkosti. Pri papirjih brez vidnega (sijajnega) premaza se uporablja zelo tanek porozen sloj premaza za zagotavljanje optimalnega navzemanja tiskarske barve (*image-receiving layer*, *ink-receiving layer*, IRL), ki ga tvorijo mineralni delci v škrobnem ali polimernem vezivu. Tako obdelan papir mora imeti primerno vpojnost za dober oprijem tiskarske barve brez razlivanja na površini in omogočati primerno prodiranje v površinske sloje

papirja v prvi fazi sušenja odtisa (IPI's Guide, 2018). Papir mora biti rahlo alkalen, kar omogoča kemijsko stabilnost in obstojnost v daljšem časovnem obdobju. Dodatki, kot so klejiva, polnila ... morajo biti obstojni pri izpostavljenosti svetlobi, vlagi in drugim okoljskim vplivom. Papir naj ne bi vseboval optičnih belil (*optical brightening agents*, OBAs).

Glede kakovosti tiskarskih barv, papirjev in odtisov, predvsem za konvencionalne tehnike tiska, obstaja obsežen nabor standardov, ki jih sprejemajo mednarodne in nacionalne organizacije za standardizacijo, kot so ISO, SIST, TAPPI, DIN, ASTM ... Za področje giclée tiska oz. tiskanja digitalnih umetniških grafik ni sprejetih mednarodnih ali nacionalnih standardov, obstaja le nekaj 'industrijskih' oz. 'internih' standardov kot podlaga za delo v posameznih specializiranih tiskarnah ali umetniških združenjih (Century Editions, 2008), za katere pa podrobnosti o metodah preskušanja in kriterijih za oceno kakovosti niso objavljene.

Metode preskušanja obstojnosti digitalne umetniške grafike

Iz nabora predstavljenih metod za ugotavljanje obstojnosti je v tem zapisu predstavljenih le nekaj metod za ugotavljanje svetlobne obstojnosti.

SIST ISO 12040:1997(E)

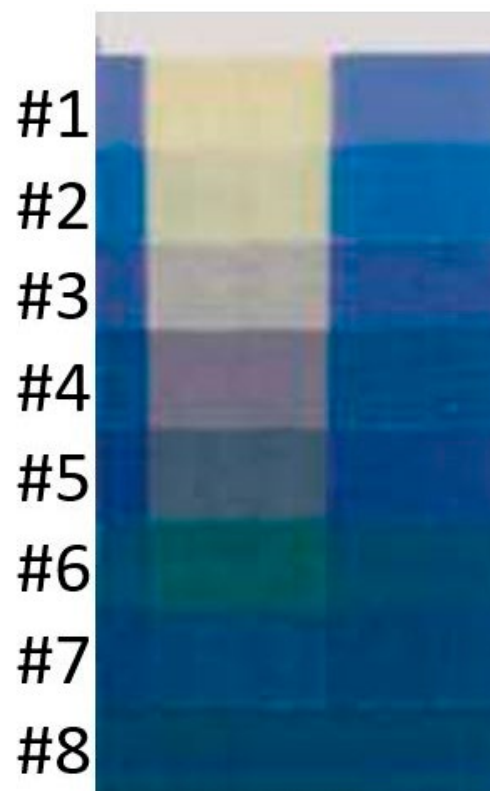
Grafična tehnologija - Odtisi in tiskarske barve - Ugotavljanje svetlobne obstojnosti s filtrirano svetlobo ksenonske žarnice

Standard SIST ISO 12040:1997(E) izhaja iz standardov, ki so bili razviti za področje tekstilstva, njegove različice pa se uporabljajo tudi na področju barv in lakov, vozil, plastike ...

Metoda ugotavljanja svetlobne obstojnosti temelji na osvetljevanju vzorčnega odtisa in referenčnega volnenega vzorca obarvanega z osmimi modrimi barvili s filtrirano svetlobo ksenonske žarnice z barvno temperaturo 5500 K do 6500 K. Svetloba je filtrirana s filtrom, ki absorbira valovne dolžine pod 310 nm in pre-

pušča sevanje v območju od 380 nm do 700 nm, tako da je zagotovljena simulacija spektralnih značilnosti dnevne svetlobe, ki vpada skozi okensko steklo. Ugotavljanje svetlobne obstojnosti poteka z istočasnim osvetljevanjem referenčnega volnenega

Slika 55: Modri volneni referenčni vzorec ISO, osvetljen in neosvetljen v Xenotest napravi (Rahaeuser, 2022).



vzorca in tiskanega vzorca. V določenih časovnih intervalih operater vizualno primerja barvne spremembe in ugotovi svetlobno obstojnost v stopnjah od 1 do 8, od najslabše do najboljše (slika 55). (SIST ISO 12040, 1997.)

Vpliv svetlobe na barvne spremembe od tisa lahko tudi izmerimo in izrazimo kot barvne razlike npr. izračunane z uporabo CIEDE2000 formule (CIE, 2004).

Wilhelm Imaging Research, Inc.

Henry Wilhelm je začel preučevati obstojnost fotografij in odtisov v svojem podjetju v Grinellu, Iowa, ZDA, že sredi šestdesetih let, od leta 1991 pa se je posvetil tudi preučevanju obstojnosti tiskovin na področju digitalne umetniške grafike (Wilhelm, 2006). Svoje dolgoletno delovanje je objavil v obsežni publikaciji (2752 strani), ki vsebuje tudi pomembne rezultate njegovega dela, predvsem podrobne opise metod in rezultate analiz (Wilhelm, 2024).

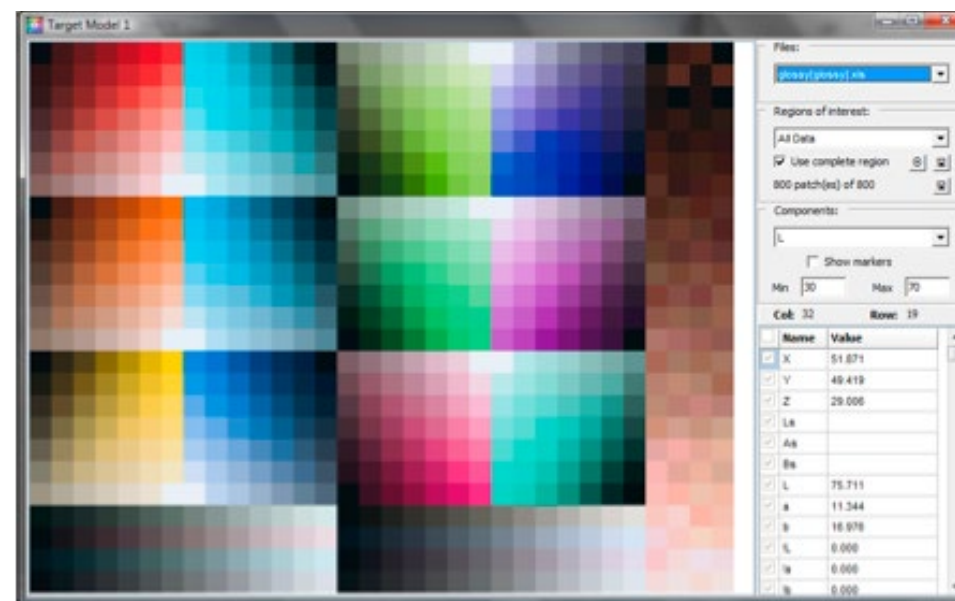
Najprej je meritve barvnih sprememb izvajal z denzitometrom, kasneje je prešel na spektrofotometrične meritve in kolo-

rimetrične merske metode za določanje barvnih razlik. V svojih poročilih za vsak odtisnjen vzorec podaja osnovne podatke o uporabljenem tiskalniku, tiskovnem materialu in tiskarski barvi, začetne vrednosti merskih polj na odtisnjeni tablici (slika 56) ter barvne razlike in druge spremembe, ki nastanejo pod vplivom svetlobe, temperature, časa, delovanja ozona, dodatno pa še svetlobno obstojnost določeno s Xenotestom ter prisotnost in vpliv optičnih belil ... Poročila o rezultatih preskusov in analiz so dostopna za dolgo obdobje njegovega delovanja, v večini primerov pa še vedno hrani originalne materiale in odtise.

Za leto 2006 je iz njegove objave (Wilhelm, 2006) razvidno, da je preskusil tri tiskalnike, primerne za tiskanje umetniške grafike, z različnimi papirji in pigmentnimi tiskarskimi barvami. Za vse je ugotovil visoko obstojnost odtisov. Odtisi s tiskalnikov Canon PIXMA Pro 9500 in Canon image PROGRAF iPF5000 ter iPF9000 imajo ugotovljeno svetlobno obstojnost >100 let za uokvirjene odtise pod steklom oz. >150 let za uokvirjene pod UV filtrom; za HP Photosmart Pro B9180 pa so te

vrednosti še višje, >230 let pri obeh vrstah zaščite. Meritve svetlobne obstojnosti so bile izvedene s hladno fluorescentno svetlobo, pod steklenim filtrom, pri 24 °C in 60 % relativne vlažnosti, temeljile so na običajni osvetljenosti površine pri 450 lux 12 ur dnevno. Ta osvetlitev je bila pri preskušanju simulirana z močno povečano osvetlitvijo, tipično 25 000 lux, natančni podatki o izvedbi preskusa in meritev pa niso navedeni.

Slika 56: Primer merske tablice, kot jih pri svojem delu uporablja Henry Wilhelm (Wilhelm, 2008).



Zaključek

To delo bi se pravzaprav moralo imenovati Uvod v ... Prinaša sicer vpogled v nastanek prvih digitalnih umetniških grafik, vendar je po poimenovanju, ki se je uveljavilo v spletni enciklopediji Wikipedija le ‚škrbina‘. Že v predstavljenih vsebinah manjkajo mnogi pomembni podatki, pa tudi podrobnejši opisi tehnik, materialov in zgodovinskega ozadja, ki bi tvorili podlago za razumevanje, kaj vse je vplivalo na digitalno umetniško grafiko, kot jo poznamo danes. Obravnavanje razvoja in vrednotenje umetniških dosežkov predstavljenih avtorjev vsekakor presega moje teoretično znanje s tega področja, ki ga tudi občasni ogledi razstav ali pogovori z nekaterimi umetniki ne morejo nadomestiti. Tudi glede vsebin, ki so mi strokovno blizu, svetujem uporabniku/bralcu, da pridobi dodatne informacije s poglobljenim

branjem citiranih literaturnih virov, seveda pa se tu resen in poglobljen študij šele pričanja.

Nekaj vsebin je zelo pomanjkljivo obdelanih, ali pa so v celoti izpuščene. Med njimi je predstavitev dejanskih začetkov digitalne umetniške grafike in umetnikov, ki so bili pionirji na tem področju, v Sloveniji. Pomembno vlogo vsaj v evropskem, morda tudi v svetovnem merilu, je imelo gibanje Nove tendencije, v okviru katerega je bilo v letih 1961–1973 v Zagrebu organiziranih pet istoimenskih razstav, kjer so svoje prve digitalne umetniške grafike predstavljali umetniki z vsega sveta, tudi iz naših krajev. Ob tem je, poleg razstavnih katalogov, izšlo še pet izdaj revije Bit International, kjer so tudi bili obravnavani izживi takrat nove umetniške zvrsti (Rosen, 2011; Heller, 2017). V tistem času je bila v Londo-

nu organizirana prva razstava Cybernetic Serendipity (1968), posvečena digitalni umetniški grafiki, v svetu je pričelo izhajati več revij, tudi prvi muzeji in galerije so pričeli digitalno umetniško grafiko uvrščati v svoje zbirke. Naši umetniki so bili aktivni udeleženci tega dogajanja od njegovih začetkov.

V tem delu predstavljeni avtorji so bili izbrani kot vidni predstavniki različnih smeri v razvoju digitalne umetniške grafike, to potrjuje tudi njihovo uvrščanje v številne preglede umetnikov s tega področja v svetu. Seveda pa seznam ni popoln in bi si mnogi drugi avtorji zaslužili vsaj kratko predstavitev.

Za celovito obravnavo predstavljenih vsebin bi bilo potrebno posamezna poglavja razširiti v obsežna samostojna dela, to pa bi zahtevalo bolj poglobljen pristop in

verjetno tudi sodelovanje širšega kroga strokovnjakov, ki dobro poznajo in pokrivajo posamezne teme. Nekaj poglavij bi bilo potrebno tudi dodati, med drugim o priznavanju, označevanju in podpisovanju digitalnih umetniških del, morda tudi o certifikatih, ki jih lahko spremljajo.

Poseben izziv pri pisanju je bilo strokovno izrazoslovje. Med ključnimi strokami na obravnavanem področju ni soglasja, kako poimenovati npr. 'tiskovno formo', kot jo imenujemo grafičarji (v tiskarnah), in ki jo grafiki (umetniki) dosledno imenujejo 'matrica'; v digitalnem tisku pa je to pogosto kar angleški '*print file*', digitalno zapisana vsebina in oblika grafične upodobitve v 'datoteki za tiskanje' na tiskalniku ali drugi napravi za upodabljanje. Podobno je s 'kapljičnim tiskalnikom', ki mu računalničarji pravijo 'brizgalnik', pogovorno pa je to kar angleški '*inkjet printer*' ali '*plotter*'. Upam, da terminološke zadrege nimajo pomembnega vpliva na razumevanje predstavljenih vsebin.

Ob začetku pisanja tega dela je bil cilj in namen opisati digitalno umetniško grafiko tako, da bodo predstavljene vzpore-

dnice s konvencionalnimi umetniškimi grafičnimi tehnikami in njene možnosti v umetniškem izražanju. Ta cilj morda ni v celoti dosežen, je pa narejen vsaj en korak v tej smeri. Naslednji koraki pripadajo novim avtorjem, tako umetnikom, kot tudi tistim, ki bodo pisali razširjena in nova poglavja na to temo.

Gorazd Golob

Literatura in viri

Abby, 2023. *Howard Aiken*. <<https://history-computer.com/people/howard-aiken/>>.

Amiga, 1985. *The World premiere of the Amiga (1985, Andy Warhol, Debbie Harry)* [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=_QST1ZAJ29o&t=834s>.

Arcangel, Cory, 2014. *The Warhol files: Andy Warhol's long-lost computer graphics*. Artforum. <<https://www.artforum.com/features/the-warhol-files-andy-warhols-long-lost-computer-graphics-220444/>>.

ArtPrint Service, n.d. *Fine art giclée printing*. <<https://www.artprint-service.nl/art-print-service-meer-dan-30-jaar-ervaring-in-fine-art-giclee-printing/>>.

Babič, Davorin, 2024. *Kreativno kodiranje*. <<https://ustvarjalnokodiranje.gitbook.io/kreativno-kodiranje>>

Bailey, Colin, n.d. *What is giclee*. Ryepress. <<https://ryepress.com/what-is-giclee/>>.

Baron, Andrew, 2018. The marvelous Maillardet automaton: part 1 introduction and state of the art. *NAWCC Watch & Clock Bulletin*, September|October 2018, str. 414–423. <https://maillardetautomaton.com/wp-content/uploads/2020/05/Baron_NAWCC_Part1.pdf>.

Batley, 1939. *Monotype portraits: dots and spots* [video]. <<https://www.youtube.com/watch?v=jqPIfHpBO-4>>.

Bavcon, Narvika. 2009. *Umetnost v svetu pametnih strojev: novome-dijska umetnost Sreča Dragana, Jake Železnikarja in Marka Peljhana*. Ljubljana: Raziskovalni inštitut Akademije za likovno umetnost in oblikovanje v Ljubljani.

Berkeley, Edmund C., urednik, 1967. Sine cuve man. *Computers and Automations*, 16(8). str. 1, 7–8. <https://archive.org/details/bitsavers_computersA_7199056>.

Bodin, Justin, 2015. *A guide to archival quality printmaking: inks, media & more*. Breathing Color. <https://www.breathingcolor.com/blogs/news/archival-quality-printmaking-inks-media?srltid=Afm-BOop1rBA43rsPEhCiiXqEtgA1EF-_Y0dmtrt5lmGljXvoCwJWNdOJ>.

Canon, 2024. *Canon imagePROGRAF PRO-2100 specifications*. <<https://www.canon-europe.com/business/products/large-format-printers/imageprograf-pro-2100/specifications/>>.

Caplan, Lindsay, 2018. From collective creation to creating collectives: arte programmata and the open work, 1962. *Grey Room 73*, Fall 2018, str. 54–81. <https://doi.org/10.1162/grey_a_00256>.

Centronics, 1987. *Technical manual: Model 101 printer*. Hudson: Centronics data computer corp.

Century Editions, 2008. *Giclée industry standards*. <<http://www.centuryeditions.com/gicleeindustrystandards.html>>.

CFPA Evropa, 2013. *Zaščita umetniških slik: transport, razstavljanje in deponiranje*. CFPA Evropa. <https://www.szpv.si/wp-content/uploads/Smernica-CFPA_E-29-2019_F-v-slovenscini.pdf>.

Chilton Computing, 2014a. *ICL 1906A – overview*. Atlas. <<https://www.chilton-computing.org.uk/acl/technology/1906a/overview.htm>>.

Chilton Computing, 2014b. *Atlas@50*. Science & Technology Facilities Council. <https://www.chilton-computing.org.uk/acl/pdfs/atlas_50_brochure.pdf>.

Chilton Computing archive – artefacts, 2024. *ATLAS.01.0011: ‚Serpents Egg‘ print*. Chilton. <<https://www.chilton-computing.org.uk/gallery/catalogs/artefacts.htm>>.

Chong, Sher Minn, 2019. *History of computer art – part 2: plotters*. Piratefsh. <<https://piratefsh.github.io/2019/01/07/computer-art-history-part-2.html>>.

CIE, 2004. *CIE 15:2004: Colorimetry: technical report*. 3. izdaja. Vienna: International Commission on Illumination.

Coelho, António; Branco, Pedro in Moura, João Martinho, 2019. A brief overview on the evolution of drawing machines. V: P. Cortez, et al., urednik. *Intelligent Technologies for Interactive Entertainment, INTETAIN 2018*, str. 14–24. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16447-8_2>.

compArt, n.d. *Frieder Nake*. compArt: center of excellence digital art. <<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/68>>.

Csuri, Caroline, n.d.a. *Renaissance man*. Charles Csuri. <<https://www.charlescsuri.com>>.

Csuri, Caroline, n.d.b. *Contemporary Period: 2010–2022*. Charles Csuri. <<https://www.charlescsuri.com/contemporary-period>>.

Connellan, Shannon, 2024. *Ai-Da robot just sold an artwork for \$1 million. Yes, it made history*. Mashable. <<https://mashable.com/article/ai-robot-artwork-sale-sothebys>>.

DAM, 2009. *Prostor*. DAM: Digital Art Museum. <<https://dam.org/dox/2618.cV263.H1.De.php>>.

Davies, Evan, urednik, n.d. *The history of computers*. Sutori. <<https://www.sutori.com/en/story/the-history-of-computers--Xuq4J7qnX-5tEQRphehcuAx5K>>.

Debenjak, Riko. 1967. *Grafika: zvrsti sodobne umetniške grafike*. Ljubljana: Sekretariat za organizacijo mednarodnih grafičnih razstav.

DED.ai, 2024. *\$IM for AI art, decentralized AI model, and the long tail of AI value*. <<https://www.ded.ai/p/art>>.

Digital Andy, 2024. *Untitled, portrait of Debbie Harry, 1985*. <<https://www.digitalandyart.com/image-11>>.

Dürer, Albrecht. 1525. *Underweysung der Messung, mit dem Zirckel vn(d) Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen*. Nürnberg: Hironimus Andreae. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fotothek_df_tg_0000678_Geometrie_%5E_Parabel_%5E_Algebra_%5E_Kurve.jpg>.

eduNitas, 2024. *Jacquard loom*. <https://wiki.edunitas.com/IT/en/114-10/Jacquard-loom_10238_eduNitas.html>.

Emmett, Collin, 1976. The Rainbow's egg. *Computer Graphics and Art*, 1(2), str. 25.

Flickr, 2021. *Henri de Toulouse-Lautrec, 1893: Les Vieilles histoires – Sagesse*. Cleveland Museum of Art. <https://www.flickr.com/photos/vintage_illustration/51003960800/in/photostream/>.

Ganić, Admir. 2024. „Podobno ni dovolj“: grafični postopek Marjana Pogačnika. V: *Neopaženo ob cesti: Grafična tehnika Marjana Pogačnika*. Ljubljana: Narodna galerija.

Garcia, Pablo in Dorsey, Brannon, 2015. *DrawingMachines.org: an archive of optical/mechanical/automated drawing machine/devices/aids*. <<https://drawingmachines.org/index.php>>.

Golob, Gorazd, 2017. *Grafični priročnik*. Ljubljana: Obrtno-podjetniška zbornica Slovenije.

Grafenauer, Petja, 2019. Edvard Zajec, znanilec sprememb umetnostne paradigme. *Likovne besede / Artwords*, 111, str. 74–79.

Hall, Christine, n.d. *Zajec studies*. <<https://christinehall.art/zajec-studies>>.

Hébert, Jean-Pierre, 2006. *The Algorists: four visual artists in the land of Newton*. Kavli Institute for Theoretical Physics. <<http://algorists.org/algorists-lorenz.pdf>>.

Heller, Steven, 2017. *A bit of computer art and design history*. Print. <<https://www.printmag.com/daily-heller/computer-design-history-new-tendencies/>>.

Hozo, Dževad. 1988. *Umjetnost multioriginala: kultura grafičkog lista*. Mostar: Prva književna komuna.

HP Latex, 2014. *HP latexinks and print durability*. Hewlett-Packard Development Company. <<https://lkc.hp.com/storage/app/uploads/public/5a5/761/282/5a57612829cf7033533547.pdf>>.

Hudoklin Šimaga, Vida in Apollonio, Zvest, 1978. *Sitotisk = Sitoštampa*. Ljubljana: Univerzum.

ICA Committee, 2006. *Guidelines on exhibiting archival materials*. <https://www.ica.org/app/uploads/2023/12/CPT2006_guideline_exhibition_EN.pdf>.

IPI's Guide, 2018. *Preservation of digitally printed images*. RIT: Image Permanence Institute. <https://s3.cad.rit.edu/ipi-assets/publications/dp3_guide.pdf>.

Iris 3024, 1989. *Operator's manual: IRIS 3024 color ink jet printer*. Bedford: Iris Graphics. <http://bitsavers.informatik.uni-stuttgart.de/pdf/irisGraphics/01250-301_Rev_3_1_Operators_Manual_IRIS_3024_Color_Ink_Jet_Printer_1Jul1989.pdf>.

istitutomarangoni, 2024. *A few things you need to know about digital art*. *istitutomarangoni*. <<https://www.istitutomarangoni.com/en/tri-bune/few-things-you-need-to-know-about-digital-art>>.

Jeler, Slava, 2001. Barvni sistemi. V: *Interdisciplinarnost barve: I. del, v znanosti*. Maribor: Društvo koloristov Slovenije.

Jesih, Boris. 2000. *Grafika: visoki tisk, ploski tisk*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Johnson, Harald, 2005. *Mastering digital printing*. Druga izdaja. Thomson Course Technology.

Jones, Jonathan, 2014. *Andy Warhol's Amiga art confirms him as a true hero for our digital age*. The Guardian. <<https://www.theguardian.com/artanddesign/jonathanjonesblog/2014/apr/25/warhol-amiga-disc-art-rediscovered>>.

Kipphan, Helmut, ed., 2001. *Handbook of print media*. Springer.

Kitching, Alan, 1975. *The Antics computer animation system*. Atlas. <<https://www.chilton-computing.org.uk/acl/applications/graphics/p003.htm>>.

Lasdown, John, 1975. *Serpents egg*. Atlas. <<https://www.chilton-computing.org.uk/acl/applications/animation/p015.htm>>.

Lechène, Robert, 2024. *Printing*. Britannica. <<https://www.britannica.com/topic/printing-publishing/History-of-printing>>.

Levy, Steven, 2024. *Graphical user interface*. Britannica. <<https://www.britannica.com/technology/graphical-user-interface>>.

Magsino, Isiah. 2024. *Lost Andy Warhol digital works are being sold for \$26 million*. Town&Country. <<https://www.townandcountrymag.com/style/collectibles/a62059008/andy-warhol-digital-works-auction-2024/>>.

Megyery, Jordan, 2021. *The fugitive fugitives: the presence and preservation of Iris prints in the Tate collection*. The Book

and Paper Gathering. <<https://thebookandpapergathering.org/2021/12/16/the-fugitive-fugitives-the-presence-and-preservation-of-iris-prints-in-the-tate-collection/>>.

Mertens, Danny, 2018. *Xeikon celebrates 30-year anniversary*. Xeikon. <<https://xeikon.com/en/blog/xeikon-celebrates-30-year-anniversary>>.

Mighty Deals Team, 2024. *Top 5 best giclee printers for artists and photographers in 2024*. <<https://www.mightydeals.com/blog/best-giclee-printers/>>

Mikles, Iva, 2024. *Best giclée printer for your art studio in 2024*. Art Side of Life with Iva. <<https://artsideoflife.com/giclee-printer/>>.

Moran, Taylor, 2021. *Andy Warhol: the first-ever digital artist?*. Revolver. <<https://revolverwarholgallery.com/andy-warhol-the-first-ever-digital-artist/>>.

Mukamal, Reena, 2017. *How humans see in color*. American Academy of Ophthalmology. <<https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/how-humans-see-in-color>>.

multimediaman, 2013. *Karel Vaclav Klíč (Klietch): 1841–1926*. multimediaman. <<https://multimediaman.blog/2013/11/17/karel-klic-1841-1926/>>.

Nadeau, Luis, 1997. *Encyclopedia of printing, photographic, and photomechanical processes: comprehensive reference to reproduction technologies*. New Brunswick, Canada: Atelier Louis Nadeau.

Nake, Frieder in Grabowski, Susanne, 2005. *Zwei Weisen, das Computerbild zu betrachten: Ansicht des Analogen und des Digitalen*. V: Martin Wanke, Wolfgang Coy in Georg Christoph Tholen, urdniki. *Hyperkult II*. Bielefeld: Transcript Verlag. <<https://doi.org/10.14361/9783839402740>>.

Nake, Frieder in Grabowski, Susan, 2017. *Think the image, don't make it! On algorithmic thinking, art education, and re-coding*. *Journal*

of Science and Technology of the Arts, 9(3), str. 21–31. <<https://doi.org/10.7559/citarj.v9i3.458>>.

Neale, Beren, 2024. *The best art printers: from premium to portable*. Creative Bloq. <<https://www.creativebloq.com/buying-guides/the-best-art-printers>>.

Noll, A. Michael, 1966. Human or machine: a subjective comparison of Piet Mondrian's „Composition With Lines“ (1917) and a computer-generated picture. *The Psychological Record*, 16(1), str. 1–10. <<http://dada.compart-bremen.de/item/publication/200>>.

Noll, A. Michael, 2016. Early digital computer art at Bell Telephone Laboratories, Incorporated. *Leonardo*, 49(1), str. 55–65. <https://doi.org/10.1162/LEON_a_00830>.

Noll, A. Michael, 2022. *Fist-hand: Harmon-Knowlton's „The Nude“ overshadows all*. ETHW. <https://ethw.org/First-Hand:Harmon-Knowlton%27s_%22The_Nude%22_Overshadows_All>.

Norman, Jeremy, 2024. *The earliest dated European woodblock print*. HistoryofInformation.com. <<https://www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=30>>.

Octogram Design, 1993. *MAC-graphics: a designer ,s visual guide to graphics for the Apple Macintosh ...* Singapore: Octogram Publishing.

O'Hanrahan, Elaine, 2018. The contribution of Desmond Paul Henry (1921–2004) to twentieth-century computer art. *Leonardo*, 51(2), str. 157–162. <https://doi.org/10.1162/LEON_a_01326>.

Pepin, Jacques, 2024. *„Poulette de Bresse“ special edition signed limited edition print*. The Artistry of Jacques Pepin. <<https://jacquespepinart.com/shop/poulet-de-bresse-special-edition-signed-limited-edition-print>>.

Peters, Emily; Lincoln, Evelyn in Raftery, Andrew Stein, 2010. *The brilliant line: following the early modern engraver, 1480–1650*. RISD Museum. <https://digitalcommons.risd.edu/risdmuseum_publications/1/>.

Pogačnik, Marjan. 1981. *Podatki o litografiji*. Ljubljana: ALU.

Pogačnik, Marjan. 2010. *O litografiji*. Ljubljana: Inštitut Akademije za likovno umetnost in oblikovanje v Ljubljani.

Quinn, Anthony, 2018. *Type portrait of the royal family on a Monotype in 1937*. Magforum blog. <<https://magforum.wordpress.com/2018/02/16/type-portrait-of-the-royal-family-on-a-monotype-in-1937/>>.

Rahaeuser, Oliver D, 2022. *How long do I need to test? Part 1: basic considerations*. Atlas/Ametek. <<https://www.atlas-mts.com/knowledge-center/atlas-weathering-blog/2022/february/how-long-do-i-need-to-test-part-1-basic-considerations>>.

Reinhold, Arnold, 2024. *IBM 7094 console 3*. <https://en.wikipedia.org/wiki/IBM_7090#/media/File:IBM_7094_console3.agr.jpg>.

Rohrbach, Robert, 1964. *Graphomat Zuse Z64*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Graphomat_Zuse_Z64.jpg>.

Rosemary, 2019. *A brief history of screenprinting*. BookArts. <<https://wnybookarts.org/a-brief-history-of-screenprinting/>>.

Rosen, Margit, urednica, 2011. *A little-known story about a movement, a magazine and the computer's arrival in art: New Tendencies and Bit International, 1961–1973*. ZKM | Center for Art and Media Karlsruhe; Cambridge: The MIT Press; London: MA.

Ryepress, 2024. *Slip down Mermaid street, Rye*. <<https://ryepress.com/slip-down-mermaid-street-rye-painting-giclee>>.

Senefelder, Alois, 1819. *L'art de la lithographie: ou instruction pratique*. Paris: Chez Treuttel et Würtz. <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k130475f/f11.item>>.

SIST ISO 12040, 1997. *SIST ISO 12040:18997(E), 1997. Grafična tehnologija - Odtisi in tiskarske barve - Ugotavljanje svetlobne obstojnosti s filtrirano svetlobo ksenonske žarnice*. Ljubljana: SIST.

Smith Williams, Alisa, 2024. *Surrealist digital art*. alisasmithwilliams. <<https://www.alisasmithwilliams.com/about>>.

SSKJ, <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=digitalen>.

Stewens, Mary Elizabeth in Little, John L., 1967. *Automatic typographic-quality typesetting techniques: a state-of-the-art review*. Washington, D.C.: National Bureau of Standards.

Stromberg-Carlson, 1964. Stromberg-Carlson S-C 4020 Computer Recorder: information manual. <<https://www.chilton-computing.org.uk/acl/technology/sc4020/overview.htm>>.

Sutherland, Ivan Edward 1963. *Sketchpad, a man-machine graphical communication system*. Doktorska disertacija, Massachusetts Institute of Technology.

Škrjanec, Breda. 2002. *Litografija*. Ljubljana: Mednarodni grafični likovni center.

Škrjanec, Breda. 2006. *Lesorez*. Ljubljana: Mednarodni grafični likovni center.

Tait, Jack, 2013. *Analogue drawing machines: machines to make art*. <<https://computer-arts-society.com/exhibitions/jack-tait/programmable-analogue-drawing-machines.pdf>>.

Texas Art Warehouse, 2024. *The Pioneers 1904 by Federic Remington western giclee print + ships free*. <<https://www.ebay.com/itm/266742526499>>.

The Metropolitan Museum of Art, 2024. *Joseph Marie Jacquard*. <<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/222531>>.

Tršar, Marijan. 198?. *Grafične tehnike* (videoposnetek). Ljubljana: RTV Ljubljana.

Turing, Alan M., 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind*, LIX(236), str. 443–460. <<https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>>.

V&A, 1997. *Studies in Perception I*. <<https://collections.vam.ac.uk/item/O239963/studies-in-perception-i-print-harmon-leon/>>.

Verhoeven, Gert, 2018. Resolving some spatial resolution issues – part 1: between line pairs and sampling distances. *AARGnews*, 57, str. 25–34. <<https://doi.org/10.5281/zenodo.1465017>>.

Widewalls editorial, 2016. *Screen printing - the complete story*. Widewalls. <<https://www.widewalls.ch/magazine/screen-printing-silkscreen-prints>>.

Wikiart, 2021. *Marilyn*. <<https://www.wikiart.org/en/andy-warhol/marilyn-1>>.

Wikimedia, 2013. *Maillardet's automation drawing 5*. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maillardet's_automaton_drawing_5.gif#/media/File:Maillardet's_automaton_drawing_5.gif>.

Wikimedia, 2022. *Henri de Toulouse-Lautrec, c. 1896: Albi Sagesse*. Musée Toulouse- Lautrec. <[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lithographic_stones#/media/File:\(Albi\)_Sagesse_c.1896_-_Henri_de_Toulouse-Lautrec_-_Pierre_Lithographique_-_Musée_Toulouse-Lautrec.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lithographic_stones#/media/File:(Albi)_Sagesse_c.1896_-_Henri_de_Toulouse-Lautrec_-_Pierre_Lithographique_-_Musée_Toulouse-Lautrec.jpg)>.

Wikipedia, 2005. *The Jaquet-Droz automata*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Pierre_Jaquet-Droz#/media/File:Automates-Jaquet-Droz-p1030472.jpg>.

Wikipedia, 2007a. *Henry's first drawing machine*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Desmond_Paul_Henry#/media/File:Wiki.Henry_Drawing_Machine_1.jpg>.

Wikipedia, 2007b. *Picture produced by drawing machine 1*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Desmond_Paul_Henry#/media/File:Wiki.picture_by_drawing_machine_1.jpg>.

Wikipedia, 2016. Cašpar Hermann. <https://de.wikipedia.org/wiki/Cašpar_Hermann>.

Wikipedia, 2018. À la mémoire de J.M. Jacquard. <https://ast.wikipedia.org/wiki/Joseph_Marie_Jacquard#/media/Ficheru:À_la_mémoire_de_J.M._Jacquard_-_d'après_le_tableau_de_C._Bonnefond_-_exécuté_par_Didier_Petit_et_Cie._LCCN2002737214.tif>.

Wikipedia, 2023. Human eye. <https://en.wikipedia.org/wiki/Human_eye#/media/File:Human_eye,_anterior_view.jpg>.

Wikipedia, 2024a. *Dunhuang manuscripts*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Dunhuang_manuscripts>.

Wikipedia, 2024b. *Biblia pauperum*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biblia_pauperum>.

Wikipedia, 2024c. *Martin Schongauer*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Martin_Schongauer>.

Wikipedia, 2024č. *Offset printing*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Offset_printing#cite_note-meggs146-150-3>.

Wikipedia, 2024d. *Antikythera mechanism*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Antikythera_mechanism>.

Wikipedia, 2024e. *Punched tape*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Punched_tape>.

Wikipedia, 2024f. *Tolbert Lanston*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Tolbert_Lanston>.

Wikipedia, 2024g. *Monotype system*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Monotype_system>.

Wikipedia, 2024h. *Analog computer*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Analog_computer>.

Wikipedia, 2024i. *Sketchpad*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Sket-chpad>>.

Wikipedia, 2024j. *Algorithmic art*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Algorithmic_art#Algorists>.

Wikipedia, 2024k. *Charles Csuri*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Csuri>.

Wikipedia, 2024l. *Commodore 64*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Commodore_64>.

Wikipedia, 2024m. *ZX Spectrum*. <https://en.wikipedia.org/wiki/ZX_Spectrum>.

Wikipedia, 2024n. *Atari 8-bit computers*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Atari_8-bit_computers>.

Wikipedia, 2024o. *Mac (computer)*. <[https://en.wikipedia.org/wiki/Mac_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Mac_(computer))>.

Wikipedia, 2024p. *Amiga*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Amiga>>.

Wikipedia, 2024r. *Graphics tablet*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_tablet>.

Wikipedia, 2024s. *CorelDRAW*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/CorelDRAW>>.

Wikipedia, 2024š. *Desktop publishing*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Desktop_publishing>.

Wikipedia, 2024t. *HP Indigo Division*. <https://en.wikipedia.org/wiki/HP_Indigo_Division>.

Wilhelm, Henry, 2006. A 15-year history of digital printing technology and print permanence in the evolution of digital fine art photography – from 1991 to 2006. *NIP22: The 22nd International Conference on Digital Printing Technologies*. Denver, 17–22 September 2006. <http://www.wilhelm-research.com/ist/WIR_IST_2006_09_HW.pdf>.

Wilhelm, Henry, urednik, 2008. *WIR i-Star professional tutorial No. 1: "Comparison of Printer Profiles"*. Grinnell: Wilhelm Imaging Research, Inc. <<http://www.wilhelm-research.com/istar/registration.html>>.

Wilhelm, Henry, 2024. *The Wilhelm analog and digital color print materials reference collection*. Grinnell: Wilhelm Imaging Research. <http://www.wilhelm-research.com/WIR_Reference_Collection/

The_Wilhelm_Analog_and_Digital_Color_Print_Materials_Reference_Collection_1971_to_2024_v25_(2024-11-12).pdf>.

WRIGHT, 2017. *Art & technology*. Wright <<https://www.wright20.com/auctions/2017/07/art-design/147>>.

Wright, Gavin, 2022. *Nyquist theorem*. TechTarget WhatIs? <<https://www.techtarget.com/whatis/definition/Nyquist-Theorem>>.

Xerox, 2024. *Xerox invented laser printers*. <<https://www.xerox.com/en-us/office/insights/laser-printers>>.

Zajec, Edward, 1975. Edward Zajec. V: Ruth Leavitt, urednica. *Artist and Computer*. 1976. New York: Harmony Books.

Zajec, Edward, 1986. Computer graphics: color-based time. *Leonardo*, 19(1), str. 39–43.

Zajec, Edward, 1988. Orphics: computer graphics and the shaping of time with color. *Leonardo, Electronic Art Supplemental Issue*, str. 111–116.

Zajec, Edward, 1990. Orphics: computer graphics and the temporal dimension of electronic colour. *SISEA: Second International Symposium on Electronic Art*. Groningen, Netherlands, 11.–16. november 1990.

Opis postopkov konvencionalnih grafičnih tehnik

Dare Birsa

II. del

Visoki tisk

Visoki tisk je tehnika, s katero tiskamo s površine matrice. Mehansko izrezani, vdolbeni, punktirani, izstruženi deli, lahko tudi jedkani, ostanejo na odtisu nepotiskani. Predhodnik visokega tiska je pečat. Najzgodnejše primere poznamo iz Mezopotamije okoli leta 3500 pred našim štetjem, na Kitajskem pred l. 220.

Visoki tisk deluje izrazito ploskovito, a lahko ohranja teksturo materiala, tipično lesoreza in drugih površinsko teksturiranih nosilcev.

V to skupino sodijo tehnike linoreza, lesoreza in ksilogravure, montažni tisk, a lahko na ta način tiskamo tudi matrice globokega tiska, če tiskamo z navaljano barvo, s površine. Zgodovinsko in tehnično gledano vključuje ta kategorija tudi tisk na podlagi lesenih matric (inkunabula ali blok

knjiga, ki so jo tiskali do konca 14. stoletja), Gutenbergov tisk z vlitimi svinčnimi črkami ter knjigotisk, s katerim lahko na ovitke prenašamo tudi kovinske folije.

Postopkovno je priprava vseh tehnik podobna: izrezane površine in linije izdolbemo z nožki, kar je likovno podobno, kot bi na črno podlago risali z belo barvo (negativ). Za vsako barvo rabimo nov kliše – matrico, je pa lahko barva prosojna, s čimer povečamo število barv na odtisu (npr. prosojna modra čez rumeno = zelena).

Odtis je zrcalen in lahko ima sledove površinske teksture matrice; v primeru lesoreza je to tekstura letnic.

Tiska se na rotacijskih stiskalnicah (z valjem), a lahko za manjše površine tiskamo tudi na ploskovnih, kjer sta spodnja in zgornja ploskev stiskalnice iz litega železa,

Slika 1: shematski prikaz preseka matrice visokega tiska (Dare Birsa, 2018)



pritisk se pa ustvari enakomerno po celi ploskvi, bodisi pomočjo vzvoda, ali vretena (nekako kot pečatni tisk). Možen je tudi ročni tisk, brez stiskalnice.

Material

V osnovi sta to les in linolej, a nam laserska in druge, računalniško vodene tehnologije, omogočajo uporabo veliko drugih materialov.

Tehnike

Lesorez (ksilografija), ksilogravura, lino-rez.

Postopek priprave

Matrico torej izrežemo v tistih predelih, kjer ne želimo barve. Sodobni, računalniško vodeni stroji za izrezovanje in 3D tisk nam omogočajo nove možnosti.

Tisk tehnik visokega tiska

Postopek tiska je pri vseh tehnikah visokega tiska enak. Na površino matrice navaljamo barvo, ki se odtisne na papir, oziroma neki drugi nosilec podobe. Barvo lahko naneseemo tudi z, v usnje obledenim tamponom (nekoč so mu rekli terilnik), kot so to delali v primeru zgodnjih tiskov besedil, inkunabul.

Najprej naredimo poskusni odtis, papir na eni strani zadržimo med valji, na drugi strani ga dvignemo, da preverimo kakovost odtisa. Slaboten odtis lahko popravimo z vrtenjem mize nazaj, vmes lahko povečamo pritisk, in s tem ponovimo prenos barve. Pri tem moramo paziti, da se matrica ne zamakne, papir pa moramo na eni strani ohraniti vpet med valje. Pritisk

zgornjega valja stiskalnice uravnavamo na levem in desnem vretenu ločeno, da dosežemo na obeh straneh enakomeren odtis. Pomembno je upoštevati tudi višino matrice. Če je ta višja od 2 mm, moramo ob robovih mize dodati vodila, da nadomestimo razliko med mizo in površino ploskve, ki naj ne bi bila večja od 2 mm. Obstajajo stiskalnice, kjer je možno nastaviti tudi spodnji nivo valja in potem bočnih vodil ne rabimo.

Debelina matrice je za nastavitev višine valja ključna, ker valj stiskalnice težko preseže 2 mm višinske razlike med ‚mizo‘ in matrico brez poškodb, je pa to odvisno tudi od amortizacijskih elementov na vretenih in skupne debeline slojev polsti. Grafike manjših formatov lahko tiskamo tudi na tiskalnicah z navpičnim pritiskom, tiskamo lahko tudi ročno, z drgnjenjem po papirju, ki ga namestimo na matrico (tipično s tiskarsko kostjo ali žlico). Pri tem uporabljamo manj klejan, mehak in tanek papir (npr. rižev). Ko papir položimo na matrico, ga z roko zadržimo in začnemo drgniti s kostjo, lahko tudi z žlici podobnim profilom. Občas-

no na eni strani papir zadržimo na matrici in na drugi strani dvignemo, da preverimo prenos barve. Če uporabimo hitro sušече barve na vodni osnovi, uporabimo navlažen papir.

Lesorez

(ksilografija, woodcut, Holzschnitt)

V SSKJ je tehnika opredeljena kot *»gرافیčna tehnika, pri kateri se z žlebičastimi dleti in raznimi noži reže v leseno ploščo«*. (Opredelitev se nanaša na pripravo matrice.)

Prvi znani odtis lesoreza je menda iz Kitajske, dinastija Han, pred letom 220, nato iz knjige »Diamantna sutra«, ki ročno koloriran lesorez iz leta 868. V 9. stoletju se pojavi lesorez tudi na Japonskem, na ozemlju Evrope so pa prvi odtisi zaznani iz konca 14. stoletja.

Leta 1860 so v Evropo prispeli prvi primerki japonskega lesoreza, ki so močno vplivali na razvoj umetnosti impresionistov in ekspresionistov, najdemo jih tudi na ozadju slike Portret Pèrea Tanguya, 1887, Vincenta van Gogha.

Na ozemlju Slovenije je bil prvi ustvarjalec Janez Potočnik (1749-1834), iz 16. stoletja, v zadnjih dveh stoletjih pa Ivan Grohar, Božidar Jakac, Marij Pregelj, Lojze Spacal, Riko Debenjak, Tone kralj, Štefan Galič, Zdenko Huzjan in drugi.

Barvni lesorez se na Kitajskem pojavi že v 10. stoletju, v Evropi 1508. Japonski lesorez (nekje po letu 1760) je bil ročno kolariran.

V Sloveniji so znana dela Štefana Galiča, ki je ustvaril svoj postopek barvnega lesoreza s sprotnim uničevanjem matrice. Lesorez so v 20. letih 20. stol. Uporabljali ekspresionisti, člani skupine »Die Brücke«, pred tem so pa najbolj znane grafike Albrechta Dürerja (Nosorog, Štirje jezdec, Apokalipse).

Material

Les je material, ki omogoča relativno lahko vrezovanje negativa, torej tistega, kar ne bo obarvano. Ni homogen, ker ima ,letnice', trše in mehkejša dele, zato uporabljamo tiste vrste lesa, kjer je razlika med njimi čim manjša (na primer bor ali smreka sta zaradi velike razlike med tr-

dimi in mehki letnicami neuporabna). Les uporabljamo rezan vzdolžno, skladno z rastjo, ali prečno na rast. Prvega, vzdolžno rezanega, uporabljamo za lesorez, drugega za ksilografuro, kjer je les rezan prečno. Prvi omogoča tisk teksture lesa in je najbolje da ga cepimo in potem izravnamo, drugi pa omogoča natančnejšo artikulacijo, ker so letnice skoraj nevidne. Slednji omogoča tudi več odtisov, ker je bolj odporen na deformacije pod pritiskom stiskalnice.

Uporabljamo bukov, hruškov, češnjev les. Uporabna je tudi vezana plošča, ki je plastena v najmanj treh, navzkrižno zlepljenih slojih furnirja. Zunanja sloja sta lahko mehka (topol), ali trša (bukev) in izbira je odvisna od predloge. Za natančnejše linije izberemo tršo, za bolj ekspresivno mehkejšo, kar pa vpliva tudi na deformacijo in posledično omejitev števila ,enakih' odtisov. Tekstura lesa je pri tisku bolj izrazita pri mehkejši zgornji površini, pri bolj homogenih (bukev) je pa skoraj nevidna. Težava je lahko v konsistentnosti lepljenih slojev, ker se lahko zgornji hitro odluči v smeri vlaken in seveda v debelini vrhnjega

sloja, kar je pomembno glede na globino in širino vrezanih linij in večjih področij. Za tanke linije je morda dovolj 1 mm, za močnejše izreze mora biti vrhnji sloj debelejši.

Za izrezovanje uporabljamo nožke, polna dleta in dleta s kanalom, ki bolje odstranjujejo material, a so za natančno uporabo manj primerna.

Japonski lesorez je v vsem enak evropskemu, so ga pa izvajali v deljenih vlogah: risar-rezbar-tiskar. Tiskali so ga ročno, na tanek papir z drgnjenjem po hrbtni strani papirja. Nekateri barvne grafike so bile ročno pobarvane. Začetki segajo v leto 770, razmah pa se zgodi v 17. in 18. stoletju, na ozemlju Evrope pa jih pa spoznajo v 19. stoletju.

Za lesorez lahko uporabimo zelo tanek papir, še posebej pri ročnem odtiskovanju, za odtis reliefa pa moramo uporabiti bolj voluminozen papir.

Orodja

Stiskalnica

Stiskalnica je ročna, ima zgornji in spodnji valj, med katerimi se nahaja plošča. Da zdrži pritiske, je ogrodje stiskalnice večinoma iz litega železa, in pri starejših je

Slika 2: Dleta za lesorez (Alatke za izradu drvoreza, noževi i dleta raznih veličina i širina U i V preseka, wikipedia, 2024)



Slika 2a: Stiskalnica za visoki in globoki tisk (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



litoželezna tudi plošča/miza. Pritisk zgornjega valja na ploščo nastavljamo z vreteni na obeh straneh. Vreteni sta amortizirani z 8, ali več sloji debele lepenke, saj so cinkove plošče lahko debele tudi 2 mm in ta amortizacija omogoča, da ne pride do poškodb stiskalnice. Zobniški prenos omogoča enakomerno počasno vrtenje in s tem gibanje ‚mize‘ (ploskve, na katero postavimo matrico, papir in polst (filc). Obstajajo tudi stiskalnice z vgrajenim motorjem na elektriko, v industrijski grafiki pa tudi povsem avtomatizirane, namenjene so tisku bankovcev, znamk in podobno.

Pri manjših formatih lahko uporabimo vertikalno stiskalnico, ki temelji na enem vretenu oz. vzvodu na njem. Zaradi potrebnega visokega pritiska na površino so take stiskalnice litoželezne.

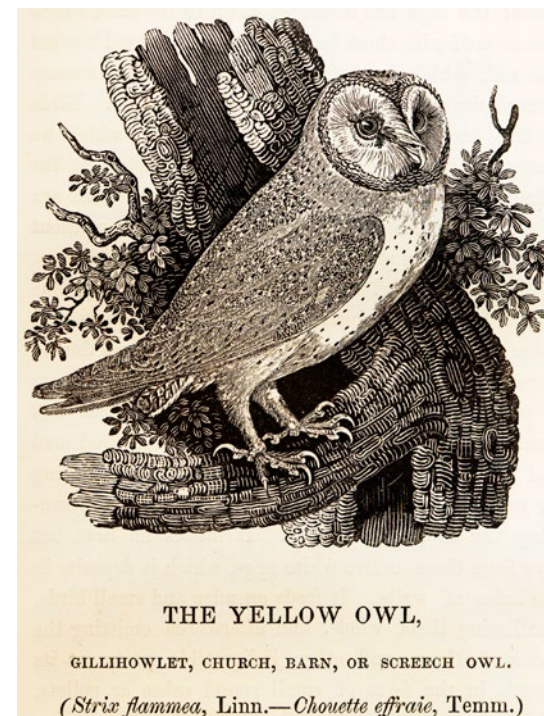
Ksilografura

(wood engraving)

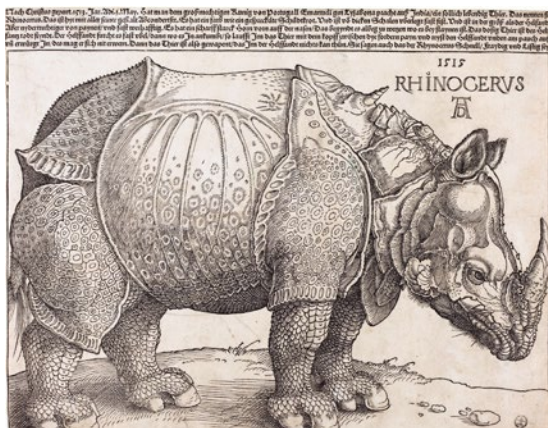
Začetnik je Thomas Bewick, l. 1775. Gre za graviranje v prečno rezanem lesu, sestavljenem iz več cca 3x3x3 cm velikih kock, ki so potem zlepljene v ravni in v kombinacijah 3x3, 4x3, 4x6 in več.

Pomembno je, da uporabimo les, kjer razlika med mehkim in trdim delom letnic ni preveč izrazita. To je bukov ter hruškov les in les vrste pušpana. Prečno rezan les narežemo v kocke in jih zlepimo v velikost potrebne osnove, izravnamo in zgladimo. Vrezovanje je težje, a natančnejše, letnice manj motijo poteze roke-orodja, obraba je pod pritiskom stiskalnice manjša.

Slika 3: Bewick, Thomas: Barn_Owl_Tyto_alba (wikipedia, 2024)



Slika 4: Albrecht Dürer: The_Rhinoceros (wikipedia, 2024)



Ksilografura omogoča natančnejše detajle in več odtisov, ker je les čelno rezan in zato odpornejši na deformacije zaradi pritiska stiskalnice.

Barvni lesorez

Postopek je enak tisku enobarvnega lesoreza, a potrebujemo za vsako barvo novo matrico. Vse barve tiskamo enako kot prvo, moramo pa poskrbeti za vedno enako pozicijo papirja. V ta namen uporabljamo oznake za pozicioniranje papirja glede na matrico. Variacij je veliko in posledično tudi pristopov. Eni uporabljajo oznake na mizi ali na

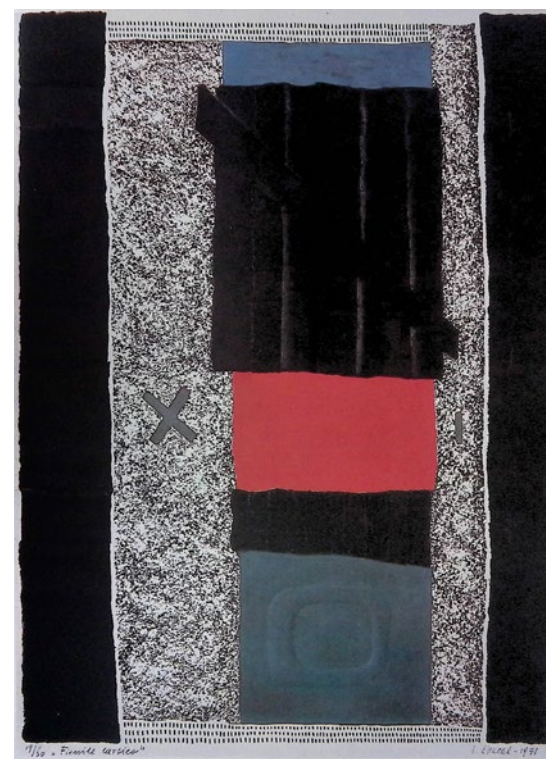
Slika 5: Barvni lesorez, E. L. Kirchner, 1915, Portret Otta Mullerja (wikipedia, 2024)



foliji, ki jo prekriva, drugi z lepljenjem kvadratkov, ki določajo pozicijo papirja, tretji z začrtano pozicijo na papirju, ki ga vstavijo pod folijo, ki prekriva mizo.

Tisk vedno začnemo s svetlejšimi toni, npr. z rumeno, nato z rdečo in modro in zaključimo s črno, kar je podobno litografiji in ofsetu, (v slednjem uporabljamo CMYK), a ponuja lesorez izbiro katerih koli barv

Slika 6: Lojze Spacal: Kraški senik, 1971, barvni lesorez (iz kataloga 2. Bienala slovenske grafike Otočec, 1992)



in barvnih tonov in tudi prosojnosti barv, da dobimo vmesne tone. Primer je sivina med prosojnima oranžno in vijolično, rjava v mešanici oranžne in modre ali zelene. Variacij je v analognem svetu mešanja barv nešteto in zamenjava vrstnega reda tiska barv povzroči vedno drugačen rezul-

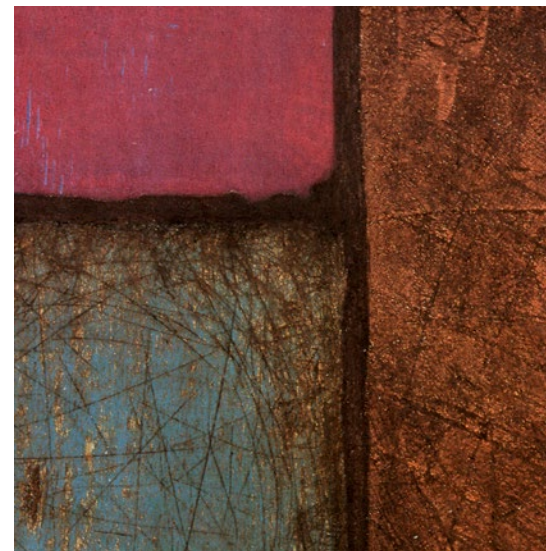
Slika 7: Štefan Galič: Fossil – drevo XX, 1991, barvni lesorez (iz kataloga 2. Bienala slovenske grafike Otočec, 1992)



tat, ni namreč vseeno, če tiskamo rumeno čez modro ali obratno.

Učinek posamične barve lahko slabimo z dodajanjem transparentne barve, v tiskarskem slengu ‚mišvajs‘ (Mischweiss), ki je transparentni medij, ki zmanjša kritnost barve. Na nepobarvanih delih papirja je

Slika 8, 8a: Dare Birska, Brez naslova, 1989, barvni lesorez, povečava



barvit, že obarvane dele pa spremeni glede na dodano količino. Več kot ga dodamo, manjši je vpliv na že odtisnjeno barvo. Poseben način lesoreza je uporabljal Štefan Galič, ki je leseno ploščo sproti uničeval. Najprej je odtisnil osnovno barvo celih površin lesa, nato jih je dodatno izre-

zoval ali oblal in odtisnil drugo barvo, ter s tem delno prekril prvo, in tako naprej. Grafike je tiskal stopenjsko, z veliko sloji od temnih do svetlih. Posledica vmesnih brušenj (skobljanje) površine deske je neponovljivost.

Barvni lesorez je možno odtisniti tudi le v enem koraku, bodisi z navaljanjem barv na posamične parcele, ali s kombinacijo tehnike globokega in visokega tiska. Pri slednjem najprej naneseemo barvo kot pri tehniki globokega tiska, visoke površine dobro obrišemo in nato navaljamo drugo ali druge barve, na sliki 8 so to magenta, oranžni oker in cyan.

Linorez

SSKJ opredeljuje linoréz kot »um. grafično tehniko, pri kateri se z žlebičastimi peresi reže v linolej« Linolej se prvič pojavi okoli leta 1860 in gre praviloma za naravni material iz smole, z dodatkom lanenega olja in polnil (lesna moka), ter v manjši meri mineralnih olj, utrjen na juti.

Podložena juta okrepi rezistenco na vzdolžne in prečne deformacije, lesna moka pa zmanjšuje elastičnost in tako okrepi konsistentnost materiala.

Postopek tiska je v osnovi enak lesorezu, a je odtis drugačen, ker ima linolej bolj homogeno strukturo, kar omogoča enakovredno rezanje je v vseh smereh, česar npr. les ne omogoča.

Slika 9: Dleta za lesorez (Alati za urezivanje u ploču linoleuma, wikipedia)



Danes poznamo vrsto podobnih materialov, a moramo upoštevati fizične lastnosti vsakega. Pomembno je, da se pod pritiskom valja stiskalnice ne deformira v vzdolžni in prečni smeri.

Orodja

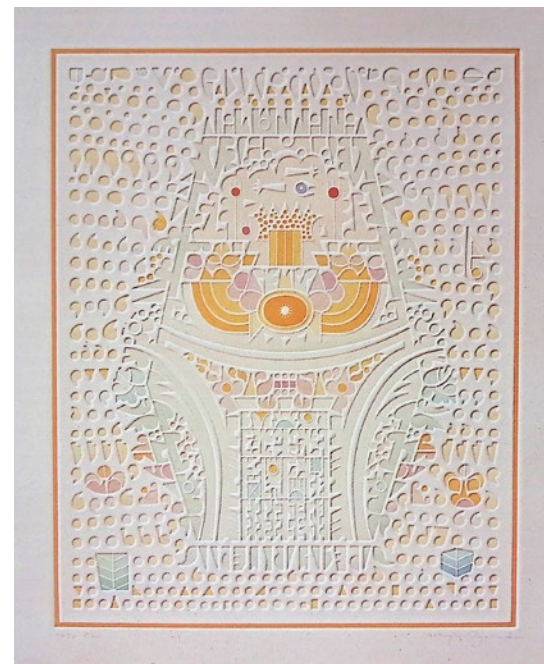
Dleta in noži so podobni, ali tudi enaki kot za lesorez.

Podobne tehnike

VISOKI TISK s kovinskih plošč

Pri visokem tisku iz kovinskih plošč mora biti relief dovolj globok, da valj z barvo ne

Slika 10: Marijan Pogačnik: Pomlad, 1978, reliefna barvna jedkanica (iz kataloga 1. Slovenskega bienala Otočec, 1989)



doseže pojedkanih globin. Primer tega so matrice fotografij v zgodnjem offset tisku, kjer so približno 2 mm debele cinkove plošče vstavljali med besedilo. Matrice so bile prevlečene s foto-občutljivo emulzijo in pred jedkanjem osvetljene preko rastri-ranih fotolitov, in nato sprane. Fotolit (ime je skrajšava besede fotolitografija) je pro-zorna folija, na kateri je s foto-postopkom

razvita podoba. Kjer je ostala folija prozorna, je pri osvetljevanju na offsetno ploščo svetloba utrdila emulzijo. Svetlobno ne-utrjena področja speremo in tam kislina doseže kovinsko ploščo in poglobi raze. V umetnosti poznamo primere Williama Blakea.

SLEPI TISK

Reliefne matrice, odtisnjene brez barve. Razlika med nivojem izrezanih ali izjedkanih predelov in vrhnjo površino tiskovnih elementov se odtisne le reliefno. Za boljše rezultate uporabimo vlažen voluminoznim papir, ki se bolj prilagodi reliefu matrice, ki jih lahko izdelamo v tehniki linoreza, lesoreza, ali jedkanice. Pri slednji tehniki lahko grafično predlogo prenesemo s pomočjo foto-osvetljevanja. Pri nas je slepi tisk pogosto uporabljal Marjan Pogačnik, v tehniki visoke jedkanice, kjer je slepi tisk kombiniral z barvnim.

Globoki tisk

(Intaglio, Tiefdruck)

SSKJ globokega tiska ne definira posebej, a gre za to, da barve tiskamo iz globin rezov v matrico, ne pa s površin. Globoke predele - linije, rastre, kjer se zdrži barva za odtis, ustvarimo z jedkanjem, ali z mehanskimi postopki, kot so : praskanje, punktiranje, struženje, vrezovanje, gravura. Tisk je za vse tehnike globokega tiska podoben in jih lahko kombiniramo. V pripravi matrice je pogosta kombinacija akvatinte in mezzotinte za raster, ter linijske jedkanice in suhe igle.

Slika 11: shematski prikaz preseka matrice globokega tiska (Dare Birska, 2018)



Prvi pomembnejši primeri datirajo zgodovinsko v XVI stoletje. Med prvimi znanimi avtorji je bil Albrecht Dürer. Tehnike so prisotne v umetniški grafiki še danes, najpomembnejši predstavniki so še Peter Paul Rubens, Rembrandt, Francisco de Goya, William Hogarth, Pablo Picasso, Max Beckman, Alex Katz, Jasper Jones in drugi, v Sloveniji pa Janez Bernik, Marjan Pogačnik, Adriana Maraž, Vladimir Makuc, Ivo Mršnik, Todorče Atanasov in drugi.

Tehnike

Suha igla, bakrorez, jedkanica, vernis-mou, akvatinta in mezzotinta. Dodatne in manj znane tehnike so rezervaž (pri jedkanju in litografiji), jedkanje z žveplnim cvetom in ročno jedkanje z laviranjem.

Te tehnike označujemo kot originalne grafike ravno zaradi inovativnosti grafikov-tiskarjev v pripravi matrice in osebnega pristopa pri pripravi za tisk, kjer posledično noben odtis ni povsem enak prejšnjemu.

Material

Večinoma je to cinkova ali bakrena plošča, a so primerne tudi plošče iz umetnih mas, npr. akrilno steklo (pleksiglas), ultrapas, ipd.

Orodja

Rakel za nanašanje barve ter igle in nožki za izrezovanje.

Papir

Papir mora dobro vpijati vlago in barvo ter biti obstojen na UV žarke, kar po-

meni, da s časom čim manj porumeni. Površina ne sme biti pregroba in papir ne preveč klejan. Praviloma uporabljamo volumnozni, 280-320 g/m² papir.

Da se lažje prilega udrtinam in razam, ter pride v stik z barvo, papir pred tiskom nekaj časa namakamo v vodi, v velikem plitvem koritu. Čas namakanja je od 1 do 24 ur, odvisno od vsebnosti veziv in polnil v papirju, in je najbolje slediti navodilom proizvajalca (Arches, Fabriano, Hahnemühle, idr.). Po namakanju vstavimo grafični papir med liste relativno tankega papirja, ki pri vpijanju vode ne razpade. Primeren je papir za roto-tisk – časopisni papir, a ker niso vsi papirji enako vpojni, moramo morda postopek večkrat ponoviti, ali dodati več slojev. Pred tiskom je pomembno, da se papir na površini ne sveti, kar pomeni, da na njem voda ,ne leži‘.

Stiskalnica

Za vse tehnike visokega in globokega tiska je stiskalnica enaka.

Priprava matrice

Tiskamo z mastno barvo, a je kljub temu priporočljivo matrico predhodno razmastiti.

Na ploščo nanašamo barvo z mehkim raklom (silikon, guma) ali s širokim tamponom, da ne povzročimo dodatnih raz. S površine nato odstranimo odvečno barvo, da ostane le v globokih predelih. Za lažje nanašanje in brisanje barve ploščo segrevamo na ogrevani mizi, kar barvo omehča. Odstranjevanje barve s površine matrice začnemo z organtinom (organdi, tartan), ki je neke vrste poštrkana gaza, nadaljujemo plosko s papirjem, za dober nadzor pa zaključimo z blagimi, a hitrimi potezami blazinice na spodnjem predelu dlani. Pazimo, da iz raz ne potegnemo vse barve, pri čemer je pomembna tudi smer brisanja, še posebej pri suhi igli in vernis-mou. Dlan občasno obrišemo v cunjo in pred tiskom obrišemo še robove matrice. Barve nikoli ne odstranjujemo s topilom.

Postopek tiska

Da lahko odtis ujamemo vedno na istem predelu papirja, označimo pozicijo matrice in papirja na mizi, oziroma na podlagi. Za podlago je priporočljivo uporabiti neraztegljivo (poliestersko ali polipropilensko) prozorno folijo, s katero prekrijemo ,mizo‘, pod katero podložimo tanek pa-

pir z oznakami. To nam tudi omogoči lažje čiščenje morebitnih madežev barve izven območja matrice.

Na markirano območje najprej položimo matrico. Pri tem pazimo, da ostane območje izven matrice čisto, sicer ga očistimo, v primeru rahlega onesnaženja naneseemo smukec. Matrico pokrijemo s pripravljenim navlaženim papirjem, tega pa s polstjo (klobučina, filc), debelo 3-5 mm, priporočeno v dveh do treh plasteh, ter vse skupaj pretisnemo skozi valja stiskalnice. Vlažen papir je zelo občutljiv na maščobo kisline s prstov, zato ga prijemljemo z ,uhlji‘, kar majhen kos papirja ali folije, prepognjen v obliki črke V). Papir vedno najprej poravnamo z oznakami na eni strani, ga blago pritismo na podlago, in ga potem počasi spustimo še na drugi strani. Če tega ne storimo dovolj previdno, se nam pojavi dvojni prvi rob matrice. Na površini matrice nato pridržimo papir z blagim pritiskom in čezenj odvijemo polstenino. Nikakor lege papirja ne popravljamo, ker je že prišel v stik z barvo. Mizo stiskalnice zavrtimo, vendar ne do konca. Zadnji del papirja pustimo pod valji, dvignemo filc čez valj in papir počasi dvig-

nemo na enem robu, da preverimo odtis. Če odtis ni popoln lahko ponastavimo pritisk na vretenih in poženemo/zavrtimo mizo v obratni smeri in s tem okrepimo odtis. Valj lahko pri povratnem gibanju zamakne ploščo, kar se pogosteje zgodi pri debelejših materialih. To je odvisno tudi od premera zgornjega valja. Večji kot je premer, manjša je nevarnost zamika plošče. Če se papir prilepi in ob dvigu zatrga, je to znak da se je barva na matrici pričela sušiti.

Po tisku papir posušimo v sušilniku ali na ravni ploskvi, dokler barva ni popolnoma suha, kar lahko traja do 24 ur. Nato papir položimo med dva sloja ravne valovite lepenke, da izravnamo morebitno valovitost. Po vsakem odtisu je potrebno matrico očistiti s topilom ali čistilom za barvo, saj se lahko v razah zasušijo ostanki barve, kar povzroči trganje papirja pri naslednjem odtisu.

Posebnosti posamičnih tehnik

Suha igla in bakrorez

(Dry Point, Engraving, Kaltnadelradierung)

Pri obeh na nek način režemo v bakreno ali cinkovo ploščo, a je zaradi uporabe različnih orodij različen tudi končni videz. Pri bakrorezu je natančen, pri suhi igli je mehkejši. V umetniški grafiki uporablja danes bakrorez redko kdo, suho iglo pa so pri nas uporabljali številni, med drugimi Vladimir Makuc, Bogdan Borčič, Božidar Jakac, Samuel Grajfoner.

Tehnika suhe igle omogoča 20-40 odtisov, saj se pri tisku izrinjen material splošči ali odpade in ‚brade‘ ni več, bakrorez omogoča do 60 odtisov. Obe tehniki omogočata ustvarjanje zelo rahlih tonov z izjemno tankimi praskami ter močnih raz, odvisno od izbranega orodja in pritiska pri izrezovanju. Punktirana tehnika temelji na pikanju z iglo. Začetnik je Giulio Campagnola v začetku 16. stol., razmah je pa tehnika doživela v Angliji v 18. stol. Punktiranje se lahko izvaja ročno s tolčenjem po igli (punta) s kladivom, ali z elek-

trično iglo, ki tolče z določeno frekvenco. V Sloveniji je električno iglo uporabljal grafik Todorče Atanasov.

Material

Za suho iglo se uporablja izključno kovinske, cinkove ali bakrene plošče, za bakrorez je uporabna tudi medenina. Bakrorezu podobne rezultate lahko dosežemo tudi z uporabo plošč iz umetnih mas, kot so ultraplas, akrilno steklo (pleksi), pomembno je, da imamo gladko površino, da jih je mogoče rezati, ter da pod pritiskom valja ne počijo.

Slika 13: Orodja za bakrorez, burin (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Orodja

Za bakrorez uporabljamo ‚burin‘ in orodja za rastriranje, ki omogočajo ustvarjanje šrafuri podobno tonsko rastriranje, podobnih tistim na bankovcih in npr. vedutah iz 17. do 19. stoletja.

Pri suhi igli uporabljamo praviloma igle z okroglim presekom, ki puščajo ob linijah izrinjen material, ki mu rečemo »brada«, v tisku se pa odraža kot blaga senca ob liniji.

Orodja so jeklena, lahko tudi z diamantno konico.

Za punktirano tehniko obstajajo tudi električna orodja. Ena so prirejena za ročno upravljanje, druga v povezavi z digitalnimi sistemi, ki temeljijo na CAD, čemur raje rečemo gravura, ker tisk ni edini namen.

Priprava matrice

Pri suhi igli matrico praskamo, vrisujemo z iglo z željenim pritiskom, pri bakrorezu zarezuje z dleti, pri mezzotinti rastriramo z nihajnim orodjem oziroma krtačimo in potem svetlimo z glajenjem. Tonske vrednosti dosežemo s ‚šrafiranjem‘, oz. rastriranjem. Barvo nanašamo z mehkim raklom, da ne poškodujemo površine in

Slika 14: Orodja za suho iglo (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Slika 15: Električno orodje za punktiranje (wikipedia)



izrinjenega materiala, ki povzroča ‚brado‘. Neposredno praskanje in vrezovanje v kovinsko ploščo je težavno predvsem

Slika 16: Roulette – orodje za rastriranje in povečava (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)

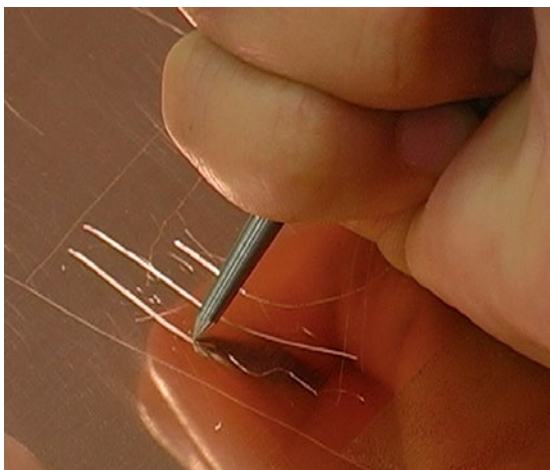


zato, ker lahko orodje hitro zdrsne, zato ga večinoma držimo z obema rokama. Z eno roko držimo orodje na vrhu in nadziramo pritisk, z drugo pa nadziramo smer. Lažje zdrse lahko morda popravimo z gladilnikom, globljih raz ne.

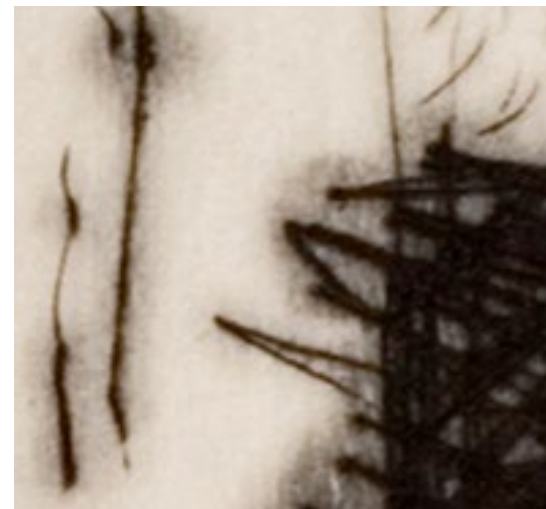
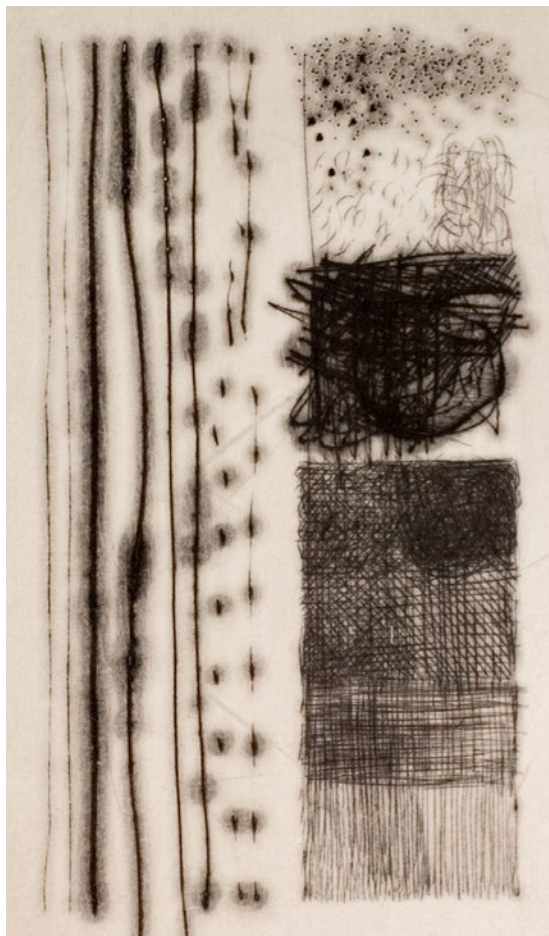
V primerjavi s suho iglo je to drugačno orodje. To ne pušča brade in ima natančen odtis.

Za boljši pregled nad postopkom praskanja in vrezovanja lahko površino matrice predhodno premažemo s temno barvo.

Slika 17: Primer praskanja v bakreno ploščo, suha igla (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



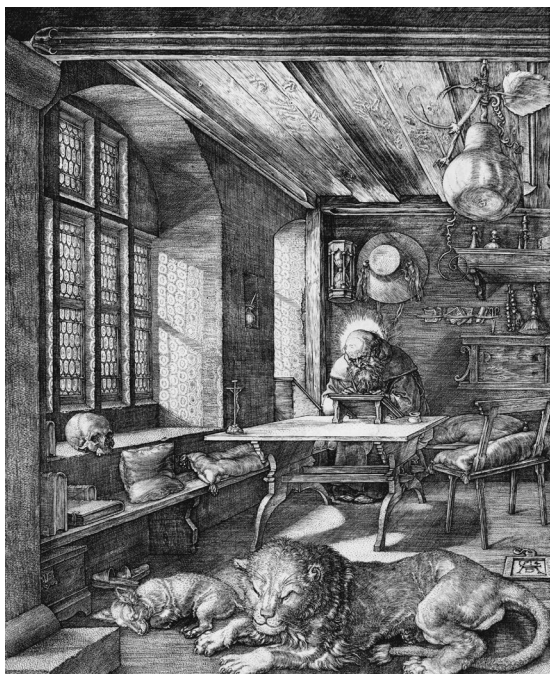
Slika 18, 18a: Vzorčni odtis suhe igle in detajl (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



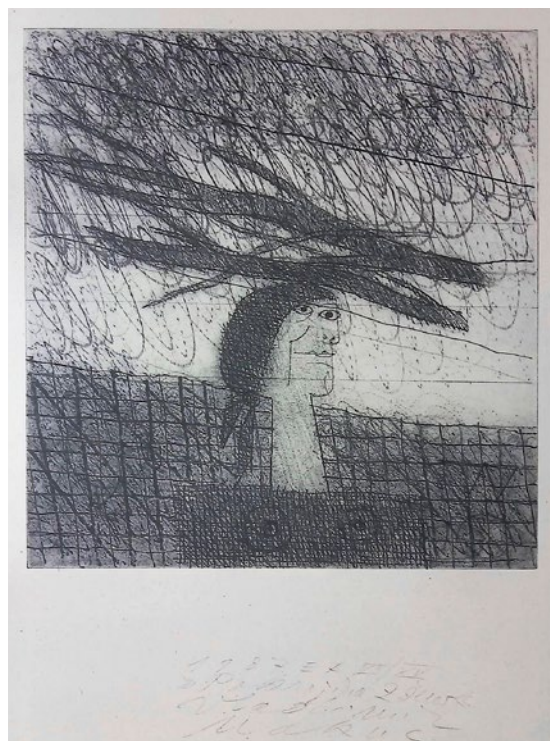
Slika 19: Primer rezanja - bakrореza (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Slika 20, 20a: Albrecht Dürer:
»Hieronymus-im-Gehäus« in detail,
gravura – bakrorez (wikipedia)



Slika 21: Vladimir Makuc: Pokrajina z ženo,
1987, suha igla (iz kataloga 1. Slovenskega
bienala Otočec, 1989)



Mezzotinta

(Mezzotint, Schabtechnik)

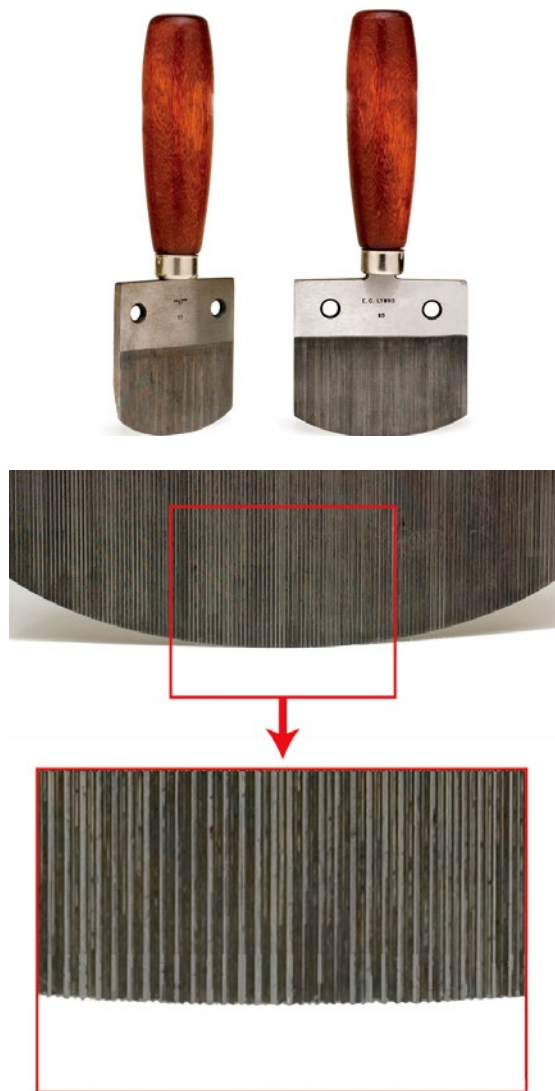
Mezzotinta je na prvi pogled lahko podobna akvatinti, vendar se cinkova plošča rastrira mehansko. Ime ima po postopku, kjer na močno rastrirani kovinski matri-

ci najprej z glajenjem ustvarimo srednje tone, nato svetlejše in na koncu temnejše. Tehnika je bila popularna predvsem na Japonskem, z akvatinto pa jo je med drugimi kombiniral tudi Bogdan Borčič.

Lahko uporabimo jekleno krtačo in krtačimo v vseh smereh, da postane plošča 'kosmata', ali to dosežemo z noži za rastriranje, valjastim orodjem z zobci, oz. kombinacijami, da dosežemo akvatinti podobno rastrirano matrico. V procesu lahko z intenzivnostjo uporabe orodij poglobimo ton (črnino), pri čemer z nihajnim orodjem delujemo v štirih smereh glede na izhodiščni kot delovanja: 0° in 90°, nato delimo na polovice za diagonalne (45° v obeh smereh). (risba) Tako pripravljeno matrico nato 'vračamo v svetle tone z gladilniki ali s strganjem.

Z jeklenim orodjem – gladilnikom gladimo in strgamo in s tem zmanjšamo 'kosmatost'. Odtis je izrazito mehak, z možnostjo nešteti tonov. Od močne črne, do povsem svetle. Mezzotinta omogoča akvatinti podoben odtis, vendar mehkejši in z neskončnim številom stopenj.

Slika 22, 22a: Nihajnik - orodje za rastriranje kovinske plošče in detajl (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Slika 23: Shirley Jones: A Dark Side of the Sun, 1986, Mezzotint_tools_(wikimedia) Grafika predstavlja osnovna orodja za tehniko mezzotinte.



Orodja

Nihajnik za mezzotinto, Mezzotint rocker, Mezzotintwieger, je orodje s katerim rastriramo površino. Z nihanjem in s pritiskom na ploščo z njim povzročimo pikčast raster.

Strgalnik, s katerim izravnamo premočan raster. Površino postrgamo in s tem zmanjšamo globino udrtin in prask in tako posvetlimo odtis.

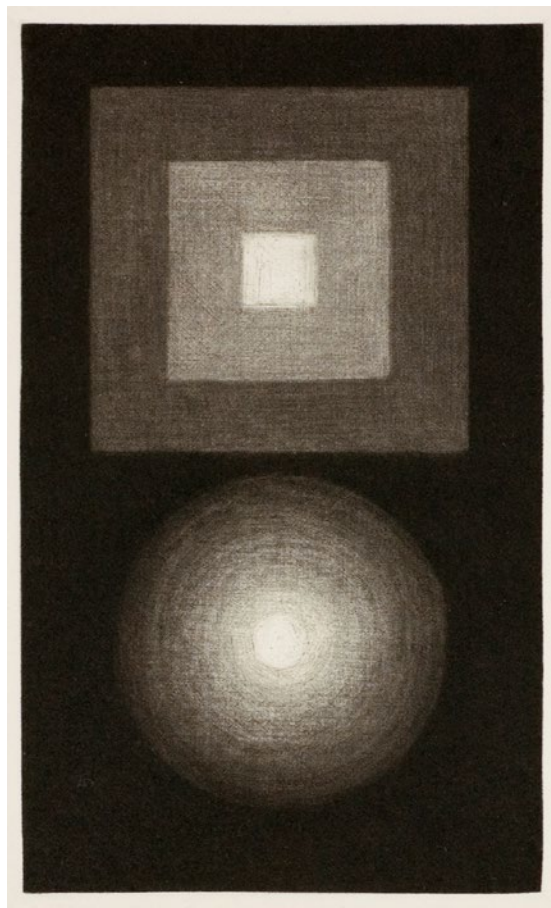
Slika 24: strgalnik, 'šauben' (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



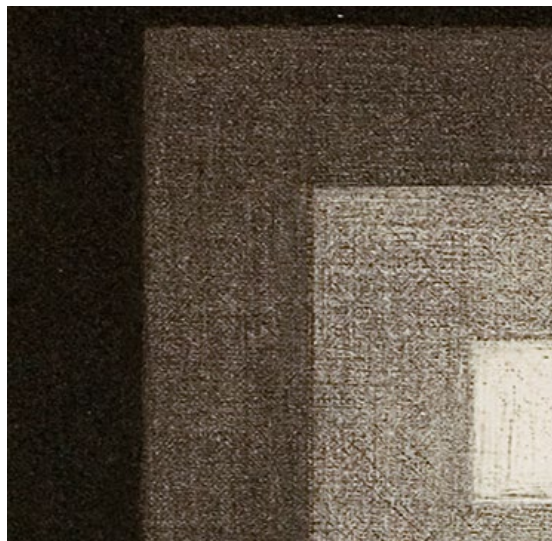
Slika 25: gladilnik, (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Slika 26, 26a: Test mezzotinte in povečava, (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Gladilnik, polierstahl, burnisher je, podobno kot strgalnik, namenjen glajenju površine in nižanju reliefa mezzotinte ter akvatinte. Z njim odtis svetlimo.



Jasno je viden geometrijski vzorec rastiranja pod kotom 0, 45, in 90°, kar je možno preseči z dodatnimi - vmesnimi koti nihajnika. Mezzotinta se pogosta uporablja v kombinaciji s suho iglo, a tudi z jedkanico.

Jedkanica

(Etching, Radierung)

Prvo jedkanico je v začetku 16. stoletja menda ustvaril Daniel Hopfer iz Augsburga v Nemčiji, a je bolj zanesljiv podatek o jedka-

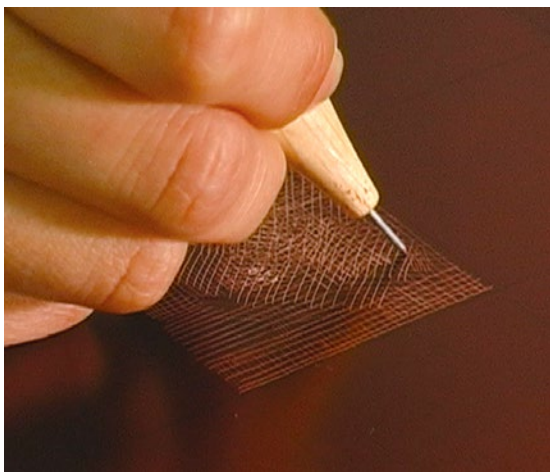
nici Albrechta Dürerja iz leta 1515. Oba sta uporabljala matrice iz železa, katere so kasneje zamenjale bakrene in kasneje cinkove. Albrecht Dürer, Tiepolo, Pablo Picasso, Henri Matisse, Emil Nolde, Jasper Johns, pri nas je jedkanico uporabljalo veliko avtorjev, med njimi Veno Pilon, Marjan Pogačnik, Adriana Maraž, Janez Bernik, France Mihelič in drugi. Namesto neposrednega rezanja in praskanja v ploščo kot pri suhi igli, jedkamo matrico s kislino. Podobo ustvarimo tako, da dobro razmaščeno kovinsko ploščo prekrijemo z asfaltnim lakom, ki je mešanica bitumna in voska in jo spraskamo, da kislina doseže kovino. Grafično formo je možno na matrico prenesti tudi s foto-postopkom.

Priprava matrice

Matrico zaščitimo na vseh straneh in robovih z lakom - asfaltom. Na zgornji površini matrice spraskamo asfaltno zaščito in jo pomočimo v jedko raztopino. Kjer je lak odstranjen, bo le-ta raztopila kovino in s tem poglobila raze.

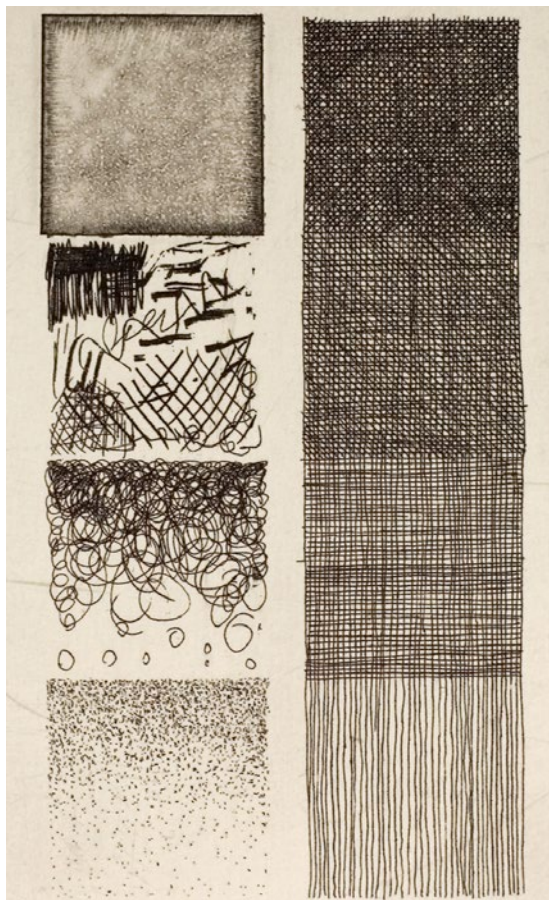
Uporabimo dušikovo (HNO_3), žveplovo (H_2SO_4), klorvodikovo (HCl), fluorvodikovo kislino (HF), lahko pa tudi raztopi-

Slika 27: Praskanje v kovinsko ploščo, prevlečeno z asfaltom (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



no soli, na primer bakrov sulfat (CuSO_4), ali železov triklorid. (FeCl_3) za baker. Jedkanje opravimo na odprtem prostoru ali v ventiliranem digestoriju, ker so hlapi agresivni in škodljivi za dihala. Jakost raztopine, ki s časoma slabi, preverjamo s časovnim testiranjem. Testni vzorec potopimo v raztopino kisline za določen časovni interval, del prekrijemo in ponavljamo postopek, da ugotovimo, koliko časa moramo jedkati, da dosežemo željeno globino (Slika 32). Testiramo tudi razne vzorce v enem inter-

Slika 28: Testni odtis jedkanice (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



valu, da dobimo občutek kako temen bo določen raster, kot prikazuje slika 28.

Večbarvna jedkanica, ali gravura sta bili tudi osnova za tiskanje bankovcev.

Slika 29: nastrinan portret na bankovcu, večbarvna jedkanica, (wikipedia, 2024)

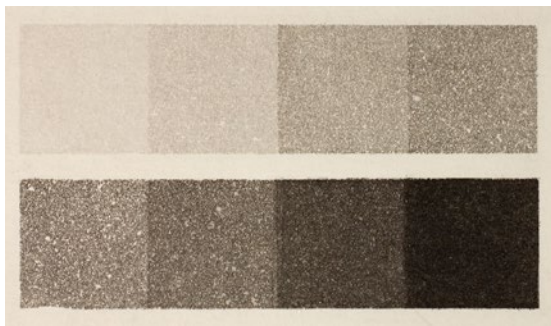


Jedkanico je uporabljalo veliko mojstrov od začetka 16. stoletja do danes in na spodnjih slikah lahko vidimo tudi odtis robov plošče, ki se vedno odtisne reliefno.

Slika 30: Rembrandt: Avtoportret z izbuljenimi očmi, 1630 (wikipedia, 2024)



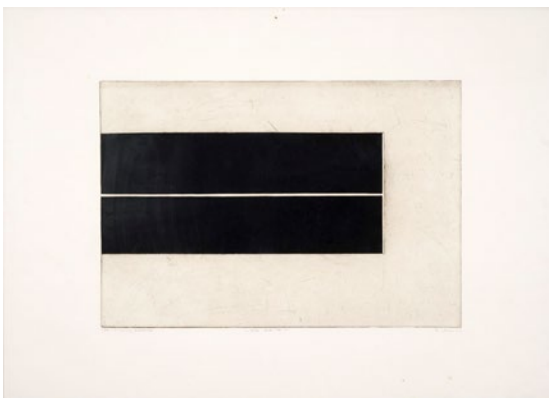
Slika 32: Test časa jedkanja za stopenjsko jedkanje (Musashino Art University, MAU Art & Design glossary, 2024)



Slika 31: Lovis Corinth: Avtoportret s slamnikom, jedkanica (wikimedia.org)



Slika 33: Bogdan Boročič (Didaktična zbirka Galenije Ribnica)



Akvantita

(Aquatint, Átztadierung)

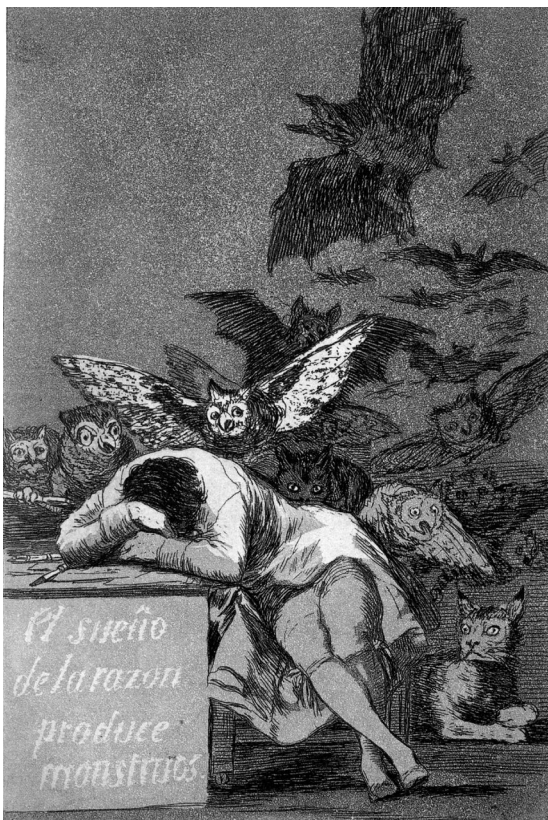
V osnovi je to jedkanica. Da dosežemo tonske vrednosti površin jih rastriramo tako, da jih posujemo s prahom, ki pod naprašenimi zrcni točkovno zaščiti ploščo pred jedko raztopino. Kislina nato poglobi prostore med zrcni, kjer se zadrži barva po brisanju.

Uporabljali so jo William Hogarth, Honoré Daumier, Francisca Goya, pri nas Bogdan Boročič, Janez Bernik, Adriana Maraž, Marija Starič Jenko, in drugi.

Priprava matrice

Ploščo oprašimo z zrcni smole, kar sta asfalti pra ali kolofonija. Opraševanje se izvaja v posebni omari, da pra ne uhaja, in da je naprašitev enakomerna. Omara ima na sprednji strani vratca, skozi katera dostopamo do plošče, ki je povezana z ročico za vrtenje. Ta plošča ima ob straneh krtače, ki dvigujejo pra, medtem ko je dno omare polkrožno, v premeru krtač. V omaro vsujemo pra, ploščo s krtačami nekaj krat zavrtimo, da se pra dvigne, nato skozi vratca na vodoravno poravnano ploščo položimo matrico in počakamo,

Slika 34: Francisco Goya: Capricio 4, 1797-98, akvatinta in Jedkanica, (wikipedia, 2024)



da se prah nanjo poleže. Čez nekaj minut vzamemo matrico iz napraševalne omarice in jo nato s plinskim gorilnikom iz spodnje strani segrejemo, da se prah zapeče. Na matrici tako zrnca prahu zavarujejo točke, kjer kislina matrice ne bo jedkala,

medtem ko bodo nezaščiten področja poglobljena.

Stopenjsko jedkanje: da dosežemo različne stopnje tonov jedkamo posamične predele matrice pogosto večkrat. Z asfaltom najprej prekrijemo predele, ki bi naj ostali nepobarvani. S prvim jedkanjem ustvarimo predele, ki bodo natisnjeni kot najsvetlejše sivine, nato le-te zaščitimo z asfaltom in nadaljujemo z jedkanjem temnejših tonov. Prekrijemo 2. stopnjo jedkanja in s ponavljanjem postopka ustvarimo željeno število sivinskih stopenj.

Opomba: pri jedkanju je potrebno upoštevati, da raztopina kisline slabi in moramo čas jedkanja podaljšati, ali jakost raztopine osvežiti.

Po končanem stopenjskem jedkanju lahko matrico ponovno prekrijemo z asfaltom in uveljavimo linijsko risbo, tone lahko potemnimo dodatno, nadziramo in prilagajamo z orodji za mezzotinto, posvetlimo z glajenjem ali temnimo s površinskim brušenjem z vodobrusnim papirjem.

Jedkanje je možno opraviti tudi ročno, z našašanjem kisline s čopičem, z izbiro debeline zrn prahu je pa različno grob tudi raster.

Za doseg negativnega učinka lahko uporabimo tudi rezervaž, opisan v nadaljevanju.

Za doseg zelo temnih tonov moramo ploščo naprašiti in jedkati večkrat. Mojster akvatinte je bil pri nas Bogdan Borčič.

Posebna tehnika pri jedkanicah (in pri prepustnem tisku)

Rezervaž

(Reservage)

Pred nanosom asfaltne zaščite nanesimo na matrico raztopino sladkorja. Po nanosu asfalta speremo matrico s toplo vodo in tako odstranimo asfalt s površin, kjer smo nanесли rezervaž. To omogoči dostop kislini, medtem ko ostane površina, kjer je ostal asfalt nepojedkana. Nastale 'odprte' površine so primerne za uporabo akvatinte.

Podobne tehnike

VERNIS MOU

(mehko jedkanje, Vernimu, Weihgrundätzung)

Gre za redko uporabljano tehniko, ki sloni na jedkanju kovinske plošče. Od-

Slika 35, 35a: Ivo Mršnik: Prostori svetlobe, 2019, vernis mou in detajl (arhiv Pokrajinskega muzeja Kočevje) Močne linije so ustvarjene s pritiskom svinčnika, blažje pa s prsti.



tis je podoben risbi s svinčnikom ali kredo, odvisno s katerim risalom rišemo. Med drugimi jo je uporabljal Auguste Renoir, pri nas pa Bogdan Borčič, Ivo Mršnik, in drugi.

Priprava matrice

Namesto asfalta se na kovinsko ploščo nanese raztopinavoska, asfalt se pa uporablja zaščito zadnje in stranskih površin matrice.

Z mehkim valjem in blagim pritiskom nanese mo na matrico raztopljen vosek, ki temelji na čebeljem vosku. Nato nanese tanki papir, kot so stančevina ali tanin, in na njem rišemo s svinčnikom ali drugim trdim risalom. Vosek se prilepi na papir in ga s tem odstranimo, kar povzroči kislini izpostavljena mesta, na katerih bo pri jedkanju prišlo do udrtin. Kjer se risba ni dotaknila matrice, oziroma voska na njej, bo

vosek ščitil površino pred kislino raztopino, in bodo ostale svetle.

Kolagrafija

(Collagraphy)

Poimenovanje izhaja iz grške besede kolla, ki pomeni lepilo in besede graph. Izraz je uveljavil Glen Alps v petdesetih letih prejšnjega stoletja. Poleg njega sta pri nas tehniko uporabljala predvsem Črtomir Frelih in Dare Birska.

V Slovenščini lahko poimenovanje razumemo analogno iz besed kolaž in grafija in kot pove ime, temelji tehnika na kolažu. Pri tisku lahko uporabimo tako visoki, kot globoki tisk, ter kombinacijo obeh.

Material

Čvrsta plošča - kartonska lepenka debeline 1 do 2 mm, les, ali kateri koli material, ki ne presega predvidene debeline.

Lepilo (dobro se obnese lepilo za les).

Zrnati materiali (pesek, šamotna moka, zdrob in podobno).

Priprava matrice

Nosilec matrice z vseh strani prevlečemo z redkim lepilom, da ga učvrstimo in zaščitimo. Za visoki tisk nalepimo nanj obliko-

vane materiale, za globoki tisk pa zrnate, pomešane z lepilom.

Pred tiskom vse materiale ponovno zaščitimo s tankim slojem lepila, da ne odpadajo in da ne vpijajo barve. Pri zrnatih površinah lahko z večkratnim nanosom lepila zmanjšamo jakost tona, kar je primerljivo z glajenjem akvatinte ali mezzotinte.

Tisk

Izvaja se na stiskalnicah za globoki in visoki tisk, tudi postopek tiska je načeloma enak.

Če tiskamo le globoko ali le visoko, pripravimo matrico skladno s prej opisanimi postopki za vsak način, tiskamo pa lahko oboje istočasno, ali pa v dveh korakih. Kadar tiskamo v dveh korakih, tiskamo najprej 'globoko'. Na matrico z raklom nanesemo barvo, jo obrišemo iz površin, nato v drugi fazi barvo navaljamo na visoke površine in tisk ponovimo. Možno je tudi obratno zaporedje, a bo rezultat drugačen. Iz iste matrice lahko tiskamo v enem koraku, a tudi pri tem najprej vtremo barvo v globine, obrišemo, nato navaljamo barvo za visoki tisk. Pri tem moramo upoštevati, da se lahko barva iz 'globokih' predelov

Slika 36: Dare Birsa: ySB-I22, 1993, kolagrafija, lasten vir avtorja



Črna risba je narejena z mešanico mivke in lesarskega lepila, rumenkasta podoba je pa nalepljen sloj usnja, z dodatnim vrezovanjem in praskanjem. Odtisnjena je bila v enem koraku, pripravljena pa najprej 'globoko', nato je bila navaljana rumena barva.

prenaša na valjček, zato uporabimo trši valj, ki pokrije ploskev v enem ciklu vrtenja, da preprečimo ponavljanje barve iz globin. Pred nanašanjem barve z valjčkom je

Slika 37: Dare Birsa: Fields II, 1989, kolagrafija, lasten vir



V globoke predele in raze je vtrta rjava barva (sepia), po brisanju sta dodani rdeči točki, nato je bila položena maska z izrezom področij za visoki tisk in sta bili navaljani modra ter cyan.

dobro prekriti predele z vtrto barvo (globoki tisk) z masko iz neraztegljive folije ali povoskanim papirjem.

Prepustni tisk - sitotisk

(Silkscreen, Siebdruck)

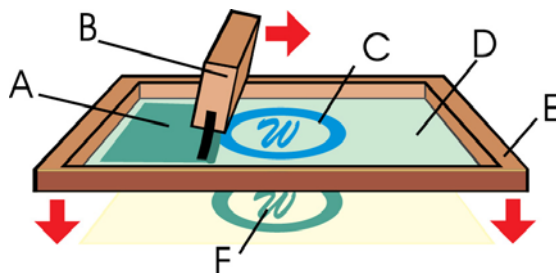
Gre za tisk, kjer na nosilec potisnemo barvo skozi odprte - nemaskirane predele tkanine, ki je napeta na okvir. Odtis ni zrcalen in daje občutek ploskovitosti. Razcvet je doživel s Pop-artom. Pomembnejši avtorji: Andy Warhol, Roy Lichstenstein, Jasper Johns, pri nas Lojze Logar, Zvest Appollonio, Andrej Jemec, Janez Knez, Metka Krašovec, Mojca Zlokarnik, Silvester Plotajs – Sicoe in številni drugi.

Odtisnjeno bo vse, kjer ni sito zaprto z emulzijo. Nosilec podobe je lahko kateri koli material, na katerega se oprime izbrana barva.

Zgodovinsko se je prvič pojavil na Kitajskem, po letu 960.

Slika 38: Prikaz tiska sitotiska (Wikipedia)

A - barva, B – strgalo (raket), C – tiskovna forma, D – sito, E – okvir z napetim sitom, F – odtis

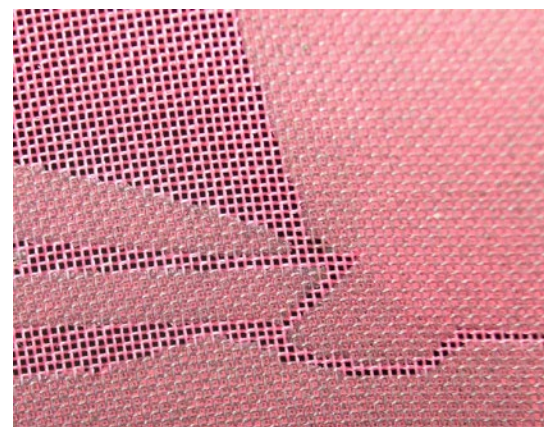


Material in orodja

Sito - okvir z napeto tkanino, ki je bila nekoč svilena (od tod ime), nadomestile so jo pa tkanine iz umetnih mas in iz jekla.

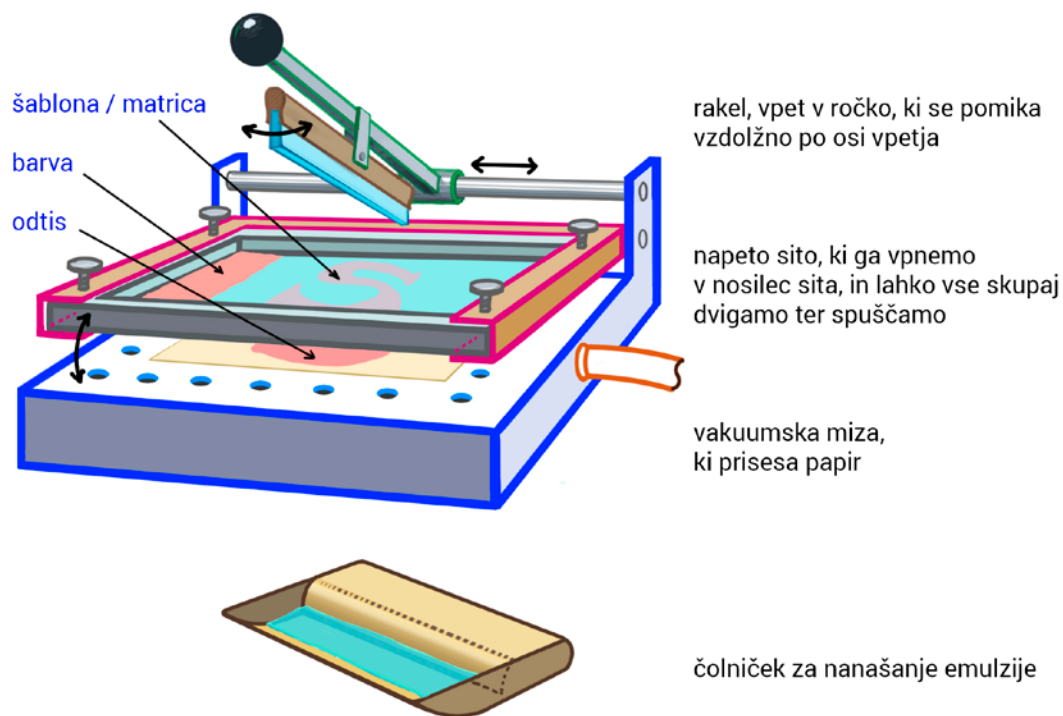
Vakuimirana miza - škatla s perforirano zgornjo ploščo, priključena na sesalec, ka-

Slika 39: Z emulzijo zaščiteni in propustni deli sita (Wikipedia)



teri skozi luknjice na zgornji plošči prisesa papir. Naprava ima dvizni nosilec za sito in strgalo (raket), s katerim potiskamo barvo. Miza ima dvizne roke, v katere vpnemo sito in ročaj v katerega vpnemo raket. V

Slika 40: Shema stiskalnice z vpetim sitom ter raklom, in čolnička



spuščeni poziciji sita je med le-tem in nosilcem nastavljen odmik, približno 5-7mm, ker se spuščeno sito nosilca ne sme dotikati (slika 40).

Rakel (squeegee) - v podolgovat ročaj vpeti elastična silikonska lettev. Pomembno je, da je spodnja linija rakla ravna, zato jo občasno obrusimo. (slika 41)

Čolniček za nanašanje emulzije (Slika 40).

Postopek priprave sita (matrice)

Kjer ne želimo odtisa barve na nosilec, sito maskiramo oz. zapremo z emulzijo. Če je emulzija na vodni osnovi, uporabimo barve, ki niso vodotopne, oziroma imajo drugačno topilo.

Prenos grafične forme lahko opravimo tudi po foto-postopku iz prosojnih nosilcev, na primer prosojni papir, ali bolje,

Slika 41: Rakel



neraztegljiva folija iz polimerov, npr. polipropilen, polietilen, ipd. Pri tem uporabimo foto-občutljivo emulzijo, ki se pod svetlobo utrdi in ni več vodotopna. S čolničkom jo nanesemo na spodnjo stran sita. Ko se emulzija posuši, jo osvetlimo. Na prosojnih delih grafične forme bo UV svetloba utrdila emulzijo, na maskiranih (črnih) pa ne, in te predele preprosto speremo z vodo, da ostanejo prepustni.

Z osvetljevanjem prenesemo na sito podobo iz nosilca, na katerem lahko imamo razvito fotografijo, risbo s kredo, tušem, maskirno barvo. Pomembno je, da so predeli, ki jih ne želimo osvetliti, neprepustni za svetlobo. Neosvetljeni, in z vodo izprani predeli bodo prepuščali barvo. Po končanem tisku moramo utrjeno emulzijo sprati z varenkino, ali s čistilom, ki ga priporoča proizvajalec emulzije.

Tisk

1. Pred spuščanjem sita, na njem z raklom razporedimo barvo.
2. Sito spustimo do najnižje nastavljene višine (z nastavljenim odstopom od papirja).
3. Rakel pritismo do stika s papirjem in potegnemo vzdolž papirja. S tem prenesemo barvo na papir.

Barva mora biti ustrezno viskozna. Če je preredka se razlije, če je pregosta, jo z raklom težko potisnemo skozi sito, je pa to odvisno tudi od gostote sita, zato so potrebni poskusni odtisi.

Primeri

Slika 42: And Warhol: MAO, 1972, sitotisk



Slika 43: Lojze Logar: »O«, 1990, sitotisk (iz kataloga 2. Bienala slovenske grafike Otočec, 1992)



V rdečih in oranžnih predelih je vidna kombinacija dveh barv.

Da je dobil rdečo, je delno čez rumeno tiskal magento, na svežem papirju je pa ostala magenta.

Slika 44: Dare Binsa: Petelin, 1985, sitotisk



Ploski 5-barvni sitotisk z neposrednim maskiranjem na situ, delno z uporabo že opisane tehnike rezervaža.

Slika 45: Dare Binsa, Rja, 1987, večbarvni sitotisk



Grafika je ustvarjena z osvetljevanjem emulzije po risanju z voščeno kredo neposredno na situ.

Zaradi uporabe kred in več nanosov transparentnih barv, za sitotisk tipično ploskega odtisa ni zaznati.

Litografija

Dušan Kirbiš

Litografija - kamnotisk, (iz starogrškega λίθος (líthos) ‚kamen‘ in γράφω (gráphō) ‚pisati‘) je grafična tehnika ploskega tiska, ki temelji na nezdružljivosti maščobe in vode. Tisk se izvaja s kamnite plošče (litografski apnenec) ali kovinske plošče z gladko površino.

Leta 1796 litografijo je izumil nemški pisatelj in igravec Alois Senefelder, sprva so jo večinoma uporabljali za tiskanje glasbenih partitur in zemljevidov, kasneje, zlasti v drugi polovici devetnajstega stoletja, pa vse bolj za tisk plakatov in časnikov ter za avtorsko, umetniško grafiko. Omogoča tisk besedila in slik v visoki nakladi.

Likovna vrednost

Ta tradicionalna tehnika se še vedno pogosto uporablja za umetniško grafiko.

Ponuja uporabo izjemno širokega spektra likovnih izrazil, od nežnih in subtilnih, do grobo ekspresivnih površin. Po eni strani mogoča zelo fino in natančno risbo, ki jo dosežemo z zelo gladko površino kamna, medtem ko groba zrnatost površine vodi v videz hrapave teksture. Na istem kamnu lahko dosežemo vtis transparentne mehko-bele in nasičene globoke črnine. Barvna litografija ohranja pikturalno svežino, ki je lastna akvarelu, pastelu, oljni slikarski tehniki ali drugim grafičnim tehnikam globokega in visokega tiska.

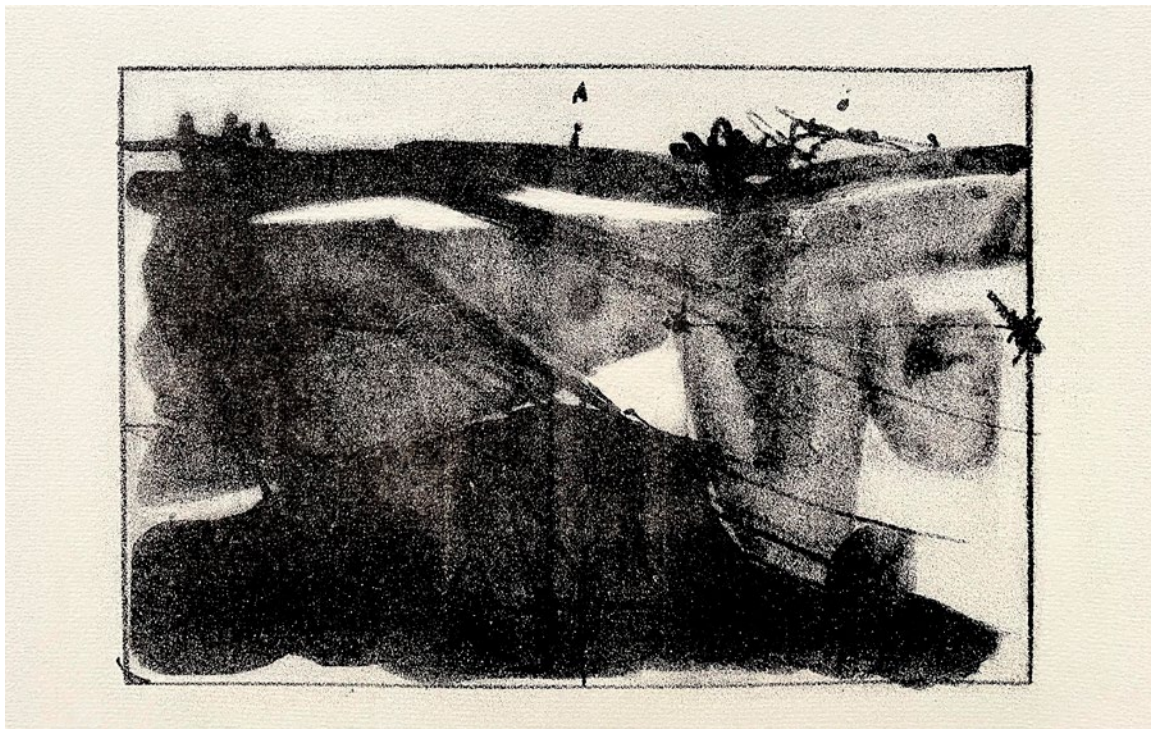
Mojstri litografije: Goya, Millet, Menzel, Daumier, Degas, Manet, Braque, Chagall, Dufy, Léger, Matisse, Miró, Picasso, Hockney, Rauschenberg, pri nas pa: Pregelj, Maleš, Jesih, Šefran, Bratuš, Miklavc ...

V sodobni komercialni litografiji je slika ustvarjena kot polimerna prevleka z ris-

Slika 46: Dušan Kirbiš, Brez naslova, barvna litografija s 4 kamnov, 1981, 54 x 64 cm



Slika 47: Dušan Kirbiš, OT, litografija, 1980, 20 x 30 cm, e.a.



Slika 48: Dušan Kirbiš, B.N., litografija, 1981, 24 x 29 cm. Prikaz odtisa v dveh barvah. Viden je rob kamna.



bo, ki se prenese na upogljivo plastično ali kovinsko ploščo. Tiskarske plošče, neglede na to, ali so kamnite ali kovinske, je mogoče ustvariti tudi s fotografskim postopkom, metodo, ki jo lahko imenujemo „fotolitografija“. Ofsetni tisk ali „ofsetna litografija“ je izvedba litografije, pri kateri se tiskarska barva prenese s plošče na papir s pomočjo gumijastega valja, ne pa z neposrednim stikom plošče in papirja. Ta tehnika ohranja papir suh in omogoča visoko hitrost ter popolnoma avtomatizirano delovanje. Večinoma je nadomestila tradicionalno litografijo za tiskanje srednje in velike naklade. Od šestdesetih let 20. stoletja je večina knjig in revij, zlasti barvno ilustriranih, natisnjenih z ofsetno litografijo s kovinskih plošč, ustvarjenih s fotopostopkom.

POSTOPEK

1. Priprava kamna (bavarski apnenec) zajema razmaščevanje, glajenje in zrnjanje.
2. Sledi risanje neposredno na kamen z mastno litografsko kredo ali litografskim tušem. Na mestih kjer je risba, je kamen masten. Kamen je pripravljen za blago jedkanje

3. V kamen vtremo plast kolofonije v prahu, nato pa še plast smukca. Površino kamna s čopičem premažemo z gumiarabiko ali kombinacijo arabskega gumija in blage kisline (HNO_3). Kemična reakcija med raztopino in kamnom utrdi mastno sliko, ki je narisana z litografsko kredo ali tušem. Hkrati zagotavlja, da prazna, neporisana področja kamna absorbirajo vodo in kasneje, ko so mokra, odbijajo tiskarsko barvo.
4. Kamen osušimo. Osuši se tudi sloj arabskega gumija (Gumiarabika je naravni rastlinski polisaharid, pridobljen iz soka akacijevih dreves.)
5. Risbo z rahlim drgnjenjem odstranimo s topilom.
6. Kamen premažemo z litofinom, ki se vpije v tista mesta, kjer je bila risba. Za zagotovitev podlage za tiskarsko barvo nato na celotno površino kamna nanesemo plast asfalta in pustimo, da se posuši.
7. Kamen operemo z vodo. S tem odstranimo arabski gumi.
8. Preden je kamen pripravljen za tiskanje, ga navlažimo z vodo, ki se vpije le na praznih mestih. Na vlažno površino, s širokim usnjenim ali gumijastim valjem, navaljamo tiskarsko barvo. Barva se kamna oprime na mastnih mestih, kjer je bila risba, mesta, ki so vlažna pa tiskarsko barvo odbijejo. Vlaženje kamna in nanašanje barve ponavljamo, dokler ni celotna risba temeljito prekrita.
9. Kamen položimo z risbo navzgor na mizo litografske stiskalnice, nanjo pa položimo vlažen list papirja. Kamen in papir prekrijemo z lepenko, imenovano tudi timpan. Ploski litografski stroj je opremljen s tlačno desko, ki pritisne na timpan na začetku kamna, nato se kamen pomika skozi stiskalnico tako, da deska drsi po namaščeni površini timpana. Deska, ki jo na spodnji površini ovija usnjen trak, zagotavlja gla-

Slika 49: Dušan Kirbiš, Barvna litografija, detajli



dek in enakomeren pritisk po celotni površini kamna. Premikanje kamna končamo preden deska pride do njegovega roba.

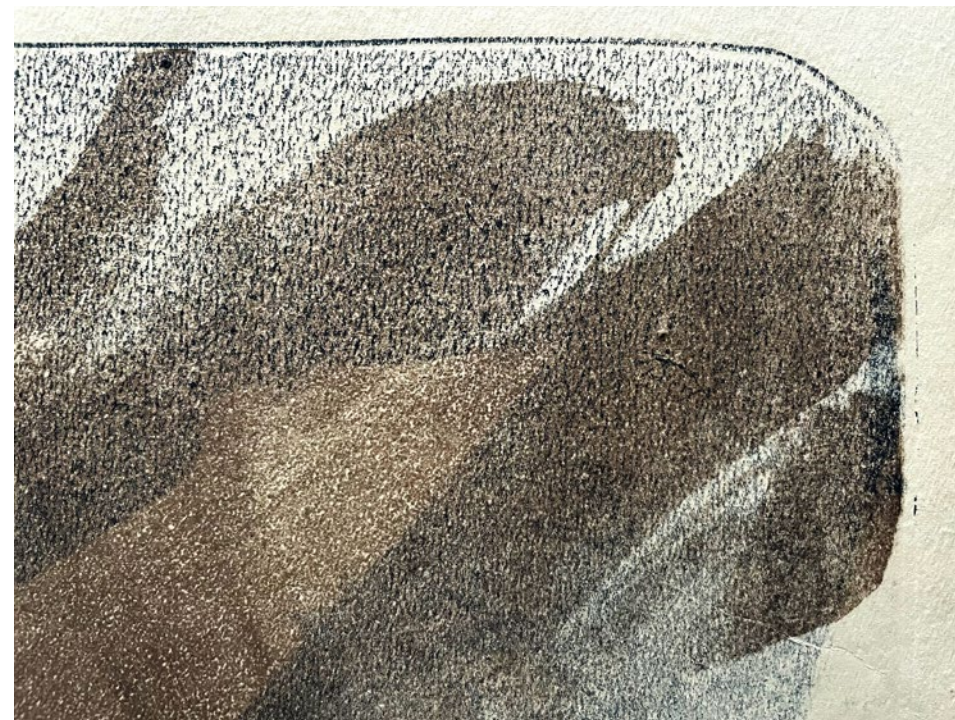
10. Odtis na papirju prikazuje zrcalno sliko prvotne kompozicije, narisane na kamen. Za litografijo je značilen reliefni odtis obeh vzdolžnih robov kamna. Za izdelavo večbarvne litografije je potrebno za vsako želeno barvo uporabiti dodatne kamne ali matrice, isti list papirja pa zapeljati skozi stiskalnico za vsako barvo posebej. Pri tem je treba paziti, da vsakič natančno poravnamo kamen in papir.

Slika 50: Dušan Kirbiš, Poteza čopiča v litografiji



Za ofsetno litografijo, pri kateri je uporabljen fotografski postopek, namesto kamnitih plošč najpogosteje uporabljamo upogljive aluminijaste, poliestrske tiskarske plošče. Te imajo brušeno ali hrapavo površino in so prekrte s foto občutljivo emulzijo. Fotografski negativ zelene slike postavimo v stik z emulzijo in ploščo izpostavimo ultravijolični svetlobi. Po razvijanju emulzija pokaže obrnjeno podobo negativne slike, ki je torej dvojniki originalne (pozitivne) slike. Sliko na plošči emulziji je mogoče ustvariti tudi z neposrednim laserskim slikanjem. Pozitivna slika je emulzija, ki ostane po slikanju. Dele emulzije brez slike odstranimo s kemičnim postopkom. V uporabi so tudi plošče, ki ne zahtevajo takšne obdelave. Plošča ovijemo okrog valja na tiskarskem stroju. Vlažilni valji, tako kot pri tisku s kamna, nanašajo vodo, ki prekrije prazne dele plošče, hkrati jo pa emulzija območja slike odbije. Mastno tiskarsko barvo, ki jo nanese drug valj z barvo, voda odbija, zato se oprime le emulzije. Sliko je potrebno zrcalno obrniti, zato jo stroj prenese na naslednji valj z gumijasto prevleko, s tega pa na papir.

Slika 51: Dušan Kirbiš, barvna litografija, odtis. Prikaz zrnatosti litografskega kamna in njegov rob



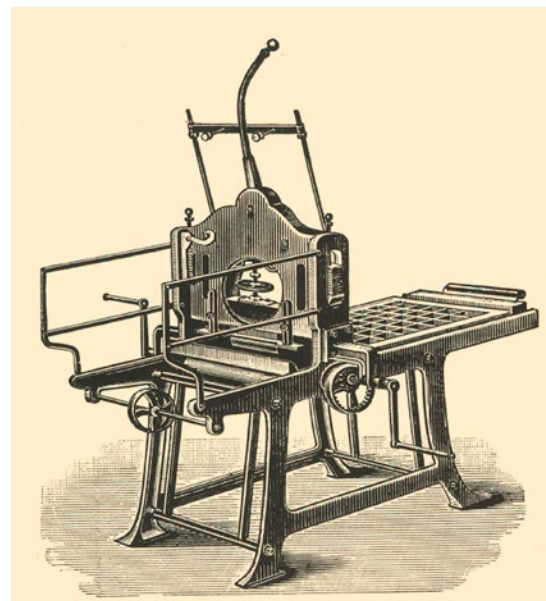
Slika 52: Litografski kamni in valji. Vir: MAU Art & Design Glossary, 2024



Slika 53: Litografska stiskalnica, Vir: MAU Art & Design Glossary, 2024



Slika 54: Erasmus Sutter, 1839, litografski tiskarski stroj s kolenskim vzvodom



Primerjava tradicionalnih grafičnih tehnik

	PLOSKI TISK	VISOKI TISK	GLOBOKI TISK / INTAGLIO	PREPUSTNI TISK
TEHNIKA	LITOGRAFIJA, KAMNOTISK	LESOREZ LINOREZ GRAVURA V LES RELIEFNA JEDKANICA	JEDKANICA GRAVURA SUHA IGLA AKVATINTA MEZZOTINTA VERNIS MOU	SITOTISK / SERIGRAFIJA
MATERIAL	LITOGRAFSKI KAMEN CINKOVA PLOŠČA ALUMINJEVA PLOŠČA ...	LESENA PLOŠČA LINOLEJ CINKOVA PLOŠČA	BAKRENA PLOŠČA CINKOVA PLPŠČA PLASTIČNA PLOŠČA	GOSTO TKANA MREŽA NAPETA NA OKVIR
ORODJA, MATERIALI	LITOGRAFSKA KREDA LITOGRAFSKI TUŠ KOLOFONIJA SMUKEC LITOFIN, ASFALT KORUND TISKARSKA BARVA	NOŽ DLETO BURIN TISKARSKA BARVA TISKARSKA KOST ALI ŽLICA	IGLA NOŽ ZA GRAVIRANJE KISLINA ASFALT PILA TISKARSKA BARVA	NAPETO SITO FILM SVETLOBNO OBČUTLJIVA ŽELATINA OSVETLJEVALNA KOMORA SUŠILNA KOMORA TISKARSKA BARVA
TISKARSKI STROJ	LITOGRAFSKI STROJ S POMIČNO MIZO	STROJ Z VERTIKALNIM PRITISKOM KOST ZA ROČNI TISK	STISKALNICA Z VALJI	SITOTISKARSKI STROJ ALI ROČNO

	PLOSKI TISK	VISOKI TISK	GLOBOKI TISK / INTAGLIO	PREPUSTNI TISK
MATRICA TISK	TISK BARVE S POVRŠINE BREZ RELIEFA NA PAPIR	TISK BARVE Z VRHOV RELIEFNO OBDELANE PLOŠČE NA PAPIR	TISK BARVE IZ RELIEFNO POGLOBLJENIH DELOV PLOŠČE NA PAPIR	TISK BARVE SKOZI ODPRTINE ŠABLONE NA PAPIR ALI DRUGE MATERIALE
BARVA	ZA VSAKO BARVO POSEBEN KAMEN	ZA VSAKO BARVO POSEBNA PLOŠČA	ZA VSAKO BARVO POSEBNA PLOŠČA	ZA VSAKO BARVO POSEBNA ŠABLONA
VALEUR	VSE NIANSE OD SVETLO SIVE DO BOGATO ČRNE	ČRNO IN BELO, PLOSKOVITO	ŠIROK SPEKTER OD ZELO SVETLIH DO GLOBOKE ČRNINE POSEBEJ MEZZOTINTA, AKVATINTA	ŠIROK RAZPON Z UPORABO RASTRSKEGA FILMA BREZ VALEURJA PRI ODPRTI ŠABLONI
LINIJA	OSTRA ČRTA ČRTA KOT S KREDO POTEZA ČOPIČA	TOGA LINIJA ČRNO NA BELI PODLAGI BELO NA ČRNI PODLAGI	SUHA IGLA – MEHKA LINIJA JEDKANICA – OSTRA LINIJA VERNIS MOU – ZELO MEHKA, SVETLA LINIJA	VSE VRSTE LINIJE
TEKSTURA	ODVISNA OD ZRNATOSTI KAMNA OZ. RASTRA	BREZ TEKSTURE ALI MOČNO IZRAŽENA TEKSTURA GROBE POVRŠINE SUROVE DESKE	ŠIROK RAZPON USTVARJENIH TEKSTUR GLEDE NA TEHNIKO	TEKSTURA MREŽE ŠABLONE
TISKANEC, PAPIR	KVALITEN, DOBRO VPOJNI GRAFIČNI PAPIR	VSE VRSTE PAPIRJA PRI ROČNEM TISKANJU TANEC (RIŽEV) PAPIR	KVALITEN, DOBRO VPOJNI GRAFIČNI PAPIR. TISK NA VLAŽEN PAPIR.	VSE VRSTE PODLAG
TRAJNOST	TRAJNO OB UPORABI KVALITETNIH TISKARSKIH BARV IN PAPIRJA	TRAJNO OB UPORABI KVALITETNIH TISKARSKIH BARV IN PAPIRJA	TRAJNO OB UPORABI KVALITETNIH TISKARSKIH BARV IN PAPIRJA	TRAJNO OB UPORABI KVALITETNIH TISKARSKIH BARV IN PAPIRJA

PLOSKI TISK



VISOKI TISK



GLOBOKI TISK / INTAGLIO



PREPUSTNI TISK



VIDEZ



Literatura in viri

Slikovno gradivo

Sika 1: Dare Birsa, 2018. *shematski prikaz preseka matrice visokega tiska. lasten vir.*

Sika 2: Wikimedia, 2024. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Stichel_2a.jpg>

Sika 2a: MAU art&design glossary, 2024. *Press.* <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2013/12/101_press_04.jpg>

Sika 3: Wikipedia, 2024. <https://en.wikipedia.org/wiki/Wood_engraving#/media/File:Bewick_Thomas_Barn_Owl_Tyto_alba.png>

Sika 4: Wikimedia, 2024. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/The_Rhinoceros_%28NGA_1964.8.697%29_enhanced.png>

Sika 5: Wikimedia, 2024. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Kirchner_-_Bildnis_Otto_Mueller.jpg>

Sika 6: 2. bienale slovenske grafike, Otočec 1992 = 2nd Biennial of Slovene Graphic Arts, Otočec 1992 : [20.5.-15.9.1992]

Bienale slovenske grafike (2 ; 1992 ; Otočec). Lojze Spacal: *Kraški senik.* Iz kataloga bienala.

Sika 7: 2. bienale slovenske grafike, Otočec 1992 = 2nd Biennial of Slovene Graphic Arts, Otočec 1992 : [20.5.-15.9.1992]

Bienale slovenske grafike (2 ; 1992 ; Otočec). Štefan Galič: *Fosil – drevo XX, 1991.* Iz kataloga bienala.

Sika 8: Dare Birsa, 1989. *Brez naslova.* Lesorez iz lastne zbirke.

Sika 9: Wikipedia, 2024. *Alati za urezivanje u ploču linoleuma.* <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c6/Gouges_gravure.JPG>

Sika 10: I. bienale slovenske grafike, Otočec = The first biennial of Slovene graphic art, Otočec : 25. V.-30. VI. 1989
Bienale slovenske grafike (1 ; 1989 ; Otočec, Novo mesto). Marijan Pogachnik: *Pomlad.* Iz kataloga bienala.

Sika 11: Dare Birsa, 2018. *shematski prikaz preseka matrice globokega tiska. lasten vir.*

Sika 12: MAU art&design glossary, 2024. *Burin.* <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2014/09/254_burin_01.jpg>

Sika 13: MAU art&design glossary, 2024. *Roulette.* <<https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/roulette/>>

Sika 14: MAU art&design glossary, 2024. *Drypoint.* <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2014/09/089_drypoint_01.jpg>

Sika 15: Wikipedia, 2024. *Hand engraving tool.* <<https://en.wikipedia.org/>>

org/wiki/Engraving#/media/File:Hand_engraving_tool.jpg>

Sika 16: MAU art&design glossary, 2024. *Dry point*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/089_drypoint_01.jpg>

Sika 17: MAU art&design glossary, 2024. *Dry point*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/089_drypoint_02.jpg>

Sika 18: MAU art&design glossary, 2024. *Engraving*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/068_engraving_01.jpg>

Sika 19: Wikimedia, 2024. *Dürer: Hieronimus in Gehaus*. <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/D%C3%BCrер-Hieronymus-im-Geh%C3%A4us.jpg>>

Sika 20: I. bienale slovenske grafike, Otočec = The first biennial of Slovene graphic art, Otočec : 25. V.-30. VI. 1989
Bienale slovenske grafike (1 ; 1989 ; Otočec, Novo mesto). *Vladimir Makuc: Pokrajina z ženo*. Iz kataloga bienala.

Sika 21, 21a: MAU art&design glossary, 2024. *Mezzotint*. <https://zokeifile.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/08/110_rocker.pdf>

Sika 22: Wikipedia. 2024. *A mezzotint of mezzotint tools*. Shirley Jones, *A Dark Side of the Sun*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mezzotint#/media/File:Mezzotint_tools_1986.jpg>

Sika 23, 23a: MAU art&design glossary, 2024. *Mezzotint*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/079_scraper_01.jpg>

Sika 24: MAU art&design glossary, 2024. *Mezzotint*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/06/095_burnisher_02.jpg>

Sika 25, 5a: MAU art&design glossary, 2024. *Mezzotint*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/06/107_mezzotint_02.jpg>

Sika 26: MAU art&design glossary, 2024. *Etching*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/237_etching_01.jpg>

Sika 27: MAU art&design glossary, 2024. *Etching*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/237_etching_02.jpg>

Slika 28: MAU art&design glossary, 2024. *Etching*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/237_etching_02.jpg>

Sika 29: Wikipedia, 2024. *Banknote portrait pattern (Intaglio print, tactile effect)*. <[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Banknote_portrait_pattern_\(Intaglio_print,_tactile_effect\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Banknote_portrait_pattern_(Intaglio_print,_tactile_effect).jpg)>

Sika 30: Wikipedia, 2024. *File:B320 Rembrandt.jpg* <https://en.wikipedia.org/wiki/File:B320_Rembrandt.jpg>

Sika 31: Wikimedia, 2024. *Corinth Selbstbildnis im Stroh hut*. <<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=Lovis+corinth+selfbstbildnis+etching&title=Special:MediaSearch&go=Go&type=image>>

Sika 32: MAU art&design glossary, 2024. *Etching*. <https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/wpwp/wp-content/uploads/2014/09/233_aquatint_02.jpg>

Sika 33: Galerija Miklova hiša, Ribnica - Didaktična zbirka, 2024. Borčič *Bogdan, Črno-bela 88 – 1, 1988, jedkanica, suha igla in akvatinta*. <<https://www.galerija-miklovahisa.si/likovna-zbirka/didakticna-zbirka-galerije-miklova-hisa/#gallery-42>>

Sika 34: Wikipedia, 2024. *Goya - Caprichos (43) - Sleep of Reason*. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/Of/Goya_-_Caprichos_%2843%29_-_Sleep_of_Reason.jpg>

Sika 35: Pokrajinski muzej Kočevje, zbirka Iva Mršnika, 2024. *Prostori svetlobe*. Arhiv avtorja in Pokrajinskega muzeja Kočevje

Sika 36: Dare Birs, 1993. *ySB-I22, kolagrafija*. lastni vir avtorja.

Sika 37: Dare Birs, 1989. *Fields II, kolagrafija*. lastni vir avtorja.

Sika 38: Wikipedia, 2024. *Screen printing*. <https://simple.wikipedia.org/wiki/Screen_printing#/media/File:Silketrykk.svg>

Sika 39: Wikipedia, 2024. *Screen printing*. <<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Ssc.jpg>>

Sika 40: Dare Birsa, 2024. *Stiskalnica za sitotisk in orodja*. lastni vir avtorja.

Sika 41: MAU art&design glossary, 2024. *Silk screen*. <<https://art-design-glossary.musabi.ac.jp/squeegee/>>

Slika 42: Wikiart, 2024. MAO. <https://www.wikiart.org/en/andy-warhol/mao-2>

Sika 43: 2. bienale slovenske grafike, Otočec 1992 = 2nd Biennial of Slovene Graphic Arts, Otočec 1992 : [20.5.-15.9.1992]. *Lojze Logar: »O«, 1990, sitotisk*. Iz kataloga bienala.

Sika 44: Dare Birsa, 1985. *Petelin*. lastni vir avtorja.

Sika 45: Dare Birsa, 1985. *Rja*. lastni vir avtorja.

Sliki gumiarabike: https://img.rtvcdn.si/_up/upload/2024/12/20/66337508.jpg

Spletni viri

Wikipedia, 2024. *Modern hand engraving*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Engraving>>

Youtube, 2022. *How was it made? Etching | Printmaking techniques | Katherine Jones | V&A*. <<https://www.bing.com/videos/search?view=detail&q=etching+wiki&mid=3E2501558CA2E3D6E-55C3E2501558CA2E3D6E55C&FORM=VIRE>>

Wikipedia, 2024. <https://en.wikipedia.org/wiki/Woodblock_printing>

Wikipedia, 2024. *Mezzotint*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Mezzotint>>

Wikipedia, 2024. *Screen printing*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Screen_printing>

Wikipedia, 2024. *Collagraphy*. <<https://en.wikipedia.org/wiki/Collagraphy>>

Literatura

Vicary, Richard, *The Thames and Hudson Manual of Advanced Lithography*, Thames and Hudson Ltd, London, 1977

Heller, Jules, *Printmaking Today, An Artist's Handbook*, Holt, Reinhart and Winston, Inc, 1972, ISBN 0-03-091403-5

Klein, Heijo, *Mali leksikon štamparstva i grafike (Sachwörterbuch der Drucktechnik und grafischen Kunst)*, Izdavački zavod Jugoslavja, Beograd, 1979

KOLOFON

Digitalne grafične tehnike in vizualna umetnost

Urednik: Dušan Kirbiš

Uredniški odbor: Gorazd Golob, Dare Birsa, Primož Weingerl, Dušan Kirbiš

Besedila: Gorazd Golob, Dare Birsa, Dušan Kirbiš

Reprodukcije: Dušan Kirbiš, Dare Birsa

Fotografije in risbe: fotoarhiv avtorjev besedil

Jezikovni pregled: avtorji

Oblikovanje: Primož Weingerl

Slika naslovnice je bila ustvarjena z generativnim modelom DALL·E 3.

Založila: Založba Univerze v Ljubljani

Za založbo: Gregor Majdič, rektor Univerze v Ljubljani

Izdala: Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani

Za izdajateljico: Urška Stankovč Elesini, dekanja Naravoslovno tehniške fakultete UL

Ljubljana, december 2024

Publikacija je brezplačna.

Prva e-izdaja

Publikacija je v digitalni obliki prosto dostopna na:
<https://ebooks.uni-lj.si>

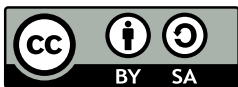
Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 224434691

ISBN 978-961-297-521-0 (PDF)

DOI: 10.14502/9789612975210

Publikacija je rezultat Razvojnega stebra financiranja (RSF) za področje umetnosti: uvajanje in razvoj odprtih izobraževalnih virov znotraj pedagoškega procesa (A II 1).



To delo je ponujeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca (izjema so fotografije). / This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (except photographs).