



TEDEN
MOŽGANOV



SiNAPSA

SLOVENSKO DRUŠTVO ZA NEVROZNAJANOST
SLOVENIAN NEUROSCIENCE ASSOCIATION



za možgane

FENS

Federation of
European
Neuroscience
Societies

Od svetlobe do podobe ali kako vidijo svet naši možgani

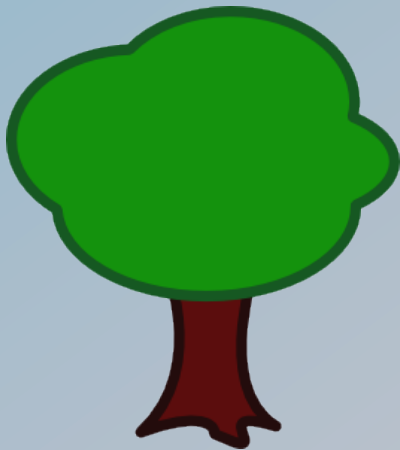
dr. Simon Brezovar, univ. dipl. psih
Nevrološka klinika, UKC Ljubljana

ZAKULISJE POGLEDA

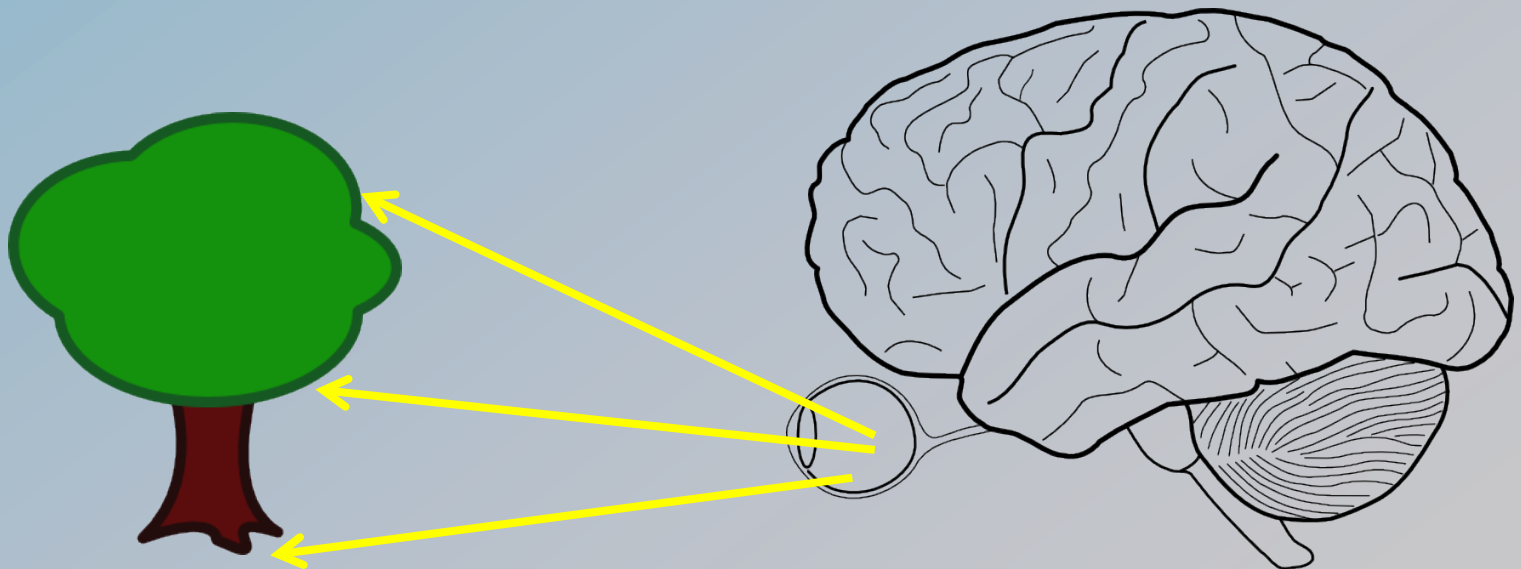
TEDEN MOŽGANOV
16.3. - 22.3.2015



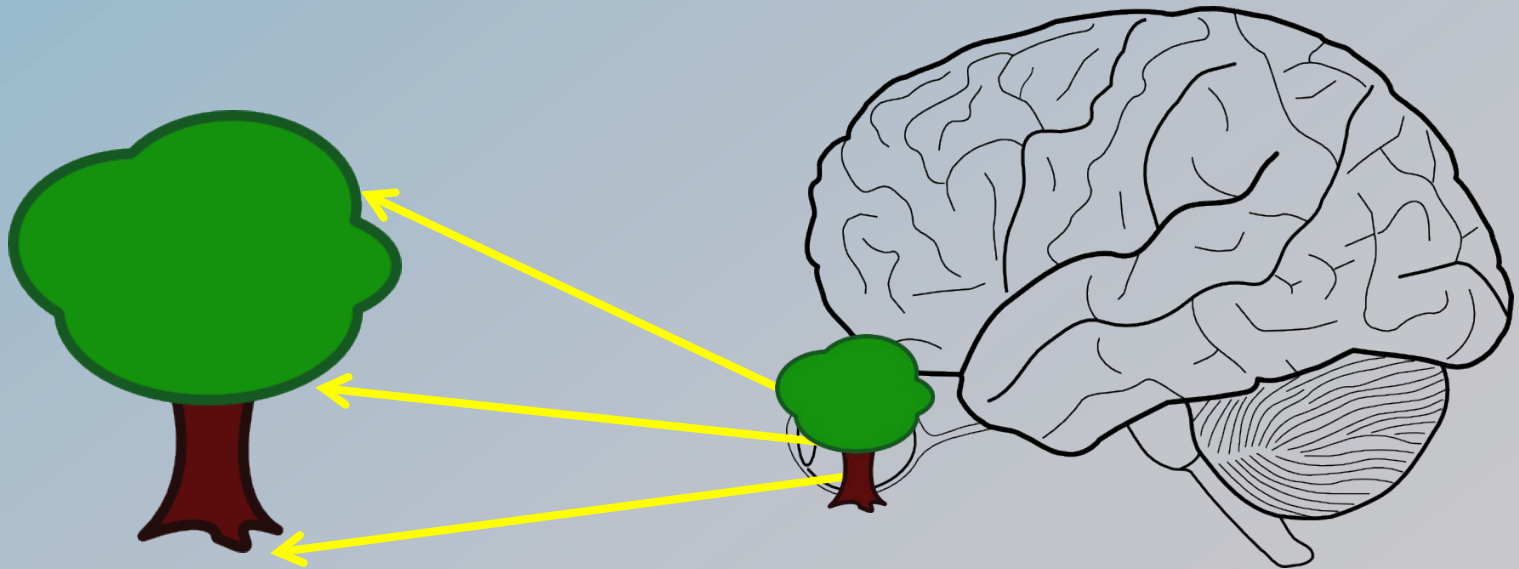
Emisijska teorija



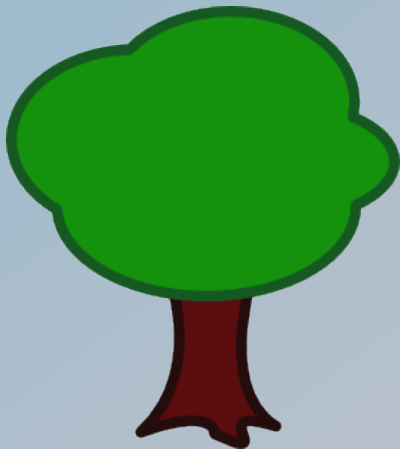
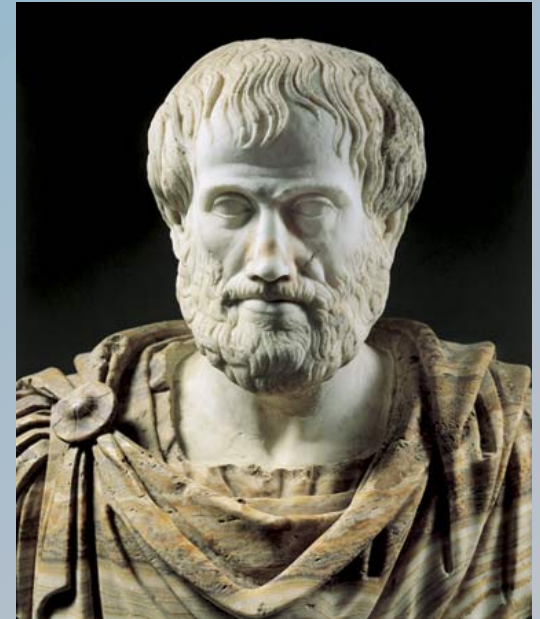
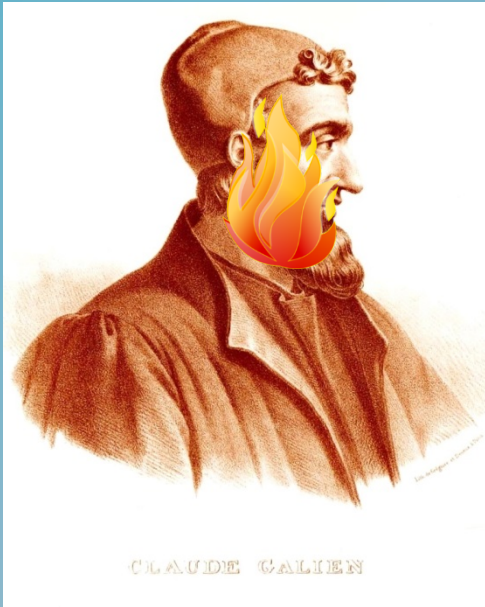
Emisijska teorija



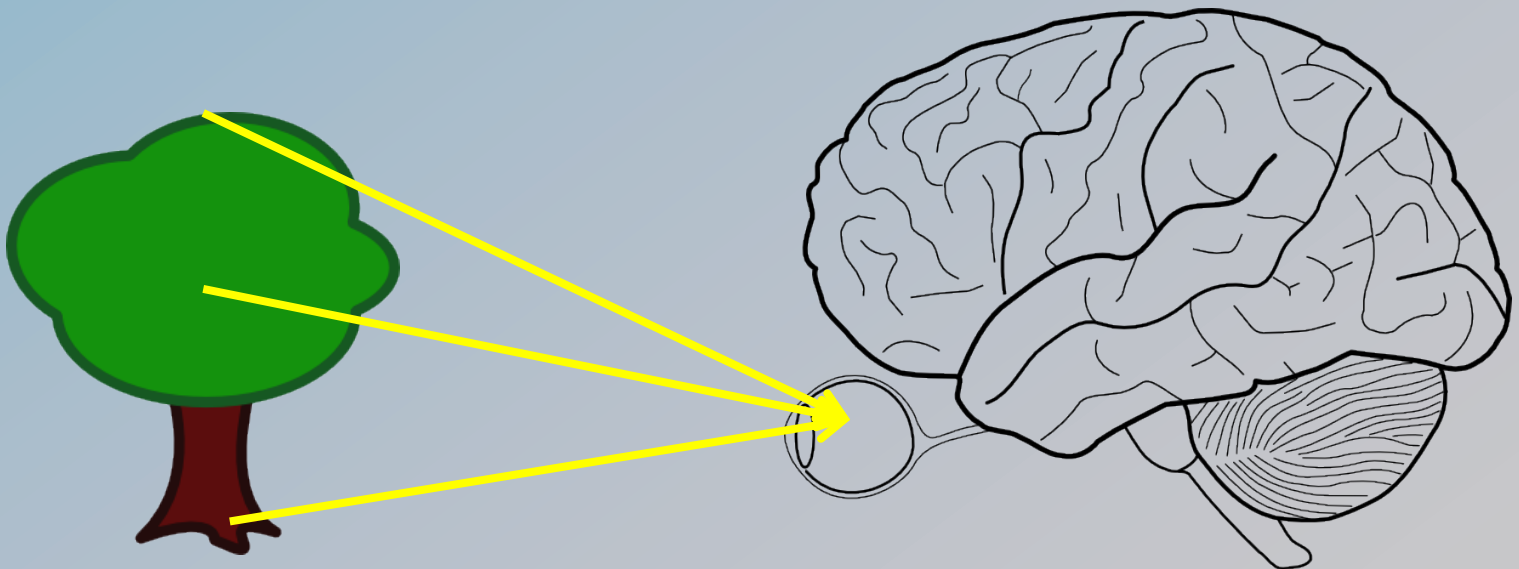
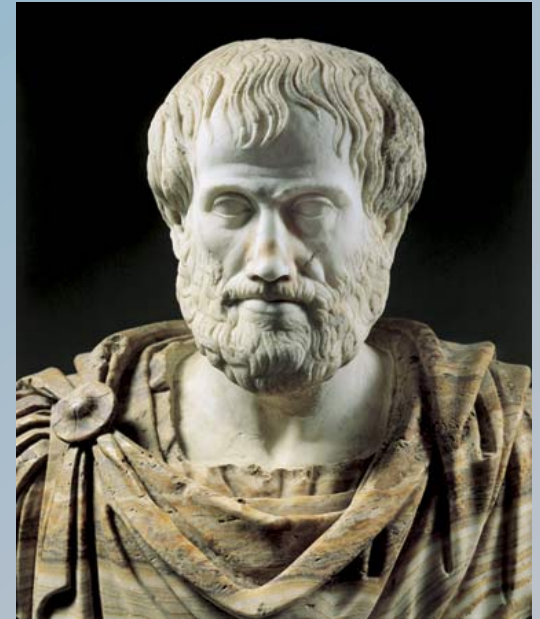
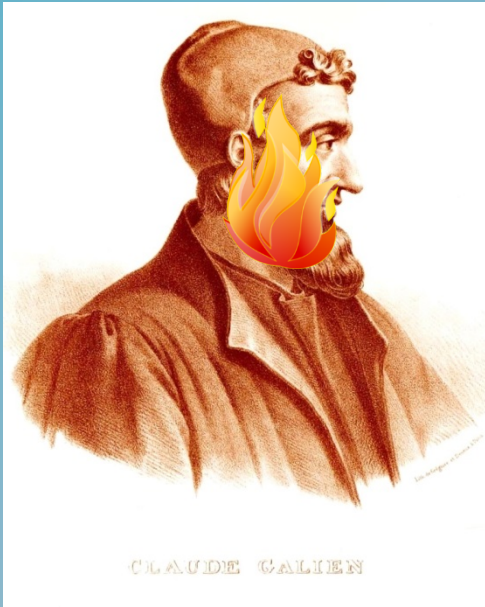
Emisijska teorija



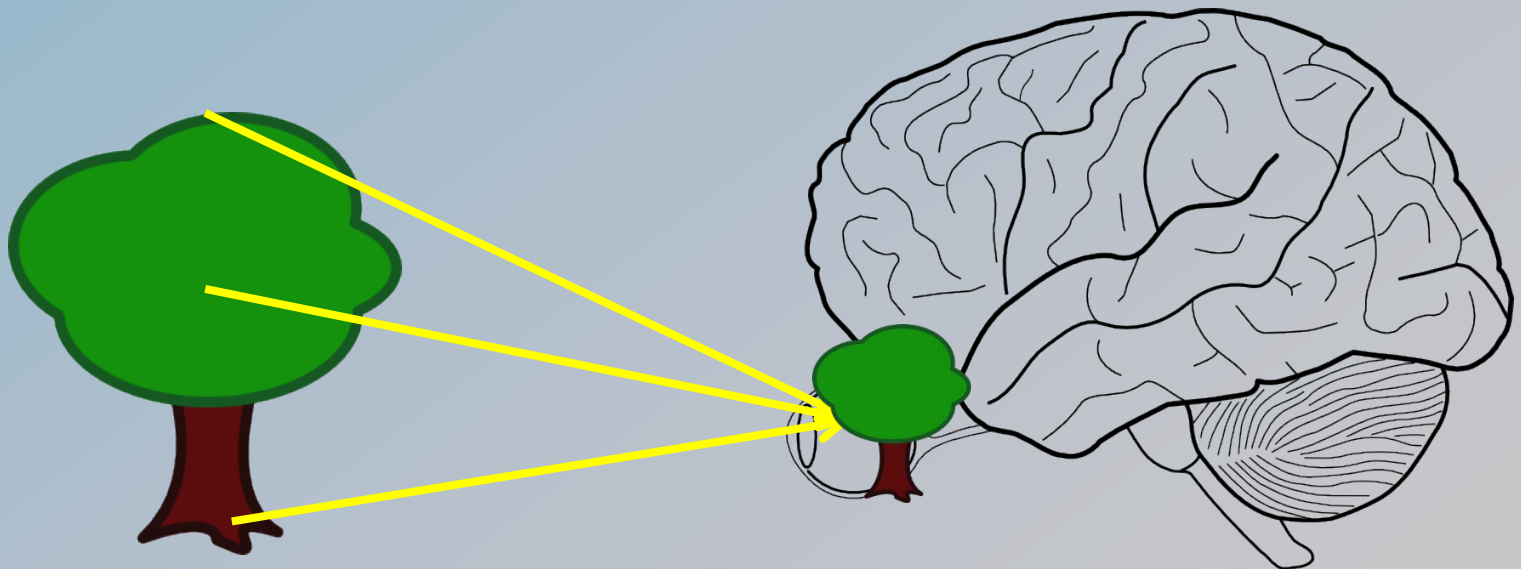
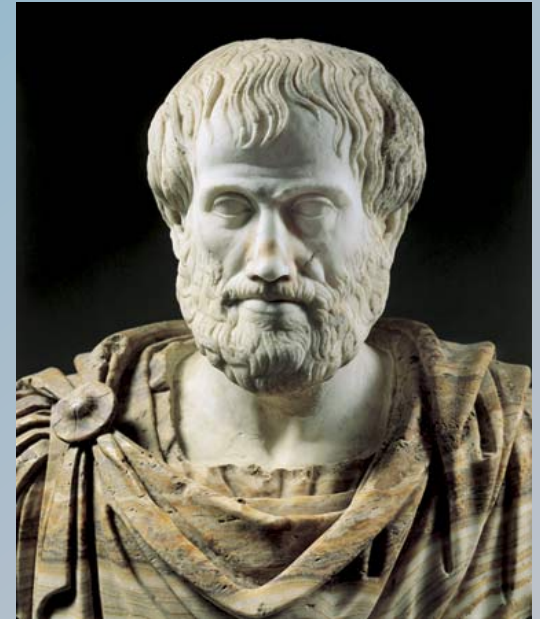
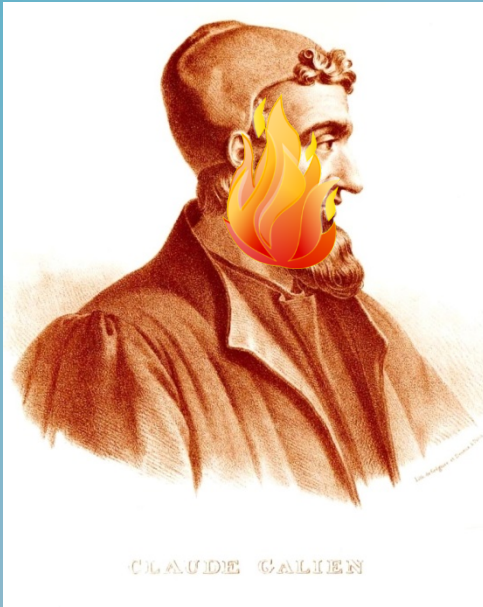
Intrromisijska teorija

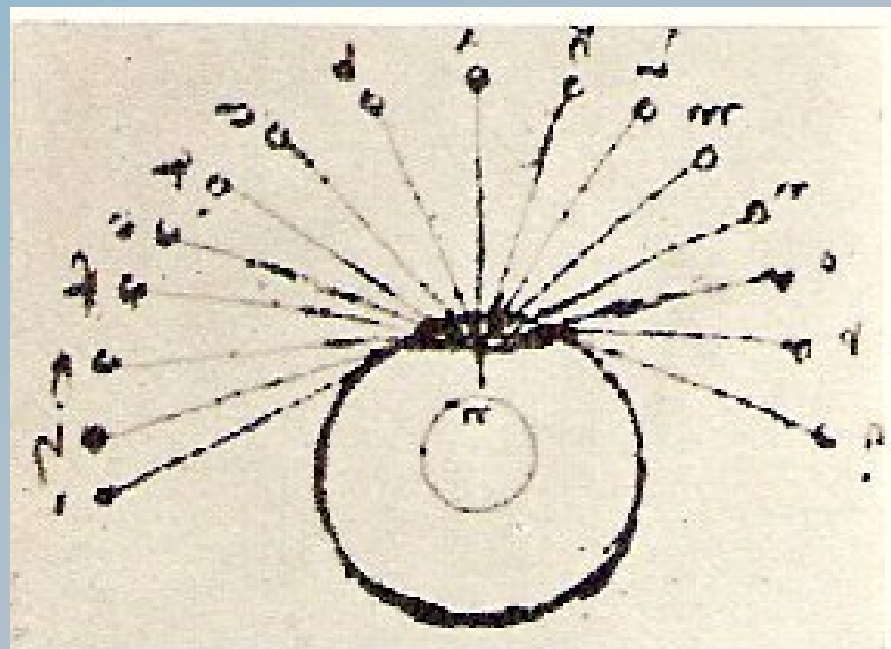


Intrromisijska teorija



Intrromisijska teorija





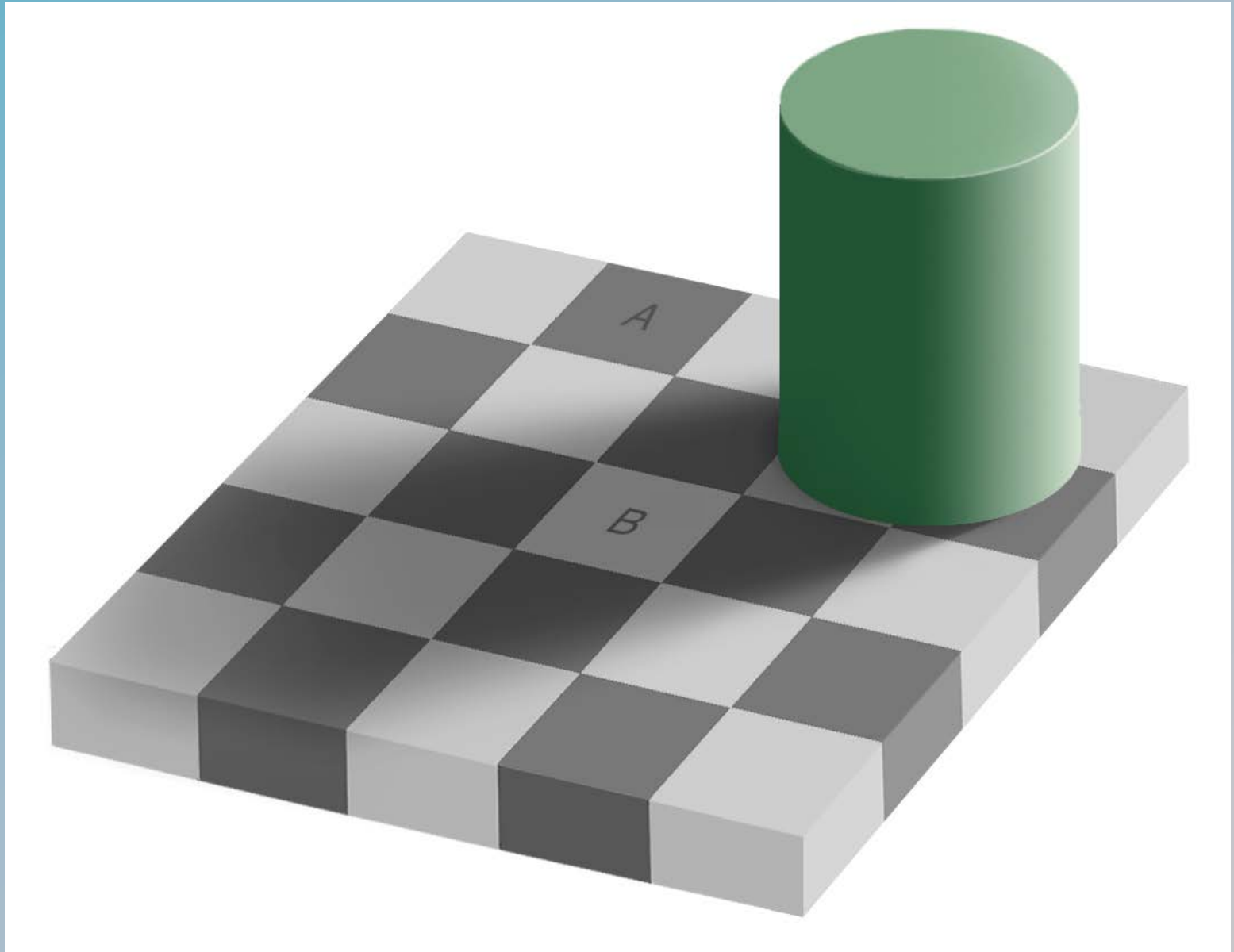
**Jasen in razločen vid je mogoč le na
*centralni liniji.***

Hermann von Helmholtz (1821 – 1894)

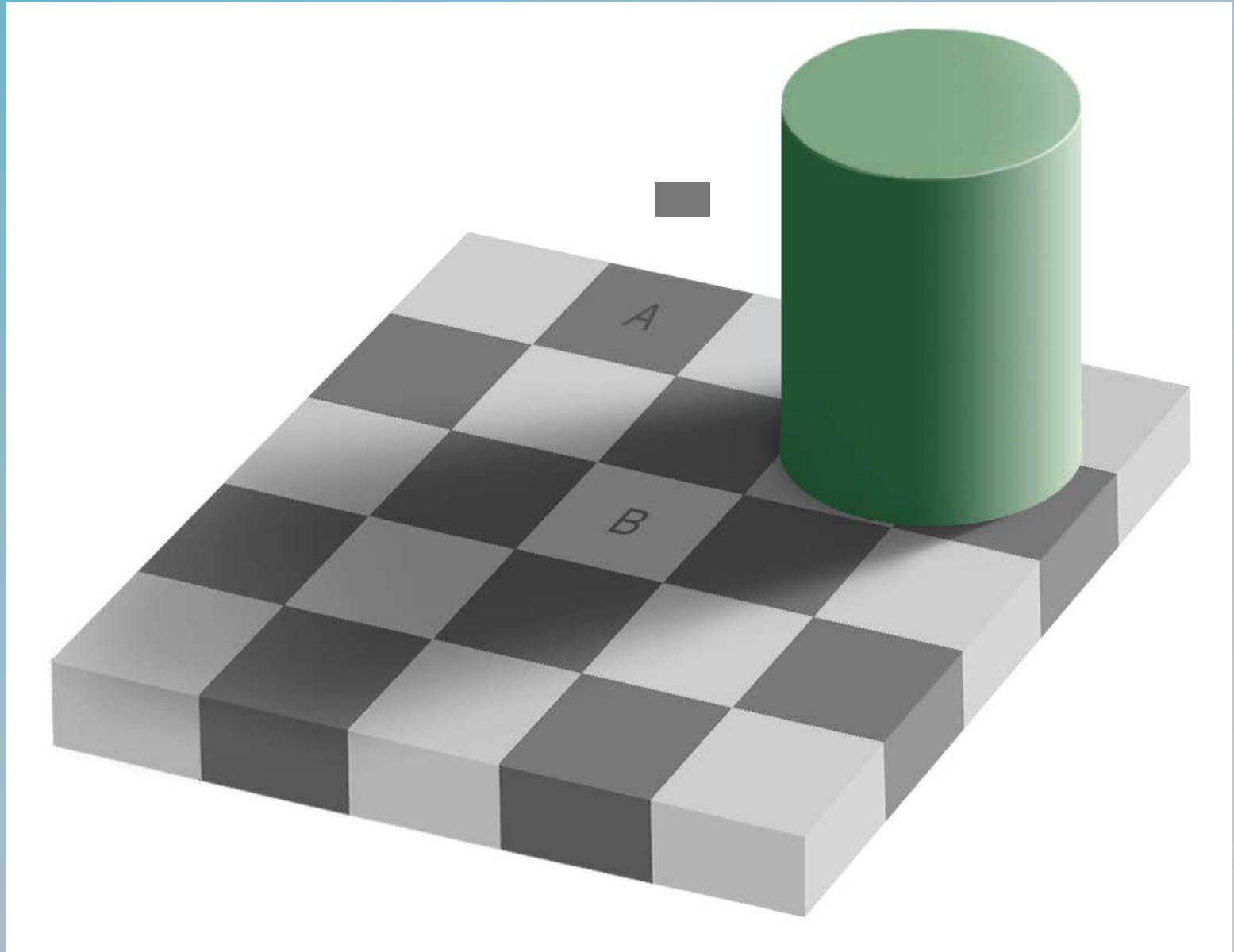


**Oko samo po sebi ni dovolj za vidno zaznavo –
ta je rezultat *nezavednega sklepanja*.**

Checker shadow illusion



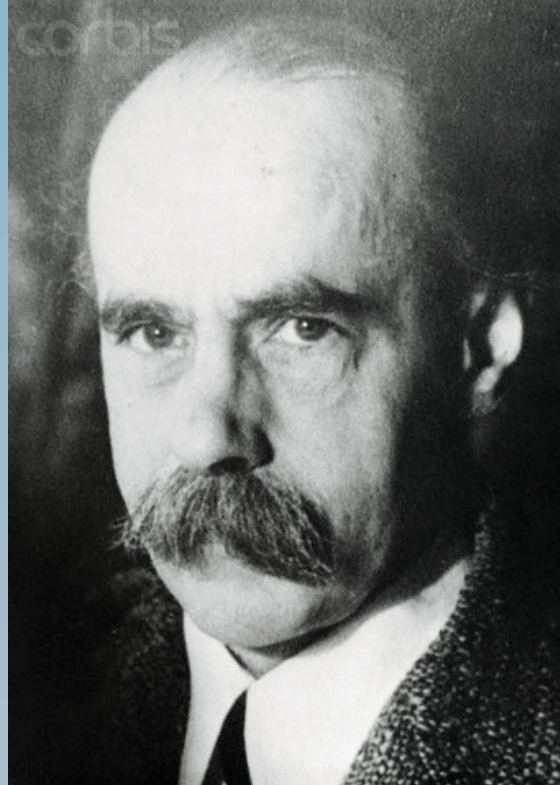
Checker shadow illusion



Kurt Koffka
1886 – 1941



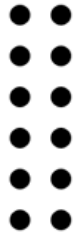
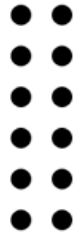
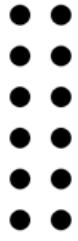
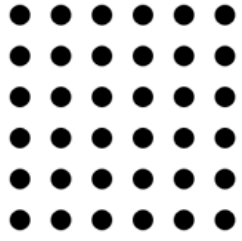
Max Wertheimer
1880 – 1943

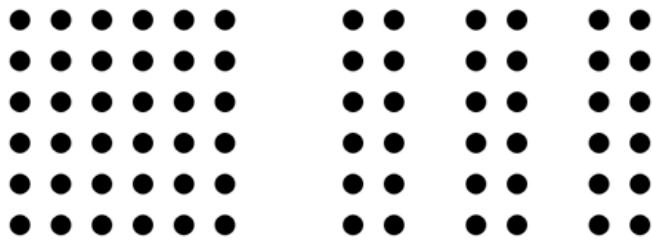


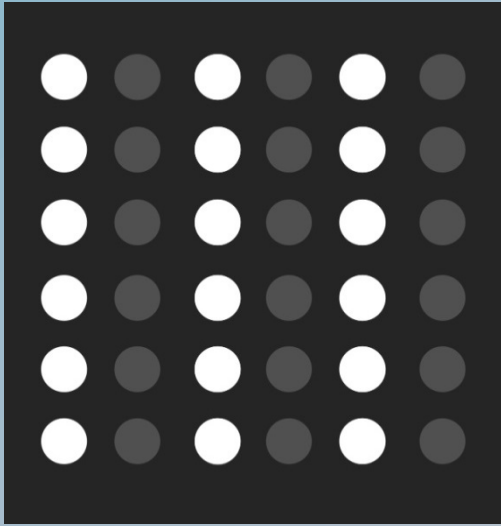
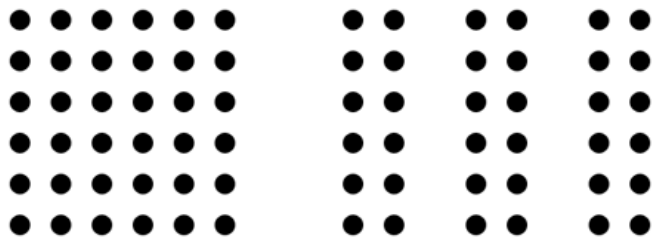
Wolfgang Köhler
1887 – 1967

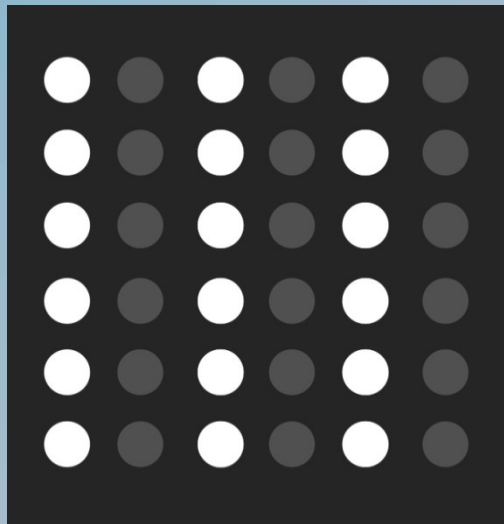
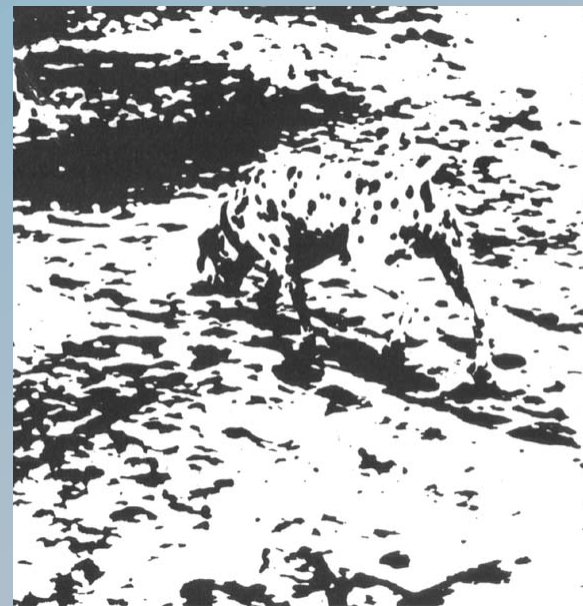
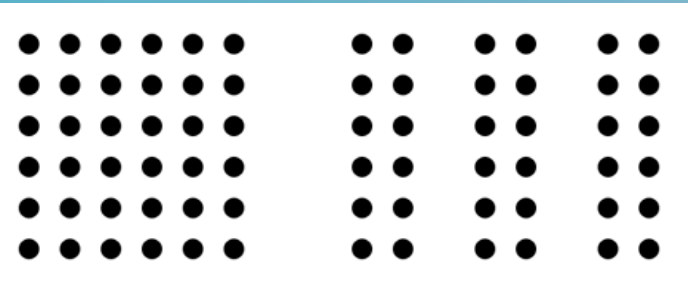


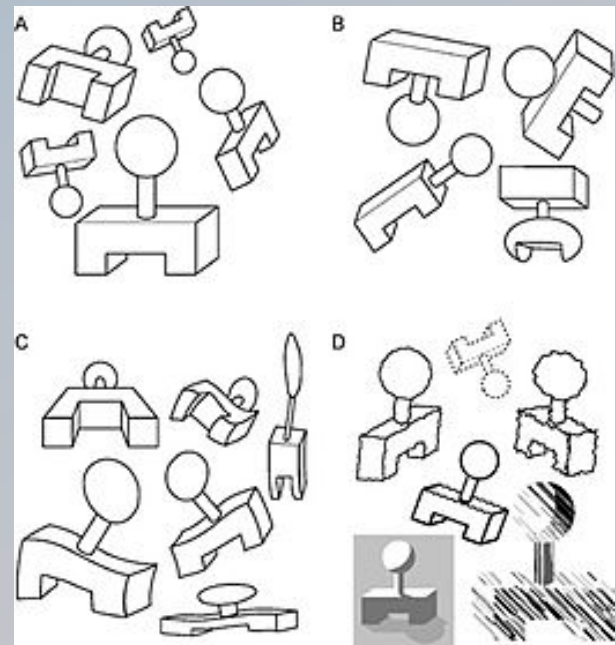
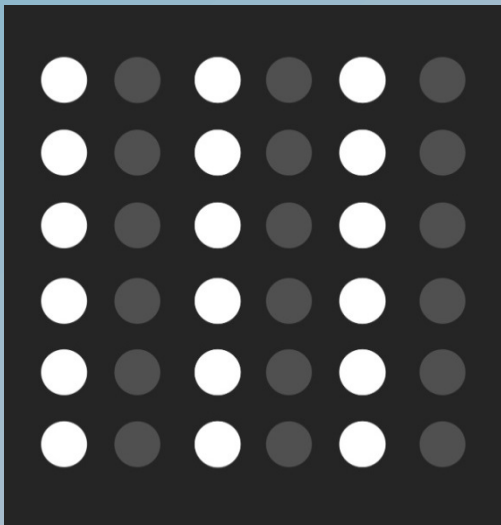
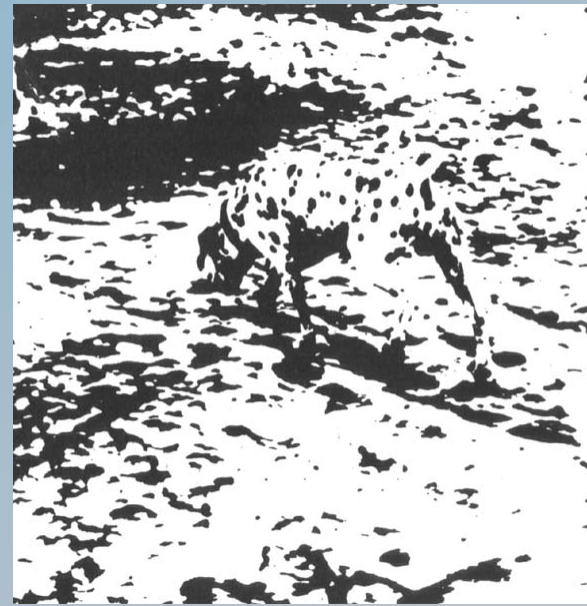
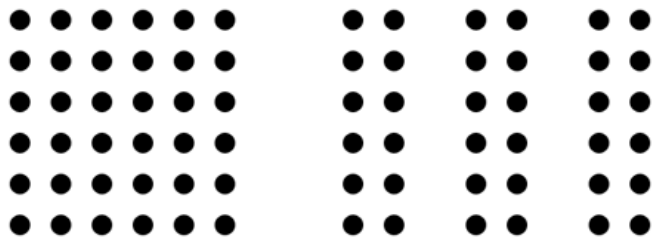
Možgani kreirajo vidni svet po posebnih zakonih organizacije.

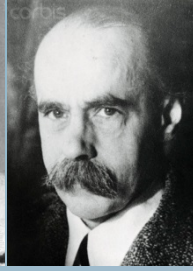
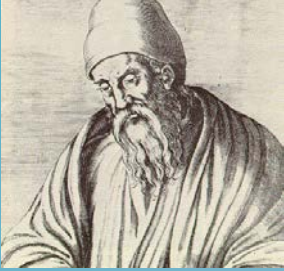










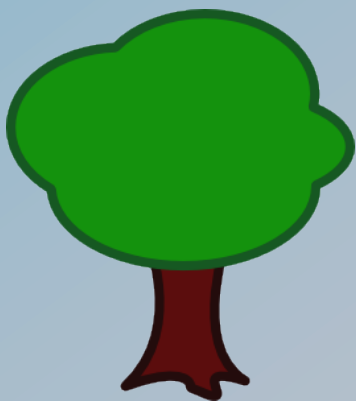




Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način

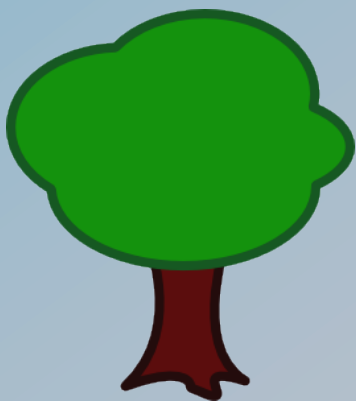


Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način



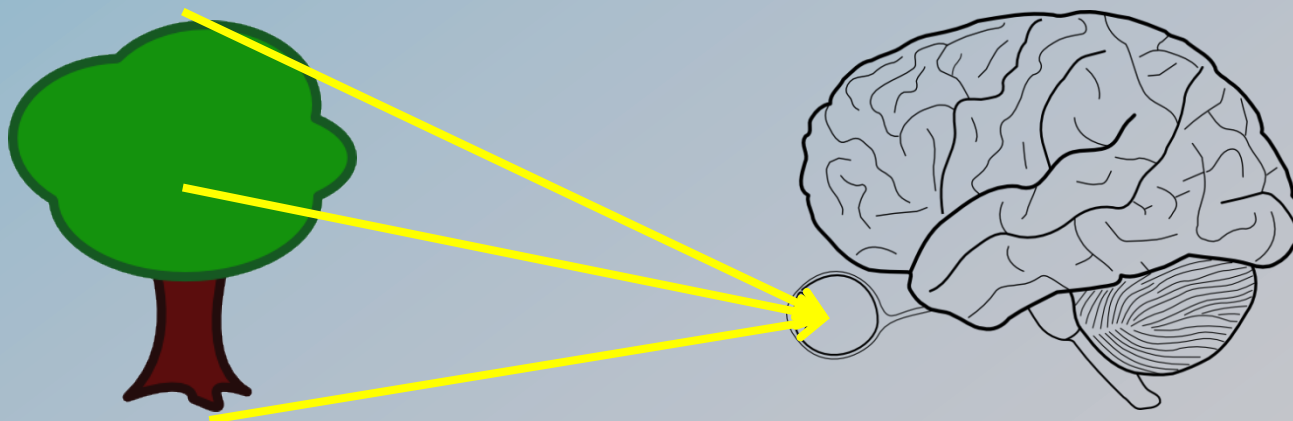


Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način



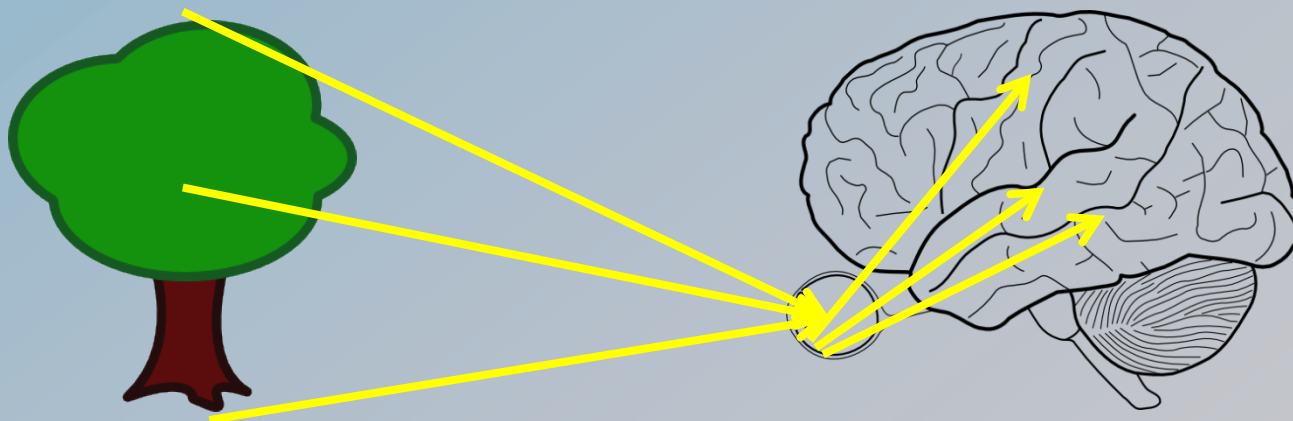


Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način



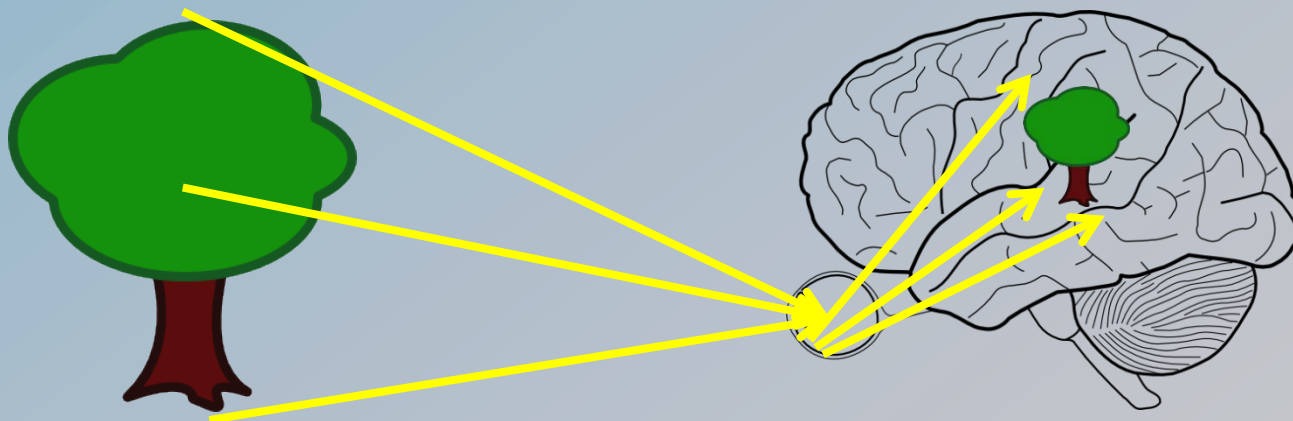


Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način



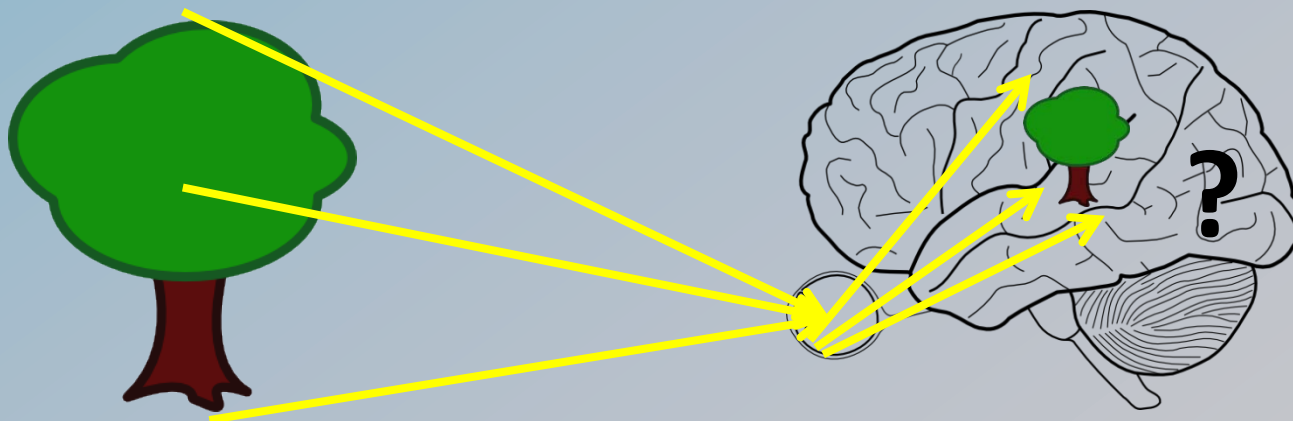


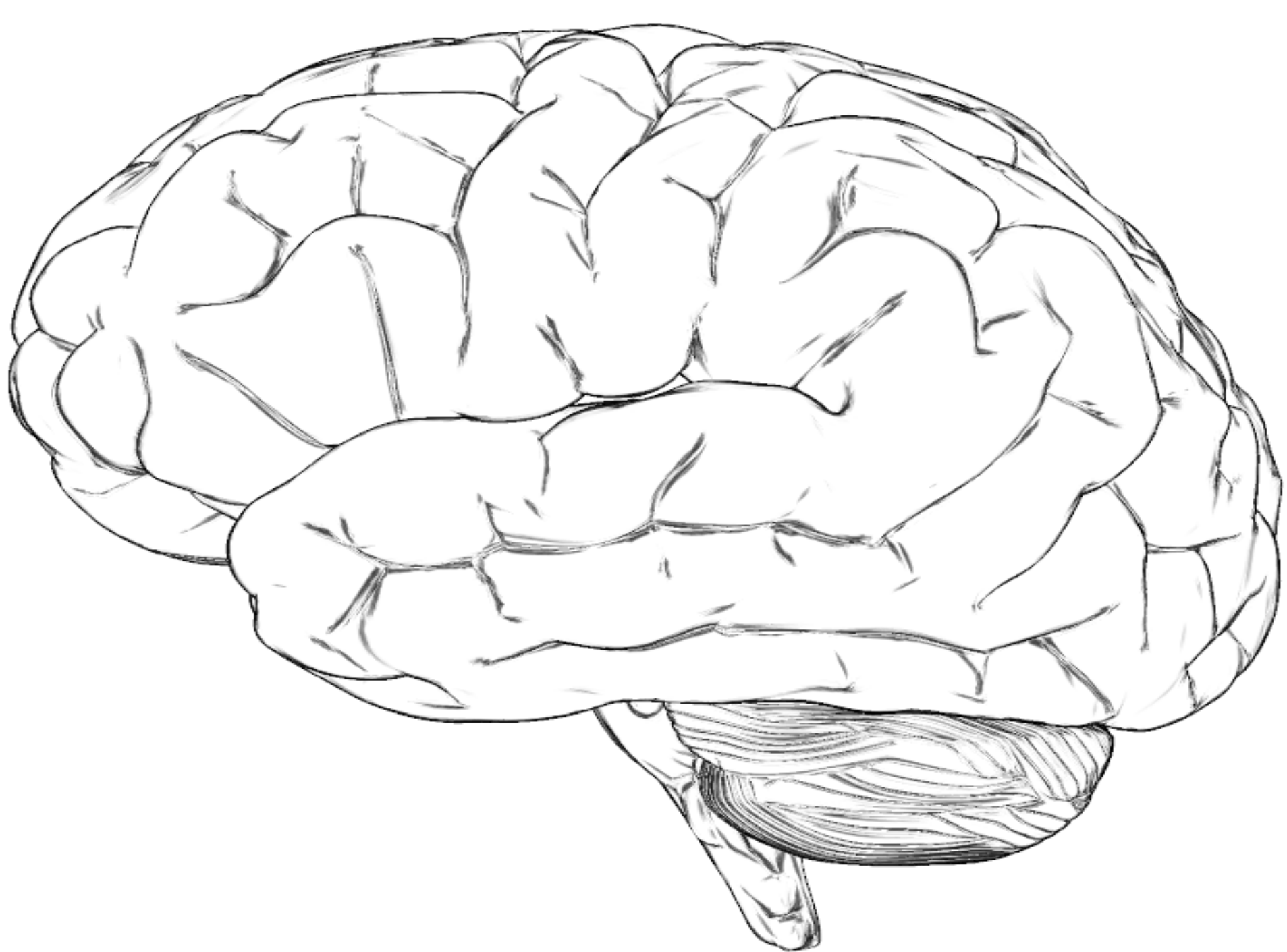
Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način

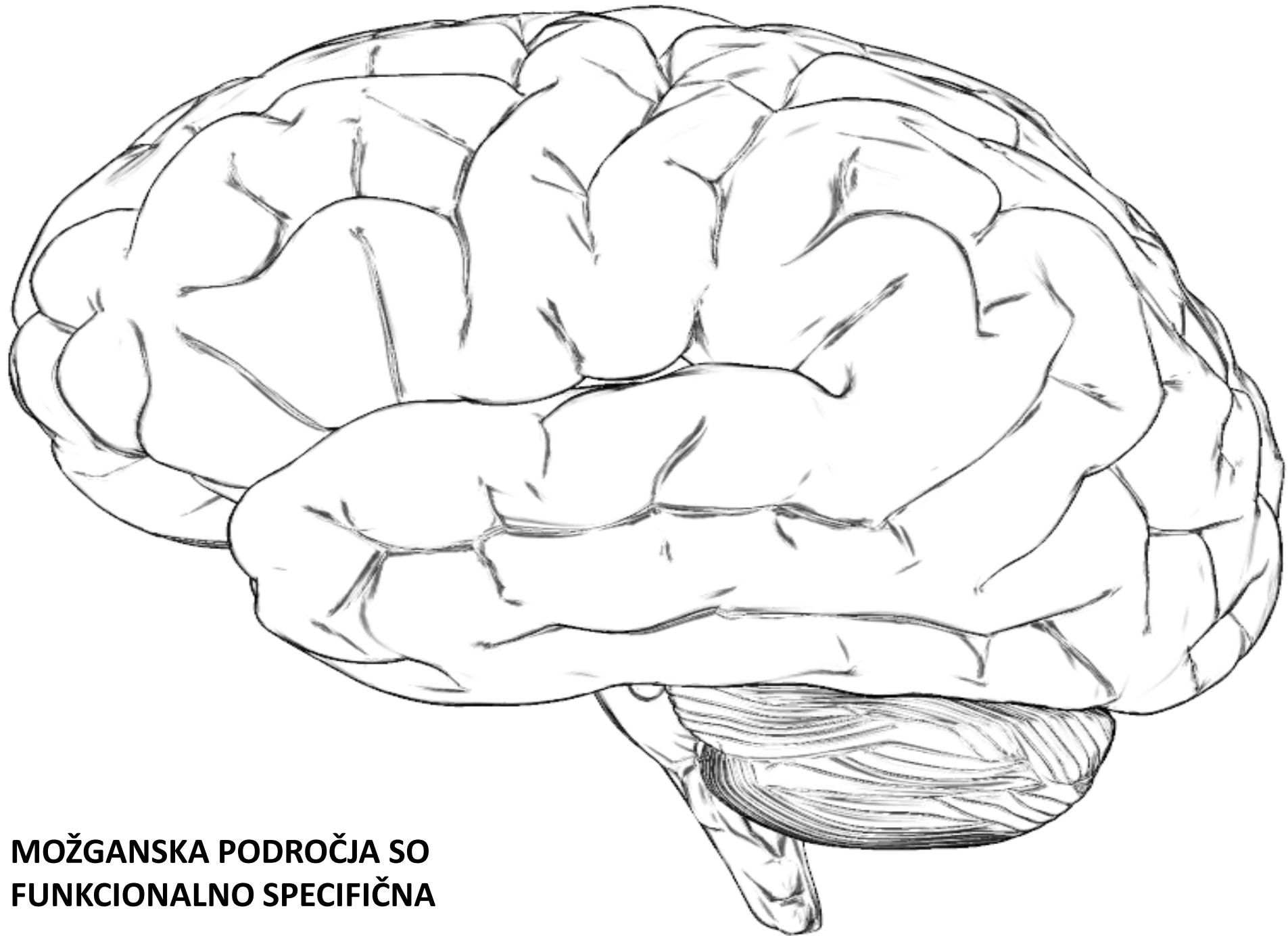




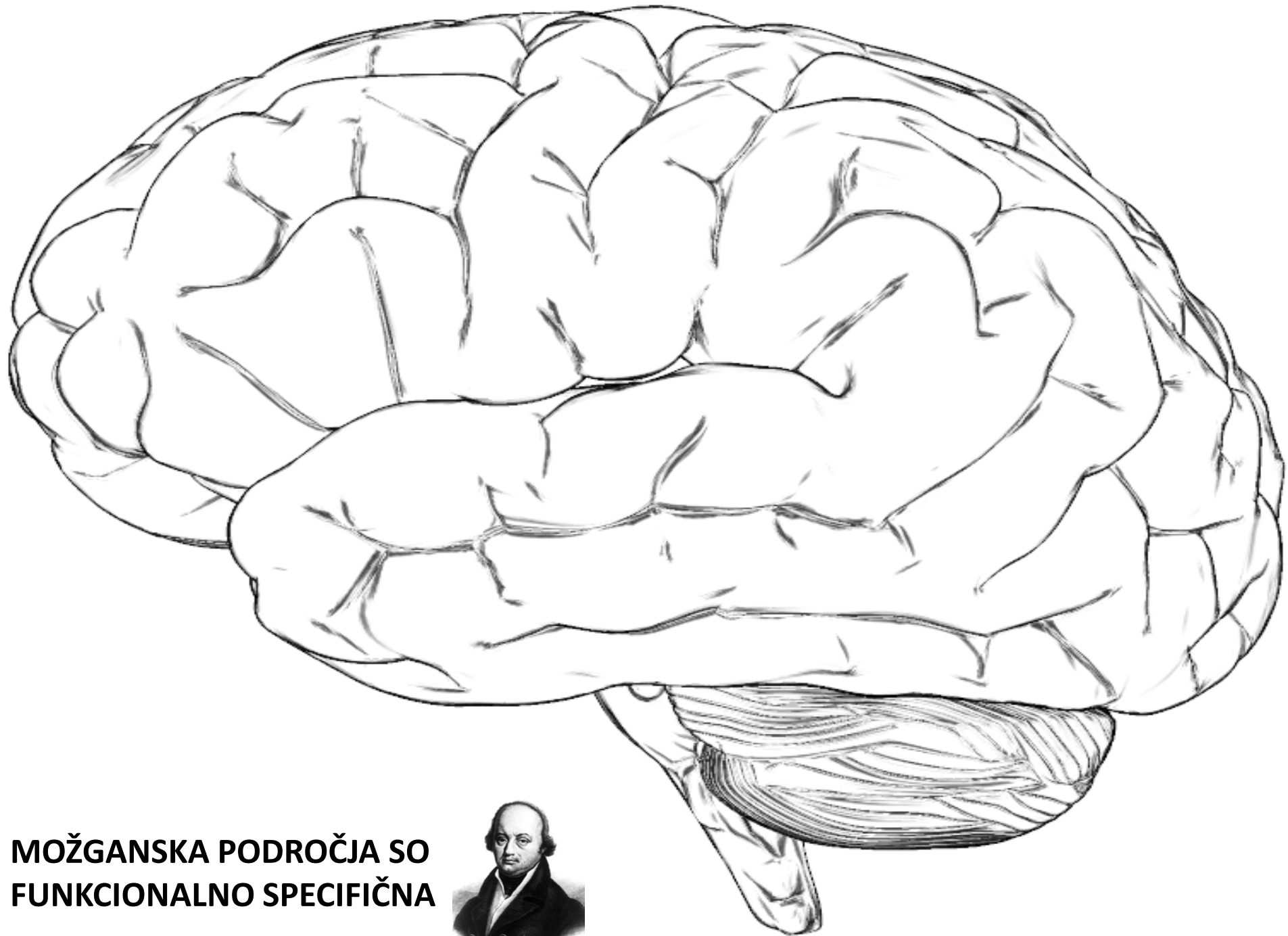
Svetloba, ki se preslika od predmetov do očesa (ta ima optične kvalitete), predstavlja vhodne podatke za vidno zaznavo. Vidno zaznavanje je več kot zgolj oko; temelji na naših vrojenih predpostavkah o svetu ter zakonih organizacije, ki svet organizirajo na smiseln in urejen način







**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**



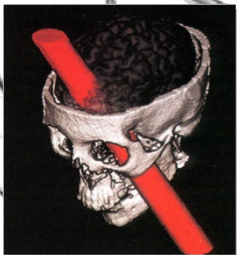
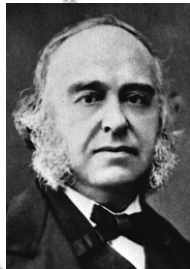
**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**



**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





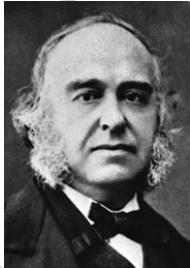
**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**





*Hermann
Munk*

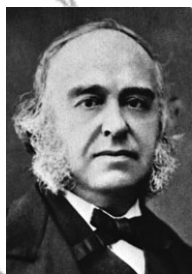


MOŽGANSKA PODROČJA SO FUNKCIONALNO SPECIFIČNA



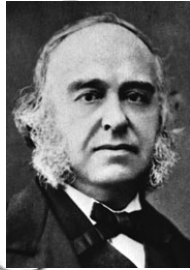


Hermann Munk



MOŽGANSKA PODROČJA SO FUNKCIONALNO SPECIFIČNA

**ZA PROCESIRANJE VIDNIH
INFORMACIJ
KLJUČNE
POSTERIORNE
STRUKTURE**

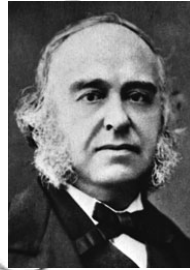


*Hermann
Munk*



**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**

**ZA PROCESIRANJE VIDNIH
INFORMACIJ
KLJUČNE
POSTERIORNE
STRUKTURE**

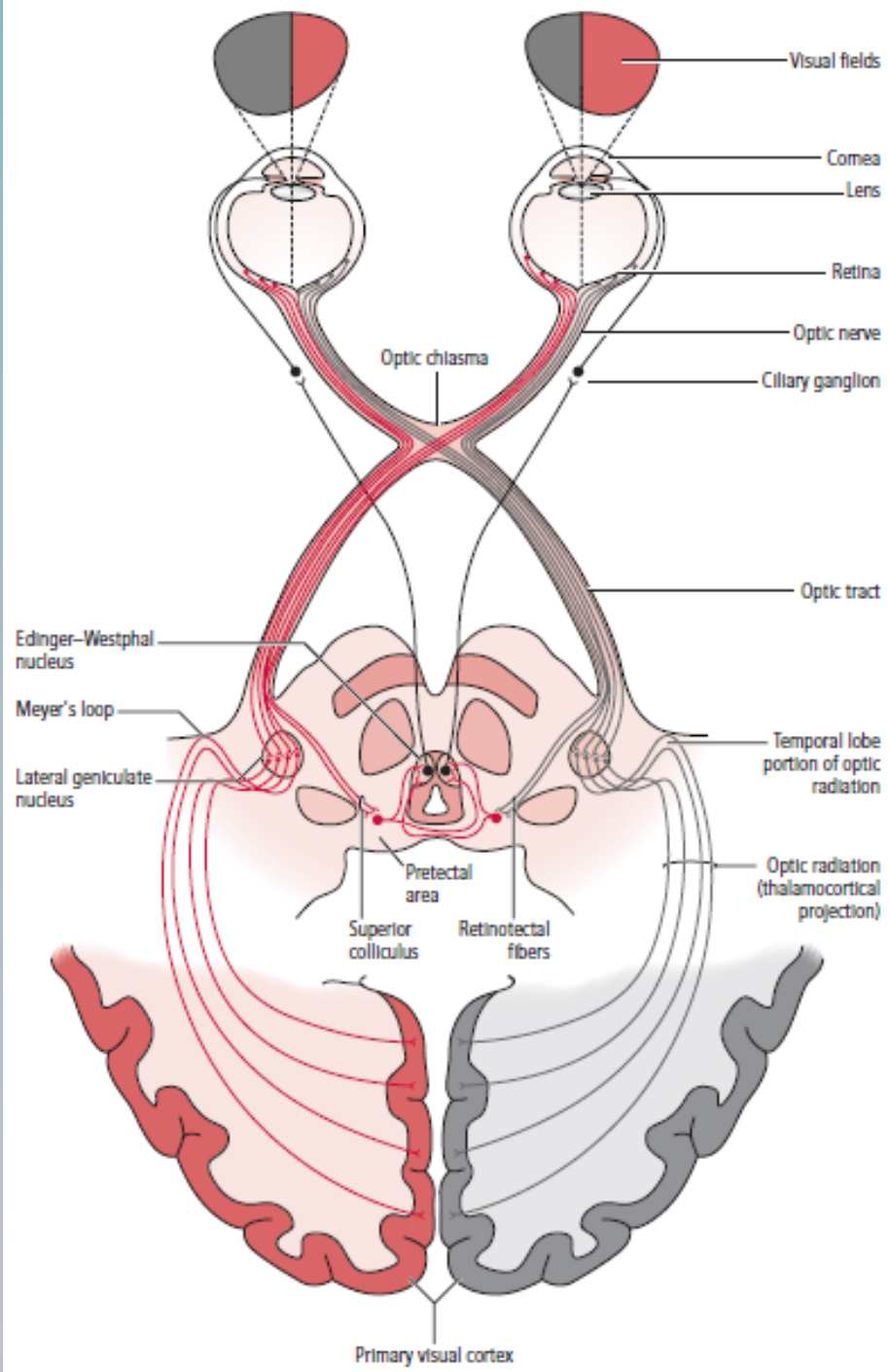


*Hermann
Munk*

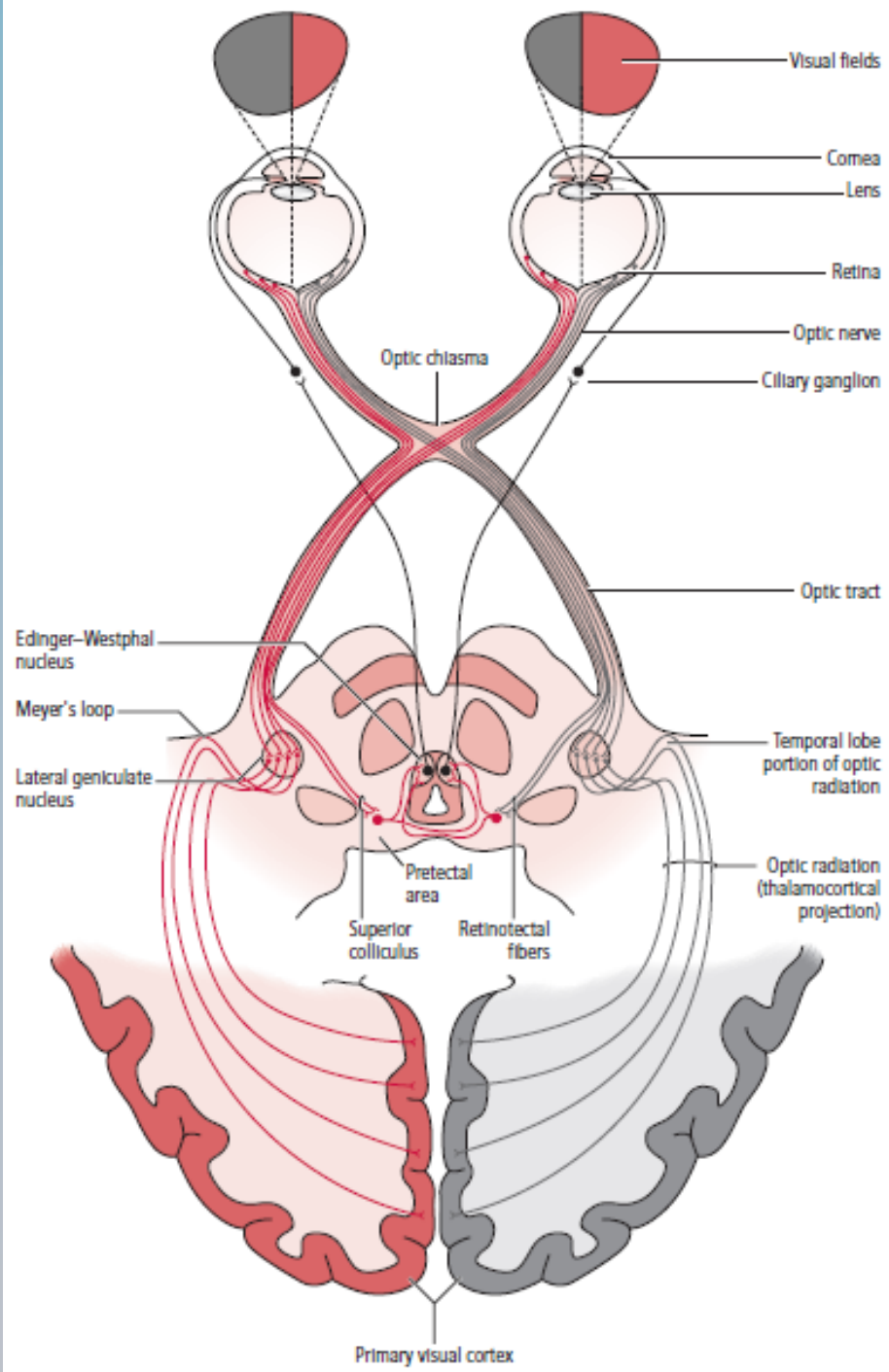


**MOŽGANSKA PODROČJA SO
FUNKCIONALNO SPECIFIČNA**

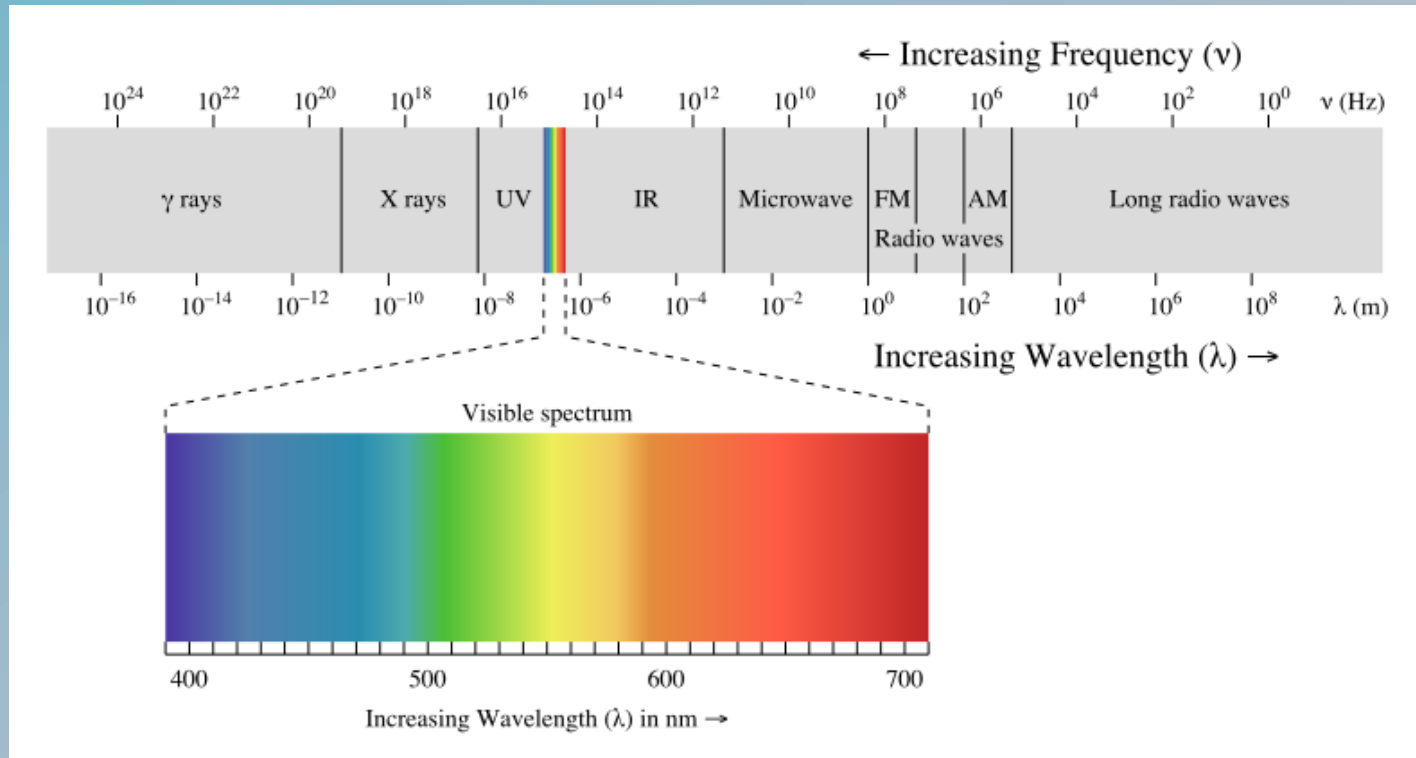
**ZA VID JE V
MOŽGANIH
SPECIALIZIRANIH
VEČ KOT 30 PODROČIJ
(FELLEMAN IN VAN ESSEN, 1991)**



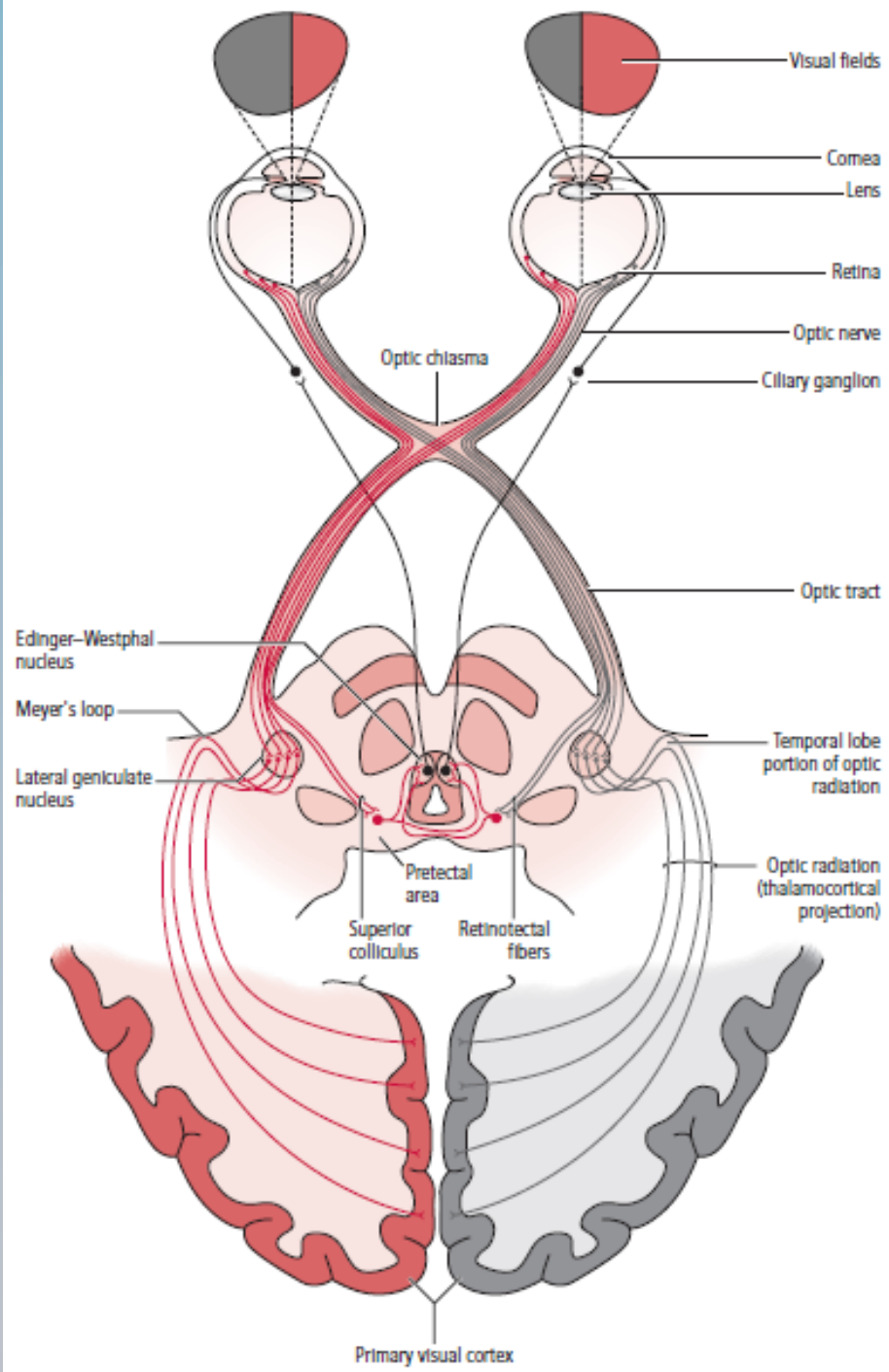
FOTORECEPTORJI V RETINI OBČUTLJIVI NA SVETLOBO



ELEKTROMAGNETNI SPEKTER

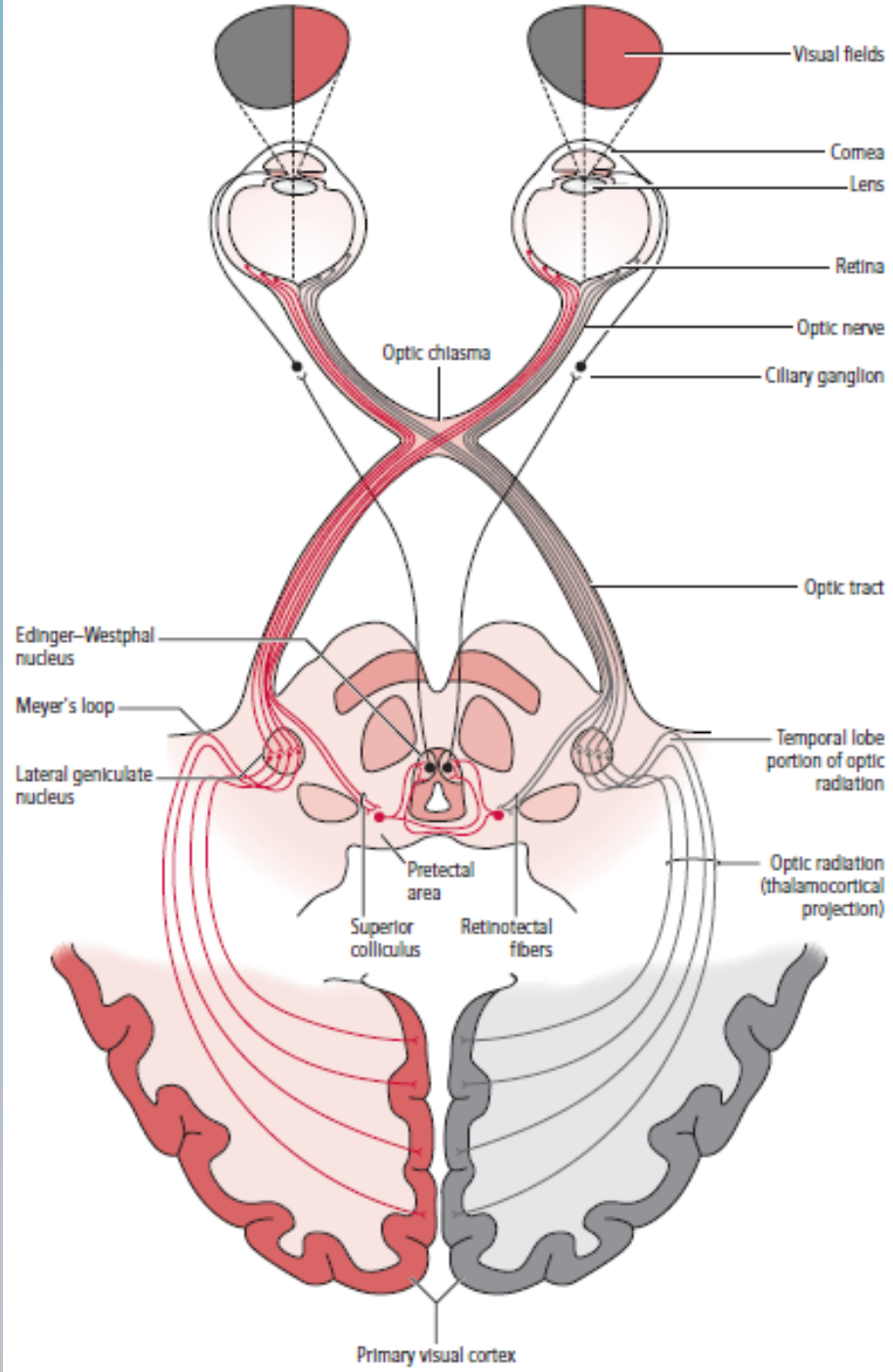


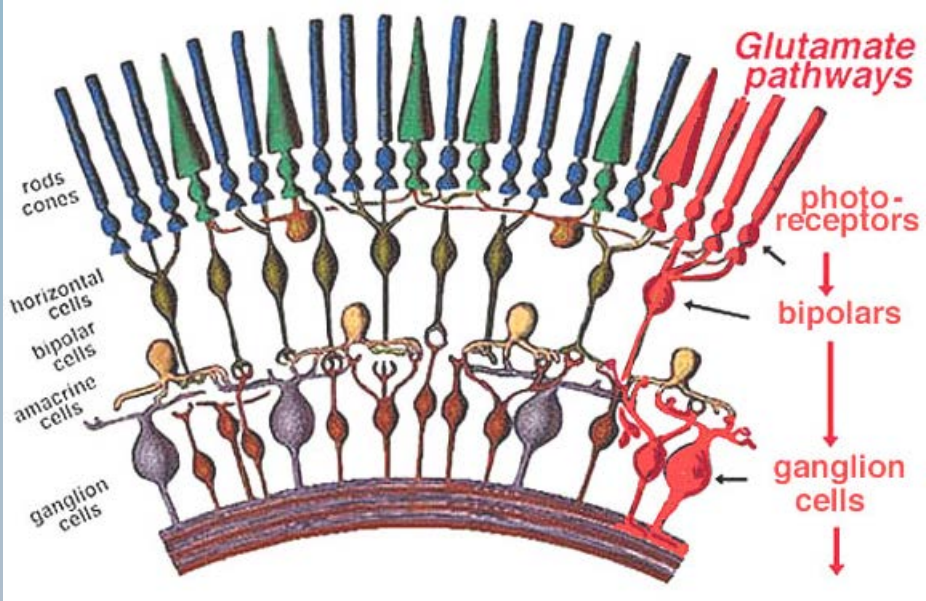
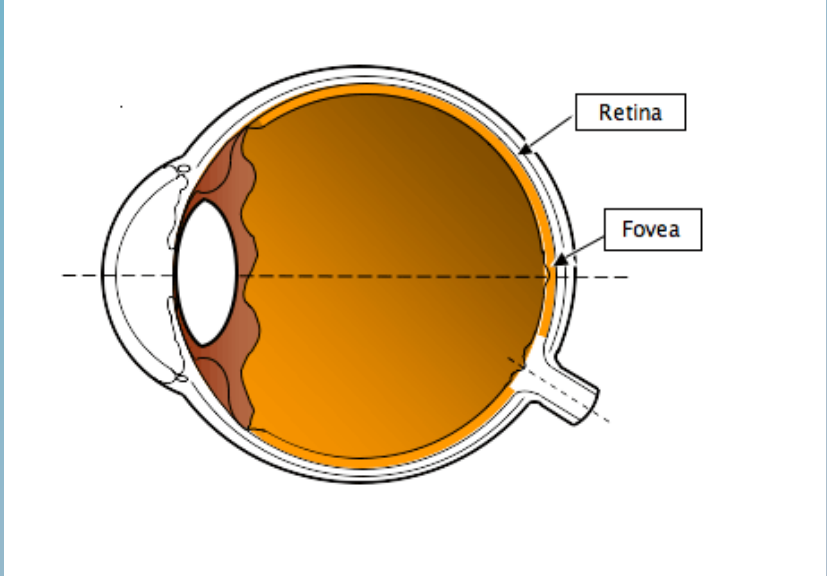
FOTORECEPTORJI V RETINI OBČUTLJIVI NA SVETLOBO



FOTORECEPTORJI V RETINI OBČUTLJIVI NA SVETLOBO

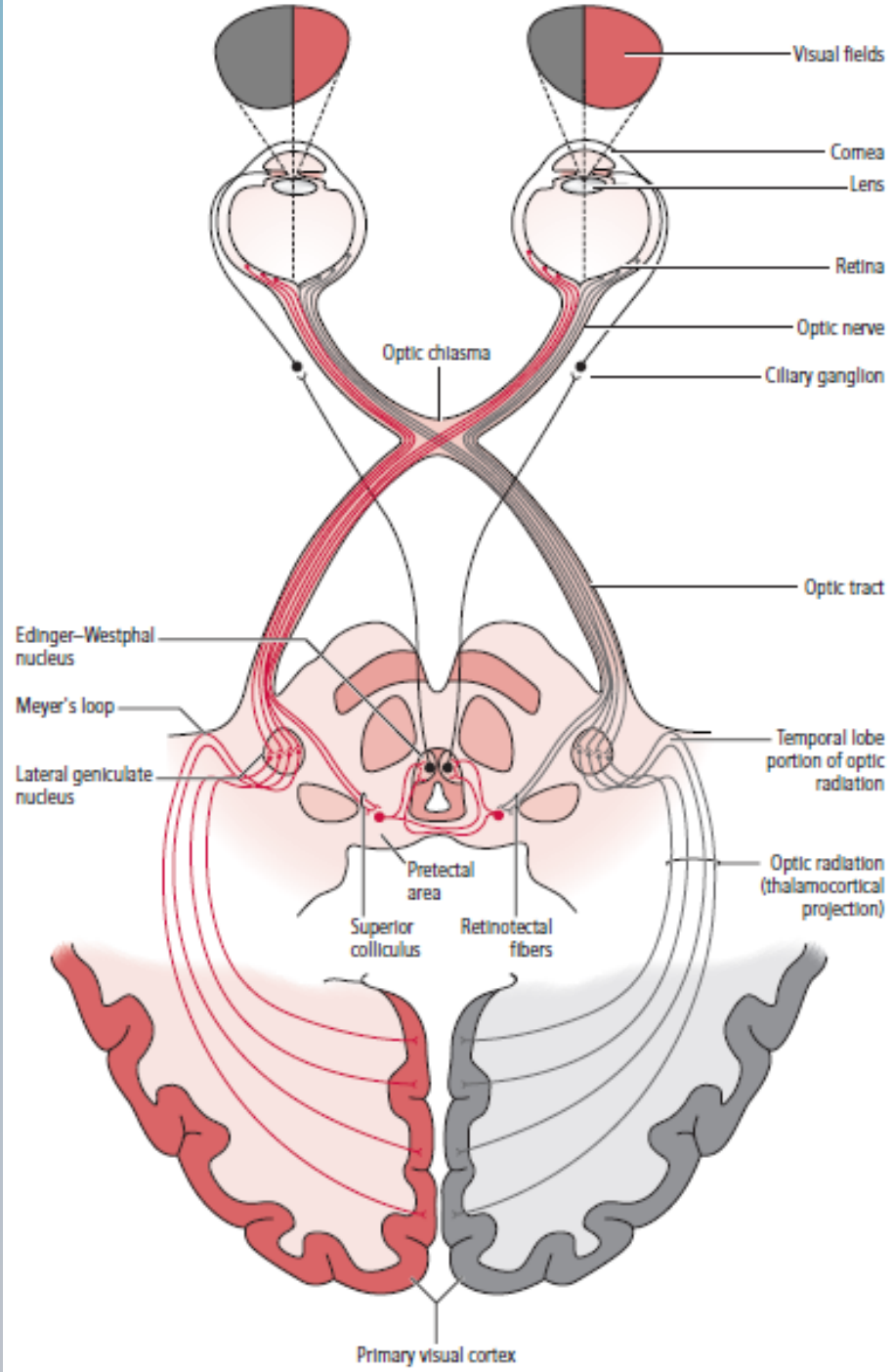
RETINA USTVARJA SLIKO ZUNANJEGA SVETA





FOTORECEPTORJI V RETINI OBČUTLJIVI NA SVETLOBO

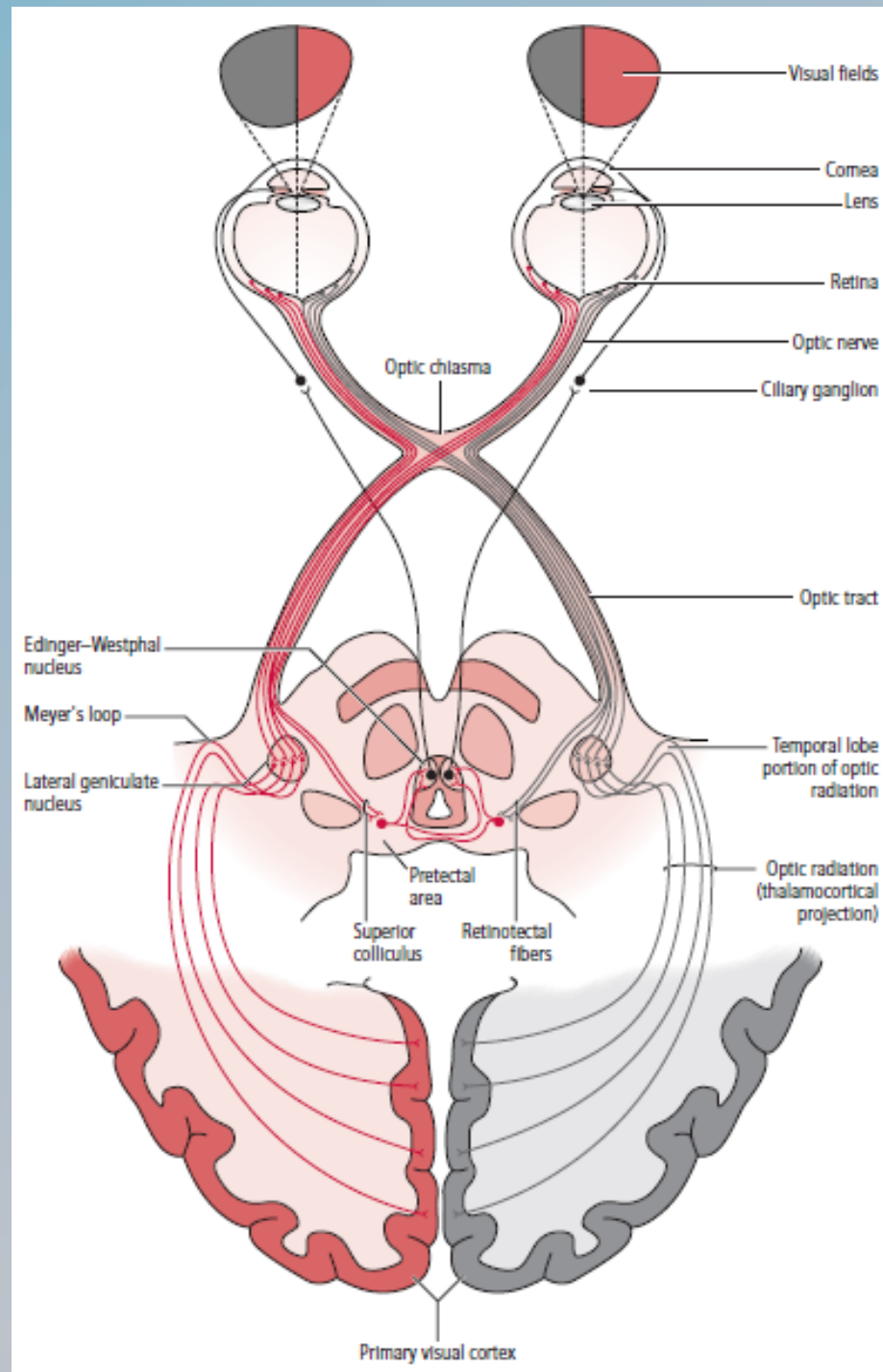
RETINA USTVARJA SLIKO ZUNANJEGA SVETA



**FOTORECEPTORJI V RETINI
OBČUTLJIVI NA SVETLOBO**

**RETINA USTVARJA SLIKO
ZUNANJEGA SVETA**

**INFORMACIJE SE PRENAŠAJO IZ
RETINE PO OPTIČNEM ŽIVCU
PROTI MOŽGANOM**

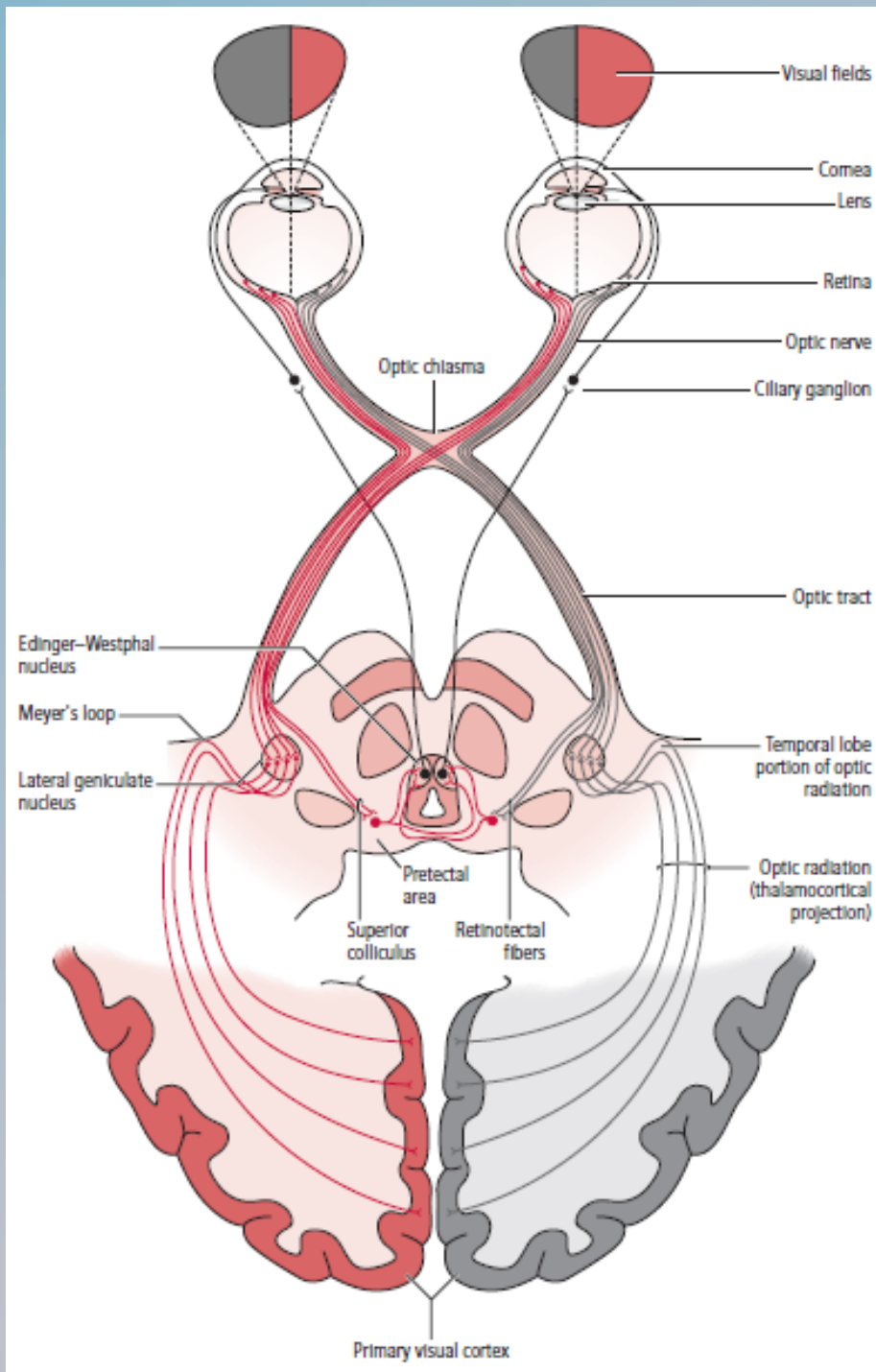


**FOTORECEPTORJI V RETINI
OBČUTLJIVI NA SVETLOBO**

**RETINA USTVARJA SLIKO
ZUNANJEGA SVETA**

**INFORMACIJE SE PRENAŠAJO IZ
RETINE PO OPTIČNEM ŽIVCU
PROTI MOŽGANOM**

**KRIŽANJE INFORMACIJ POTEKA V
OPTIČNI KIAZMI**



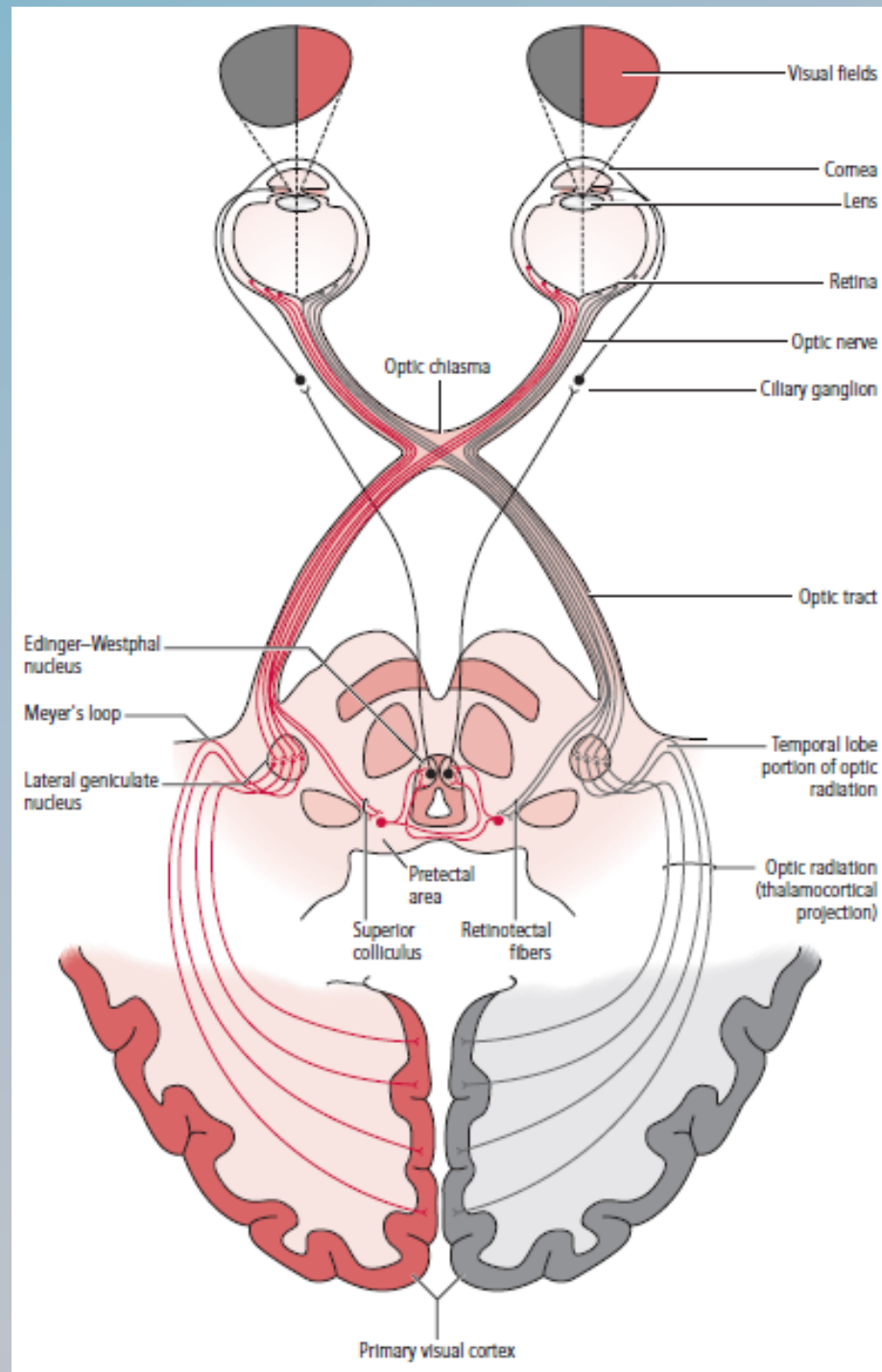
**FOTORECEPTORJI V RETINI
OBČUTLJIVI NA SVETLOBO**

**RETINA USTVARJA SLIKO
ZUNANJEGA SVETA**

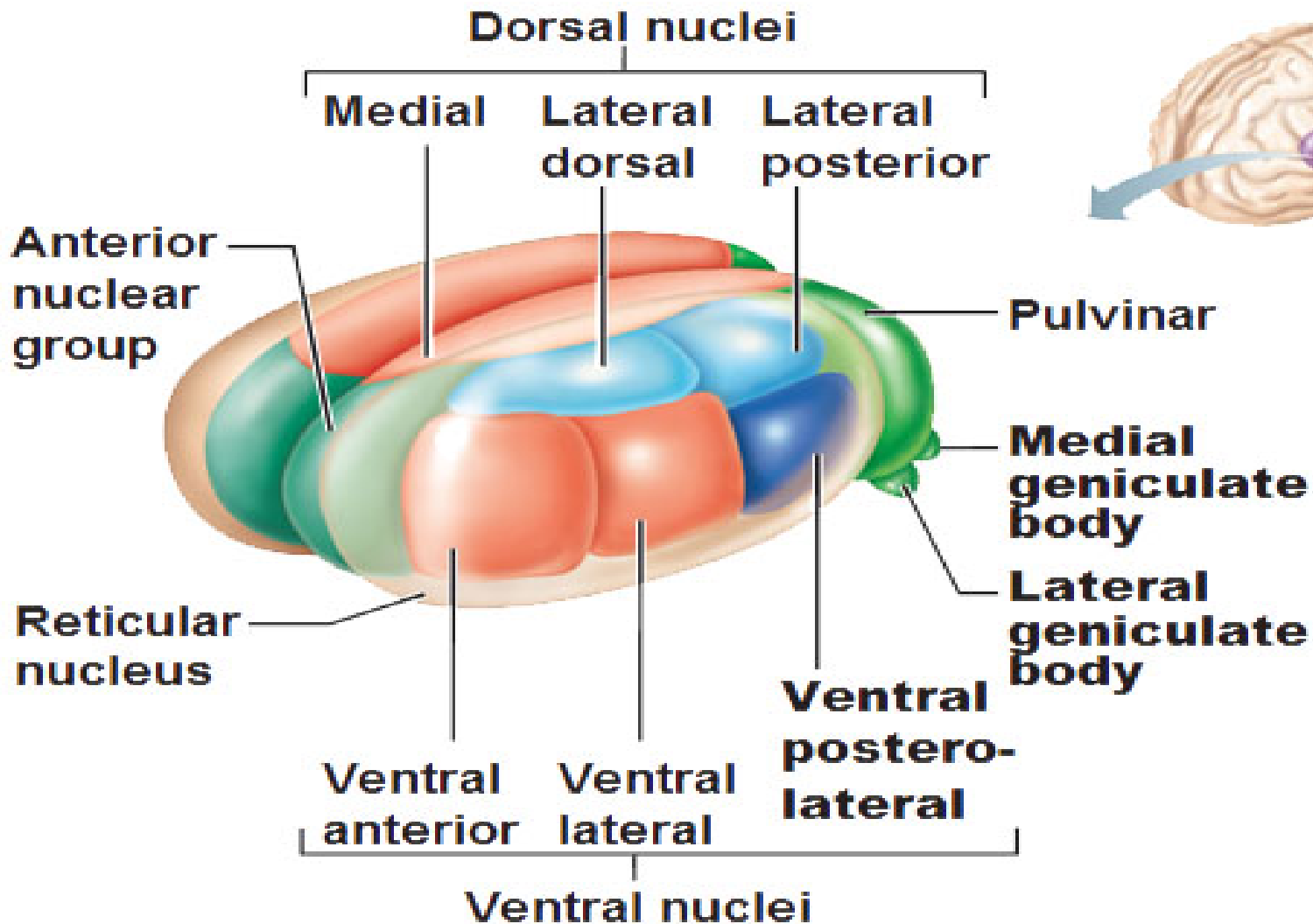
**INFORMACIJE SE PRENAŠAJO IZ
RETINE PO OPTIČNEM ŽIVCU
PROTI MOŽGANOM**

**KRIŽANJE INFORMACIJ POTEKA V
OPTIČNI KIAZMI**

**PO OPTIČNEM TRAKTU PRIDEJO
INFORMACIJE V LGN (KJE?, KAJ?)**

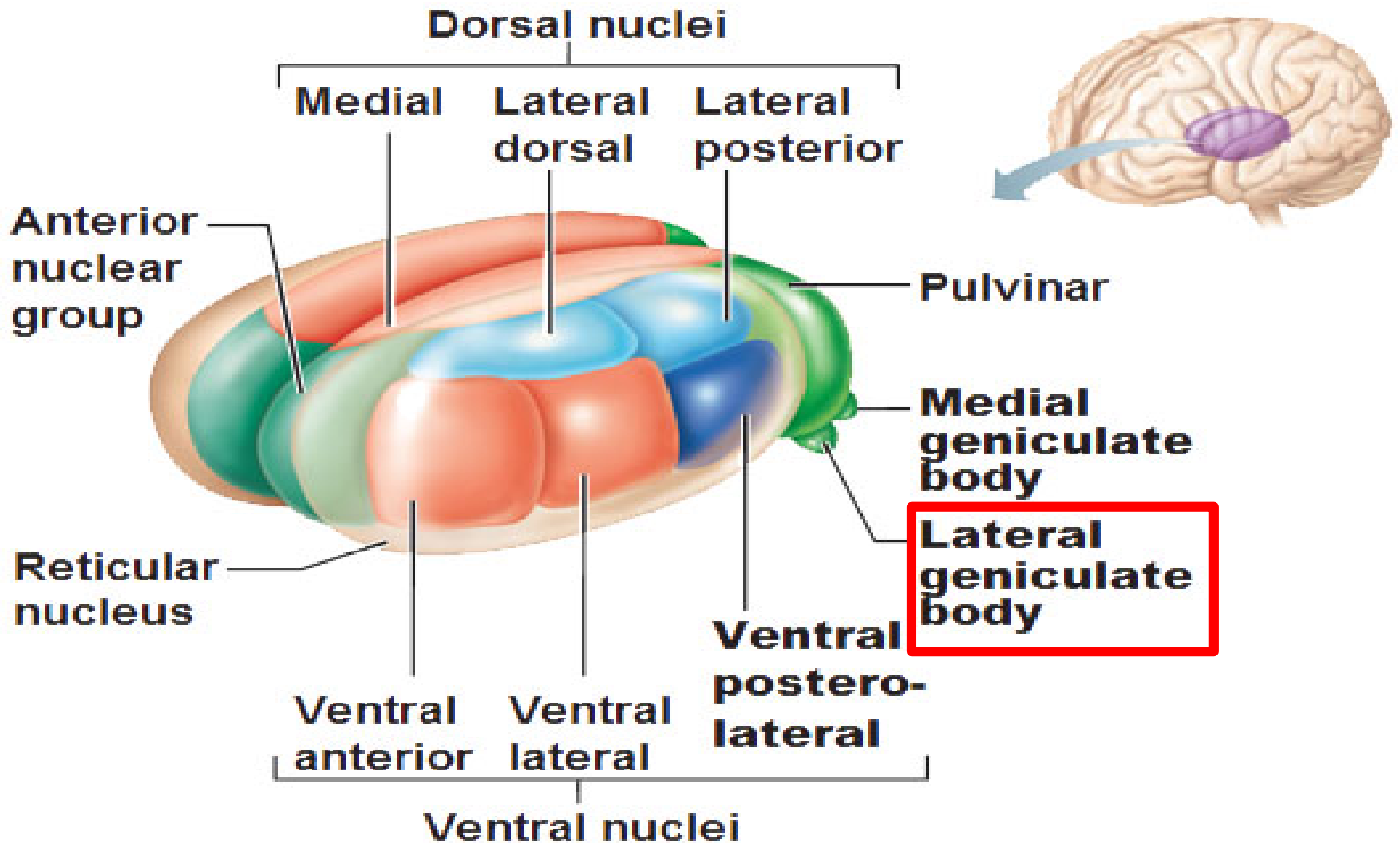


Thalamus



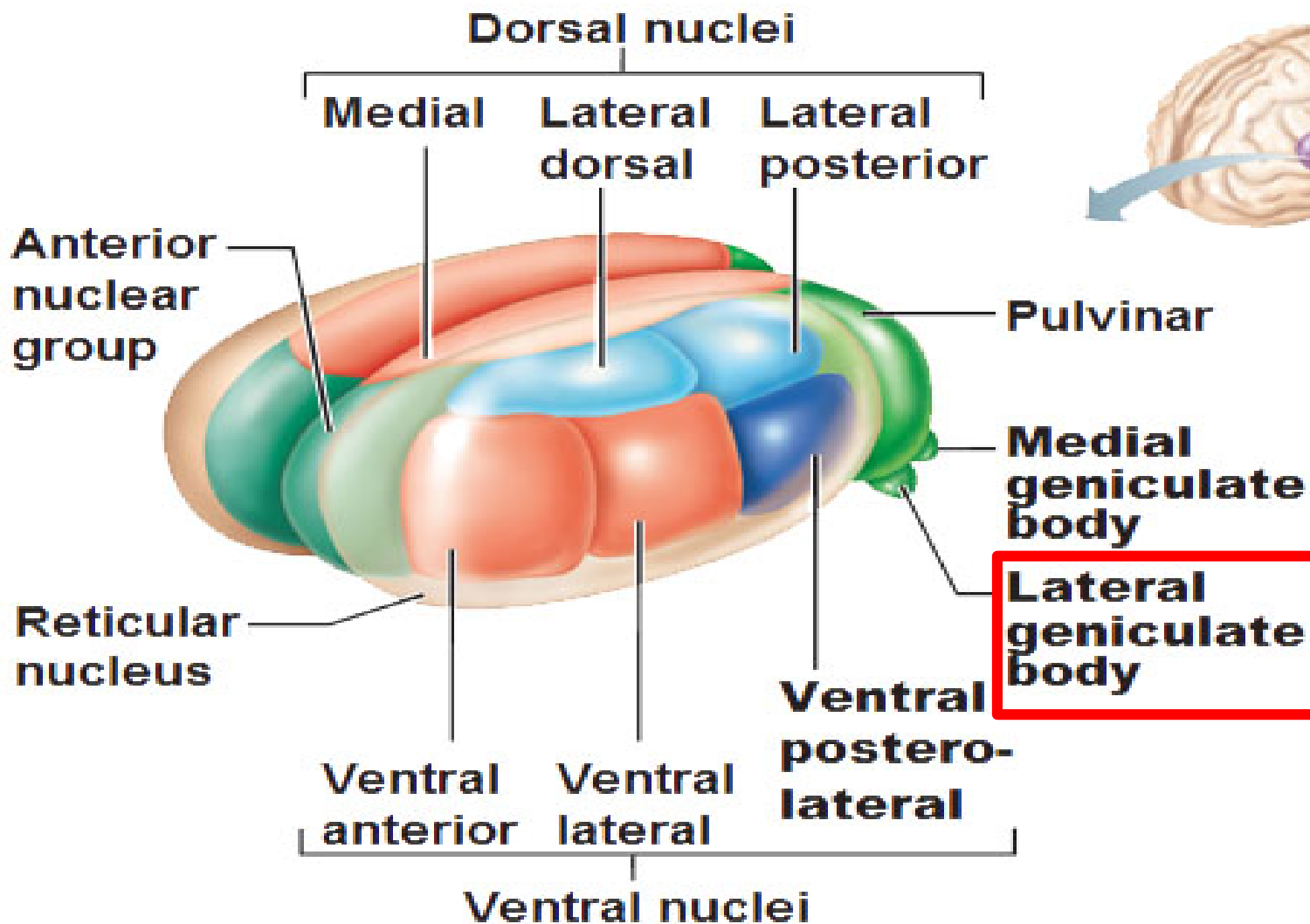
(a) The main thalamic nuclei. (The reticular nuclei that “cap” the thalamus laterally are depicted as curving translucent structures.)

Thalamus



(a) The main thalamic nuclei. (The reticular nuclei that “cap” the thalamus laterally are depicted as curving translucent structures.)

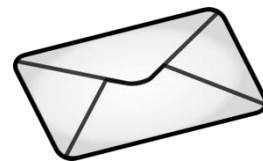
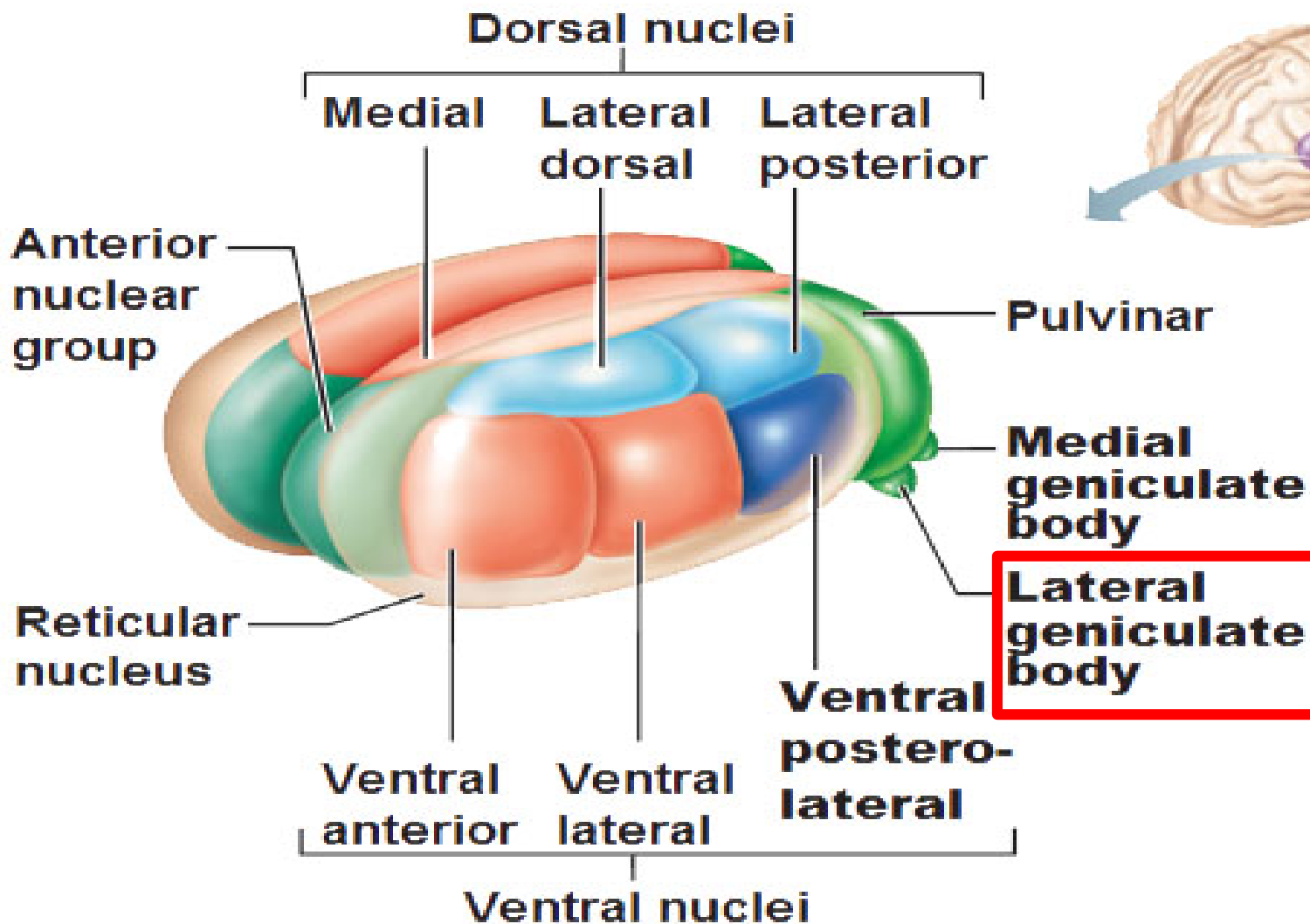
Thalamus



(a) The main thalamic nuclei. (The reticular nuclei that “cap” the thalamus laterally are depicted as curving translucent structures.)

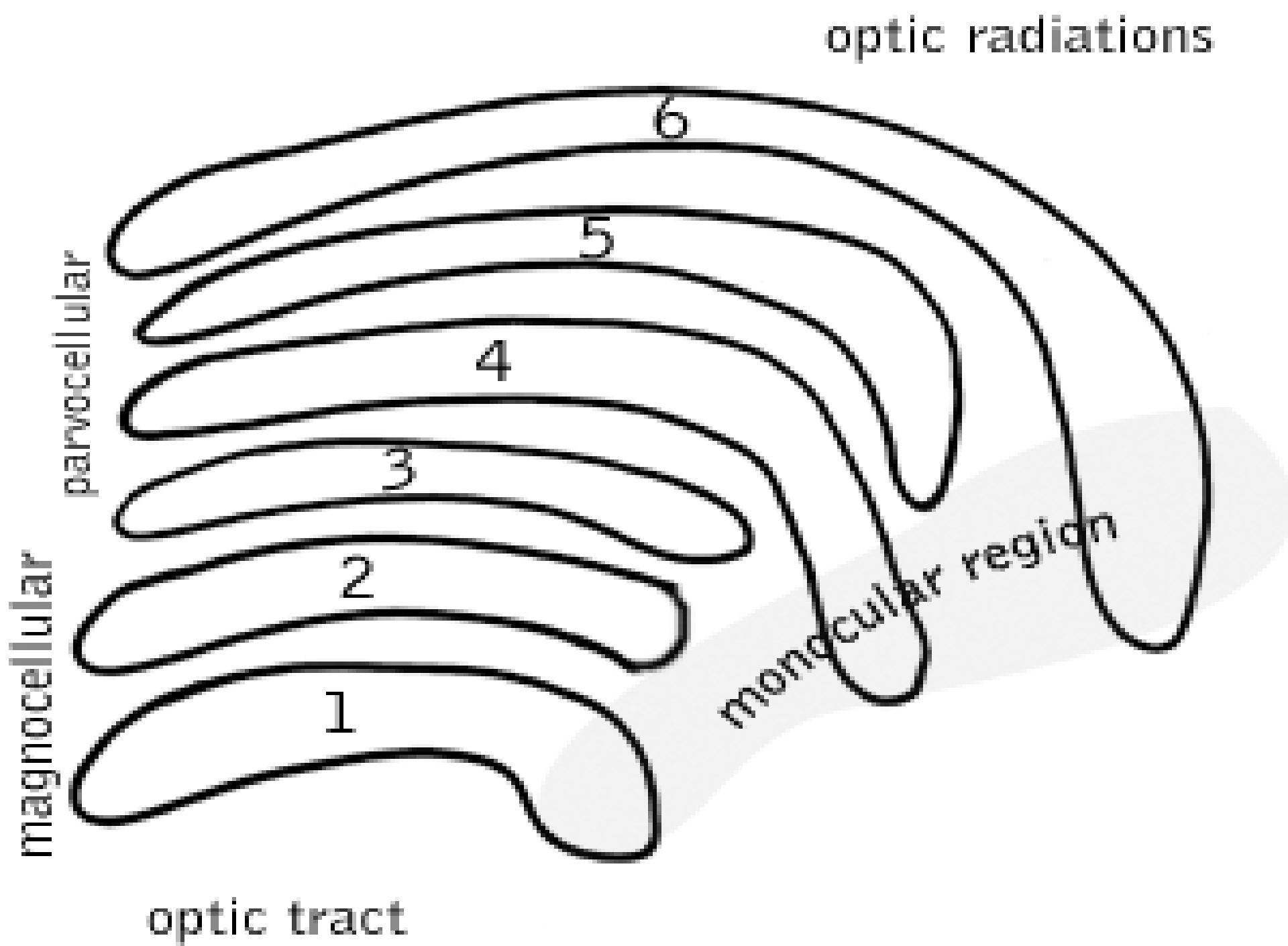
TALAMUS JE
„POŠTNA
ENOTA“, KI
PREJME IN
POŠILJA
INFORMACIJE
NA USTREZNE
LOKACIJE

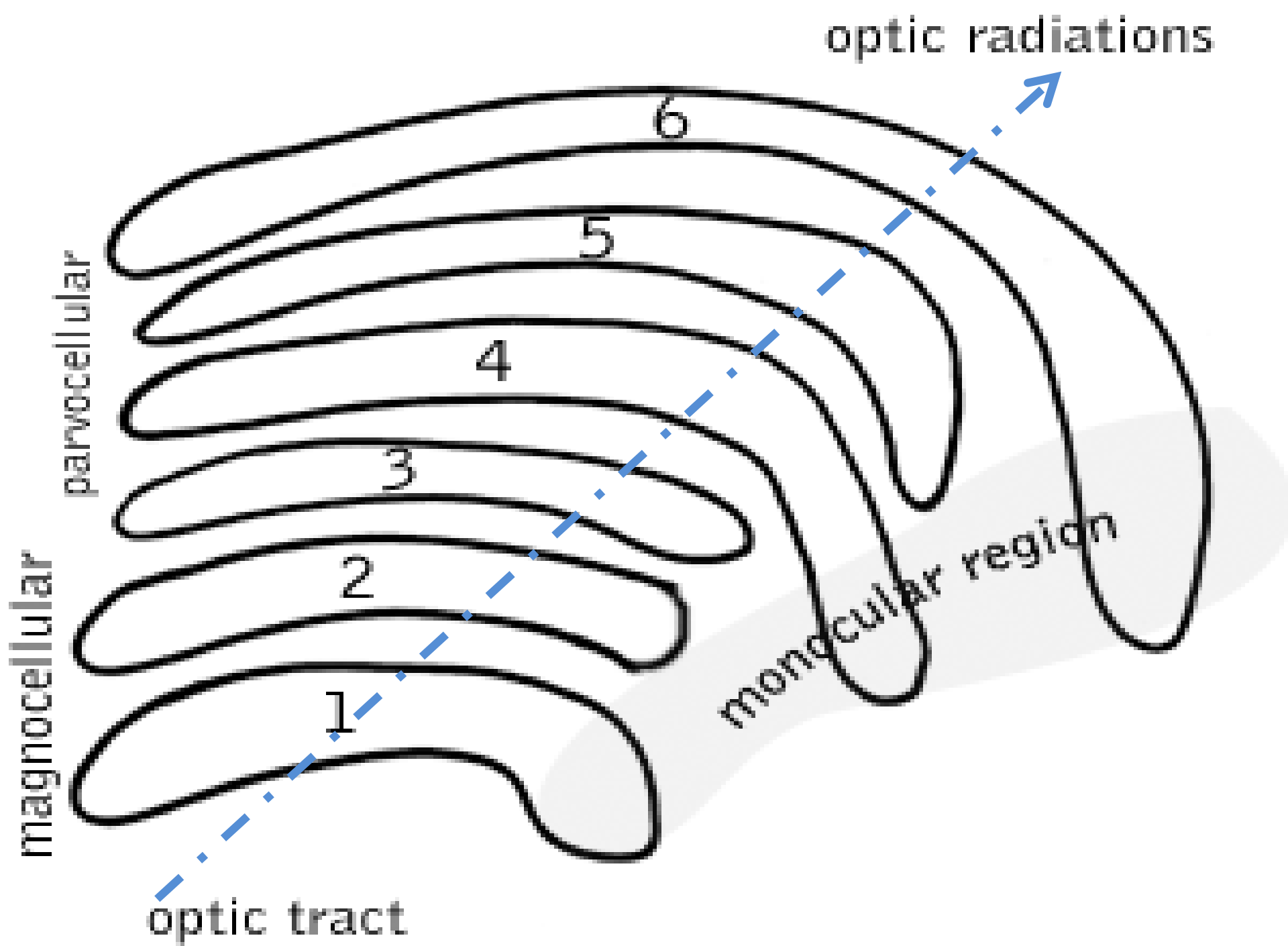
Thalamus

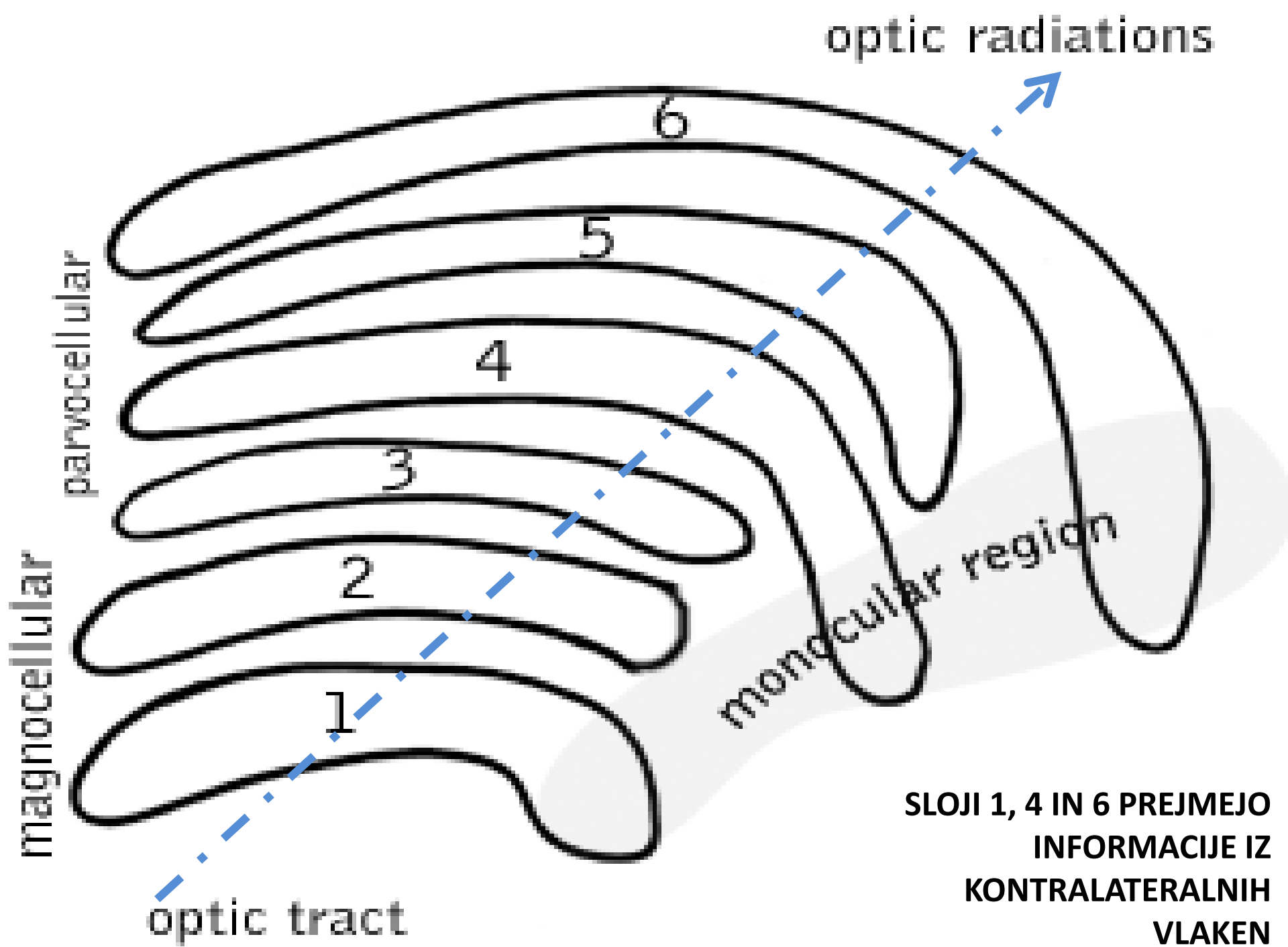


TALAMUS JE
„POŠTNA
ENOTA“, KI
PREJME IN
POŠILJA
INFORMACIJE
NA USTREZNE
LOKACIJE

(a) The main thalamic nuclei. (The reticular nuclei that “cap” the thalamus laterally are depicted as curving translucent structures.)







optic radiations

6

5

4

3

2

1

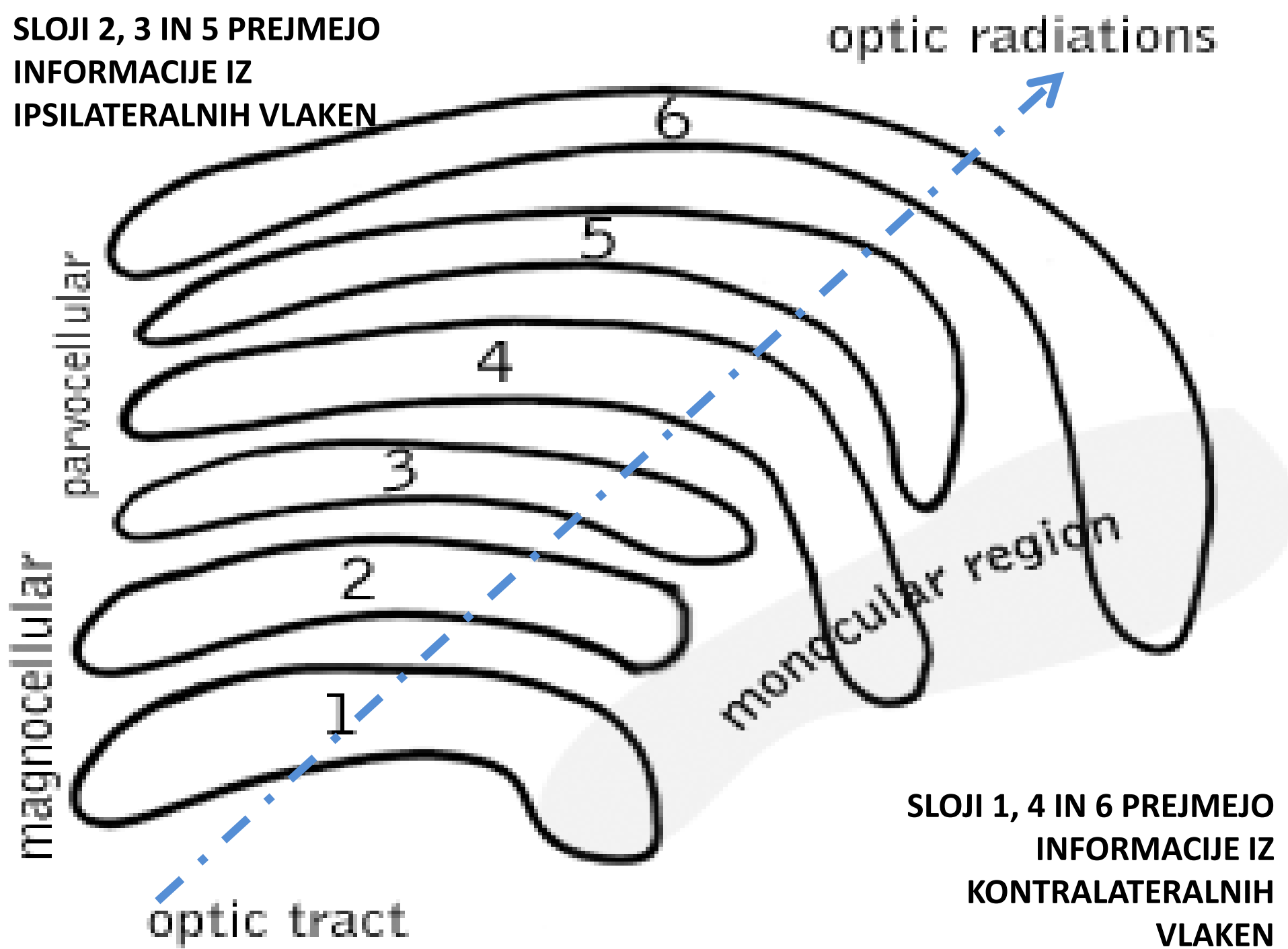
parvocellular

magnocellular

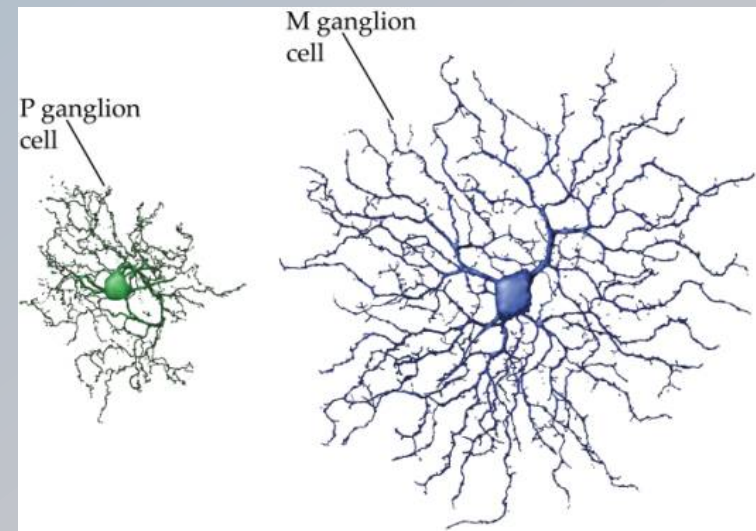
monocular region

optic tract

**SLOJI 1, 4 IN 6 PREJMEJO
INFORMACIJE IZ
KONTRALATERALNIH
VLAKEN**

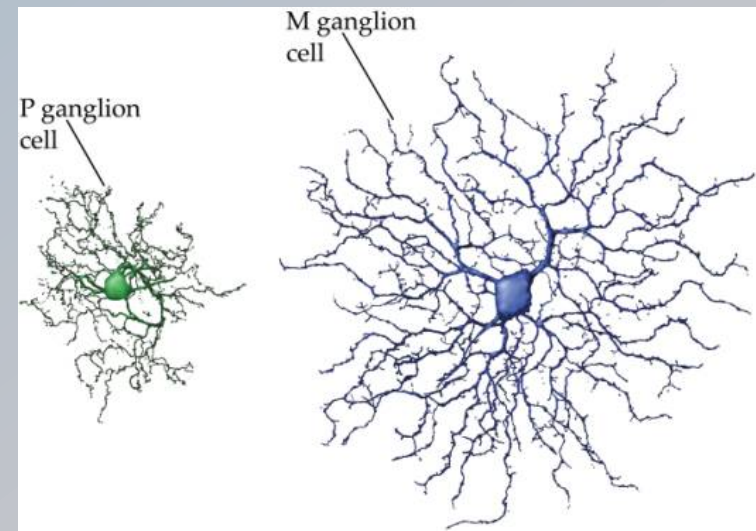


Celice v LGN in njihova vloga



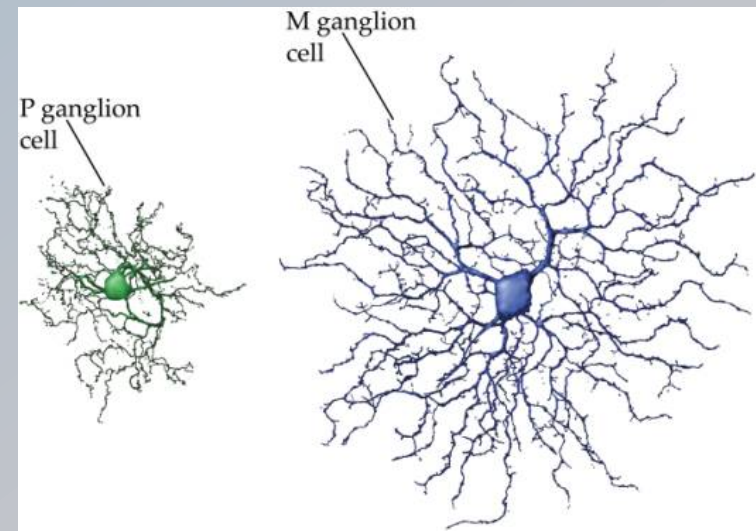
Celice v LGN in njihova vloga

- magnocelularne (M) celice
 - zadolžene so za detekcijo informacij o *lokaciji* vidnih dražljajev (KJE?)
 - odlična časovna resolucija



Celice v LGN in njihova vloga

- magnocelularne (M) celice
 - zadolžene so za detekcijo informacij o *lokaciji* vidnih dražljajev (KJE?)
 - odlična časovna resolucija
- parvocelularne (P) celice
 - zadolžene so za procesiranje *barv* in *finih detajlov* (KAJ?)
 - odlična prostorska resolucija



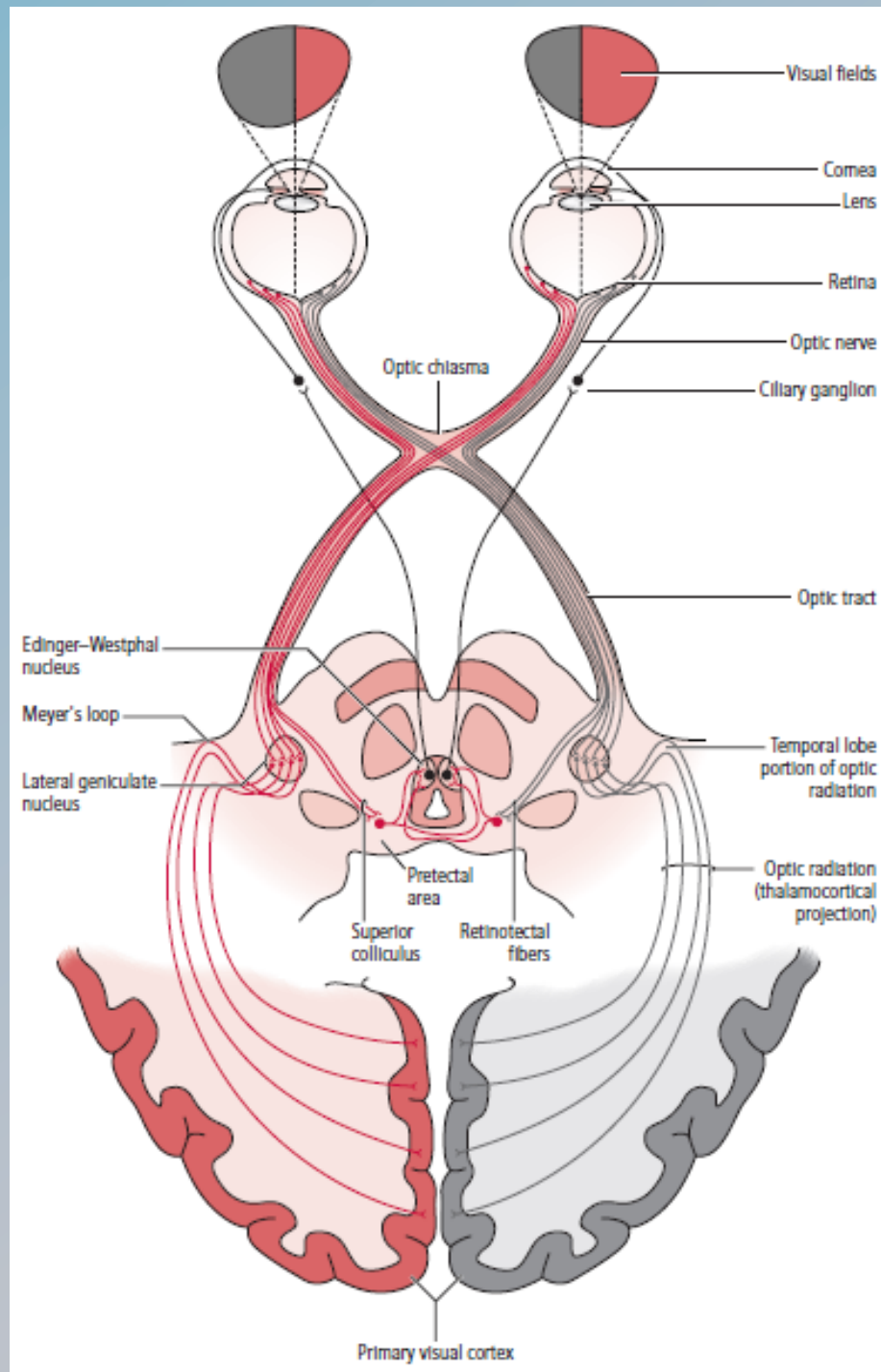
**FOTORECEPTORJI V RETINI
OBČUTLJIVI NA SVETLOBO**

**RETINA USTVARJA SLIKO
ZUNANJEGA SVETA**

**INFORMACIJE SE PRENAŠAJO IZ
RETINE PO OPTIČNEM ŽIVCU
PROTI MOŽGANOM**

**KRIŽANJE INFORMACIJ POTEKA V
OPTIČNI KIAZMI**

**PO OPTIČNEM TRAKTU PRIDEJO
INFORMACIJE V LGN (KJE?, KAJ?)**



**FOTORECEPTORJI V RETINI
OBČUTLJIVI NA SVETLOBO**

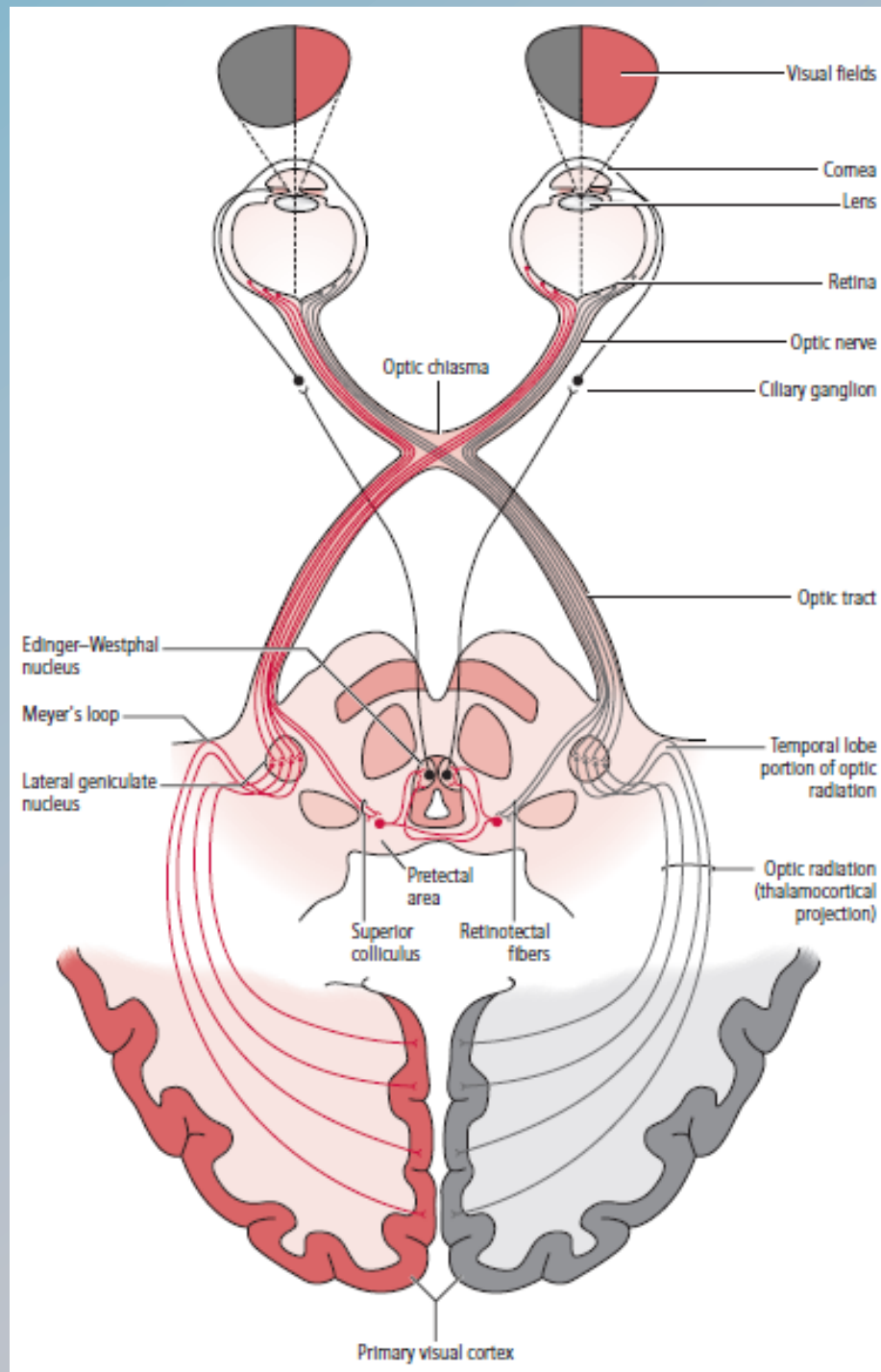
**RETINA USTVARJA SLIKO
ZUNANJEGA SVETA**

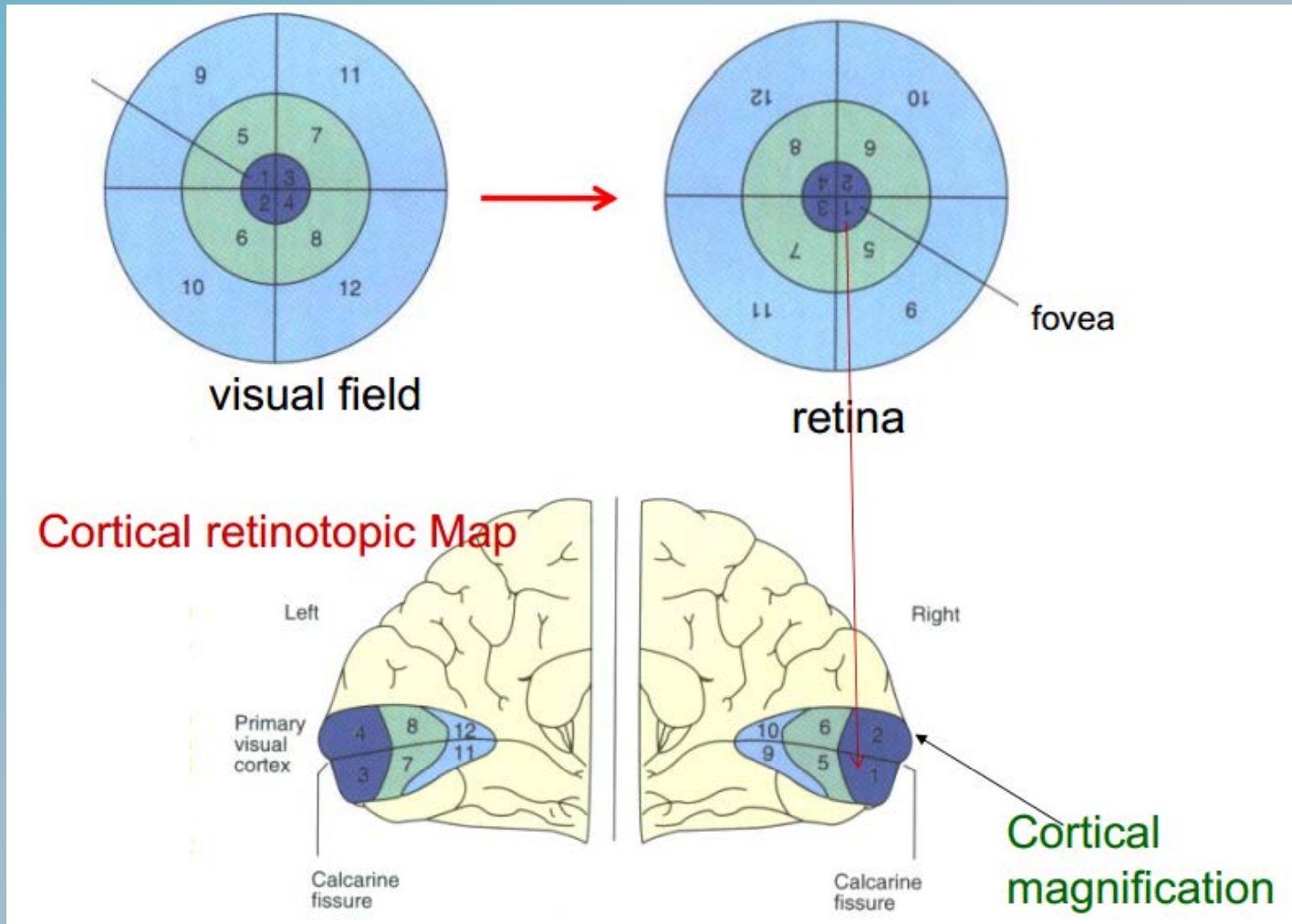
**INFORMACIJE SE PRENAŠAJO IZ
RETINE PO OPTIČNEM ŽIVCU
PROTI MOŽGANOM**

**KRIŽANJE INFORMACIJ POTEKA V
OPTIČNI KIAZMI**

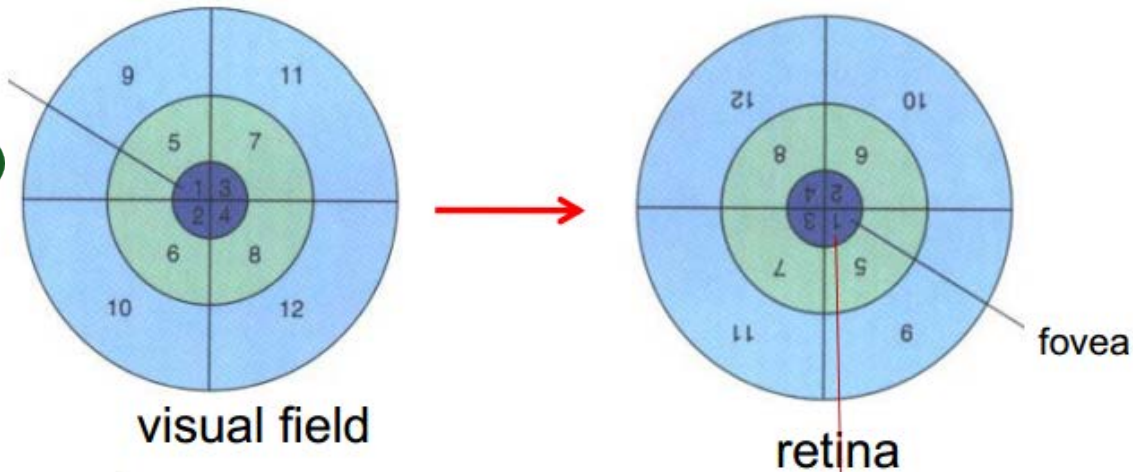
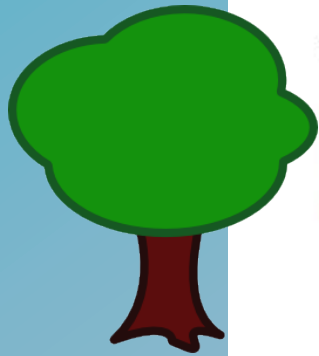
**PO OPTIČNEM TRAKTU PRIDEJO
INFORMACIJE V LGN (KJE?, KAJ?)**

**OD LGN GREDO INFORMACIJE
PREKO GENIKULOSTRIATNE POTI
V V1**

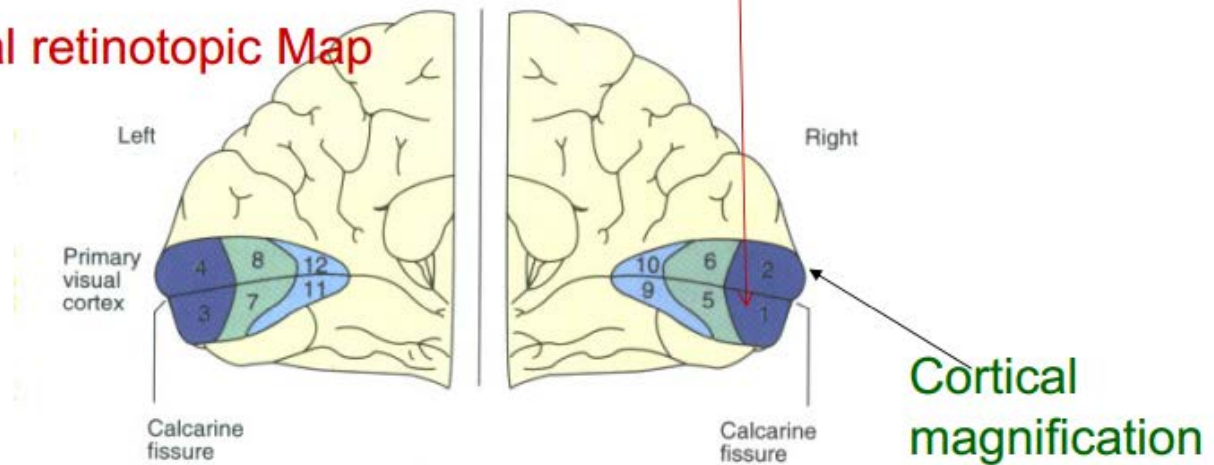




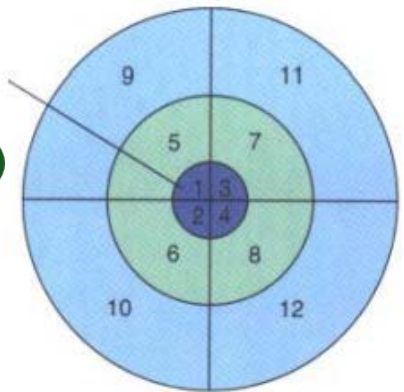
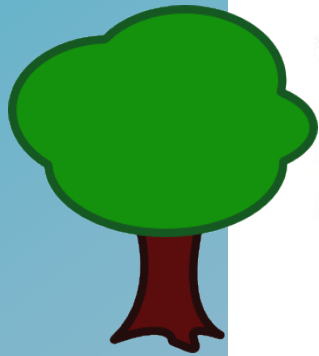
Področja v možganih so retinotopično urejena.



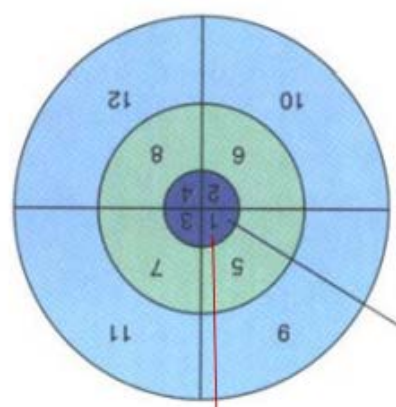
Cortical retinotopic Map



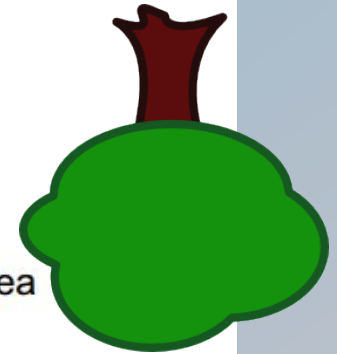
Področja v možganih so retinotopično urejena.



visual field

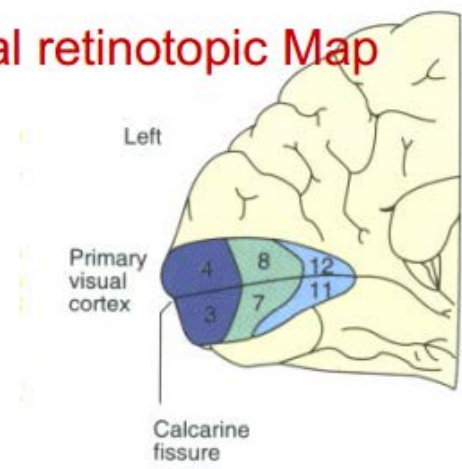


fovea



retina

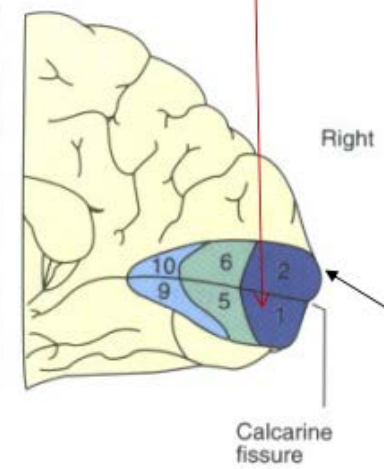
Cortical retinotopic Map



Left

Primary visual cortex

Calcarine fissure

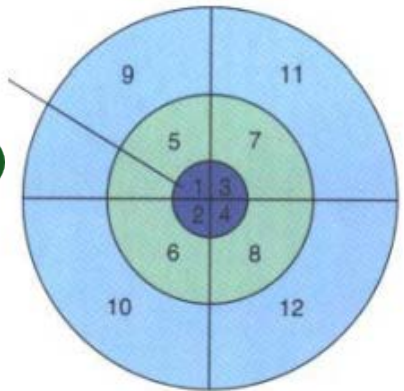
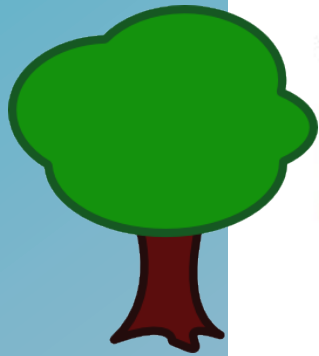


Right

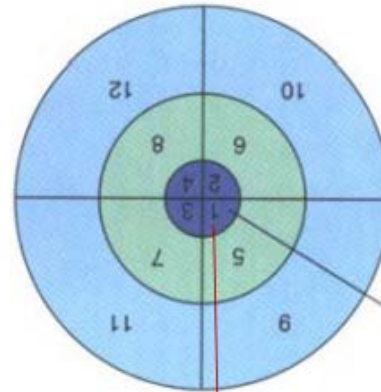
Calcarine fissure

Cortical magnification

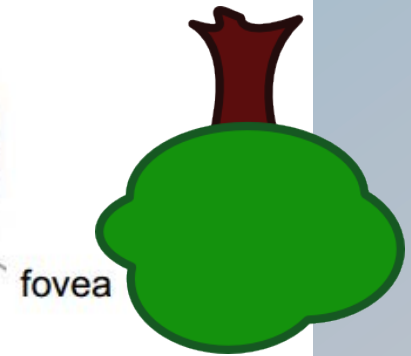
Področja v možganih so retinotopično urejena.



visual field

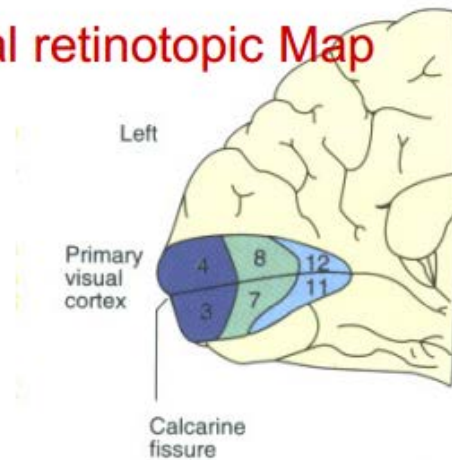


retina



fovea

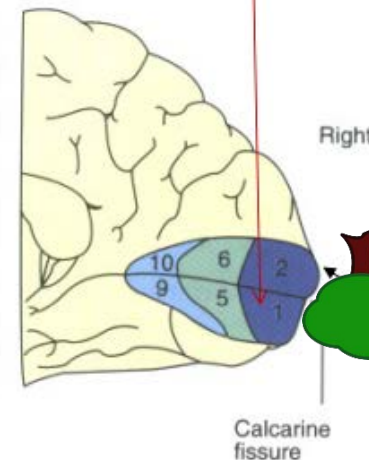
Cortical retinotopic Map



Left

Primary visual cortex

Calcarine fissure



Right

Calcarine fissure



Cortical magnification

Področja v možganih so retinotopično urejena.

**Svetloba se prenese od receptorjev na
retini preko LGN v primarni vidni
korteks.**

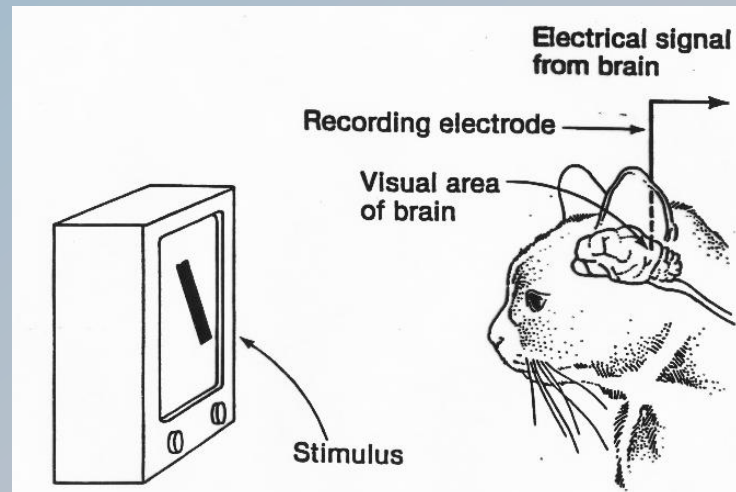
**Svetloba se prenese od receptorjev na
retini preko LGN v primarni vidni
korteks.**

**Kam potujejo informacije od V1 in
kako prispevajo k ustvarjanju vidne
zaznave?**

David Hubel (1926 – 2013)



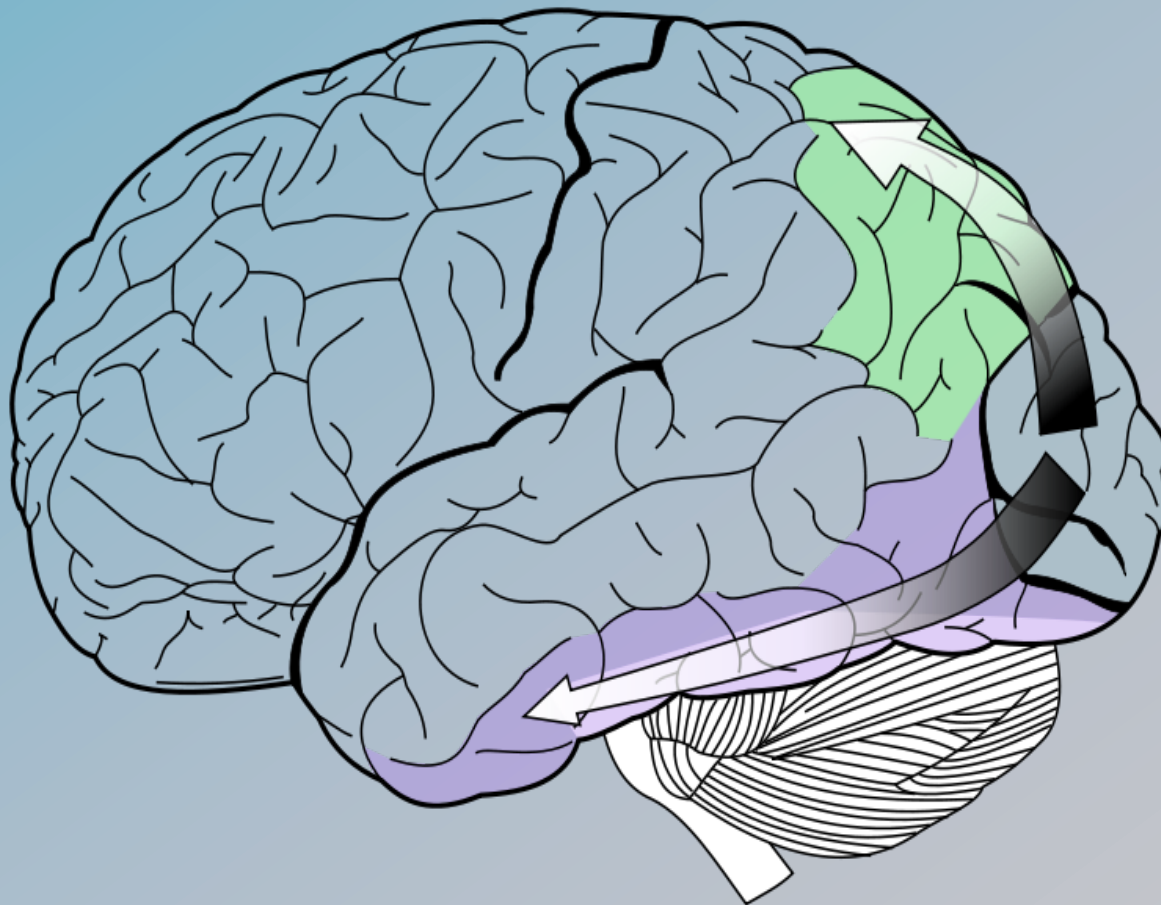
Torsten Wiesel (1924)



Dve poti vidnega procesiranja

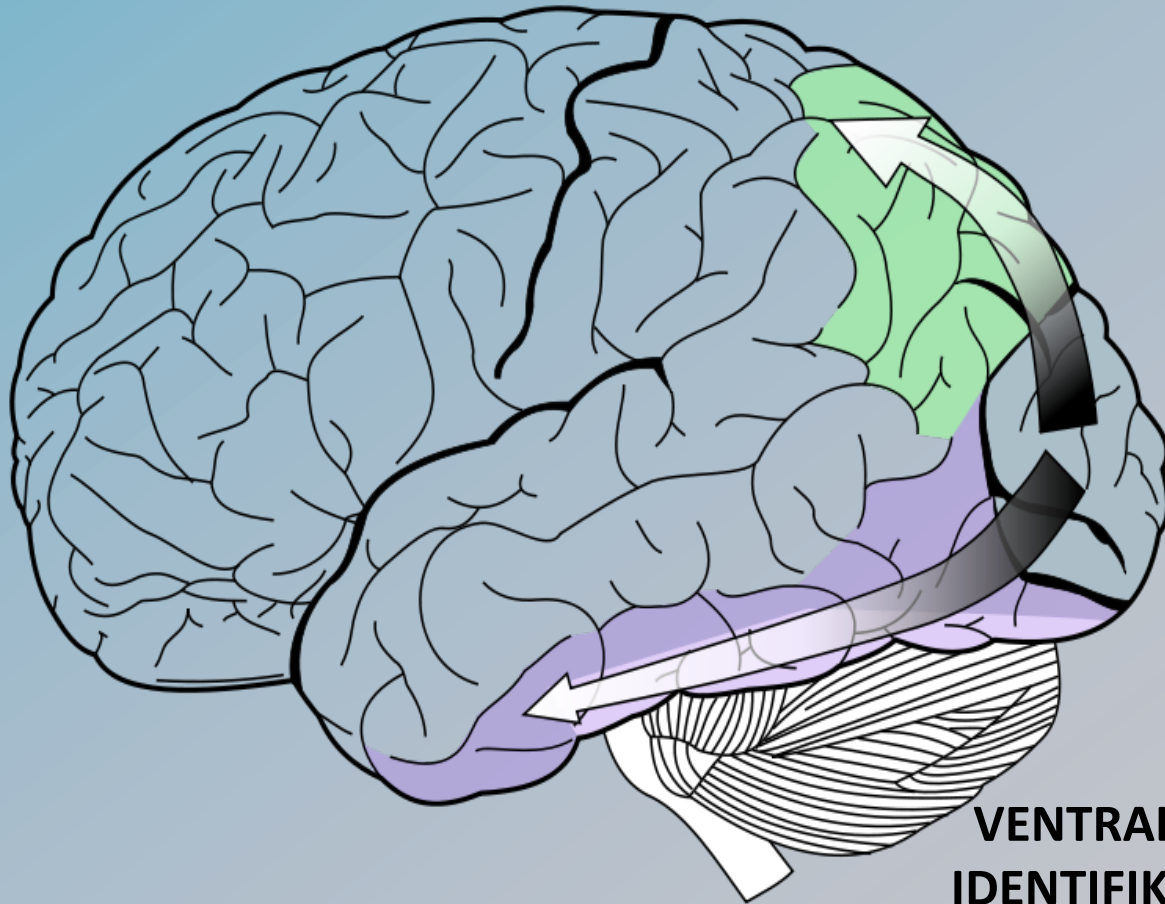
Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja



Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

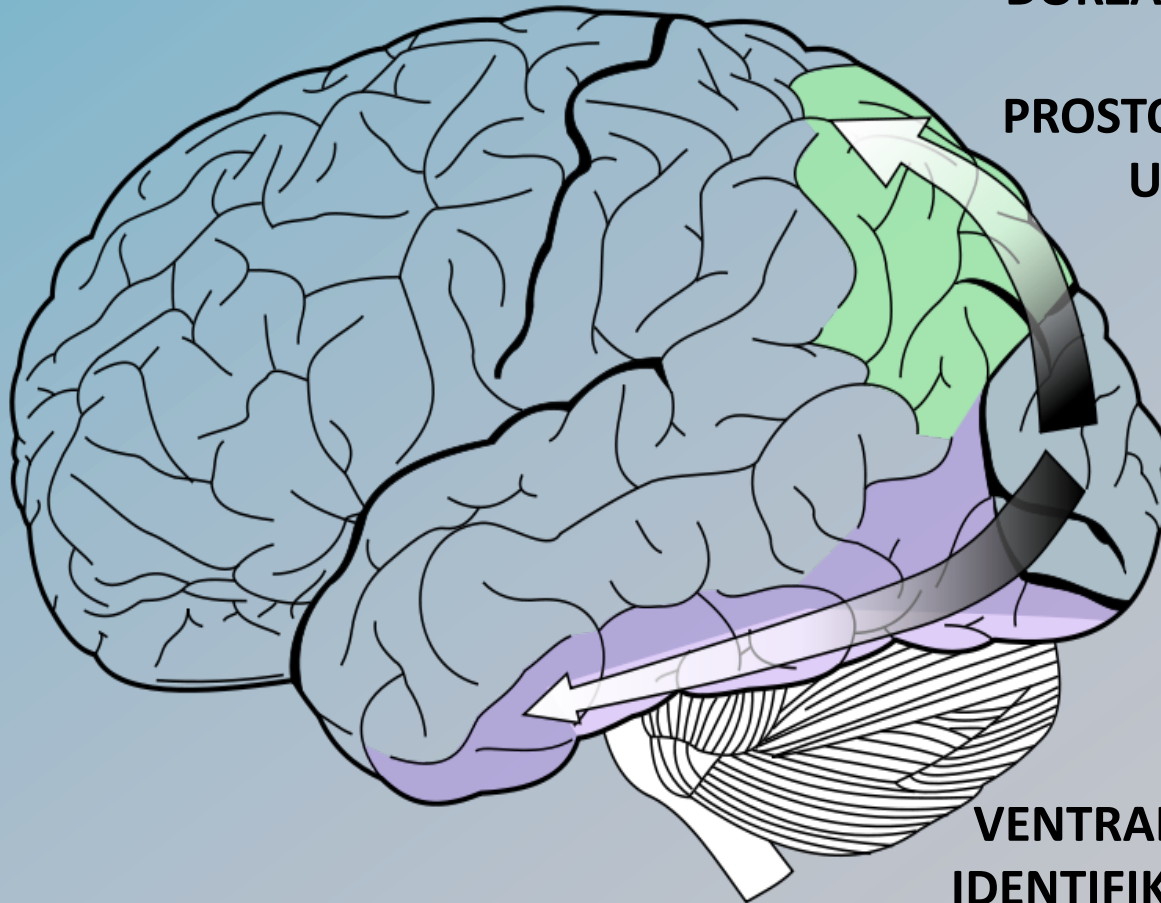
Dve poti vidnega procesiranja



**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

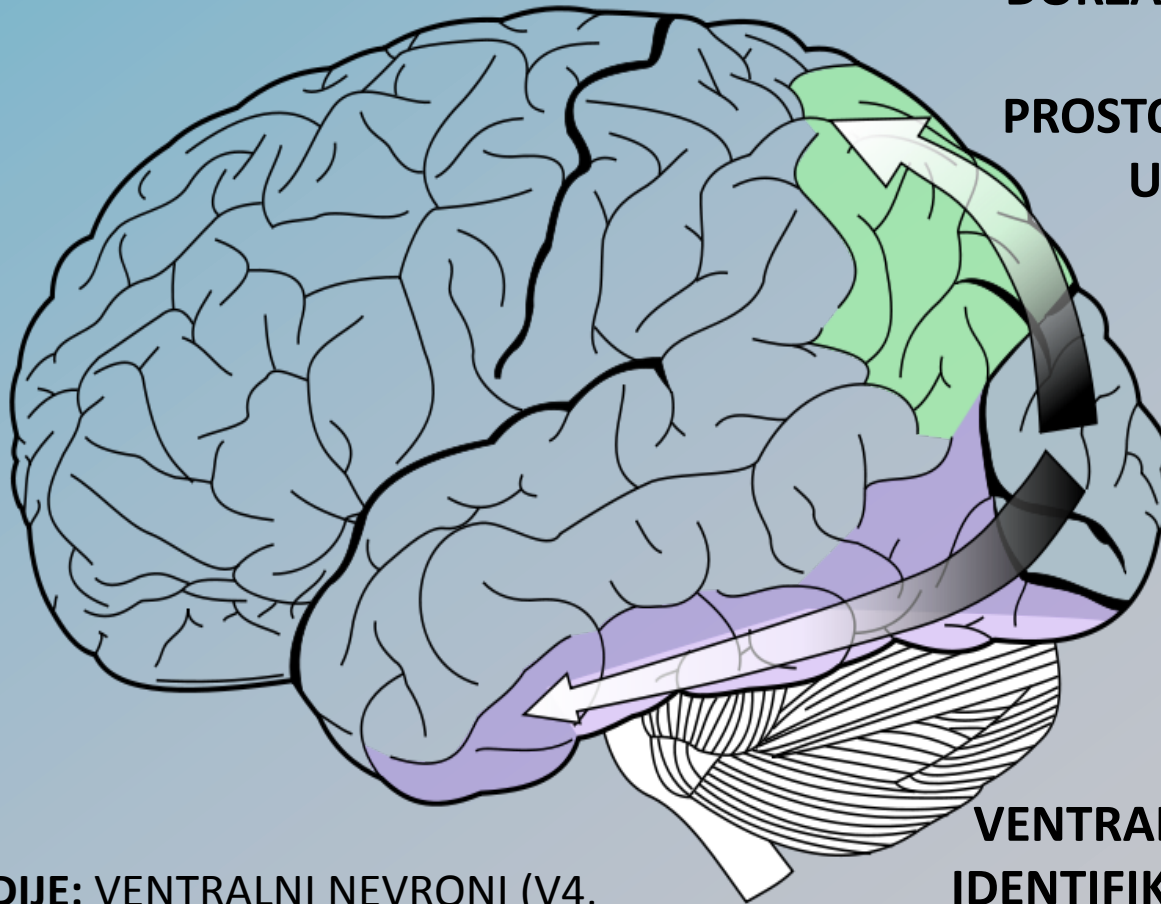


**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

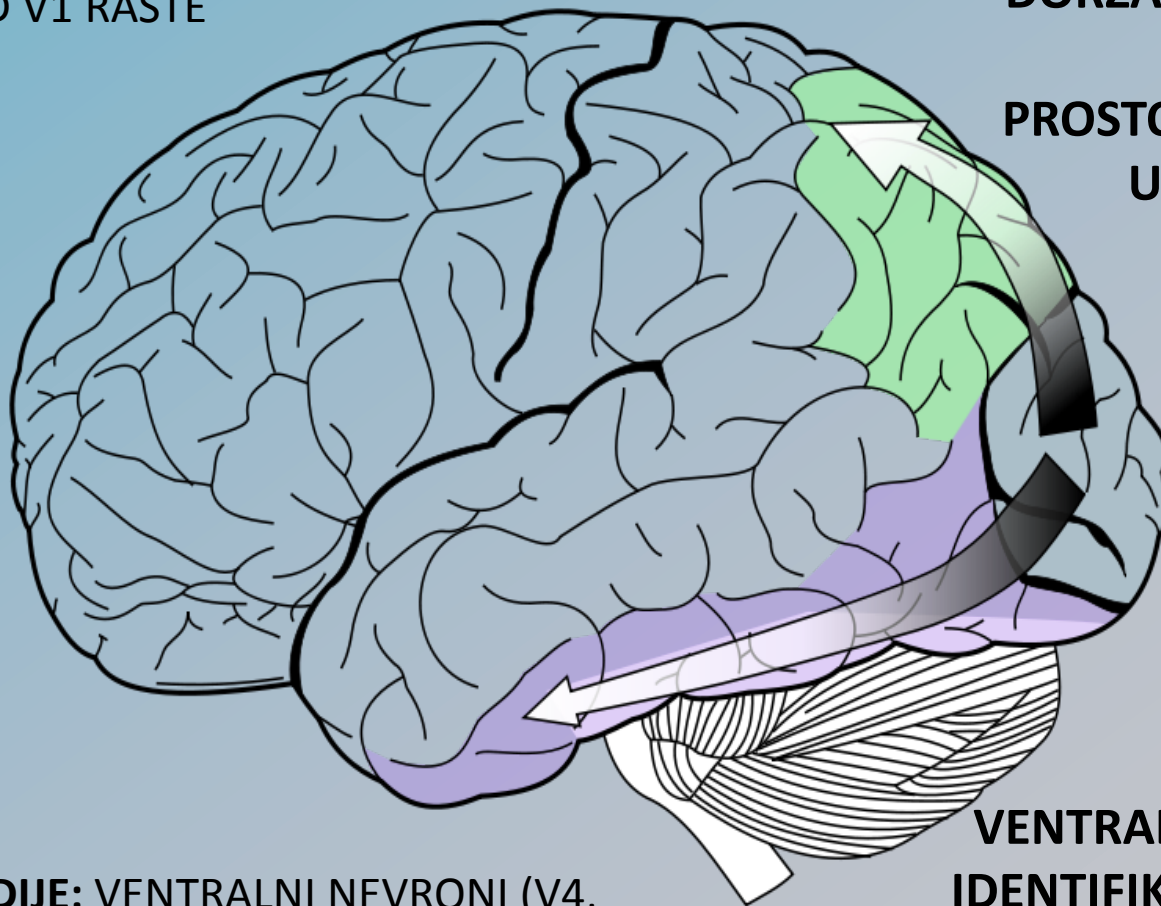
**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

**SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO**

Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

VELIKOST RECEPTIVNIH POLJ Z
ODMIKANJEM OD V1 RASTE



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO

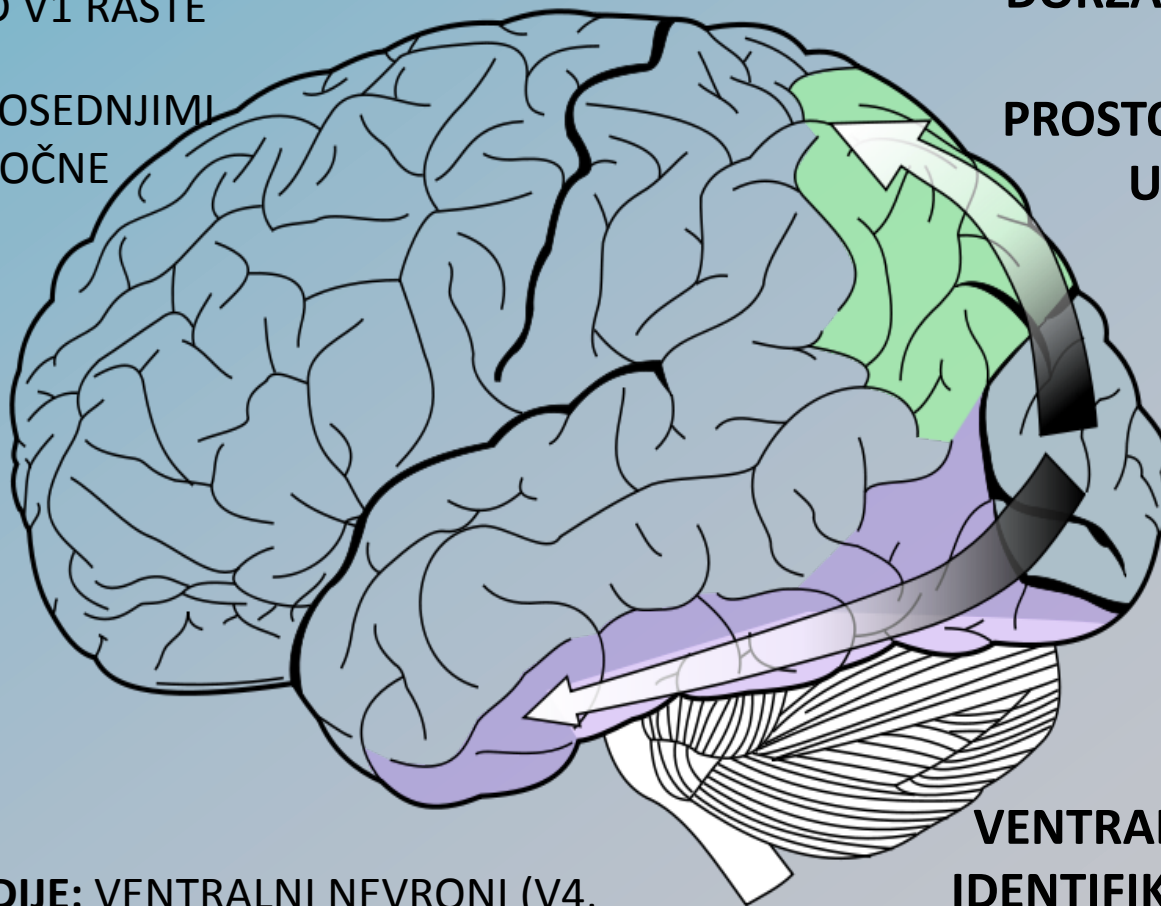
**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

VELIKOST RECEPTIVNIH POLJ Z
ODMIKANJEM OD V1 RASTE

POVEZAVE MED SOSEDNJI
PODROČJI RECIPROČNE



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO

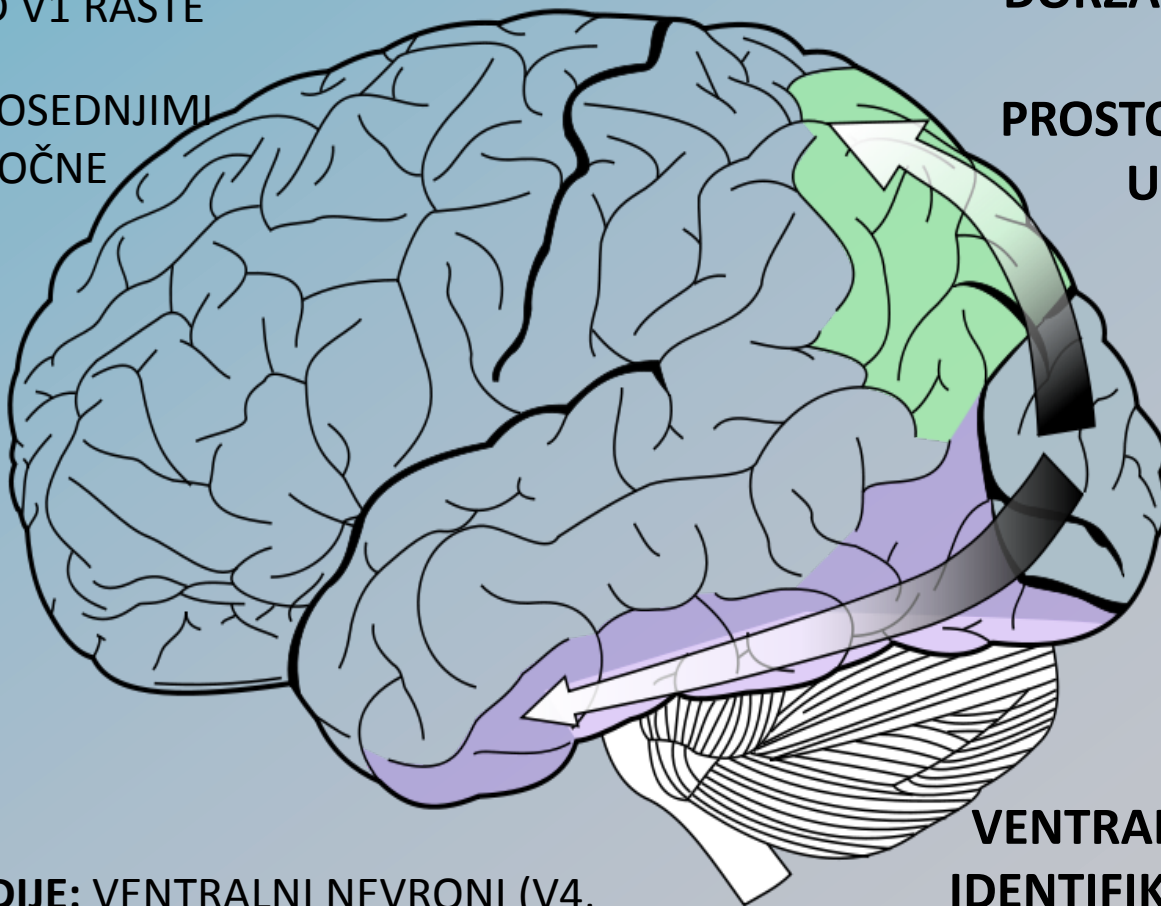
Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

VELIKOST RECEPTIVNIH POLJ Z
ODMIKANJEM OD V1 RASTE

POVEZAVE MED SOSEDNJI
PODROČJI RECIPROČNE

POVRATNE
POVEZAVE TUDI
IZVEN VIDNEGA
KORTEKSA



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO

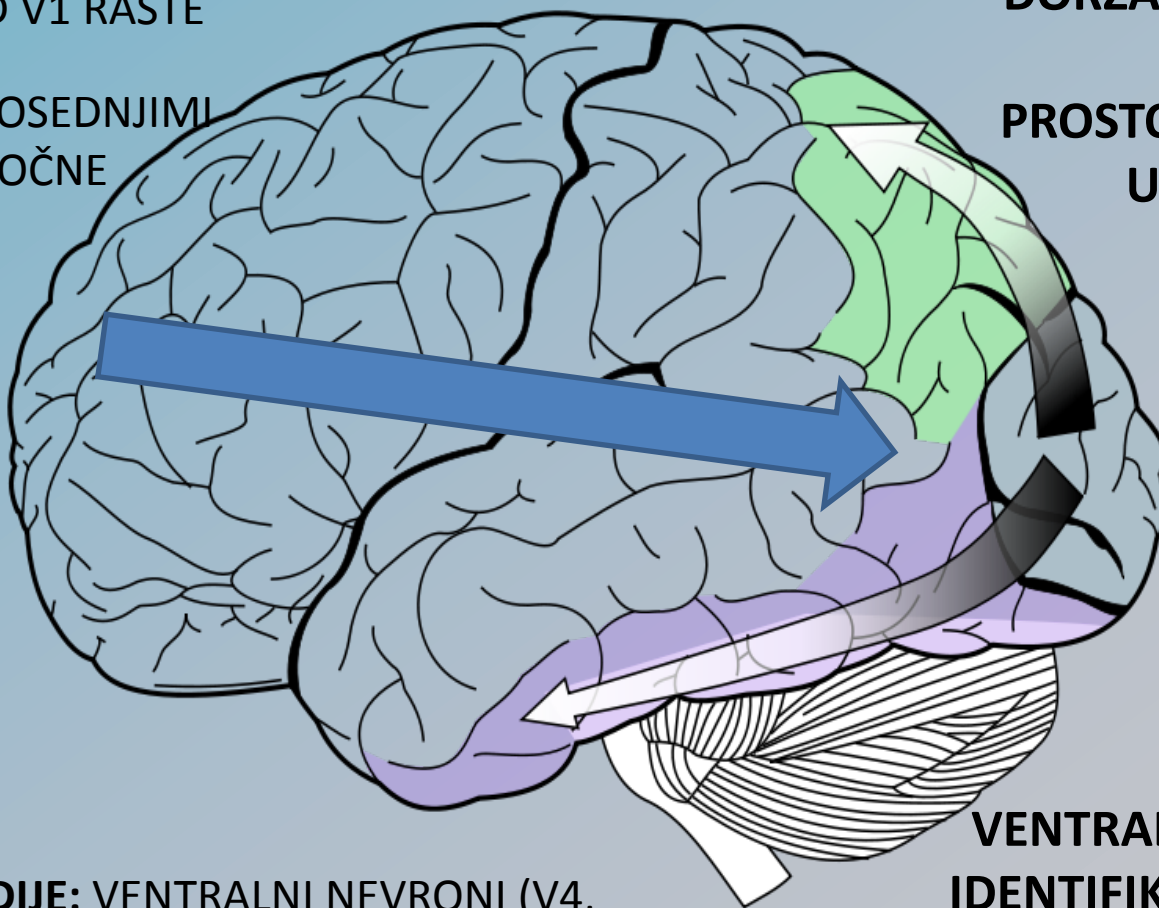
Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

VELIKOST RECEPTIVNIH POLJ Z
ODMIKANJEM OD V1 RASTE

POVEZAVE MED SOSEDNJI
PODROČJI RECIPROČNE

POVRATNE
POVEZAVE TUDI
IZVEN VIDNEGA
KORTEKSA



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO

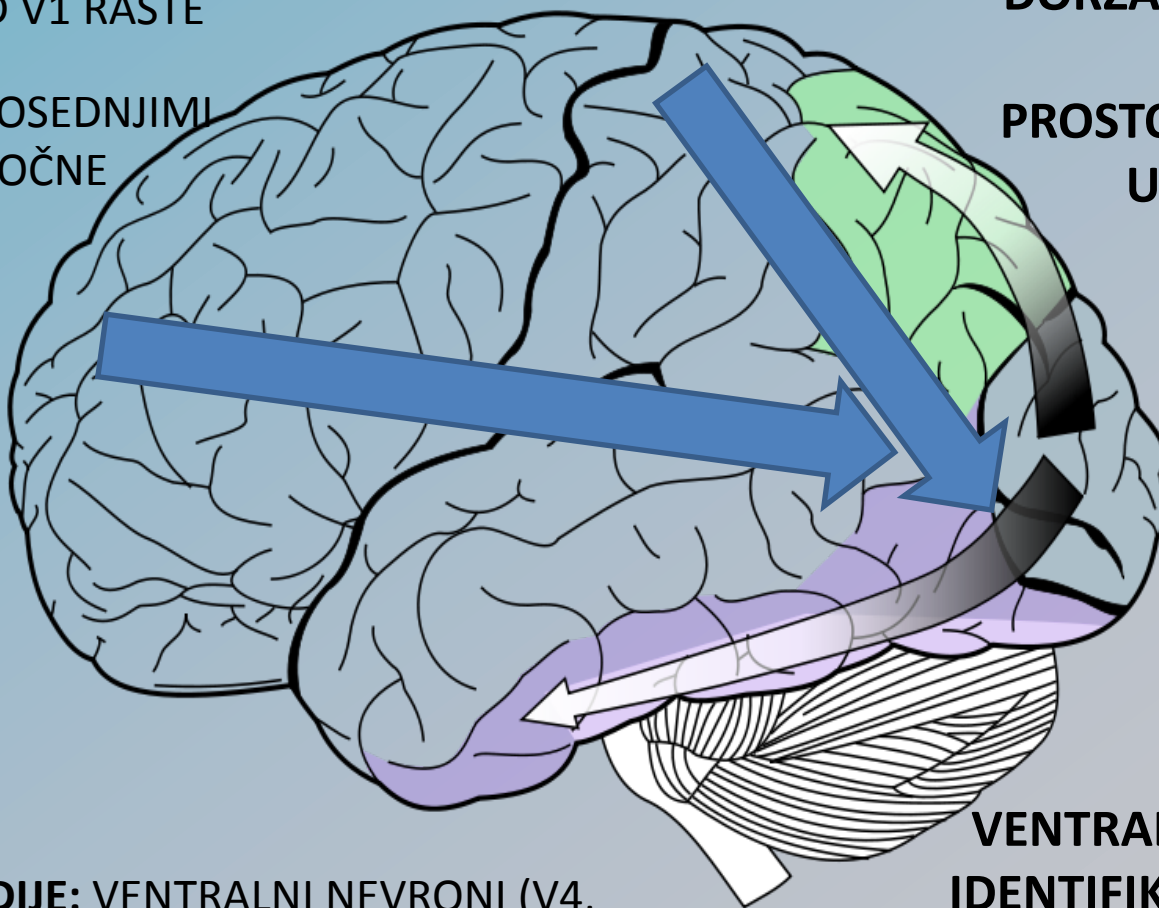
Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

Dve poti vidnega procesiranja

VELIKOST RECEPTIVNIH POLJ Z
ODMIKANJEM OD V1 RASTE

POVEZAVE MED SOSEDNJI
PODROČJI RECIPROČNE

POVRATNE
POVEZAVE TUDI
IZVEN VIDNEGA
KORTEKSA



**DORZALNA (KJE?) POT =
IDENTIFIKACIJA
PROSTORSKIH RELACIJ +
USTREZNIH GIBOV**

**VENTRALNA (KAJ?) POT =
IDENTIFIKACIJA OBJEKTOV**

SINGLE-CELL ŠTUDIJE: VENTRALNI NEVRONI (V4,
TEO IN TE) ODZIVNI NA BARVO, OBLIKO IN
TEKSTURO, DORZALNI NEVRONI (V5/MT)
ODZIVNI NA GIBANJE, LOKACIJO

Ungerleider in Mishkin, 1982;
Goodale in Milner, 1992

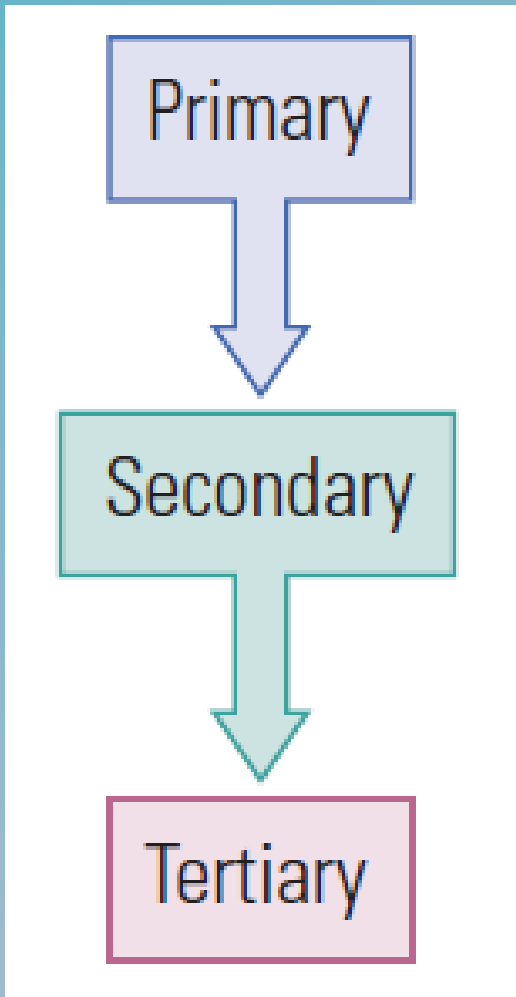
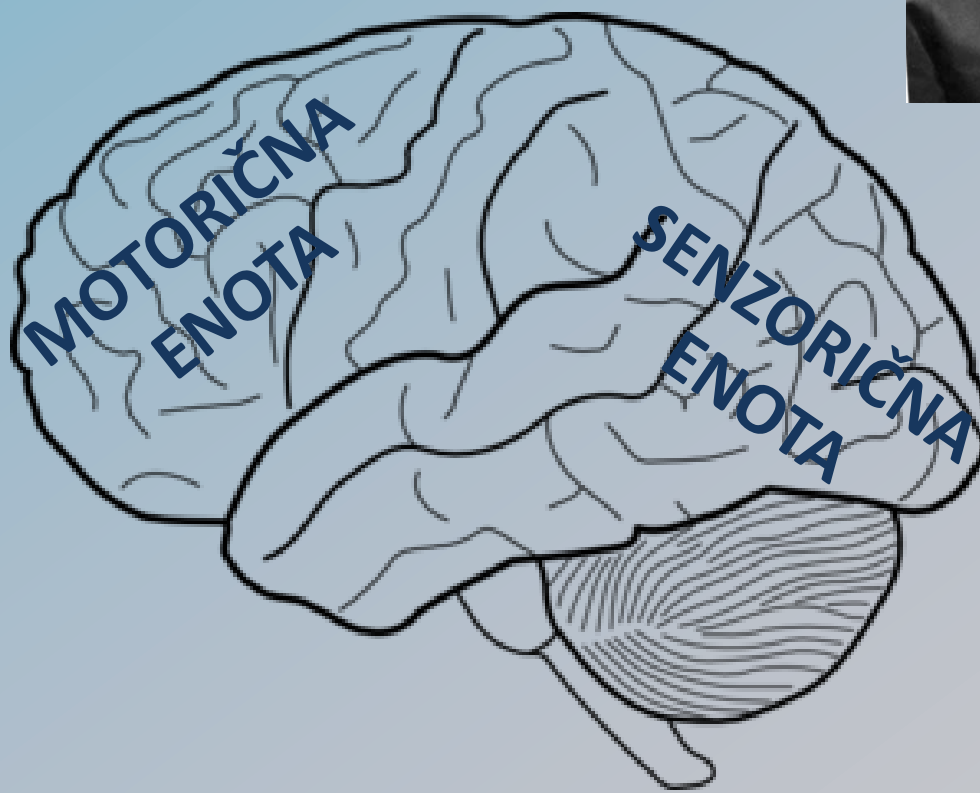
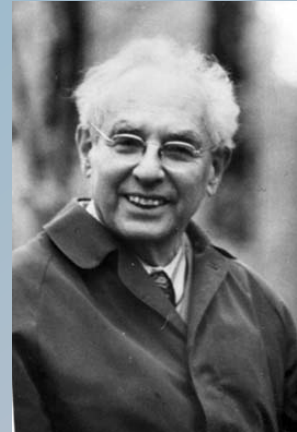


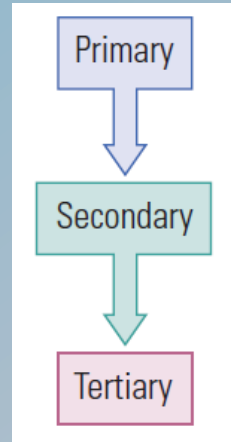
Za nastanek vidnega vtisa je potrebno sodelovanje (uglaševanje) okcipitalnega korteksa z drugimi predeli možganov.

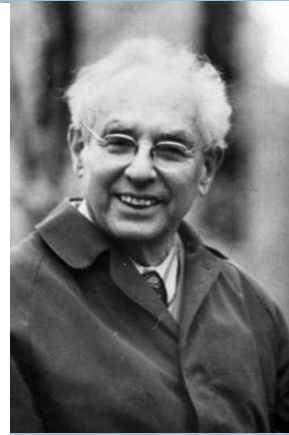
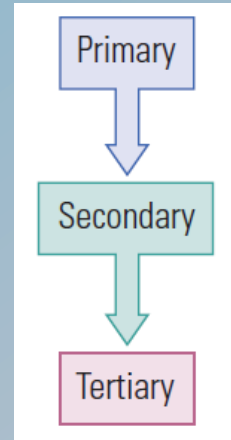
Kako je primarni vidni korteks vpleten v širše možgansko omrežje?

Kako je primarni vidni korteks vpleten v širše možgansko omrežje?

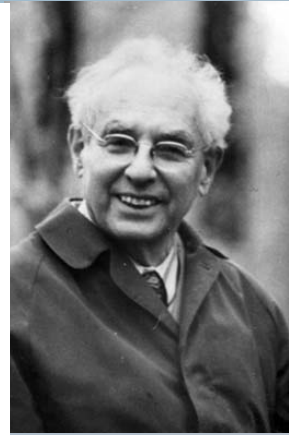
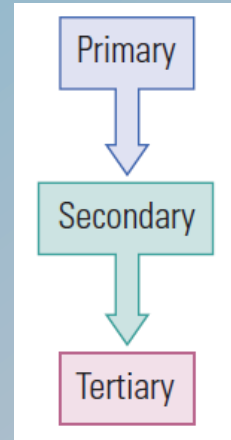
Kako so naši možgani sposobni ustvariti celostno vidno izkušnjo?





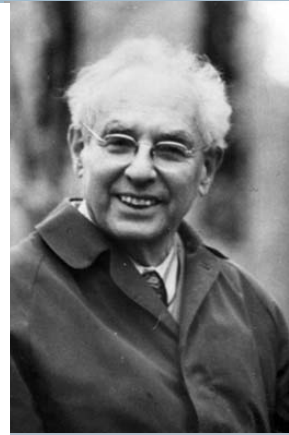
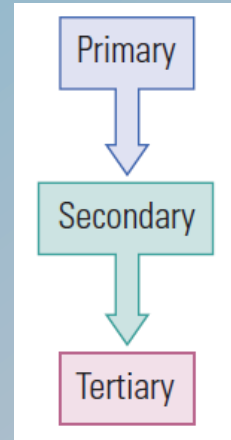


Možgani procesirajo informacije zaporedno.



Možgani procesirajo informacije zaporedno.

Zaporedno procesiranje je hierarhično urejeno.



Možgani procesirajo informacije zaporedno.

Zaporedno procesiranje je hierarhično urejeno.

Terciarni korteks ustvarja celostne zaznave (percepte).

„Binding problem“

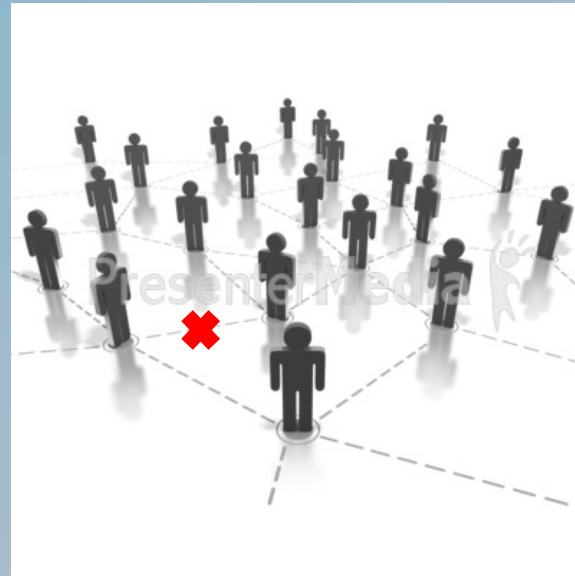
„Binding problem“



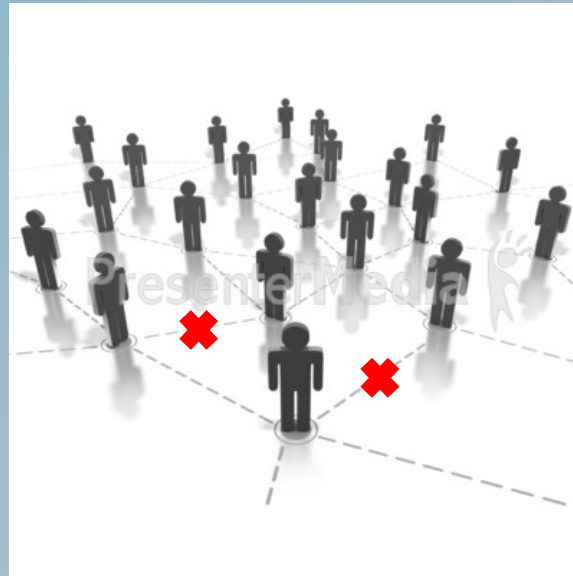
„Binding problem“



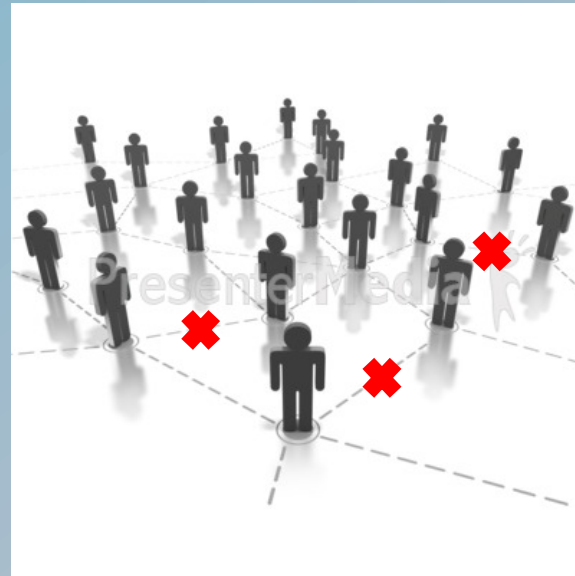
„Binding problem“



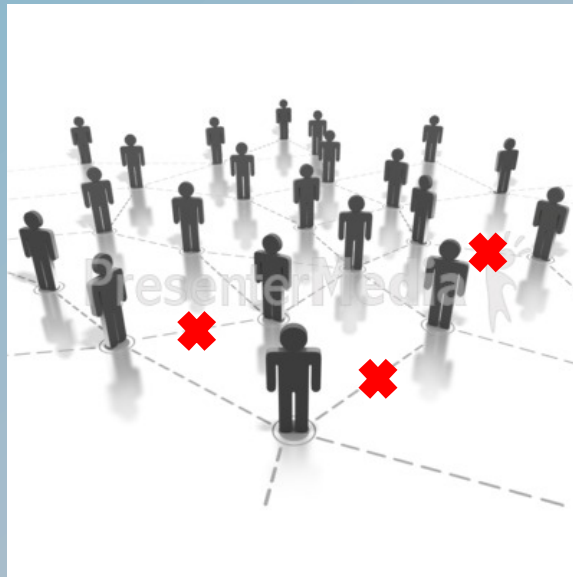
„Binding problem“



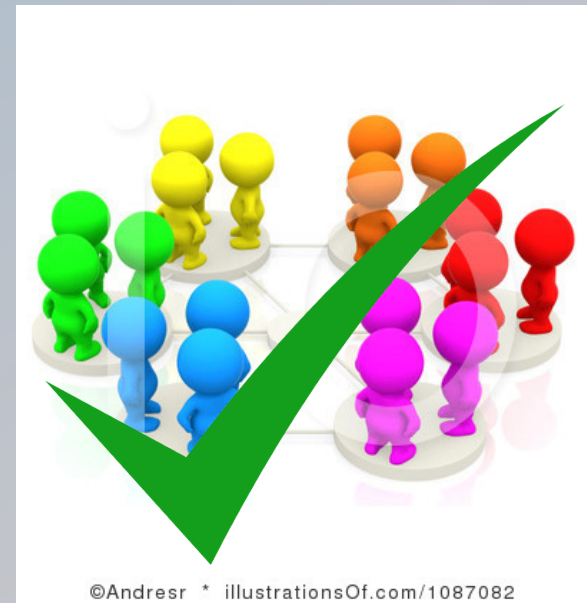
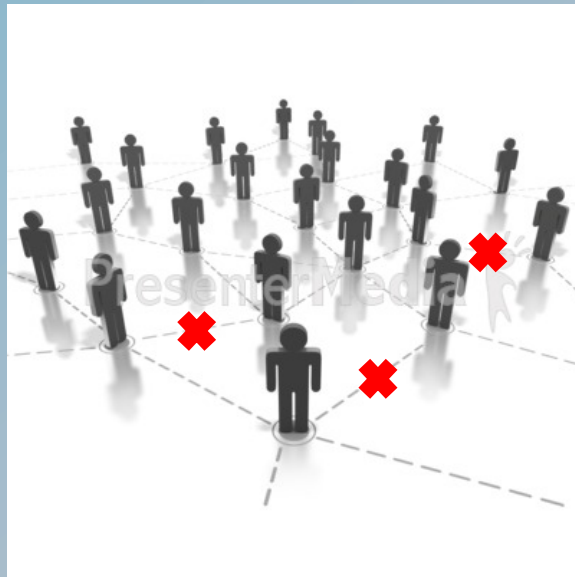
„Binding problem“



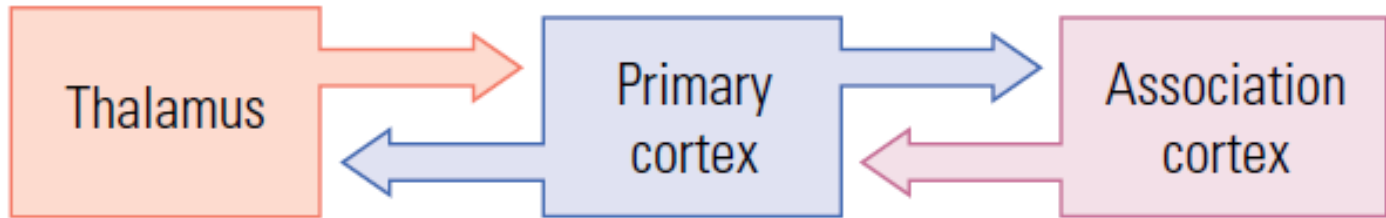
„Binding problem“



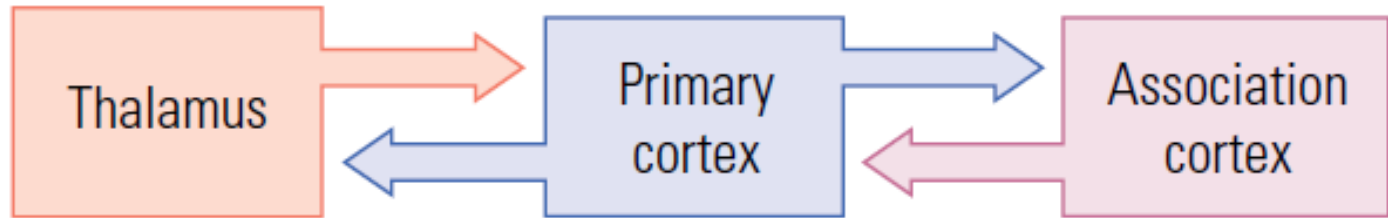
„Binding problem“



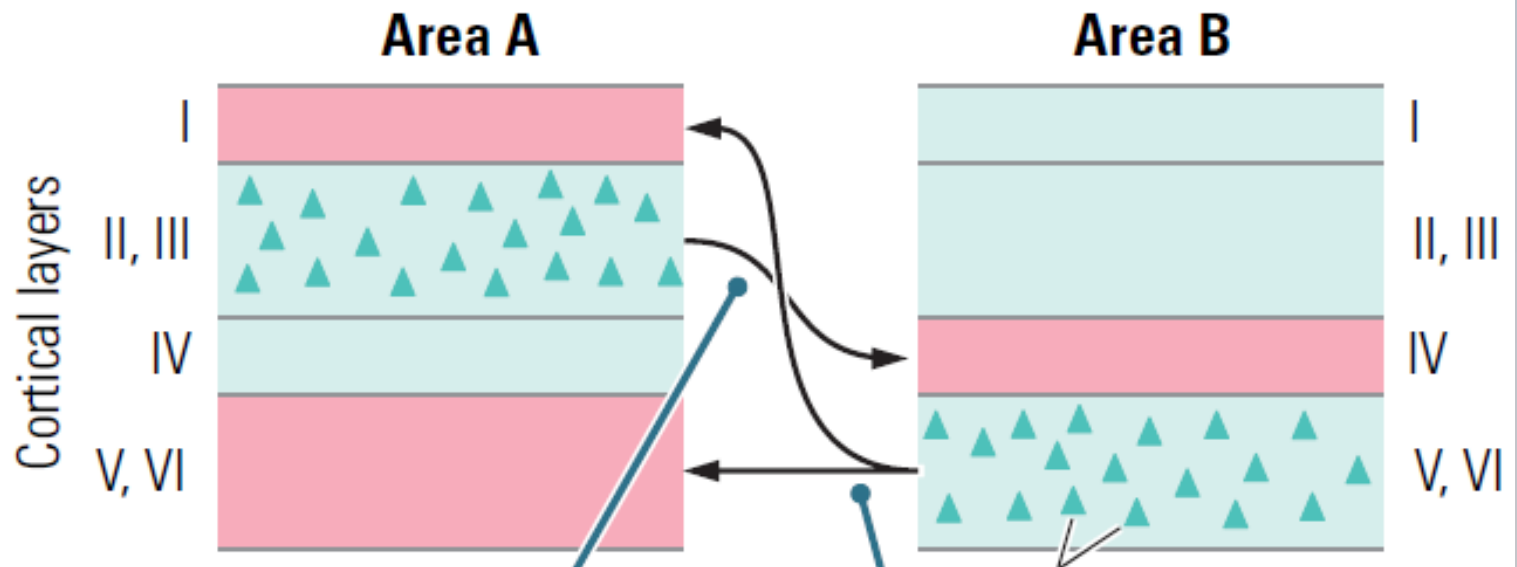
(A) Flow of information

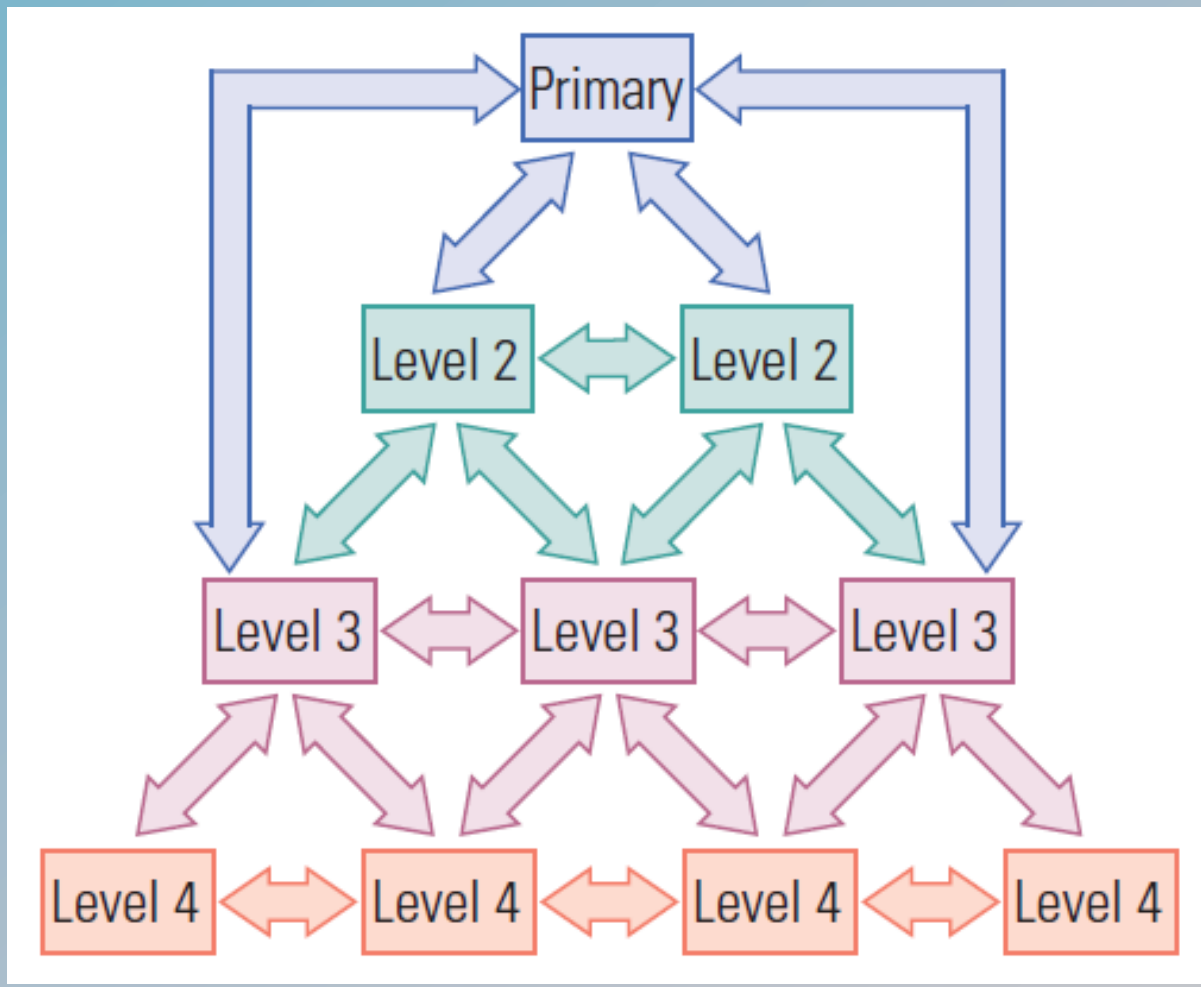


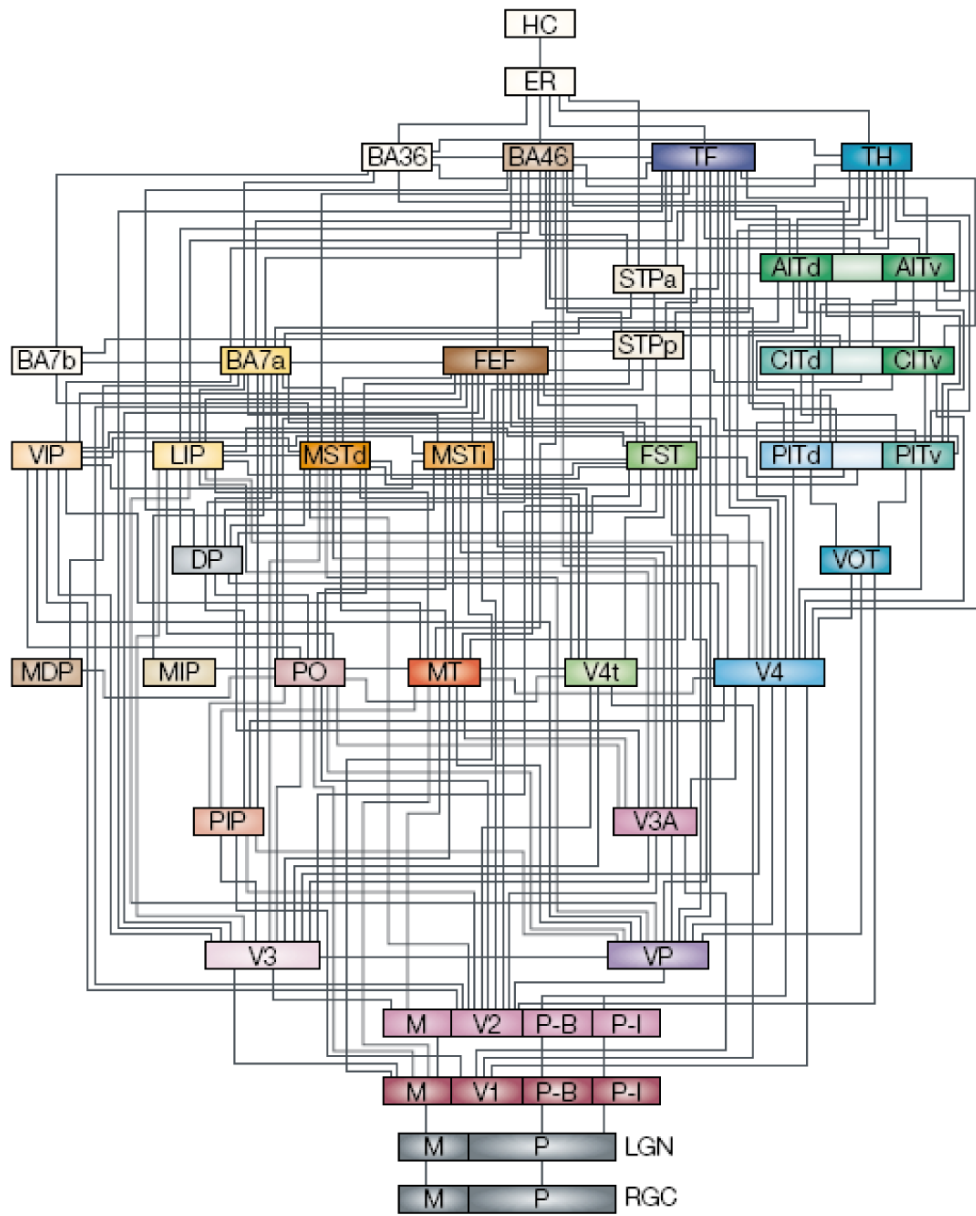
(A) Flow of information



(B) Principles of reentry







Hierarhična organizacija vidnih področij

Felleman in van Essen, 1991

Primarna vidna področja so vključena v razširjeno omrežje, kjer so recipročno povezana z drugimi moduli.

Primarna vidna področja so vključena v razširjeno omrežje, kjer so recipročno povezana z drugimi moduli.

Globalni koherentni vzorec (zaznava) je posledica koordinacije živčne aktivnosti znotraj področij in med njimi.

„We are so familiar with seeing, that it takes a leap of imagination to realize that there are problems to solved. But consider it. We are given tiny distorted upside-down images in the eyes and we see seperate solid objects in surrounding space. From the patterns of stimulation on the retina we perceive the world of objects and this is nothing short of a miracle.“

Richard L. Gregory, *Eye and Brain*, 1966





Je

Bistvo

res

očem

(ne)vidno
?