

Radovan Šikl



# ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ



 GRADA®

### ***Poděkování***

*Děkuji za kladné hodnocení a cenné rady oběma recenzentům, doc. Ing. Ivanu M. Havlovi, Ph.D., a doc. Ing. Janu Kremláčkovi, Ph.D. Poděkování patří rovněž mým kolegům Mgr. Michalu Šimečkovi, Ph.D., a Mgr. Jiřímu Lukavskému, Ph.D., za vytrvalou podporu a vydatnou pomoc při psaní této knihy a dále Mgr. Pavlu Němcovi, Ph.D., za poskytnutí cenných informací o zrakovém vnímání u zvířat.*

*Rád bych také poděkoval své rodině za nezměrnou trpělivost a podporu, kterou mi po celou dobu práce na této knize projevovala.*

Radovan Šikl

---

# ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ

Grada Publishing

**Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy**

*Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována ani šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.*

**Knih vznikla s podporou grantu GA ČR 406/07/1676.**

**Mgr. Radovan Šikl, Ph.D.**

## **ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ**

---

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a.s.  
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7  
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400  
[www.grada.cz](http://www.grada.cz)  
jako svou 5049. publikaci

Odpovědná redaktorka Veronika Hesounová  
Sazba a zlom Antonín Plicka  
Počet stran 312  
1. vydání, 2012

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2012  
Obrázek na obálce © Eliška Kubínová

**ISBN 978-80-247-3029-5**

---

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

**ISBN 978-80-247-8188-4 (ve formátu PDF)**  
**ISBN 978-80-247-8189-1 (ve formátu EPUB)**

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
1.1 Úvodní poznámky .....	10
1.2 Motivace ke studiu .....	10
1.2.1 Intelektuální zvědavost .....	11
1.2.2 Důležitost zraku pro lidský život .....	11
1.2.3 Zrakové vnímání a poznání mozku .....	12
1.2.4 Zrakové vnímání v interakci člověk–stroj .....	13
1.2.5 Zrakové vnímání a reklama .....	13
1.2.6 Zrakové vnímání a umění .....	14
1.3 Některé obecné vlastnosti zrakového vnímání .....	16
1.3.1 Informační limity zrakového systému .....	16
1.3.2 Mnohoznačnost sítnicového obrazu a postupy vedoucí k jeho zjednodušení .....	21
1.3.3 Změna a její význam při zrakovém vnímání .....	27
1.3.4 Inter- a intraindividuální rozdíly ve zrakovém vnímání .....	30
Souhrn kapitoly .....	39
Klíčová slova .....	39
<b>2. SVĚTLO, OKO, MOZEK</b> .....	<b>41</b>
2.1 Úvodní poznámky .....	42
2.2 Světlo .....	42
2.3 Oko .....	47
2.3.1 Zornice .....	48
2.3.2 Rohovka a čočka .....	50
2.3.3 Sítnice .....	54
2.4 Mozek .....	63
2.4.1 Chiasma opticum .....	64
2.4.2 Corpus geniculatum laterale .....	65
2.4.3 Primární zraková kůra .....	67
2.4.4 Vyšší korová centra .....	71
Souhrn kapitoly .....	77
Klíčová slova .....	77
<b>3. VNÍMÁNÍ BAREV</b> .....	<b>79</b>
3.1 Úvodní poznámky .....	80
3.1.1 Vliv barev na prožívání .....	80
3.1.2 Vliv barev na vnímání .....	83
3.2 Co je barva? .....	86
3.2.1 Atributy barvy .....	87

---

3.2.2	<i>Katalog barev</i> .....	88
3.2.3	<i>Kolik barev rozlišujeme</i> .....	89
3.2.4	<i>Kolik barev rozlišujeme v jazyce</i> .....	90
3.2.5	<i>Bílá barva</i> .....	92
3.2.6	<i>Mísení barev</i> .....	93
3.3	Hlavní teorie vnímání barev .....	97
3.3.1	<i>Trichromatická teorie</i> .....	97
3.3.2	<i>Teorie oponentního procesu</i> .....	99
3.4	Barvoslepost .....	103
3.5	Barevné vidění u zvířat .....	107
3.6	Konstantnost vnímané barvy .....	111
	Souhrn kapitoly .....	115
	Klíčová slova .....	116
<b>4.</b>	<b>VNÍMÁNÍ PROSTORU</b> .....	<b>117</b>
4.1	Úvodní poznámky .....	118
4.2	Vnímání prostoru při výkonu různých profesí .....	119
4.3	Zápletka prostorového vnímání: 3D → 2D → 3D .....	123
4.4	Nápovědi o prostoru .....	124
4.4.1	<i>Velikost promítnutého obrazu</i> .....	125
4.4.2	<i>Zakrytí</i> .....	128
4.4.3	<i>Lineární perspektiva</i> .....	129
4.4.4	<i>Gradient textury</i> .....	131
4.4.5	<i>Výška v zorném poli</i> .....	132
4.4.6	<i>Atmosférická perspektiva</i> .....	133
4.4.7	<i>Paralaxa pohybu</i> .....	134
4.4.8	<i>Binokulární disparita</i> .....	136
4.4.9	<i>Akomodace avergence</i> .....	141
4.5	Od dílčích nápovědí k jemu prostoru .....	143
4.6	Vztah fyzikálního a vizuálního prostoru .....	150
4.7	Vývojový aspekt vnímání prostoru: vrozené a získané .....	153
4.7.1	<i>Pacienti s navraceným zrakem</i> .....	153
4.7.2	<i>Deprivační studie prováděné na zvířatech</i> .....	155
4.7.3	<i>Adaptační studie</i> .....	157
4.7.4	<i>Vývoj vnímání u novorozenců</i> .....	158
4.8	Vnímání prostoru u zvířat .....	162
	Souhrn kapitoly .....	165
	Klíčová slova .....	166
<b>5.</b>	<b>OBJEKTIVÉ VNÍMÁNÍ</b> .....	<b>167</b>
5.1	Úvodní poznámky .....	168
5.2	Percepční organizace .....	170
5.3	Rozpoznávání objektů .....	176
5.3.1	<i>Vliv perspektivy</i> .....	176
5.3.2	<i>Vliv kontextu</i> .....	179
5.3.3	<i>Teorie rozpoznávání objektů</i> .....	180

---

5.4 Rozpoznávání objektů v mozku .....	184
5.5 Zraková agnozie .....	189
5.6 Rozpoznávání tváří .....	193
5.7 Vnímání scén .....	200
Souhrn kapitoly .....	207
Klíčová slova .....	208
<b>6. VNÍMÁNÍ POHYBU A V POHYBU .....</b>	<b>209</b>
6.1 Úvodní poznámky .....	210
6.2 Přínos pohybu pro vnímání .....	212
6.3 Detektor pohybu .....	213
6.4 Skutečný a zdánlivý pohyb .....	215
6.5 Problém korespondence a problém průhledu .....	219
6.6 Oční pohyby .....	223
6.7 Vnímání událostí .....	227
6.7.1 <i>Jak vnímáme kauzalitu</i> .....	227
6.7.2 <i>Jak vnímáme lidský pohyb</i> .....	229
6.7.3 <i>Jak vnímáme vlastní pohyb</i> .....	231
6.8 Vztah zrakového vnímání a zrakem řízeného jednání .....	236
Souhrn kapitoly .....	240
Klíčová slova .....	241
<b>SLOVNÍČEK POJMŮ .....</b>	<b>243</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>257</b>
<b>JMENNÝ REJSTŘÍK .....</b>	<b>295</b>
<b>VĚCNÝ REJSTŘÍK .....</b>	<b>308</b>





# 1. ÚVOD



*Obr. 1.1 Paobraz Greta Garbo, detail z pohlednice. Sledujte soustředěně křížek na nose. Přibližně za minutu přesuňte pohled na jednobarevnou plochu.*

## 1.1 ÚVODNÍ POZNÁMKY

---

Vnímání vypadá jednoduše. Když se podíváme oknem ven z pokoje, uvidíme dozrávající jablka na stromě. Všimneme si člověka přicházejícího po cestě. Nikdy předtím jsme ho neviděli, přesto snadno poznáme, že je našťvaný. Během krátkého časového úseku dokážeme bez jakéhokoliv vědomého úsilí získat o okolním světě spoustu důležitých informací. Tento fakt značného informačního zisku bez nutnosti vynakládat úsilí spolu s tím, že vjem jen výjimečně vede k nepřiměřenému jednání, svádí mnohé z nás k dojmu, že vnímání je jednoduchý a přímý proces vedoucí k otisku reality do naší mysli. Stačí mít jen otevřené oči a dozvíme se o světě všechno potřebné. Taková představa je nicméně zcela mylná. Objektivita, ale i jednoduchost vnímání a pasivita pozorovatele jsou pouhou iluzí. Proč? Podoba podnětu zobrazená v oku, což je jediný vstupní údaj o okolním světě, který máme při vnímání k dispozici, je oproti skutečné podobě světa jen informačním torzem, spletitou a nejednoznačnou mozaikou světelných znaků s neostrými přechody. Signál vstupující do oka prochází dříve, než dosáhne vědomé mysli a stane se vjemem, rozsáhlými změnami a úpravami. Do zpracování zrakového podnětu se zapojuje značná část mysli (kognitivních, exekutivních a emočních procesů) a značná část mozku. Ve skutečnosti je zrakové vnímání mimořádně komplexním procesem. Ostatně věrná kopie skutečnosti, tzn. zcela přesná informace zpracovaná do nejmenšího detailu, by v naprosté většině situací našeho života byla neupotřebitelná, jak si brzy ukážeme. Hlavním posláním vnímání je rychlost a účelnost, schopnost zmapovat v co nejkratším čase sledovanou scénu a získat relevantní, smysluplné údaje. Vnímání poskytuje pozorovateli informace o předmětech a událostech v okolním prostředí, které mohou napomoci účelnému jednání. Zrakový vjem je spíše skicou, proniknutím do souvislostí a vztahů mezi prvky sledované scény, interpretací skutečnosti uzpůsobenou osobě pozorovatele a prováděné činnosti.

Zdůraznění odlišnosti vjemu od prostého otisku skutečnosti nalezneme v řadě definic, podle nichž:

- [je zrakové vnímání] dynamickým hledáním nejlepší interpretace dostupných údajů; [...] vnímání jde za to, co nám bezprostředně říkají naše smysly (Gregory, 1966);
- [je zrakové vnímání] procesem sestavování počitků do využitelné mentální reprezentace světa (Coon, 1983);
- [vjemy nejsou] odhalením „toho, co je tam venku“, spíš mají povahu pravděpodobností a predikcí založených na dřívější zkušenosti (Ittelson, Kilpatrick, 1951);
- [je zrakové vnímání] tvořivým procesem, v jehož průběhu mozek paralelně odpovídá na mnohé rozličné „znaky“ zrakové scény a pokouší se je sloučit do smysluplných celků (Crick, 1997).

## 1.2 MOTIVACE KE STUDIU

---

Ještě než se pustíme do otázek spojených se samotným vnímáním, jeho vlastnostmi, procesy a mechanismy zajišťujícími výslednou podobu vjemu, může být užitečné přemýšlet o motivaci ke studiu, o důvodech, proč se vůbec tímto tématem hlouběji zabývat, jaký to může zájemci přinést prospěch. Jak už plyne z úvodních řádků této kapitoly,

naše intuice může v první okamžik snadno selhat; vycházíme-li z vlastní zkušenosti, může se nám zdát obtížné pochopit, co je na něčem, co používáme s takovou samozřejmostí a bezesporností, vůbec ke studiu, čím si zaslouží pozornost vědců nejrůznějších oborů. Ve skutečnosti patří zrakové vnímání k široce studovaným tématům psychologie, filozofie, umělé inteligence, neurověd, fyziologie, etologie, antropologie, lingvistiky – vlastně všech oborů spojených pod zastřešující název kognitivní věda – a vybrané otázky poutají zájem architektů, malířů, designérů, módních návrhářů, ergonomů, odborníků v reklamě, dopravě, letectví, astronomii a mnoha dalších oborech lidské činnosti. Důvodů, proč se snažit vnímání porozumět, tak nalezneme širokou paletu. Některé z nich jsou ryze praktické, jiné jsou výzvou k intelektuální zvědavosti nebo třeba oslovují náš hédonismus.

### 1.2.1 INTELEKTUÁLNÍ ZVÍDAVOST

Studium vnímání nás přivádí k intelektuálně podnětným a překvapivě složitým otázkám. Stačí jen odstoupit z pozice člověka vnímajícího do pozice člověka přemýšlejícího o vnímání jako o problému s množstvím témat a úrovní obecnosti. Lidstvo se odnepaměti pokouší o zodpovězení otázky, co je skutečné a co jen zdánlivé, to jest otázky, která se primárně dotýká činnosti našich smyslů a toho, nakolik je možné a rozumné se na ně spolehnout. Když připustíme nedokonalost našich smyslů, a tím i celého vnímání, jak lze potom vysvětlit fakt, že právě na smysly se v životě tak výrazně spoléháme, aniž by se nám to vymstilo? Jak to, že nás smysly v situacích, které řešíme pouze na základě vnímaných informací, neohrožují na životě? Někomu zase může připadat zajímavé sledovat, jak se do podoby vjemu promítá naše životní zkušenost, prožívané emoce, tělesná dispozice a další mimopodnětové faktory. Nebo jak je vůbec možné, že z nepřetržitého toku signálů přicházejících na senzorický vstup mohou vznikat koherentní a do jisté míry oddělené, samostatné vjemy? Podobně – jak lze vysvětlit, že okolní svět při vnímání zůstává stabilní, když se pohybujeme a spolu s tím se nutně proměňuje i podoba světa zobrazená v oku? Můžeme se zajímat o to, v čem je jiný život slepců nebo osob se zrakovým handicapem. A co vlastně vidí novorozenci a od jakého věku vidí svět podobně jako my, dospělí? Proč za tmy nerozlišujeme barvy? A proč se za soumraku jeví některé barvy jinak? Proč nám Asiaté připadají navzájem velice podobní? Snaha porozumět skrytým mechanismům vnímání, složitým komplexním procesům v pozadí, propojení s ostatními kognitivními procesy, s myslí a mozkem vždy lákala zájemce a badatele vedené zneklidňujícím zjištěním, že lidské vnímání je jen zdánlivě jednoduchý, snadno pochopitelný proces a že výsledný vjem se od skutečnosti často nezanedbatelně liší.

### 1.2.2 DŮLEŽITOST ZRAKU PRO LIDSKÝ ŽIVOT

Jiný důvod pro věnování systematické pozornosti problematice vnímání může představovat role, kterou vnímání v lidském životě sehrává. Tato role je dána už tím, že svět zakoušíme právě prostřednictvím smyslů, že smysly jsou bránou k poznání. Jejich možnosti a omezení předurčují naši bezprostřední zkušenost, rozhodují o tom, co ze světa pro nás bude přístupné a co zůstane nepovšimnuto. Jen to, co v danou chvíli vnímáme, se následně stává vědomým obsahem naší mysli. Vnímání je inspirací pro myšlení, nezastupitelným zdrojem informací pro úvahy o světě kolem nás. Prostřednictvím zraku se dozvíme, v jakém prostorovém vztahu je sledovaný objekt k ostatním prvkům sledované scény, jakým

způsobem s nimi interaguje, jak se při pohybu s měnícím se úhlem pohledu mění jeho podoba, jaké jsou jeho tvarové charakteristiky, jakou má barvu, do jaké kategorie objektů jej můžeme zařadit, případně jaké má oproti prototypickým zástupcům dané kategorie zvláštnosti. Vidění napomáhá naší mysli s vytvářením mapy vnějšího světa, „kolíkuje“ plochu a určuje „mantinely“ našemu myšlení. Řadu běžných životních situací dokonce řešíme bez zapojení vyšších kognitivních procesů; naše aktivita je omezena jen na vjem a bezprostřední reakci, jako třeba při přecházení silnice nebo vyhýbání se překážkám. Z uvedených tvrzení by mělo být zřejmé, nakolik nám informace z našich smyslů pomáhají pochopit svět kolem nás a efektivně se v něm pohybovat.

Zrak dominuje mezi smysly, jak prozrazují základní biologické ukazatele:

- Plných 70 % z celkového počtu smyslových receptorů člověka se soustřeďuje v očích.
- Na zpracování zrakového podnětu se ještě před dosažením primární zrakové kůry podílí přibližně 1 milion neuronů (např. na zpracování sluchového podnětu pouze 30 000 neuronů).
- Oblasti určené primárně ke zpracování zrakového podnětu zabírají až 30 % povrchu mozkové kůry a pokrývají značnou část týlního, temenního a spánkového laloku.
- Zpracování zrakového podnětu je věnováno až 60 % energie mozkové kůry.

Zajímavý doklad významu zraku pro lidský život přináší i studium jazyka. Nejenže je zrak pokládán v jazyce za hlavní a ze všech smyslů nejspolehlivější zdroj poznání, vidění je přímo základní metaforou pro vědění (Vaňková, Nebeská, Saicová Rímalová, Šlédrová, 2005). Všimněme si ostatně i shodné etymologie obou slov. Slova odvozená od vidění v jazyce spojujeme s porozuměním či uvědoměním. Slova jako přehledný, zřejmý, vizionář, prozívat, vize, postřehnout, rozhled a očividný ilustrují důvěru, kterou vkládáme do vidění jako zdroje poznání. Naopak jeho nedostačivost obsažená například ve slovech krátkozrakost, zatemnit, neprozřetelný, zaslepený nebo rozostřený je v jazyce chápána jako překážka poznání. Dominantní pozici zraku dokládá i prosté zastoupení slov motivovaných viděním v češtině: Z existujících adjektiv a podobně i metaforických obrátů vázaných na určitou modalitu jich je zdaleka nejvíc spojeno právě se zrakem.

### 1.2.3 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A POZNÁNÍ MOZKU

Zrakové vnímání patří k významným tématům neurověd, což má několik důvodů: (1) Při zpracování zrakového podnětu se aktivují současně různé oblasti mozkové kůry v týlním, temenním a spánkovém laloku. V mozku makaka bylo nalezeno přes třicet zrakových oblastí, primárně určených k analýze různých vlastností podnětu (např. barvy, směru pohybu či tvarových charakteristik podnětu; Van Essen, Anderson, Felleman, 1992). (2) Všechna tato „centra“ jsou snadno dostupná pozorování, a pomocí zobrazovacích technik je tak možné při zrakových úlohách – víc než u jiných mentálních operací – sledovat komplexní aktivitu mozku. (To platí zejména od druhé poloviny devadesátých let, kdy se ve výzkumu začala používat funkční magnetická rezonance, fMRI.)

Porozumět vnímání přirozeně předpokládá porozumět jeho neurofyziologické bázi; zájem psychologů a dalších odborníků o nové poznatky neurověd je proto pochopitelný. A je jistě užitečné, že se nejedná o jednosměrné ovlivňování. Zatímco starší psychologické

a neurovědné výzkumy vidění probíhaly až na pár výjimek (např. Hubel, Wiesel, 1963, 1965; Blakemore, Cooper, 1970) odděleně, poslední dobou se rozbíhá slibná mezioborová diskuse, vznikají výzkumné projekty sledující a vyhodnocující současně povahu zrakového vjemu i mozkovou aktivitu při vnímání. Čtenář nemá často ani šanci z textu poznat, do jaké oblasti autor profesně přísluší. Toto přemostování je jistě usnadněno značnou, nadto poměrně snadno měřitelnou, shodou mezi nervovou aktivitou mozku na jedné straně a zrakem řízeným jednáním na straně druhé, tj. mezi daty získanými pomocí zobrazovacích technik a daty z psychofyzických experimentů. Interdisciplinární výzkum vidění je tak snáze proveditelný a výsledky jsou snáze interpretovatelné ve srovnání například s výzkumy paměti, jazyka nebo jiných kognitivních procesů, kde vztah mezi neurofyzilogickými daty a vnějšími projevy není tak snadno postihnutelný (Farah, 2000).

#### 1.2.4 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ V INTERAKCI ČLOVĚK–STROJ

Znalost charakteristik lidského vnímání pomáhá při navrhování a konstruování přístrojů a pomůcek denní potřeby v podobě, jež zvyšuje pravděpodobnost jejich správného používání. Taková znalost není nijak podružná nebo nadbytečná. Uvažme jen, kolikrát za den přijdeme do kontaktu například s dopravním značením, semaforem, mapou, displejem, klávesnicí, mikrovlnnou troubou či rozmanitými zdravotnickými pomůckami. Rychlé, a navíc správné pochopení fungování těchto produktů lidské tvorby je nutným předpokladem přiměřeného jednání a bezproblémového pohybu po světě a design „ušitý na míru“ našim smyslům je zde nespornou výhodou. Zajišťuje, že v průběhu interakce člověk–stroj nedojde k významnější ztrátě nebo zkresení informace, že všechno potřebné snadno a správně pochopíme. Naproti tomu takový design, který specifika lidských smyslů přehlídí, může mít za následek nárůst chybovosti a pomalejší reakci: Snadno si lze představit problémy například při použití modrých znaků na zeleném pozadí u dopravních značek nebo důsledky neuspořádaného rozložení velkého počtu ovladačů na palubní desce.

Jak tedy navrhovat přístroje s přihlédnutím k povaze lidského vnímání? Jak zformulovat zásady či doporučení vedoucí k optimalizaci jejich vzájemné interakce? (1) Mělo by být dobře viditelné a snadno rozpoznatelné, k jakému výsledku povede použití jednotlivých ovladačů. V opačném případě si bude uživatel muset funkci všech ovladačů mechanicky zapamatovat. (2) K bezproblémové interakci může napomoci, když přístroje už jen svým designem naznačují uživateli svou funkci (červená více než ostatní barvy na semaforu signalizuje výstrahu) nebo alespoň způsob použití (tlačítko u myši nabízí spíš než cokoli jiného možnost stlačení). (3) Srozumitelnost rovněž zvyšuje uspořádání ovladačů (resp. organizace přenášených informací) v souladu s principy percepční organizace navrženými gestalt psychologii (viz str. 107). Konfigurace umožňující strukturování a zpřehlednění podnětového pole zvyšuje naději, že interakce s přístrojem bude pro uživatele intuitivní (Carayon, 2007).

#### 1.2.5 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A REKLAMA

Zvláštnosti a specifika lidského vnímání (a dalších kognitivních procesů) zaujaly i reklamní tvůrce. Důvod tohoto zájmu je zřejmý: Média jsou navzdory všem limitům a omezením reklamou přeplněná a množství inzerce vzrostlo natolik, že pro spotřebitele je reálně nemožné důkladně zpracovat a zapamatovat si všechna reklamní sdělení, s nimiž přichází do kontaktu, přemýšlet o výhodách či nevýhodách nákupu všech prezentovaných

produktů (o motivovanosti k tomuto jednání nemluvě). Pro reklamní tvůrce se tak stává významnou metou už jen přitáhnout k prezentovanému produktu pozornost, dosáhnout toho, že dostoupí vědomí a případně se stane předmětem spotřebitelových úvah. Tím je vysvětlitelný zájem o zodpovězení otázek po tom, jak si konzument reklamní podnět prohlíží a čemu ve scéně věnuje zvýšený zájem, jak pozornost zaměřuje a jak ji udržuje nebo naopak ztrácí, v jaké podobě si podnět ukládá do paměti, jak jej v paměti uchovává a z paměti vybavuje, jak lze docílit vytvoření žádoucích asociací s předmětem a zabránit nežádoucím. Podle očekávání může optimalizace těchto úrovní zpracování napomoci zvýšit účinek reklamy na spotřebitele.

Upozadění role vědomého, analytického rozhodování je provázeno nárůstem významu bezprostřední sensorické zkušenosti člověka s předkládaným produktem. Autoři marketingových studií zkoumají působení formálních charakteristik reklamy, jakými jsou v případě tištěné reklamy rozměry, barva, pozice na stránce, množství informace obsažené v reklamě, to, zda reklama obsahuje jména, zda obsahuje slogan, zda je na stránce obrazový prvek. Například úspěšnost rozpoznání již viděné reklamy je podle experimentálních výsledků ovlivněna především rozměry a barevností (Valiente, 1973; Rouse, 1991).

Nejpřímějším způsobem zjišťování, co se při sledování televizní reklamy, reklamy na billboardech nebo ve Zlatých stránkách, při prohlížení regálů v obchodech, návodů nebo cenovek odehrává v myslích spotřebitelů, a tedy ovlivňuje jejich konzumní chování, je podle názoru reklamních tvůrců měření očních pohybů. Podle předpokladu data z očních pohybů poskytují dostatek validních informací k odlišení situace, kdy si konzument klíčového sdělení reklamy pouze všimne, aniž by ho ale více zaujalo, a kdy mu věnuje zvýšenou pozornost; říkají, v jakém pořadí konzument získává informace o produktu či nakolik parametry reklamy jako například její barevnost účinně ovlivňují konzumentovu pozornost (Chandon, 2002). Hlavní sledovanou proměnnou očních pohybů je počet fixací očí na klíčovém místě reklamy, jenž – spíše než délka trvání pohledů – je ve vztahu k množství informace, kterou divák dokáže z reklamy vyčíst. Na základě výsledků marketingových studií se pak formulují doporučení prodejcům: jak rozmístit potraviny do regálů v obchodě, kam umístit klíčové sdělení na billboardu atd.

## 1.2.6 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A UMĚNÍ

Od doby, kdy se člověk již nemusí plně soustředit na boj o přežití, svůj čas a zájem věnuje různým kratochvilným činnostem, například poslechu hudby, prohlížení obrazů nebo kulinaření. Všechny tyto aktivity přinášejí prostřednictvím smyslů potěšení a požitek. Neznalost principů fungování smyslů pochopitelně intenzitu dojmů nikterak nesnižuje; jejich znalost nicméně dovoluje zaměřit se na detaily, nahlédnout pozadí vzniku díla, rozpoznat triky a postupy, jež používali tvůrci k navození žádoucího účinku.

Malíři se na obrazech pokoušejí zachytit podobu zobrazené scény, ať už více či méně věrně, doslovně nebo metaforicky, akcentováním příběhu, pocitu nebo symbolu. Téměř vždy ovšem stojí před úlohou přenést prostorové uspořádání objektů v okolním prostředí na plochu plátna. Nás jako diváky jejich díla může v této situaci zajímat, jaké dílčí techniky a postupy k navození prostorového dojmu obrazu používají. Do jaké míry jsou tyto postupy shodné s procesem rekonstrukce trojrozměrného vjemu z dvojrozměrného sítnicového obrazu (viz str. 124)? Jak ovlivňuje přesvědčivost ztvárnění díla využití jiné než lineární perspektivy s promítáním na jeden úběžník, která charakterizuje naše vidění?



**Obr. 1.2**

(A) *Pieter II. Neefs*: Interiér antverpské katedrály.

(B) *Claude Monet*: Vlajkosláva v ulici Montorgueil.

(C) *Johan Christian Dahl*: Pohled na Drážďany za měsíčního svitu.

(D) *Jan Vermeer*: Dáma píšící dopis se svojí služebnou.

Jakou roli při tvorbě mají – nebo spíše v dřívějších dobách měly – optické instrumenty jako camera obscura nebo camera lucida (Hockney, 2003)? Malíř pomocí barev a kompozice objektů na obraze může vytvořit přesvědčivou iluzi prostoru (viz obr. 1.2a), ale také pohybu (viz obr. 1.2b), střídání dne a noci (viz obr. 1.2c) nebo třeba světla proudícího do pokoje (viz obr. 1.2d).

Vnímání plošných obrazů má oproti vnímání prostorové skutečnosti řadu odlišností, které mimo jiné způsobují, že mnohé percepční jevy nalezneme pouze při vnímání obrazů a jiné zase jen při vnímání plastické reality. Vnímání obrazů ozvláštňuje nemožnost měnit úhel pohledu při sledování scény, fakt, že tato scéna promítá do levého i pravého oka stejný obraz, nemožnost použití akomodace a souběhu očí jako informačních zdrojů (viz str. 141), viditelnost rámu a okrajů obrazu (Goldstein, 2001).

## 1.3 NĚKTERÉ OBEČNÉ VLASTNOSTI ZRAKOVÉHO VNÍMÁNÍ

Vraťme se k úvodním řádkům knihy, k vymezení zrakového vnímání jako komplexního procesu zpracování a interpretace podnětové informace. Tuto stručnou charakteristiku se v následujícím textu pokusíme rozvést, opatřit přívlastky a doložit na příkladech. Zaměříme se na obecné znaky vnímání, které v podmínkách naší existence slouží jako adaptivní, pro život nezbytné mechanismy, laicky nicméně nejsou příliš reflektovány. Zbývající část kapitoly bude strukturována ve shodě s těmito vlastnostmi a postupně se zmíníme o informačních limitech lidského zrakového systému, o vlastnostech sítnicového obrazu, zejména jeho mnohoznačnosti, a postupech vedoucích k jeho zjednoznačnění, o důležitosti změny při zpracování zrakového podnětu a konečně o úloze pozorovatele jako bytosti s jedinečnou biologickou predispozicí a specifickou životní zkušeností.

### 1.3.1 INFORMAČNÍ LIMITY ZRAKOVÉHO SYSTÉMU

Mnohé z existujících forem energie se šíří prostředím, a mohou se tak dostávat do kontaktu s naším tělem. Tyto energie nesou potenciální informaci o vlastnostech okolního světa. Naprostou většinu z nich ovšem lidské smysly nezaregistrují, protože signál je obsažen v energii, k jejímuž zachycení a dekódování nemáme patřičnou senzorickou výbavu, jako třeba v rentgenovém záření nebo ve vysokofrekvenčním záření spojeném s nukleárním štěpením, případně je mimo detekovatelné pásmo. V důsledku to znamená, že převážnou část toho, co se odehraje ve světě, vůbec nezaznamenáme, nemáme možnost o tom přemýšlet ani se podle toho zachovat. Skutečně naše chápání světa i naše existence v něm jsou spjaty s informacemi, které naše smysly přijímají z okolního prostředí. A ty se mezidruhově mohou významně různit. Každý živočišný druh tím, že je vybaven druhově specifickým smyslovým aparátem, žije v jiném senzorickém světě, ze kterého jsou příslušníci jiných druhů do jisté míry vyloučeni (Hughes, 1999). Abychom mohli získat určitou představu, o co my lidé jako jeden jediný z mnoha živočišných druhů kvůli limitům naší senzorické výbavy přicházíme, popíšme si nyní několik příkladů senzorických schopností, které – jakkoliv nám mohou připadat zvláštní a těžko představitelné – jsou pro řadu živočichů naprostou samozřejmostí, ba přímo životní nutností.

Netopýři k orientaci v prostředí používají biosonar, navigační systém, který jim v přitmě jeskyně i v otevřeném prostoru účinně nahrazuje zrak. S jeho pomocí jsou schopni s naprostou jistotou ve tmě létat prostorem, objevit, pronásledovat a ulovit kořist, najít vlastní mláďata. Netopýr za letu vydává ústy nebo nosem (vrápenec) vysokofrekvenční signál, který se jako zvuková vlna šíří prostředím a po odrazu od překážky nebo od kořisti je zpětně zachycen. Podle času, který uběhne mezi vysláním a příjmem odraženého signálu, dokáže netopýr odhadnout vzdálenost zaměřeného objektu (zdroje echa), podle intenzity ozvěny pak jeho velikost a podle měnící se frekvence směr pohybu. Ve srovnání se zrakem, který ovšem netopýr v omezené míře také používá, není vjem prostřednictvím echolokace v čase souvislý, ale sekvenční (v průměru deset až dvacet přijatých signálů za sekundu), prožitkově může připomínat stroboskop. Takto získaný „obraz“ prostředí nadto není spojitý ani prostorově, protože netopýr zachycuje nezkreslenou ozvěnu jen z povrchů, které jsou orientované kolmo ke směru vyslaného signálu. Navzdory zmíněným



omezením biosonaru je trajektorie pohybu netopýra při lovu prakticky shodná s pohybem ptáka spoléhajícího na zrak (Jones, Holderied, 2007), takže můžeme tvrdit, že u netopýra se echolokace vyvinula v mocný prostředek řízení pohybu. Vedle netopýra na echolokaci spoléhají i mořští savci (kytovci) jako delfín, vorvaň nebo běluha. A k velmi hrubé orientaci může sloužit i člověku, což si lze snadno ověřit. Když půjdete se zavázanýma očima proti domu stojícímu na otevřeném prostranství a budete si pískat, pravděpodobně se mu vyhnete (Šizling, 2004). V běžném životě ovšem pro tuto schopnost nenalezneme praktické využití. Podstatně významnější roli hraje vnímání předmětů podle odrazu zvukových vln v životě slepců, kteří prostřednictvím echolokace dokážou rozpoznat přítomnost překážek, jež jim stojí v cestě, i jejich přibližnou velikost (Kellogg, 1962). Někteří z nich s pomocí echolokace dokonce zvládnou vykonávat komplexní pohybové aktivity. Nedávno byl medializován případ slepého černošského teenagera Bena Underwooda, který se pohyboval v prostředí za pomoci mlaskání jazykem, což mu umožňovalo jezdit na kolečkových bruslích, na skateboardu nebo lézt po stromech.

Biosonar není jediným zvláštním, pro člověka obtížně představitelným zdrojem senzorických informací, který je v přírodě k nalezení. Pro mnoho zvířat je například základním orientačním smyslem při pohybu magnetický kompas. Schopnost vnímat magnetické pole Země a jeho změny je důležitá hlavně pro migrující živočichy (tažné ptáky, některé motýly, lososy, velryby, mořské želvy). Právě díky ní se dokážou vracet domů, a to i z míst, kde předtím nikdy nebyli. Magnetický kompas ovšem, zdá se, využívají například i včely při stavbě pláství, podzemní hlodavci při hrabání tunelu, pasoucí se krávy nebo lovící lišky. Migrující zvířata mohou z geomagnetického pole extrahovat dva typy informací: určení polohy severního a jižního magnetického pólu jim poskytuje směrovou informaci a umožňuje udržet kurz, naproti tomu z intenzity a sklonu siločar, které se v různých místech zemského povrchu liší, usuzují na momentální polohu vzhledem k destinaci (Johnsen, Lohmann, 2005). Při navigaci se neřídí jen informacemi z magnetického pole, údaje získané tímto smyslem kombinují s dalšími údaji získanými z postavení Slunce či Měsíce nebo měření polarizované roviny světla.

Paúhoř elektrický je sladkovodní dravá ryba, která vyhledává svoji kořist v kalných vodách, kde žije, nikoliv zrakem (ten má zakrnělý), ale s pomocí elektrických impulsů, jež kolem sebe šíří. Voda je vysoce elektricky vodivá, takže na základě informace o narušení elektrického pole se paúhoř dozví o přítomnosti potenciální kořisti a dokáže určit její velikost a vzdálenost. Následně ji omráčí nebo usmrtí vysláním silného elektrického výboje. Většina zvířat obdařených elektroreceptory (žralok, rejnok, úhoř, ptakopysk) ovšem sama elektrické impulzy negeneruje, pouze je schopna zachytit slabé bioelektrické pole vznikající při pohybu všech živých tvorů a vyhodnotit, z jakého místa v prostoru přichází. Tento rozdíl mezi aktivní a pasivní elektrorepcí je analogický rozdílu mezi sonarem a sluchem, kdy sluch je pasivním smyslem tím, že pouze přijímá akustickou energii produkovanou externím zdrojem, zatímco sonar zachycuje zvuky, které živočich sám vydává (Hughes, 1999).

Chřestýši, hroznýši a krajty jsou vybaveni receptory na vnímání tepla, umístěnými v jamkách po obou stranách hlavy mezi očima a nozdrami. Díky nim jsou schopni – zejména v malých vzdálenostech – detekovat teplotní rozdíly v řádu setin až tisícín stupně Celsia a určit směr, z něhož teplo přichází. Tento orgán je tak velice účinným pomocníkem zejména při nočním lovu malých teplokrevných obratlovců, kteří jsou nejčastější hadí kořistí (Newman, Hartline, 1981).



*Obr. 1.3 Člověk svými smysly dokáže zachytit a dekódovat signál obsažený jen v některých z existujících forem energie, které nesou potenciální informaci o okolním prostředí. Řada zvířat může s pomocí echolokace, magnetorecepce, elektrorecepce či termorecepce vnímat pro člověka nedostupné podněty.*

Příklad termorecepce nás vrací zpět ke zraku, protože radiace se šíří prostředím ve formě elektromagnetické energie, v pásmu spektra nazývaném infračervené. Lidské vidění je omezeno jen na velmi úzké pásmo elektromagnetického záření (viz obr. 2.2) a podobně jako není pravda, že jediné vnímatelné (a tím pádem informativní) jsou ty formy energie, které dokážeme my lidé svými smysly zachytit a dekódovat, stejně tak neplatí, že rozsah elektromagnetické energie vnímatelný člověkem je mezidruhově univerzální. Vedle živočichů vybavených receptory k vnímání infračerveného záření najdeme i živočišné druhy schopné vidět v pásmu ultrafialových vln. Například včela medonosná vidí na květech, které nám i naprosté většině živočichů připadají barevně jednolitě (např. žluté), dramatické barevné vzory (viz obr. 1.4). Těmi květina zvyšuje pro opylovače svou atraktivitu a pomáhá jim ke snazšímu nalezení nektaru. Skutečně, barvy nešlechtěných květin se nevyvinuly kvůli člověku a jeho estetickému požitku ani aby přilákaly zájem býložravců, ale především z důvodu zvýšení šancí na opylení, k čemuž jsou znaky v ultrafialovém pásmu spektra zřejmou evoluční výhodou. (Lze samozřejmě spekulovat, zda se nejedná spíš o koevoluci, kdy se citlivost včelího oka postupem doby měnila spolu se zbarvením květin.) Podobně jsou ultrafialové záření schopni vnímat někteří ptáci a tato schopnost jim efektivně pomáhá při námluvách i shánění potravy. Například zbarvení peří mladého a starého samce slavíka modráčka se liší v ultrafialovém pásmu, stejně jako barva samce a samičky sýkory modřínky, která je v nám viditelném pásmu spektra stejná (Hausmann,

Arnold, Marshall, Owens, 2003). Poštohlce zase při hledání kořisti pomáhá sledování močové stopy, kterou za sebou zanechávají hlodavci a která obsahuje látky viditelné v ultrafialovém pásmu (Viitala, Korpimäki, Palokangas, Koivula, 1995).

Lidské zrakové vnímání je vedle frekvenčního rozsahu viditelného světla výrazně omezené i ve svém časovém rozměru: Člověk rozliší nanejvýš dvacet až třicet po sobě jdoucích obrazů za sekundu; při vyšší rychlosti nám obrazy začnou splývat a začneme je vnímat jako pohyb. Nespojitost vnímání je dána dobou regenerace fotopigmentu (rodopsinu) následující po každé absorpci fotonů. V jejím průběhu statický obraz zůstává „viset“ na sítnici a nevidíme změny, ke kterým zatím v zorném poli dochází. U ptáků a zejména u létajícího hmyzu dochází k obnovení aktivity podstatně rychleji (Tansley, 1965), a tak každý následný obraz zachytí a zpracují mnohem dříve než člověk a vůbec všichni savci. Obyčejná moucha rozliší dvě stě padesát až tři sta obrazů za sekundu. To znamená, že film promítaný v kině na plátno moucha pravděpodobně uvidí jako sled jednotlivých diapozitivů prokládaných černým obrazem a let prostorem osvětleným zářivkou pro ni bude zážitkem podobným jako pro nás diskotéka se stroboskopickými efekty (Bodanis, 1986). Vyšší obnovovací aktivita rodopsinu má nicméně ještě jiný, pro přežití mnohem podstatnější důsledek. Moucha na rozdíl od nás dokáže fúzovat postupné sítnicové obrazy i při velmi rychlém pohybu, který tak dokáže vnímat ostře, nerozmazaně. Díky tomu má větší šanci, že včas uletí před blížícím se nebezpečím (plácačkou nebo hladovým ptákem), a díky tomu také musí samec dokázat kopírovat trajektorii letu samičky, a dokonce se s ní za letu pářit (Zeigler, 2007). Senzitivita k pohybu je pro rychle a složitě se pohybující živočichy klíčová.

Uvedené příklady „senzorické exotiky“ (Hughes, 1999) ilustrují první obecný znak vnímání, kterým je **omezený přístup k informacím z prostředí**. Lidské smysly nezachytí informace z magnetického pole Země ani efektivně nevyhodnotí ozvěnu, podobně lidský zrak nedovolí vnímat podněty příliš intenzivní (Slunce) ani slabé (zbytkové světlo), nízkopásmové (UV záření) ani vysokopásmové (IR záření), příliš rychlé (vystřelený puk) ani pomalé (pohyb hodinové ručičky). Nakolik nás ale tato omezenost v našem životě handicapuje? V čem by byl náš život lepší kupříkladu s rentgenovými očima?

Představa dokonalé senzorické výbavy může znít pro mnohé z nás lákavě. Vzbuzuje totiž naději, že takto vybaveni budeme schopni o světě zjistit všechno do nejmenšího



*Obr. 1.4 Lidský zrak má omezený rozsah citlivosti. Včela vidí v pásmu ultrafialových vln, moucha rozliší až 300 obrazů za sekundu.*

detailu a s naprostou spolehlivostí, anebo alespoň díky nově nabytým smyslům poznat skutečnost v nových, dosud netušených souvislostech. Znamená ale každé „rozšíření obzorů“ umožněné senzoricou výbavou bez omezení pro náš život automaticky výhodou? Připustíme na chvíli možnost genetické modifikace a pokusme se představit si, jaké uplatnění by v životě člověka mohla najít nějaká nově nabytá smyslová modalita, nejlépe ve srovnání s živočichem, pro něhož je klíčovým zdrojem informací. Již jsme zmiňovali, že netopýrům při pohybu v jeskyni účinně pomáhá biosonar. Jeskyně se vyznačuje vysoce nepravidelnými liniemi, značnou tvrdostí povrchu skály a tím, že je zde zpravidla tma. Informace z ozvěny je pro detekci potravy nebo překážky ve směru letu dostačující, a přichází navíc ve vyhovujícím formátu. Biosonar se hodí k rychlé a hladké navigaci prostředím, které sice může být tvarově komplexní jako jeskyně, nicméně používané pohybové vzorce se opakují. Naproti tomu pohyb v umělém prostředí lidských sídel předpokládá zapojení rozmanitých, vesměs specifických, účelových vzorců, pro něž by informace získaná biosonarem byla příliš hrubá. Všimněme si, nakolik je v tomto ohledu pohyb v jeskyni snazší ve srovnání třeba s pohybem v budově, kde je potřeba měnit a upravovat pohybové vzorce podle toho, zda zrovna jdeme po schodech, vystupujeme z páternosteru nebo se vyhýbáme ve dveřích. A právě vzhledem k mnohosti používaných pohybových vzorců, různících se podle prostředí a druhu prováděné aktivity, nelze předpokládat, že by zapojení „jednorozměrného“ biosonaru účelnost našeho jednání zvýšilo. Naštěstí nežijeme v přítmí jeskyně, v hlubině oceánů či kalné říční vodě, nepozorujeme svět z blízkosti země ani z obrovské výšky, a nevzniká tak evoluční tlak na doplnění či přímo nahrazení zraku. K uplatnění zrakové modality máme ideální podmínky, a to i z toho důvodu, že prostředí lidských sídel jsme konstruovali tak, aby se přizpůsobilo vlastnostem našeho zraku.

Žádné výrazné změny k lepšímu neslibuje ani úprava a vylepšení smyslů stávajících. Dokonce rizika a nebezpečí takového podniku převažují a jsou pro kvalitu našeho života závažnější. Při perfektním sluchu bychom měli problém usnout i v té nejtíši místnosti, při mikroskopicky detailním zraku bychom pro samý detail nedokázali vidět objekty v jejich celosti a ztratili bychom tak pojem o jejich podobě a užití (podobně jako ho ztrácíme při prohlížení obrazu zblízka). Enormní množství zpracovávaných informací by nadto vedlo k neustálému přetěžování organismu. Zdá se proto, že dar superiorních smyslů by člověku žádné zkvalitnění života nepřinesl. Tím, že ho není možné kognitivně, a v důsledku ani emočně zpracovat, by spíše ohrožoval naši existenci.

Úvahu na téma informační omezenosti smyslů uzavíráme tím, že stávající podoba vnímání je produktem evoluce. Smysly jednotlivých živočišných druhů se vyvinuly tak, aby pomáhaly v přežití (orientaci v prostoru, nalezení vhodné potravy či partnera k rozmnožování). Vnímání rozhodně není dokonalé, ale ani by takové být nemělo. Chyby a nepřesnosti, kterých se při vnímání dopouštíme, jsou vesměs adaptivní, získávání důležitých informací o okolním světě nijak nebrání (Gigerenzer, 2005; Šikl, 2008; Šimeček, Šikl, 2010a, 2010b). Naše smysly jsou optimalizovány vzhledem k podmínkám, ve kterých žijeme, a dokážou právě to, co od nich potřebujeme. Mezi dispozicemi jedince a nároky na zpracování v dané situaci je dobrá shoda. Proto jsou také smysly daného živočišného druhu vyladěny vždy jen k těm formám energie a k tomu pásmu jejich hodnot, které jsou pro život nejvýznamnější. A je tak docela pravděpodobné, že vylepšená senzoricá výbava by k vyšší přizpůsobivosti nevedla.