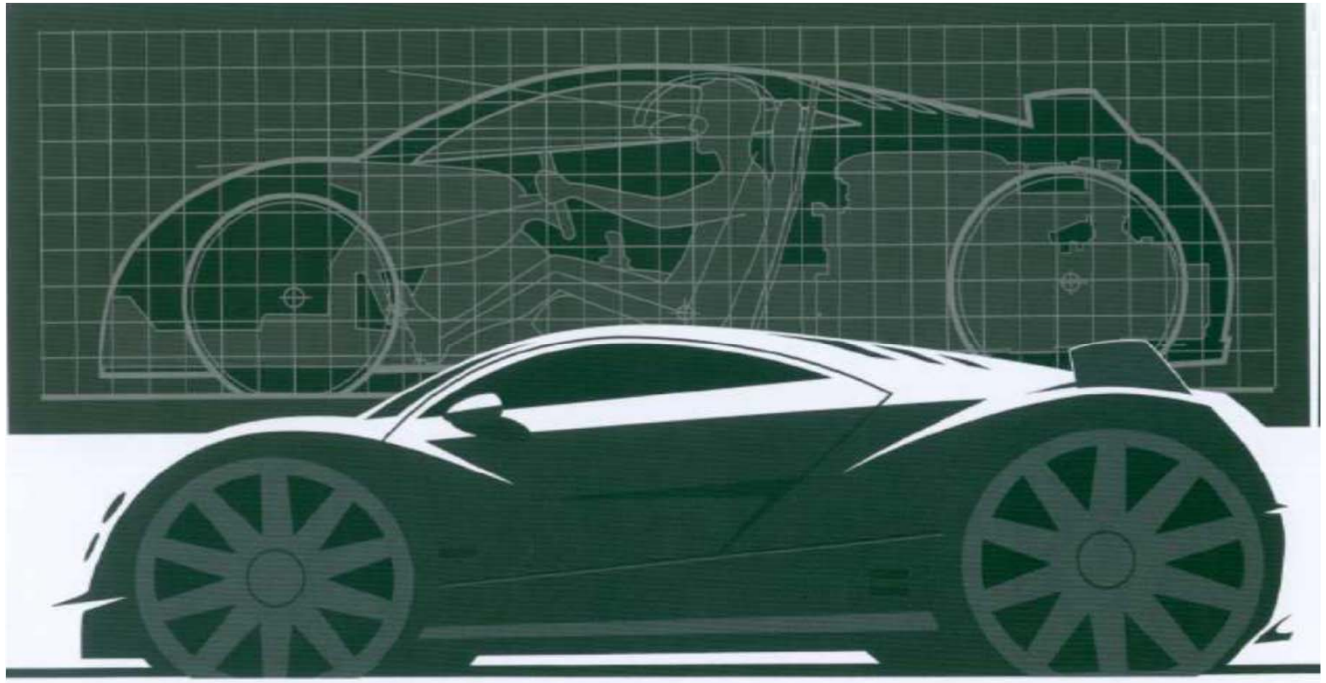
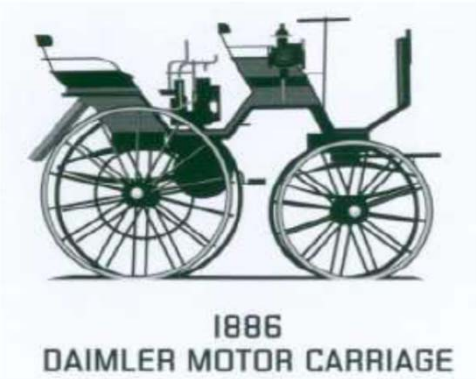
Машински факултет у Београду
Катедра за моторна возила
Пројектовање возила

Проф. Др Иван Благојевић

Пројектовање концепције возила



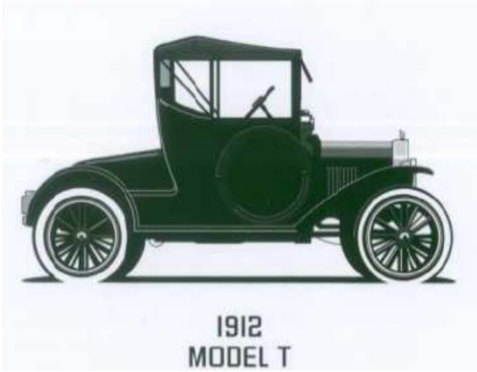
Концепција возила - историја нас учи



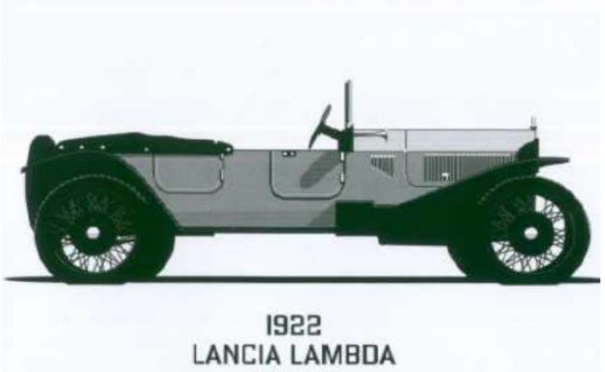
Прво возило са СУС мотором

Мотор напред – погон позади

Електрични погон није реткост

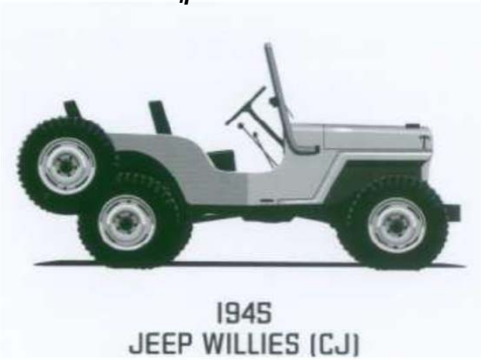


Масовно – црни али сваке 3 мин.

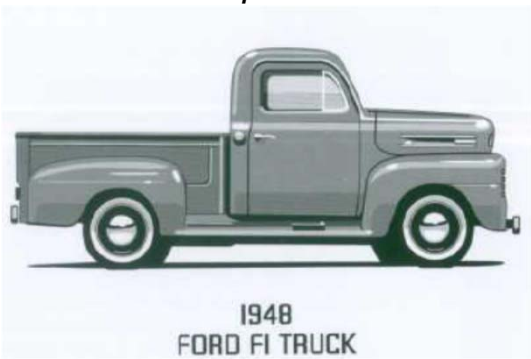


Самоносећа кар. – независно осл.

Народни ауто – 21.000.000



Прво теренско в. за цивиле



„Бестселер“ 20 год. је био пик-ап

Мање је више (40 година)

Концепција возила - историја нас учи

Мотор у средини – нови баланс

Роудстер – спортиста од 590 kg

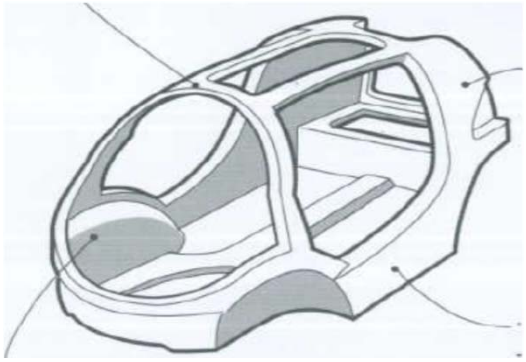
Први луксузни „SUV“ – било ретко

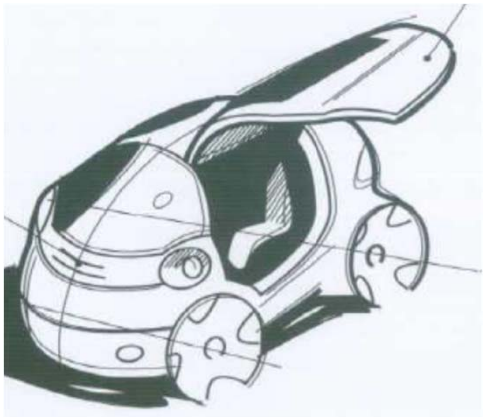
Golf klasa (али није први „хечбек“)

Микро за град

Захтев тржишта: велико и вулгарно

А будућност??

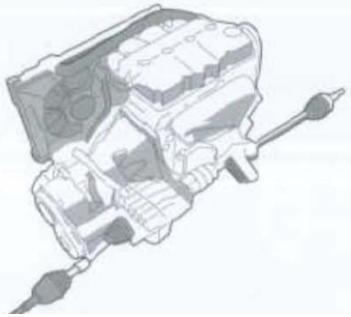




Концепција возила - шта све треба објединити и уклопити при пројектовању возила?

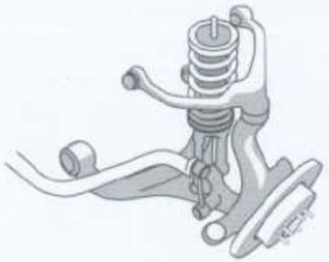
Путници

Унутрашњост
(+ пртљажник)

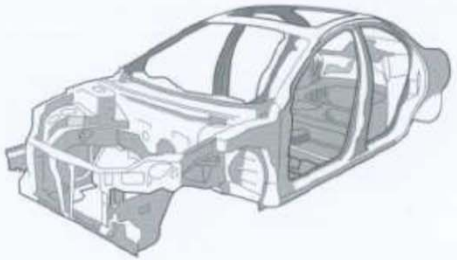


Погонски систем
(мотор и трансмисија)

Точкови
(са пнеуматицима)

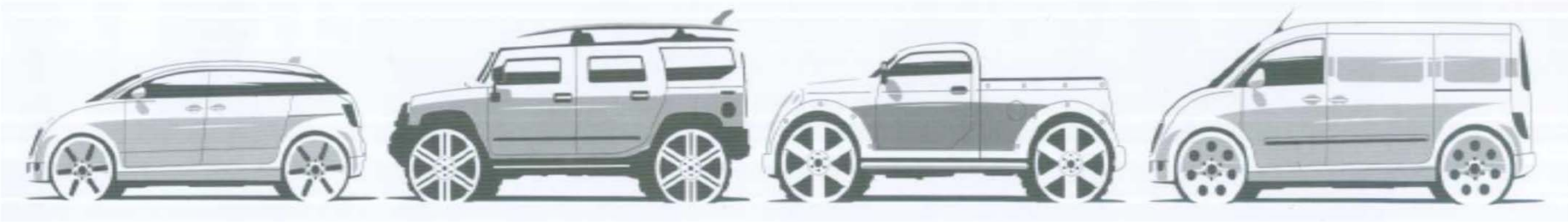


Систем ослањања
и управљања



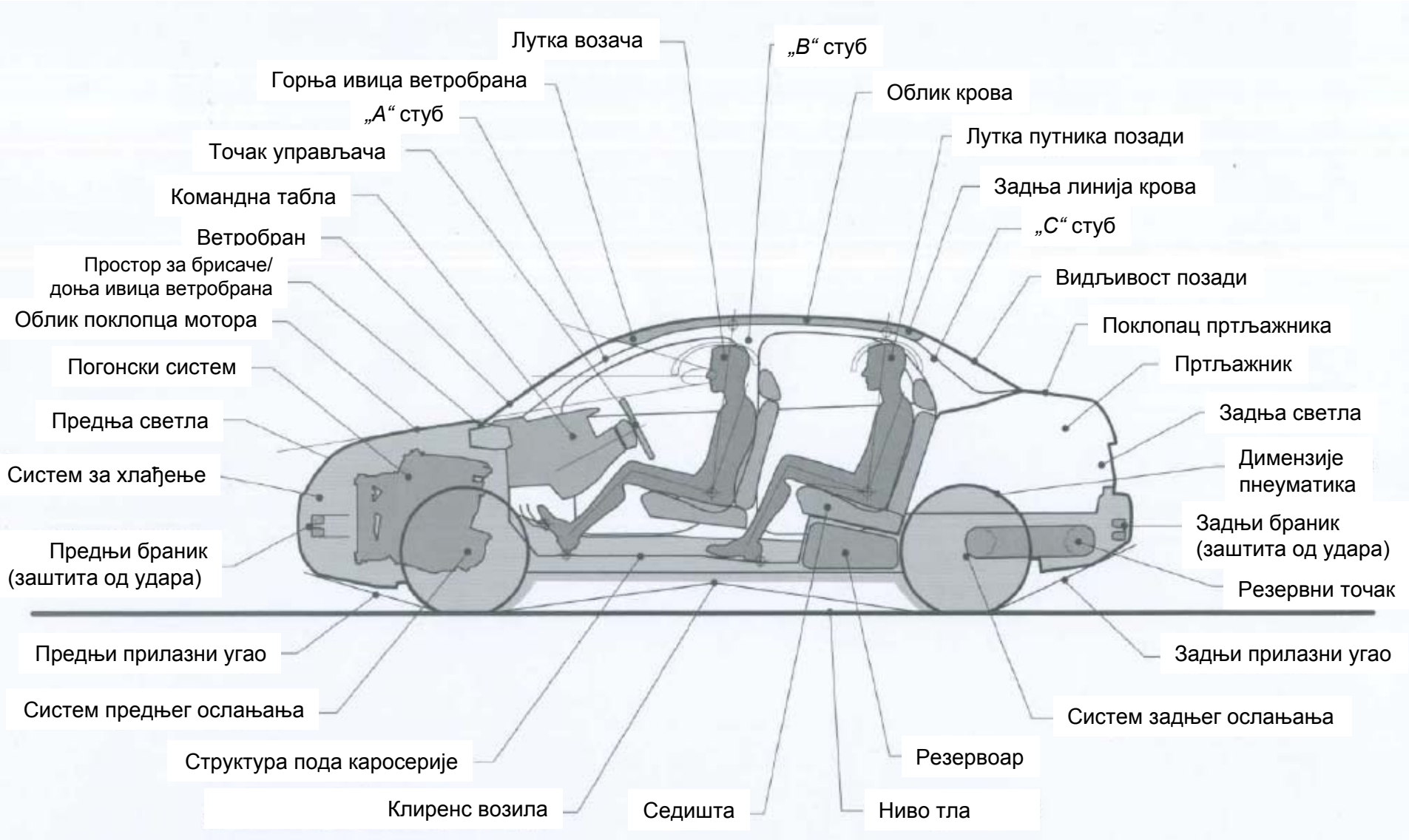
Носећи систем
(каросерија)

Концепција возила - истраживање/планирање, врсте возила и сегменти тржишта

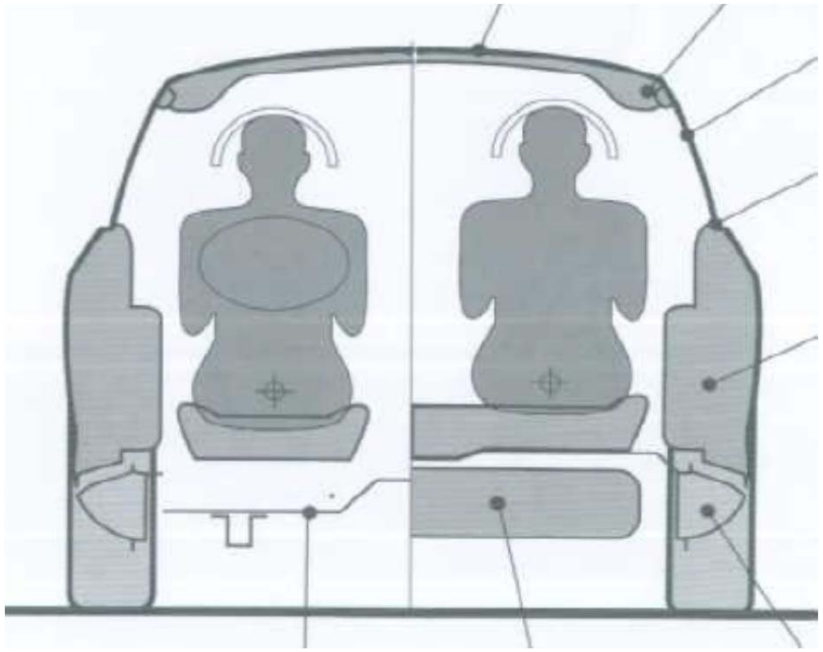


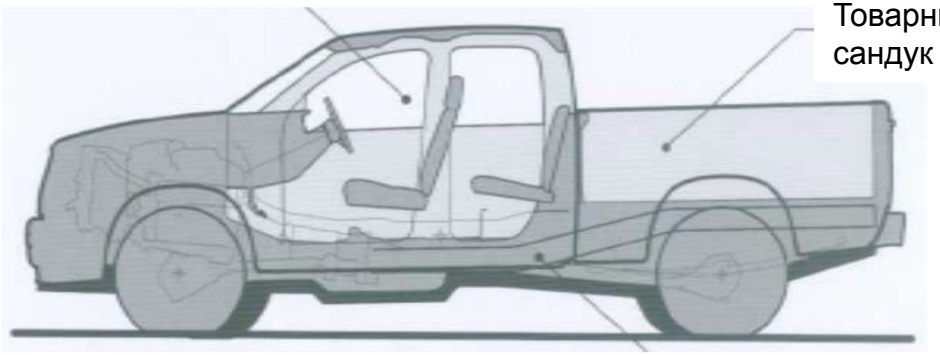
- Пројектовању претходи истраживање тржишта, купаца и конкуренције, као и проучавање производне стратегије и наступајућих технологија;
- Усваја се врста возила односно тржишни сегмент коме припада.

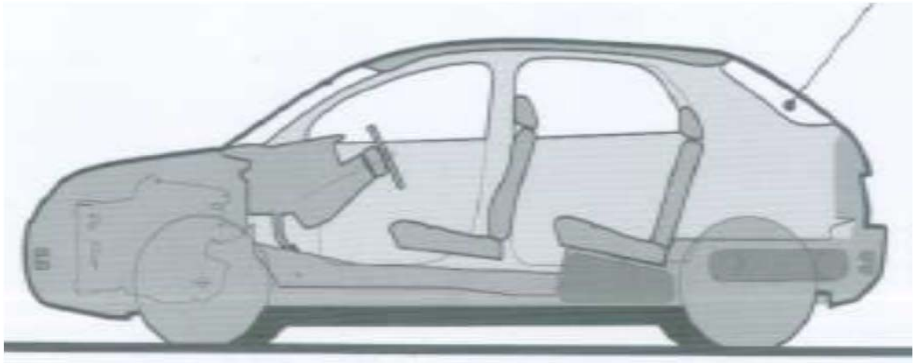
Концепција возила - анатомија путничког возила или како спаковати потребно?

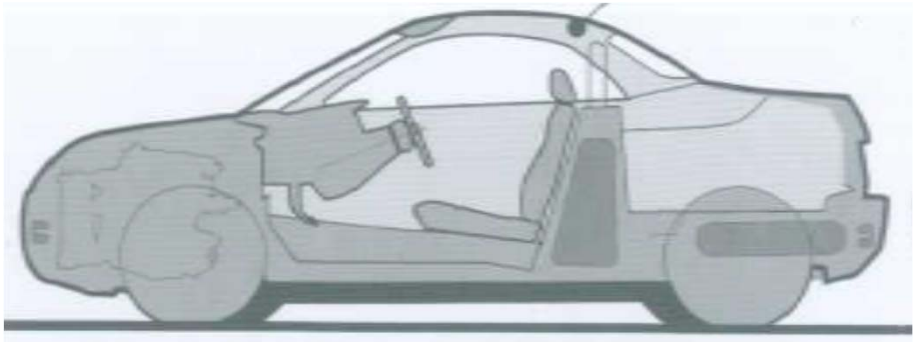


Концепција возила – разлике усвојених концепција

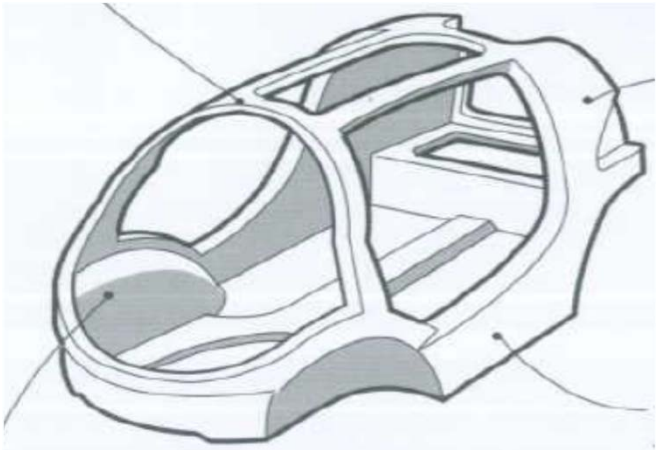


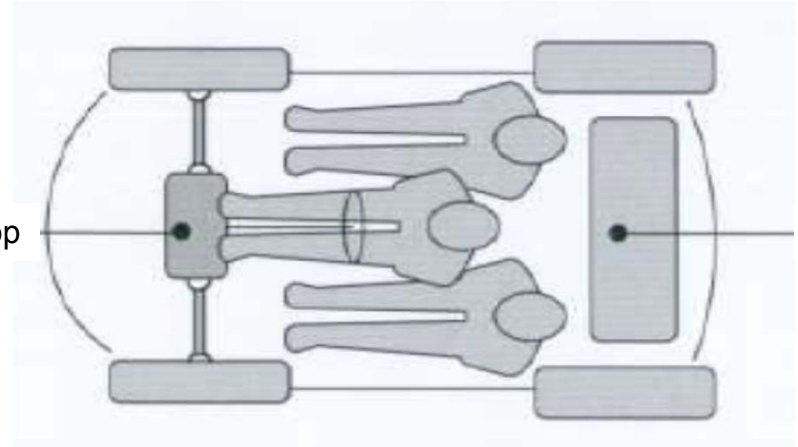


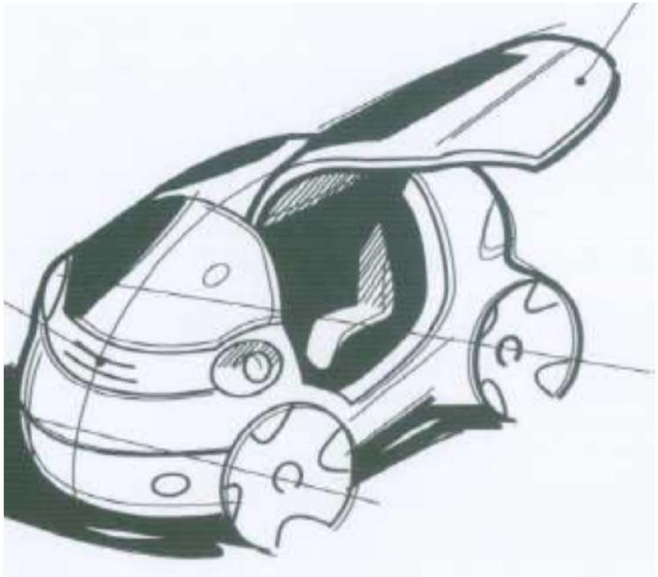


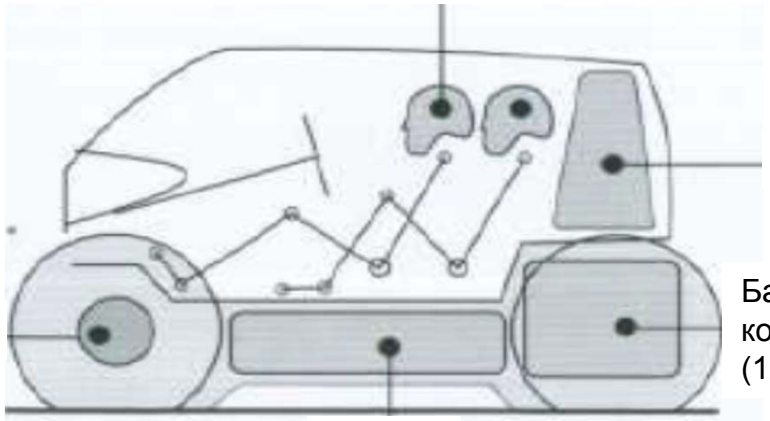


Концепција возила - 1. корак: разматрање различитих дизајнерских идеја

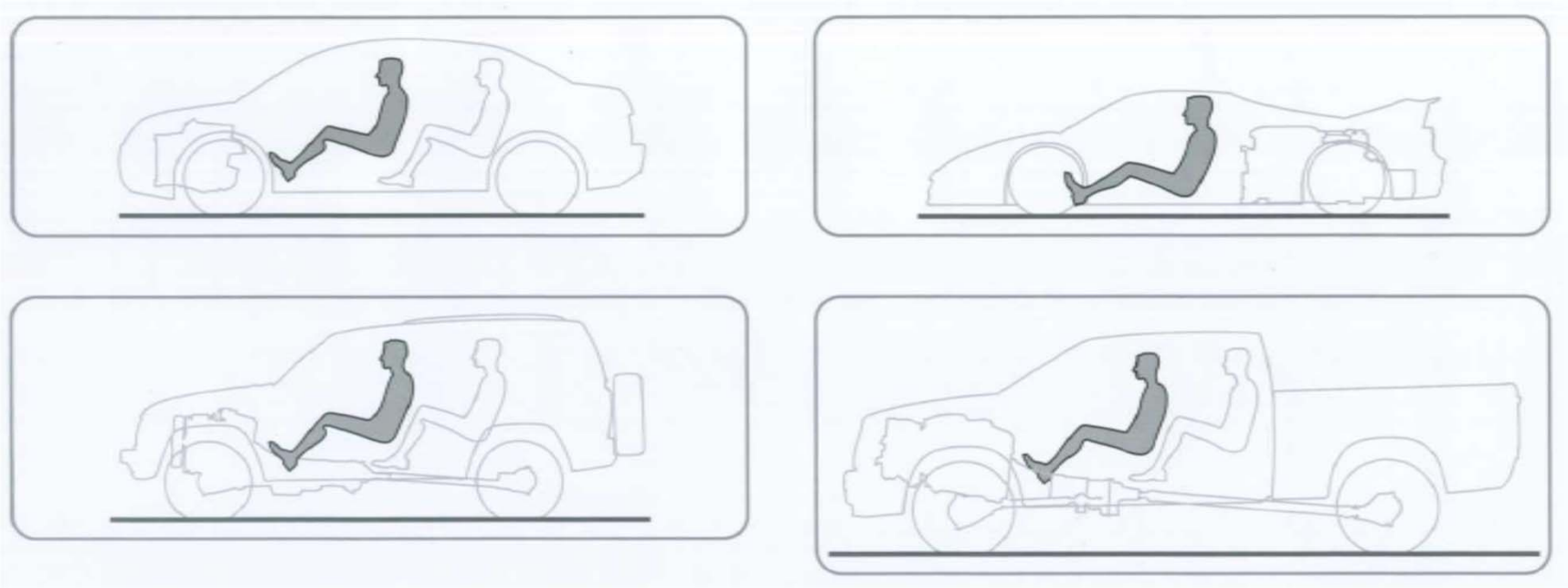






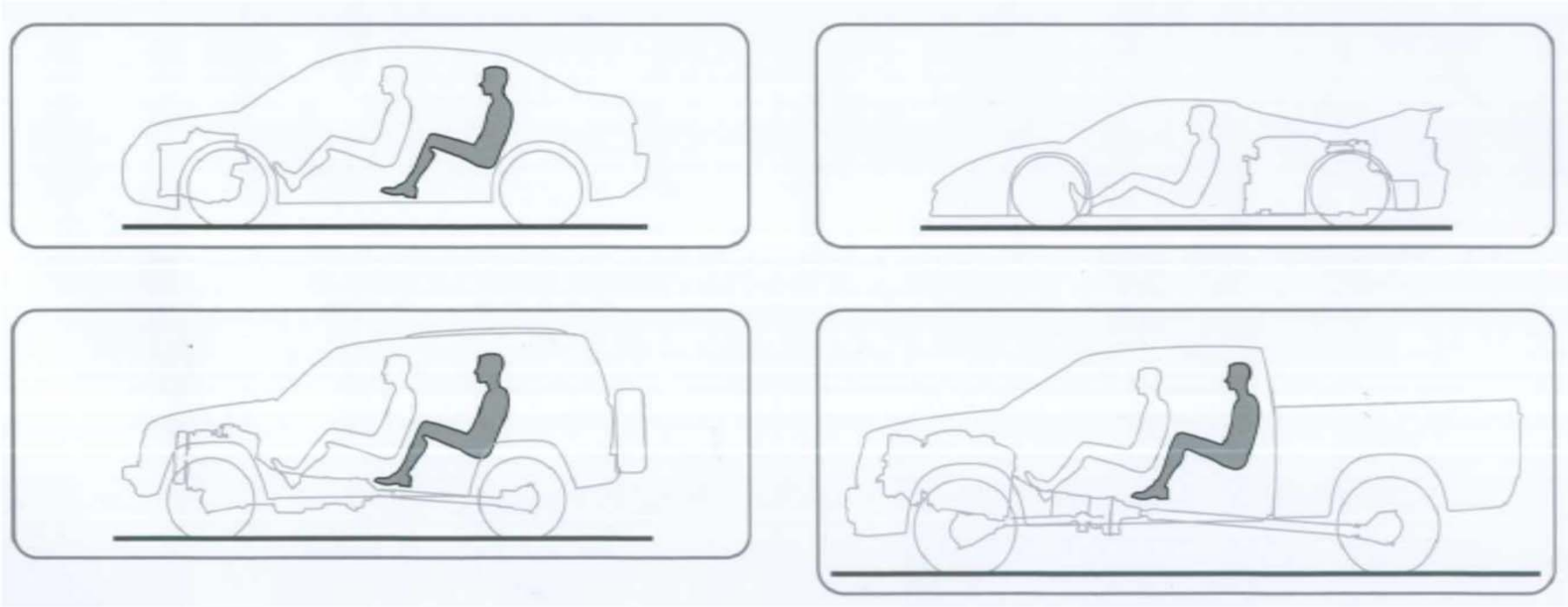


Концепција возила - 2. корак: позиционирање возача



- Усвајање висине положаја пете од тла, што подразумева претходно усвајање клиренса возила и структуре пода возила;
- Позиционирање возача у седећем положају користећи лутку са 95% расподелом висине мушкарца. При томе водити рачуна о видном пољу (висини ока возача), тежишту возила, уласку и изласку возача…;
- Сагледати решења у возилима сличних димензија и сегмената.

Концепција возила - 3. корак: позиционирање путника позади

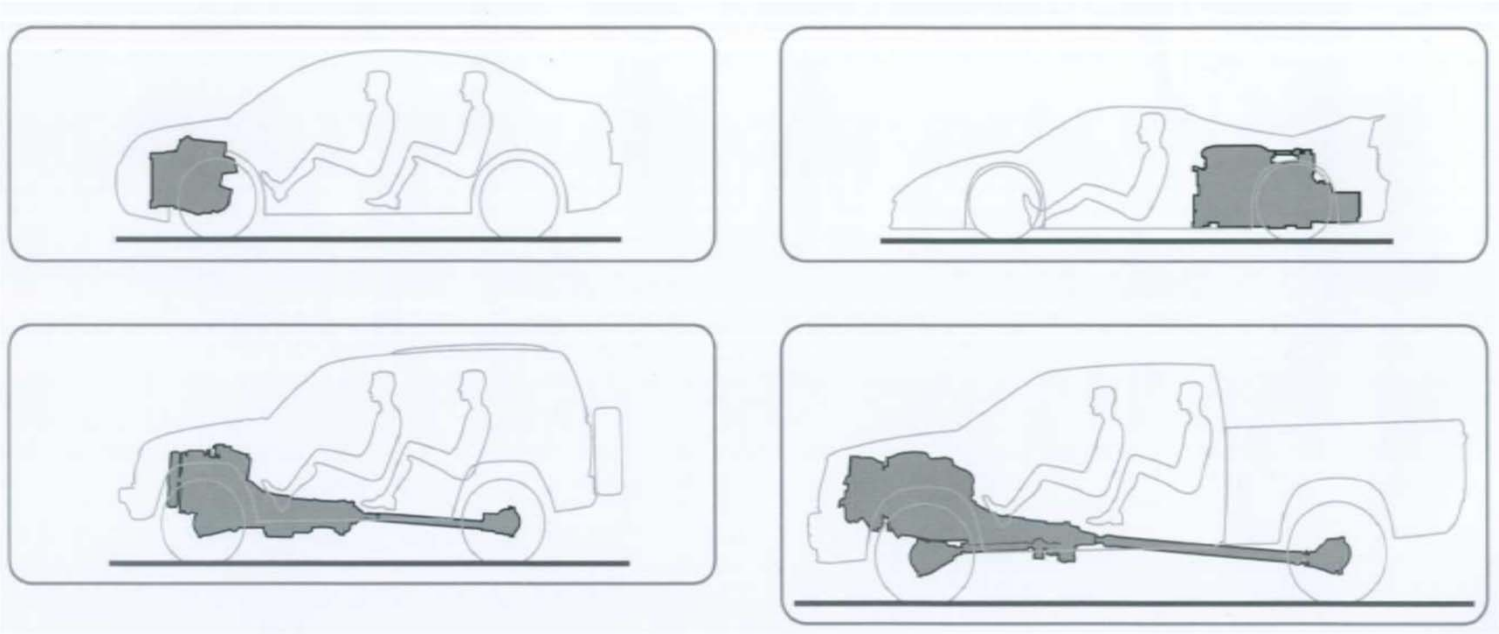


- Позиционирање путника на задњем седишту (уколико је предвиђено) у седећем положају користећи лутку са 95% расподелом висине водећи рачуна о простору за колена и што бољој видљивости напред;

- Водити рачуна да нека возила попут купеа, кабриолета или другог облика каросерије мањих димензија не могу да задовоље дату расподелу висине;

- Водити рачуна о простору за главу и рамена путника.

Концепција возила - 4. корак: одабир концепције погонског систем

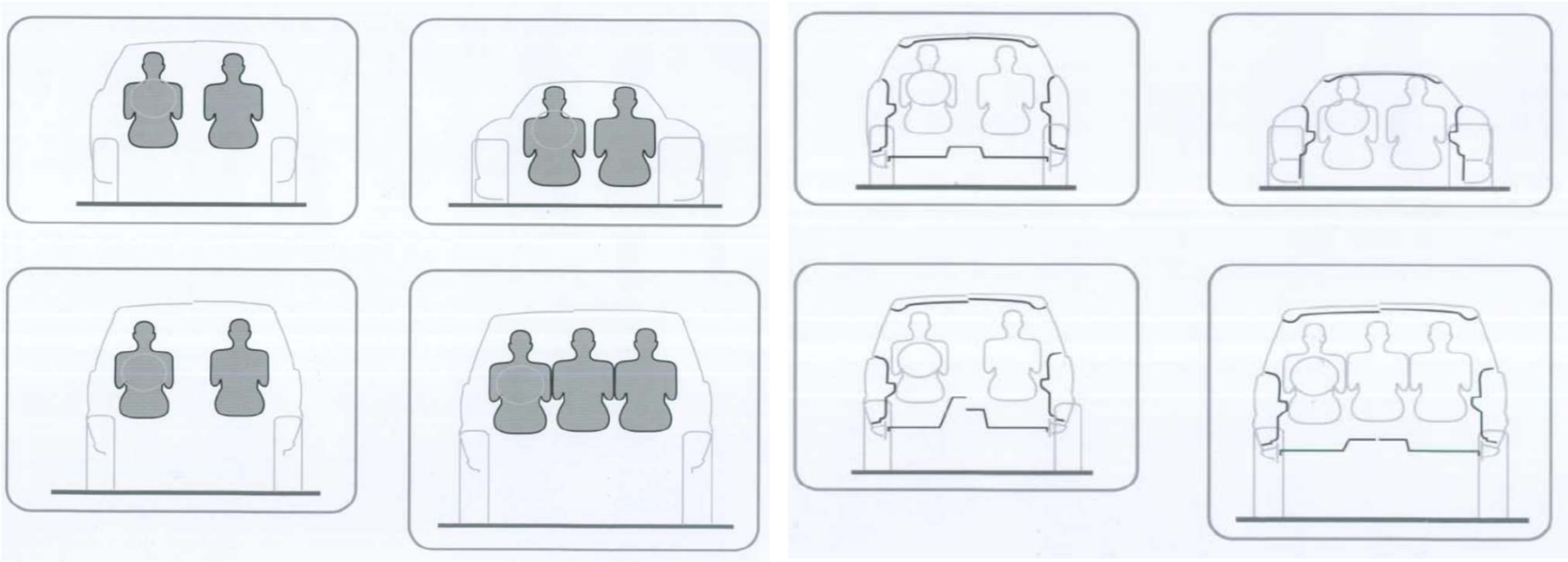


- Одабир концепције погонског система – положај и усмереност мотора и трансмисије, као и положај главног преносника;

- Одабир концепције погонског система има велики утицај на пропорције возила. То није пресудни фактор који на њега утиче, већ захтеване перформансе самог возила;

- Посредно, избор концепције и захтеване перформансе утичу и на избор величине точкова.

Концепција возила - 5. корак: распоред путника у попречној равни

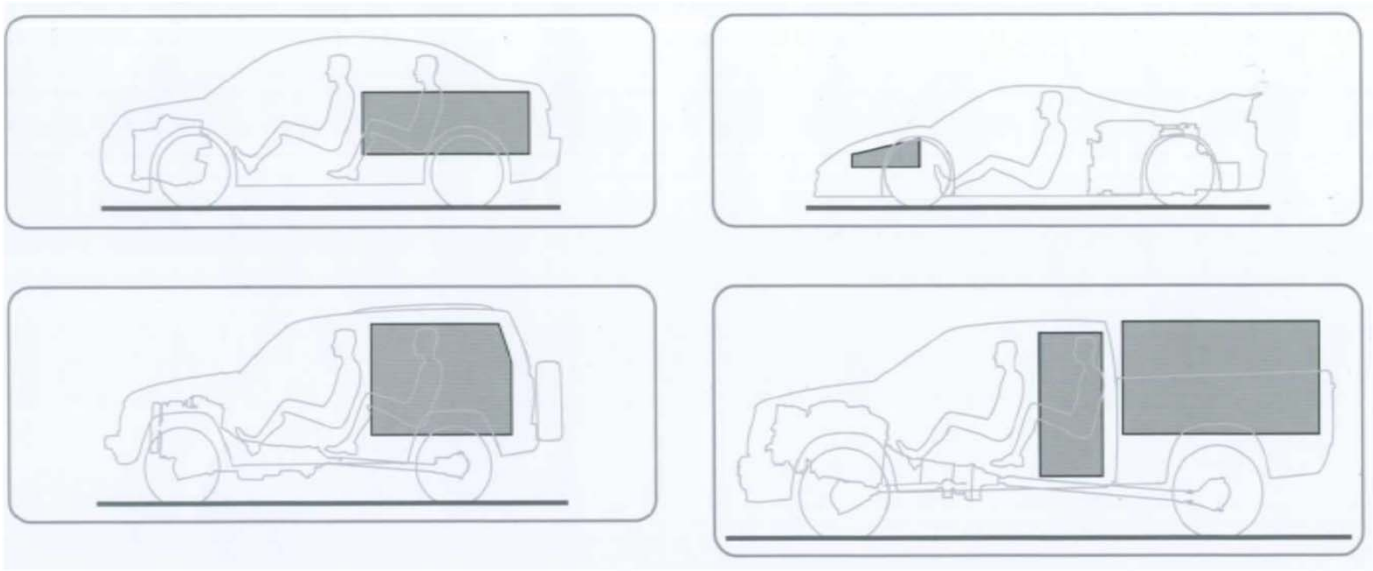


- Осим ширине возила и распореда погонског система на позиционирање путника у попречној равни утицај има и аеродинамика возила, али и расположив прилаз ка другом или трећем реду седишта;

- Велики утицај имају величине предњег и задњег трага точкова које су такође ограничене ширином возила;

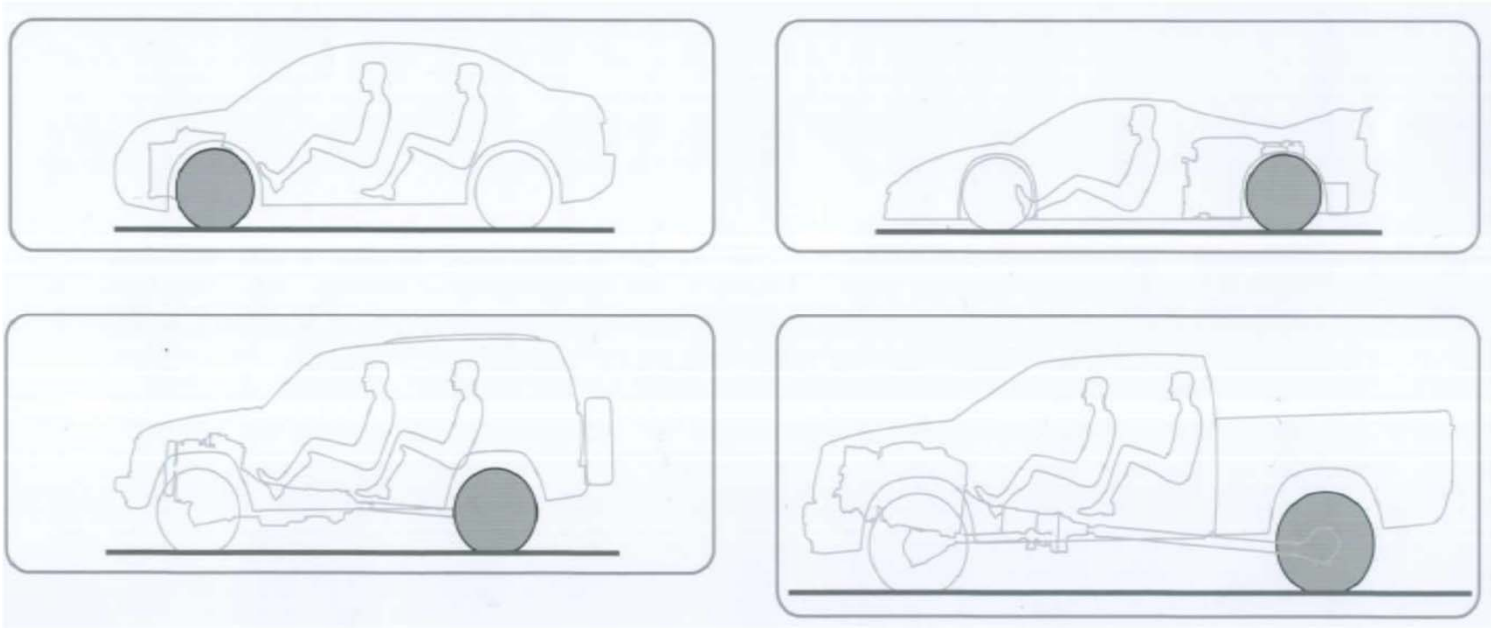
- Простор унутрашњости возила умањен је за унутрашње контуре елемената каросерије и опреме ентеријера (слике десно).

Концепција возила - 6. корак: простор за пртљаг



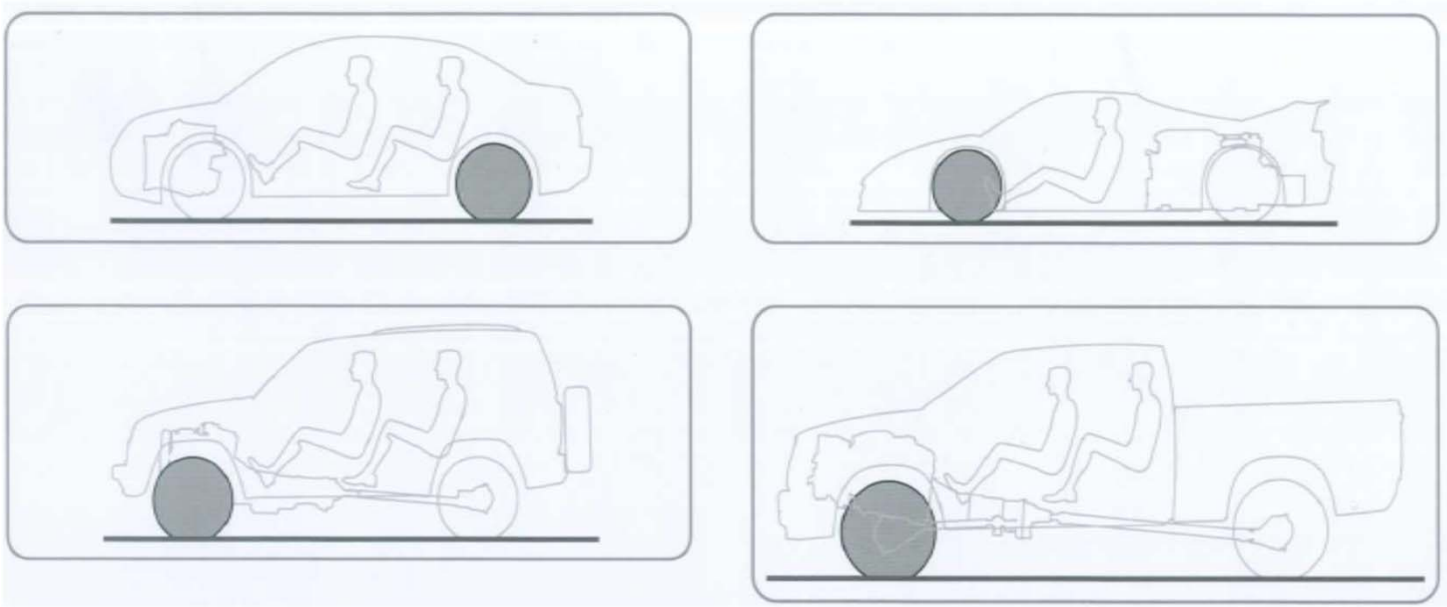
- Пртљажни простор може бити пројектован за одговарајуће предмет или према задатој запремини;
- Пожељно је пројектовати флексибилну унутрашњост са преклопивим седиштима и/или преградама;
- Маса пртљага је важна због распореда масе и пројектовања система ослањања.

Концепција возила - 7. корак: величина и позиција погонских точкова



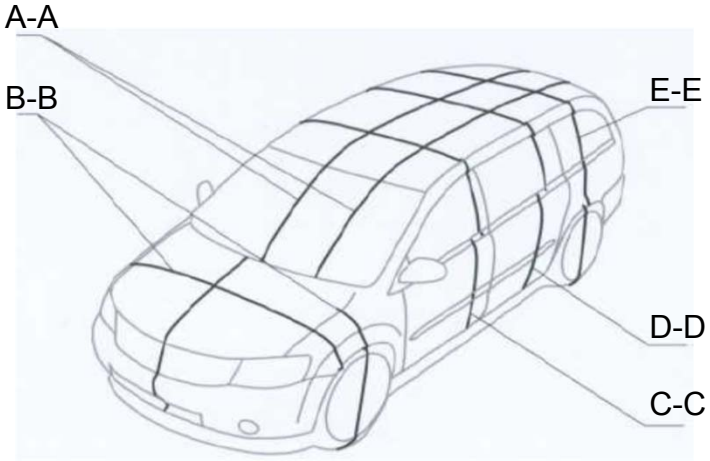
- Одређивање величине и позиције погонских точкова у односу на позиције погонског система и путника; Значајан утицај има изабрана концепција погона.

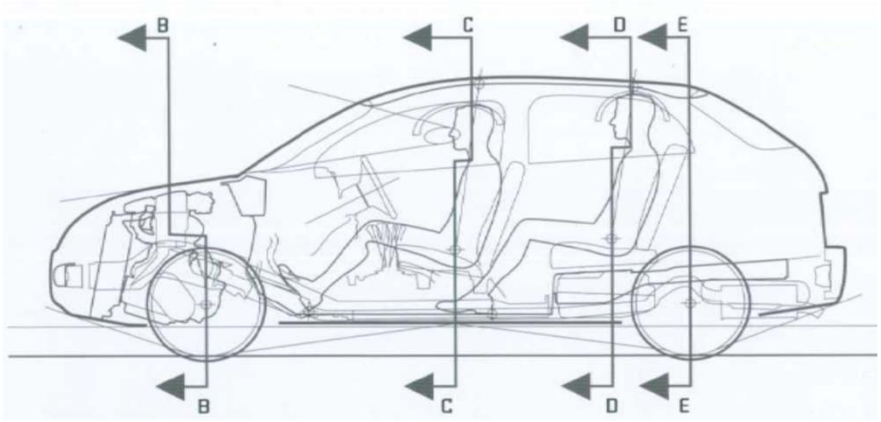
Концепција возила - 8. корак: међуосовинско растојање



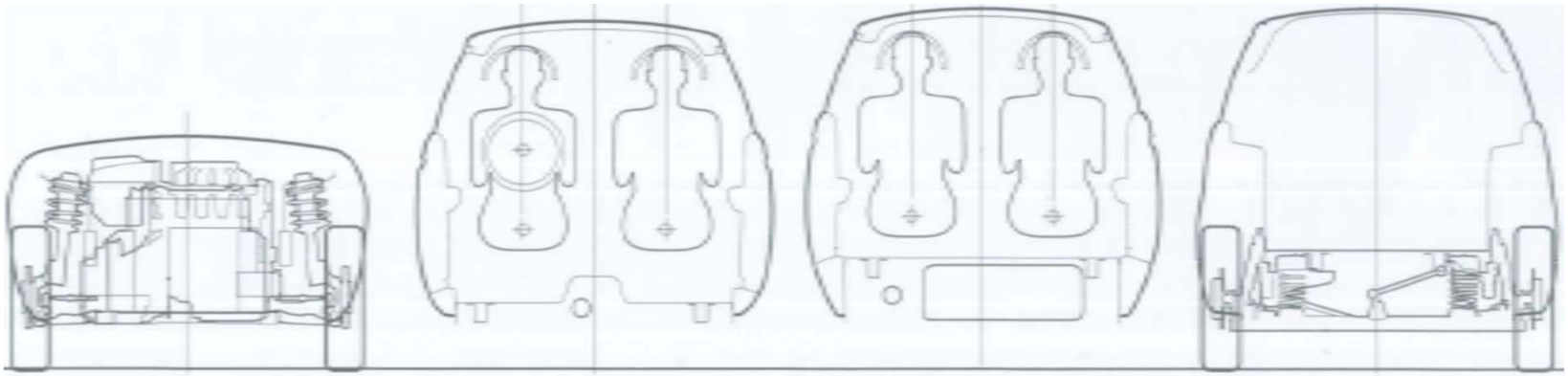
- Избор међуосовинског растојања условљено је расподелом оптерећења, али и ограничењем укупне дужине возила према сегменту којем припада;
- Код аутомобила намењених за употребу у градској средини точкови су постављени што је могуће ближе путницима, док је код луксузних возила растојање између осовина прилагођено захтеваном комфору, а код спортских захтеваној динамици кретања;
- Код теретних возила точкови су постављени испод товарног простора, односно кабине.

Концепција возила - пресеци за пројектовање 3Д модела





Пресек А-А: уздужна раван симетрије возила и путника



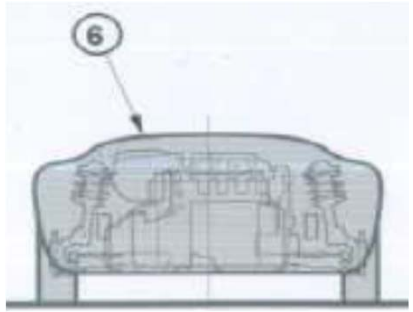
<u>Пресек В-В</u>
Расположив простор за мотор и систем предњег ослањања.

<u>Пресек С-С</u>
Расположив простор за елементе каросерије, унутрашњу облогу, облик врата, бочних прозора, крова и пода возила. Садржи **Н** тачку и контуру главе путника напред.

<u>Пресек D-D</u>
Аналогно пресеку <u>С-С</u>

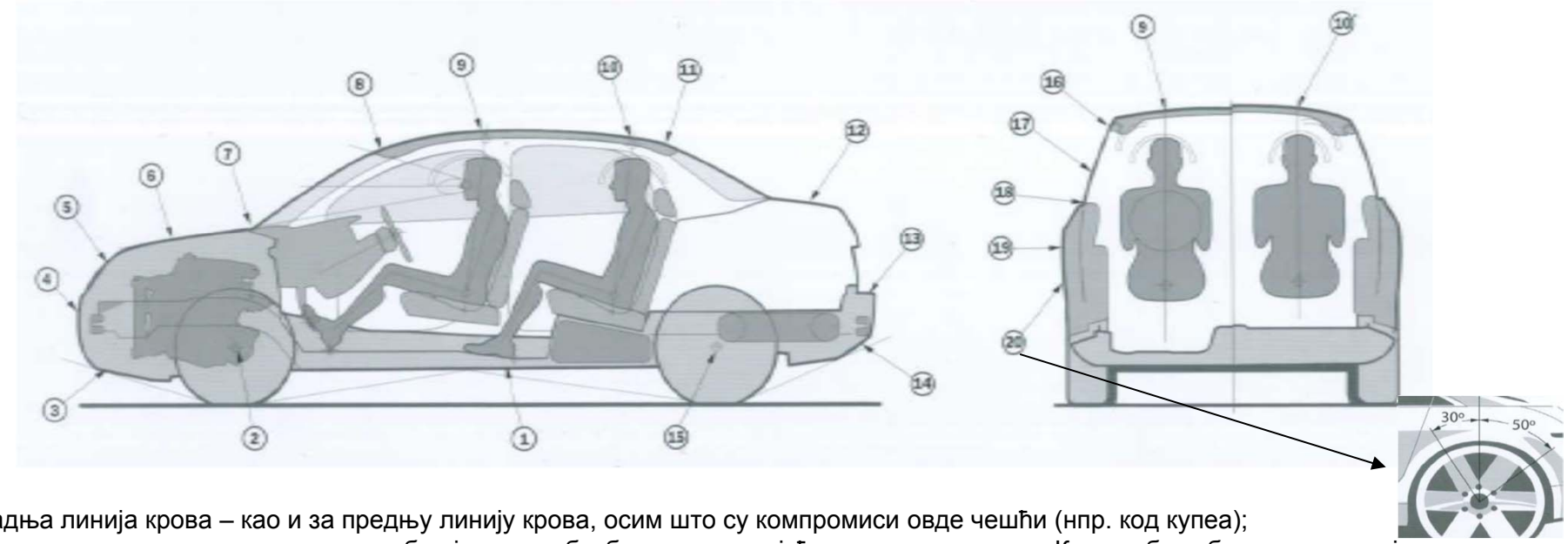
<u>Пресек Е-Е</u>
Расположив простор за смештај система задњег ослањања, пртљага, резервоара, резервног точка.

Концепција возила - елементи који утичу на дизајн возила



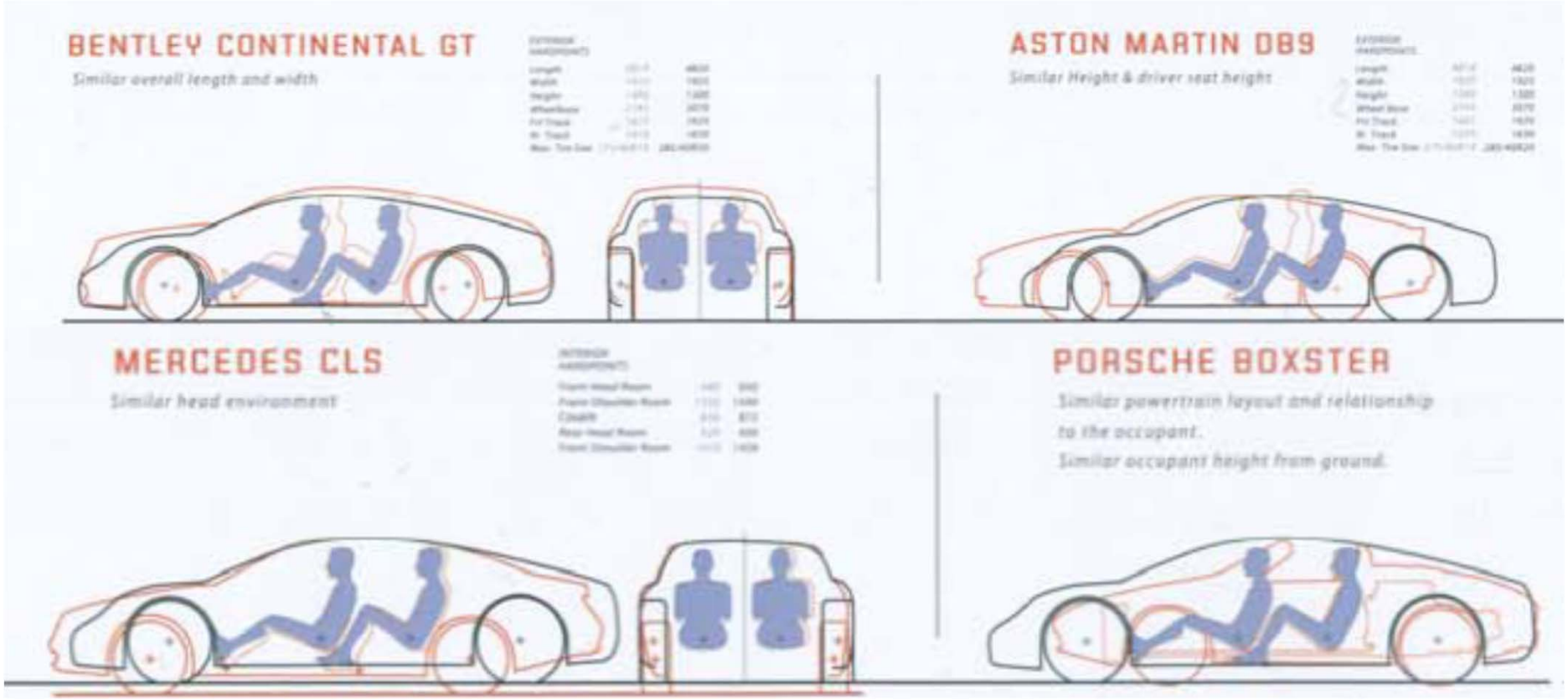
1. Висина пода (и прагова) возила – условљено клиренсом и унутрашњим прилазним угловима точкова (за теренска мин. 200 mm);
2. Положај предњег точка (осовине) – висина центра точка дефинисана је динамичким полупречником изабраног пнеуматика, док уздужни положај центра точка утиче на расподелу маса по осовинама, а величина слободног простора око точка (који зависи од кинематике система ослањања) утиче на положај пете (стопала) возача. На положај центра точка утиче и положај полувратила (главног преносника) у случају предњег погона. Положај у попречној равни (траг точкова) условљен је простором за мотор и систем ослањања (тј. кинематике кретања точка);
3. Предњи прилазни угао – препорука 10° за путничко возило (у оптерећеном стању), а за теренско возило 25° или већи;
4. Позиција предњег браника – висина између 406 и 508 mm, док истуреност зависи од дужине зоне потребне за апсорпцију енергије удара при чеоном удесу (у просеку између 50 и 70 mm). Профил браника условљен је заштитом пешака при удесу;
5. Предња ивица поклопца мотора – главни утицај на позицију има систем за хлађење, али и механизам за отварање/блокирање поклопца;
6. Облик поклопца мотора – условљен положајем мотора и система предњег ослањања, али и прописима који се односе на заштиту главе пешака приликом удеса (односно растојања поклопца од чврстих елемената испод њега);
7. Задња ивица поклопца мотора / доња ивица ветробрана – висина је условљена обликом поклопца мотора (највише тачке мотора) са једне стране и доњег угла видног поља возача напред мерено у вертикалној уздужној равни у односу на хоризонталну линију висине ока возача (угао мањи од 6° је проблематичан) са друге, док је положај у уздужном правцу одређен простором за одржавање мотора са једне и простором за командну таблу са друге стране. Уколико је доња ивица ветробрана сувише померена ка напред А стубови могу утицати на прегледност, док померање ка назад, које доводи ветробран више ка вертикалном положају, може довести до дисторзије (деформације) слике (за случај производње ветробртана савременим технологијама);
8. Горња ивица ветробрана - угао видног поља возача напред мерено у вертикалној уздужној равни у односу на хоризонталну линију висине ока возача (мање од 11° се сматра компромисом);
9. Предња линија крова – треба да буде што нижа (ниже тежиште, аеродинамика, мања маса), али да остави довољно простора за главу возача, унутрашњу облогу крова и опрему (кровни прозор и сл.);

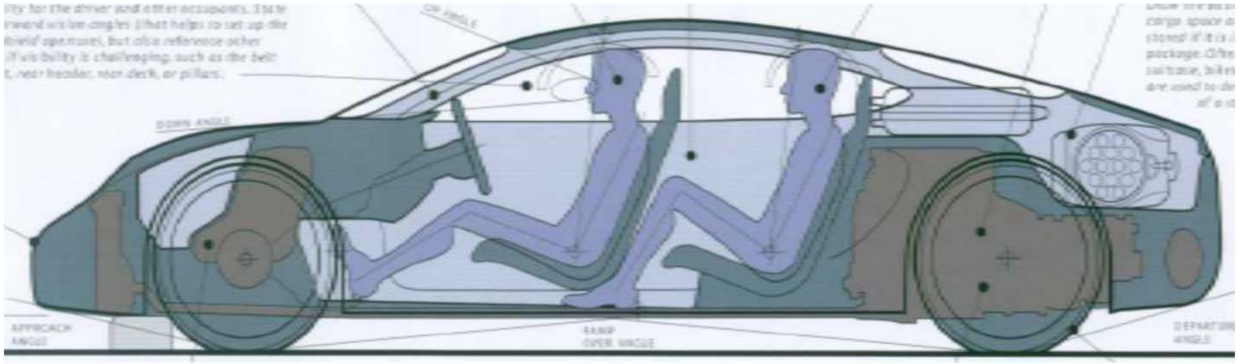
Концепција возила - елементи који утичу на дизајн возила

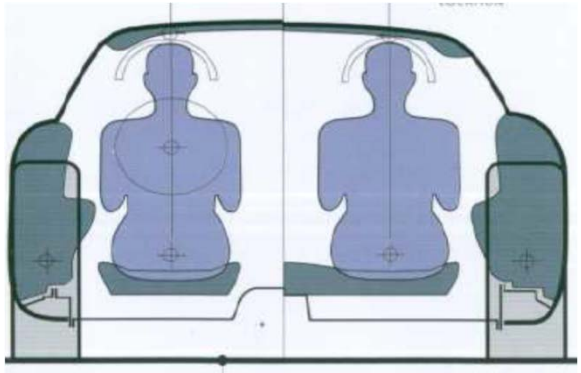


10. Задња линија крова – као и за предњу линију крова, осим што су компромиси овде чешћи (нпр. код купеа);
11. Горња ивица задњег стакла – потребно је да се обезбеди одговарајућа видљивост назад. Код хечбек облика каросерије потребан је додатни простор за шарке врата пртљажника;
12. Пртљажник – код неких возила димензије пртљажника имају приоритет, а циљ може бити висина или запремина чији је ограничавајући фактор видљивост позади;
13. Позиција задњег браника – као и код предњег осим што на висину утиче и висина утовара пртљага;
14. Задњи прилазни угао – може бити мањи него предњи, а обично и јесте због издувног система и резервног точка (не мање од 20° за теренска возила);
15. Позиција задњег точка (осовине) – утиче на међуосовинско растојање, односно расподелу маса по осовинама. У принципу што ближе путницима позади (колико то простор око точка дозвољава);
16. Уздужна ивица крова – обухвата структуру (профил) каросерије која обезбеђује њену крутост, рам врата, унутрашњу облогу и ваздушне завесе (као заштиту при бочном удару) при чему треба да се обезбеди довољан простор за главе путника;
17. Бочни прозори – обично са радијусом, а могу бити и равни. Горња ивица (висина и облик) је дефинисана уздужном ивицом крова. Положај доње ивице бочних прозора у попречној равни треба да обезбеде одговарајући простор за рамена путника са једне стране, односно увлачење у врата са друге;
18. Доња ивица бочних прозора – висина и ширина одређена дизајном али се мора сагледати расположив простор за рамена путника;
19. Бочни профил возила – мора да омогући увлачење бочних стакала;
20. Спољна ивица блатобрана – према стандарду крило треба да покрива спољну ивицу пнеуматика и то по луку у зони 30° испред и 50° иза вертикалне линије која садржи центар точка.

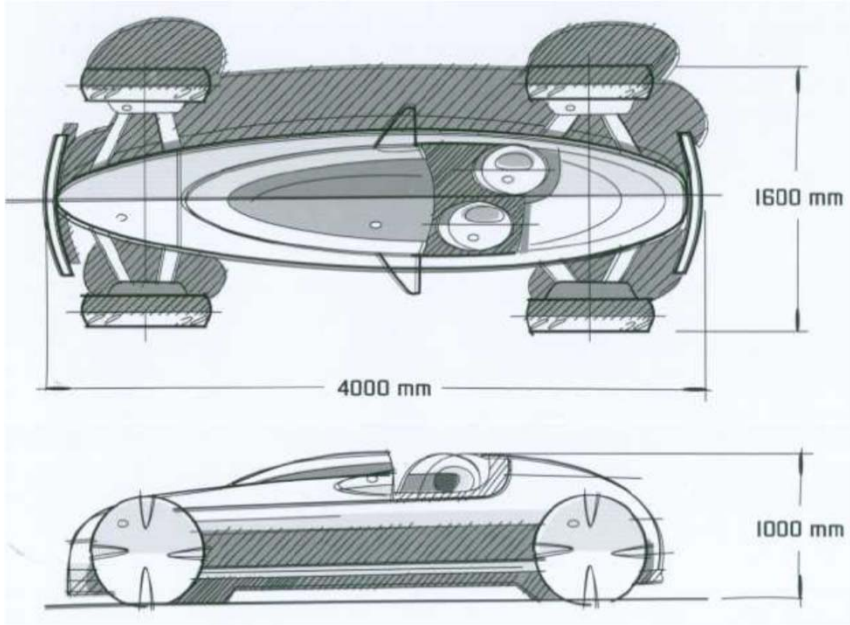
Концепција возила - поређење са конкуренцијом (*„benchmarking“*)





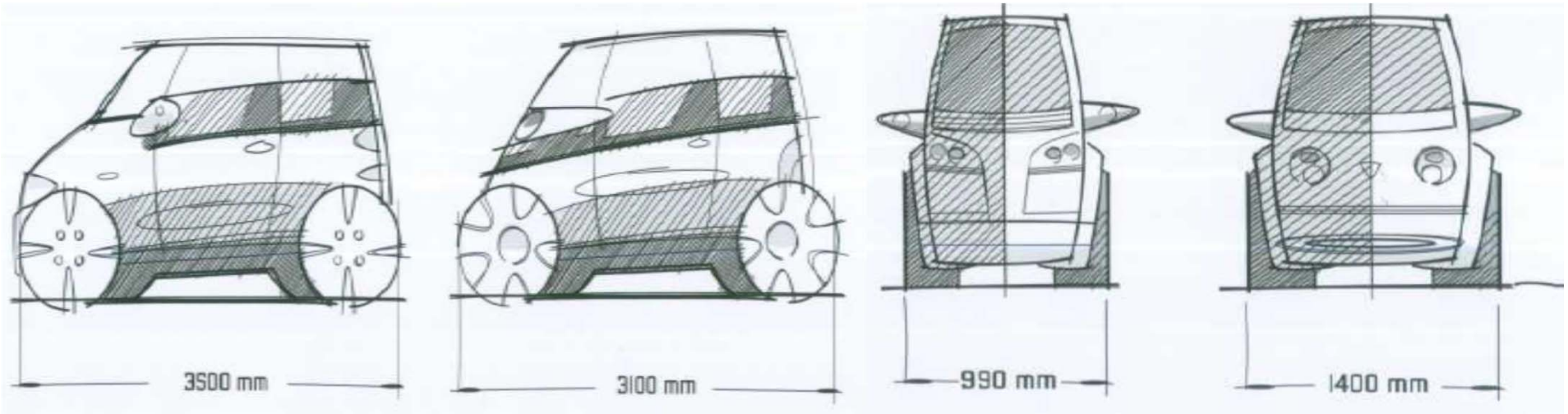


Концепција возила - од дизајнерске идеје

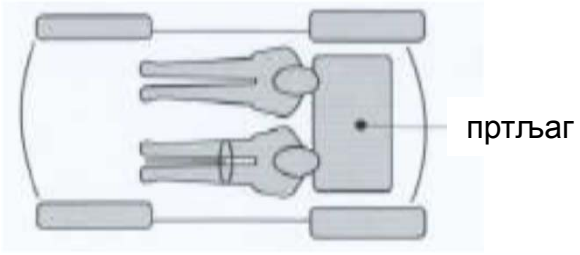


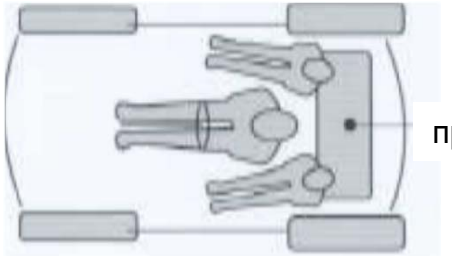
Задате перформансе:

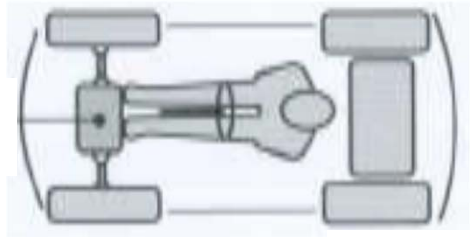
- Макс. брзина: 120 km/h
- Убрзање 0 – 100: 7 s
- Потрошња: 4l / 100 km или еквив. kWh
- Аутономија: 80 km
- Цена: 10.000 евра

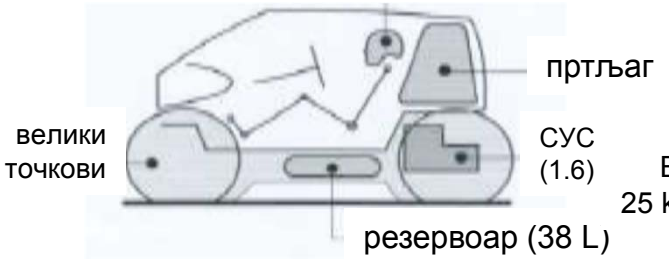


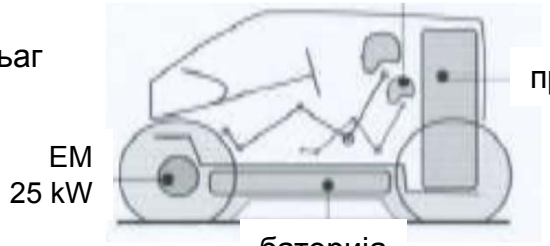
Концепција возила - од дизајнерске идеје

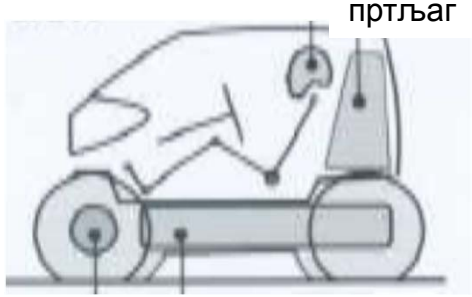


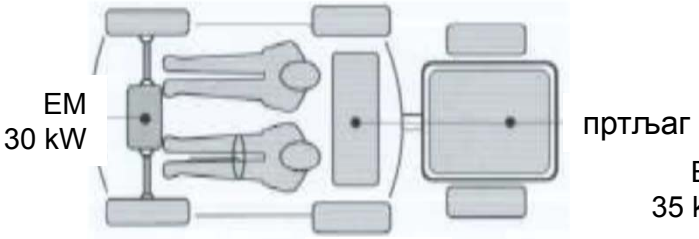


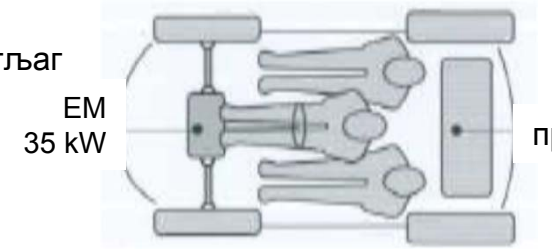


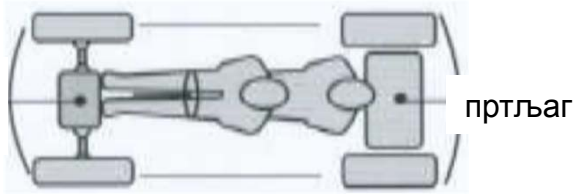


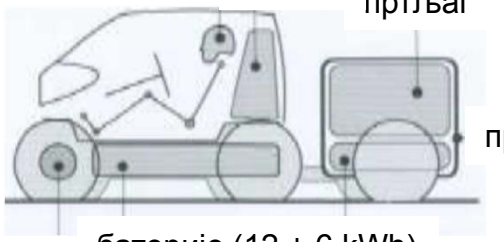


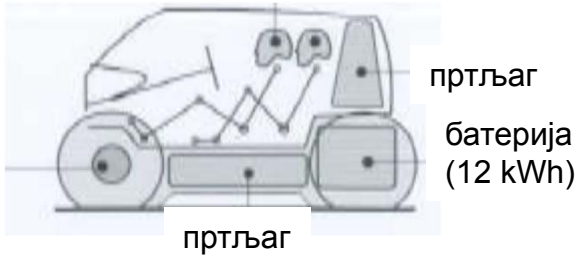


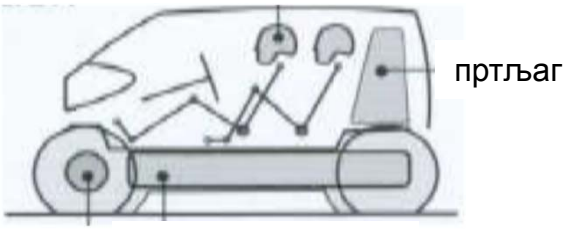




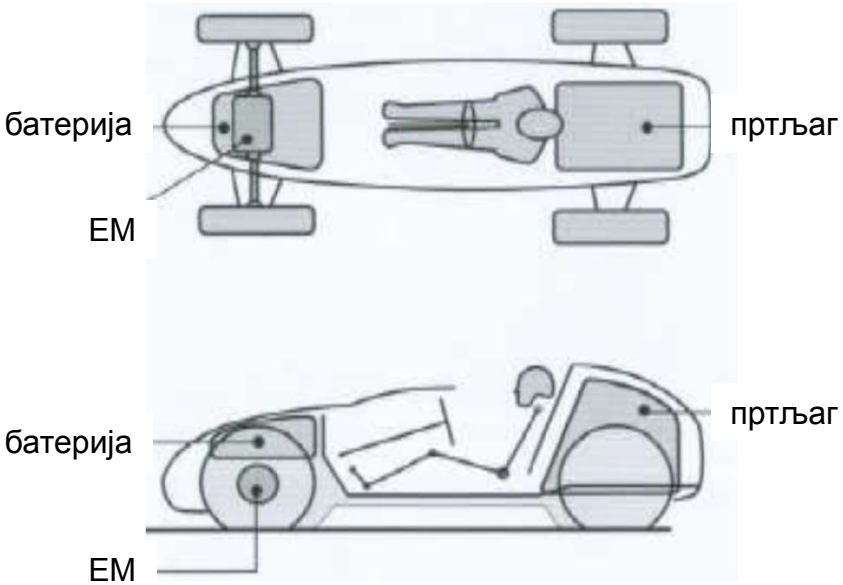


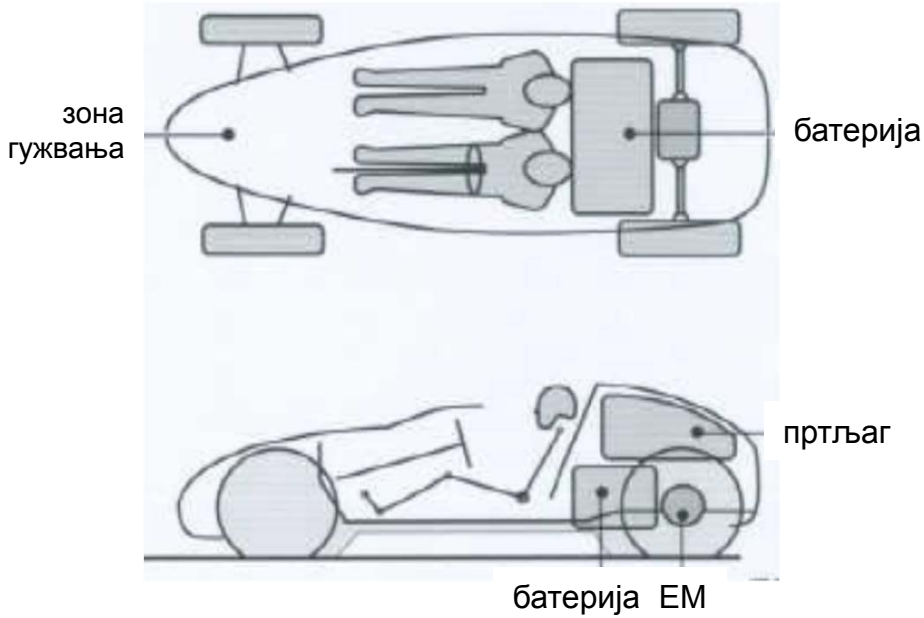


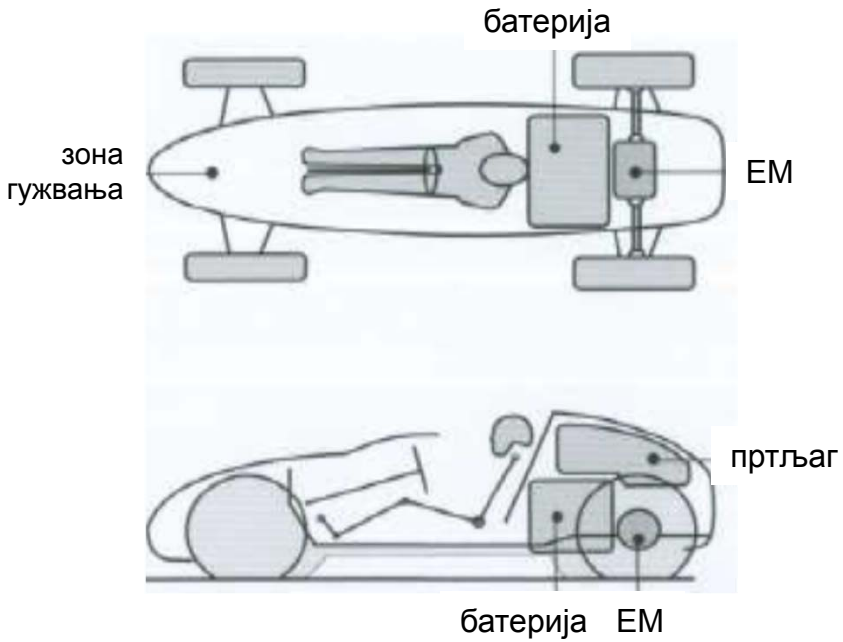


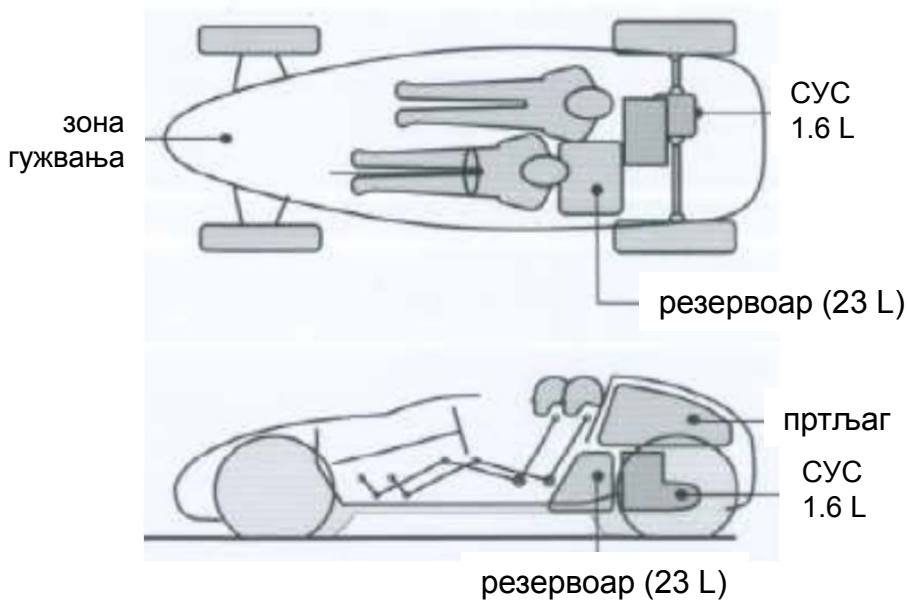


Концепција возила - од дизајнерске идеје









Концепција возила - димензије и зоне

1. Величина ове зоне зависи од величине и оријентације мотора, али и од потребног простора за апсорпцију енергије судара;
2. Простор који заузимају доњи удови (ноге) возача, а зависи од висине на којој је постављено седиште – што је та висина већа смањује се растојање од стопала до кукова возача;
3. Растојање између путника напред и позади (тј. њихових кукова) у уздужном правцу које може директно да варира укупну дужину возила (зато је ова зона најмања код градских аутомобила);
4. Простор који заузима пртљажник, резервни точак и резервоар, а уједно представља заштиту путника и резервоара од удара са задње стране возила.

Дужина возила је обично задата величина у односу на сегмент за који је предвиђено, а ограничавајући фактори су маневривост возила, величина места за паркирање, као о међуосовинско растојање. Превелика дужина одражава се на масу, цену и перформансе возила.

Концепција возила - димензије возила и пропорције у попречној равни

Простор за рамена – мера између унутрашње облоге левих и десних врата која утиче на запремину унутрашњег простора и комфор путника

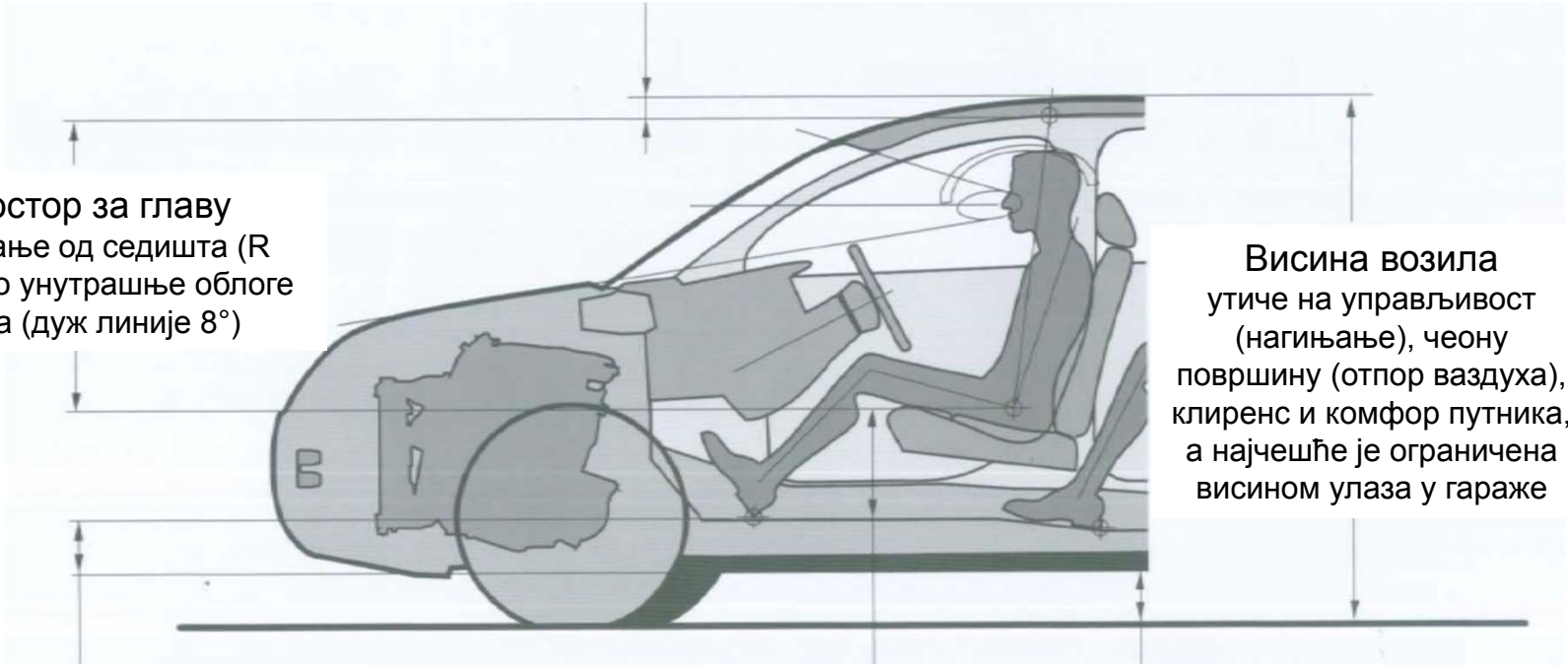
Позиција путника у попречној равни – условљено ограничењем укупне ширине возила

Контуре врата и бочних стакала утиче на расположив простор за путнике

Ширина возила – спољна димензија возила која је највише ограничена функционалношћу у различитим окружењима, а утиче и на чеону површину, односно отпор ваздуха

Концепција возила - димензије возила и пропорције у уздужној равни

Простор потребан за унутрашњу облогу крова,
кровни прозор и прикључке кровних носача



Простор за главу
растојање од седишта (R тачке) до унутрашње облоге крова (дуж линије 8°)

Висина возила
утиче на управљивост (нагињање), чеону површину (отпор ваздуха), клиренс и комфор путника, а најчешће је ограничена висином улаза у гараже

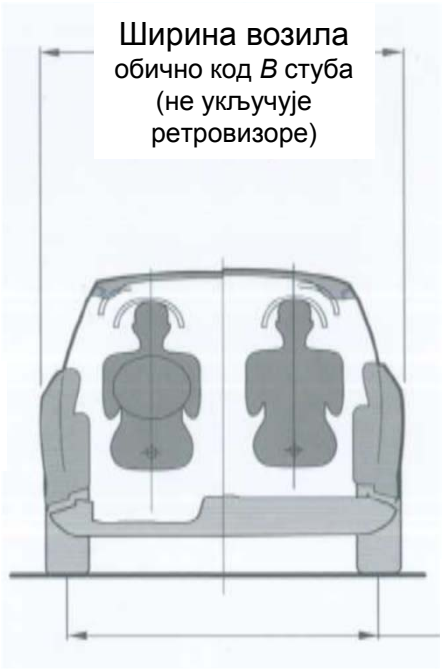
Простор потребан за структуру пода каросерије (код теретних возила је то висина шасије)

Висина седишта
тј. R (H) тачке, смањењем је мања чеона површина и висина тежишта. Теренска и комби имају већу због боље прегледности.

Клиренс возила
већи код теренских (због неравног терена), а мањи код спортских због аеродинамике и нижег тежишта

Концепција возила – основне величине

Димензије пнеуматика



Предњи и задњи траг точкова

Линија 8°

Предњи вертикал. угао видног поља (тангенте на очну елипсу* ка горњој и доњој ивици ветробрана)

Простор за рамена
ширина на 256 *mm* од *R* тачке

Позиција путника
(од осе возила до осе лутке)

* Очна елипса – статистички приказ могућих положаја очију возача

Концепција возила - путници у возилу, популација за лутку

- Путници на директан или индиректан начин утичу на сваки елемент пројектовања возила, тако да возило треба пројектовати / дизајнирати од унутрашњости ка спољашњости, односно да примарни циљ буде да се путници комфорно и безбедно сместе у возило после чега ће се креирати спољашњост;

- Најважнија референтна тачка за „смештање“ путника у возило је *H* тачка (*driver’s hip (H) point* у САД) или *R (SRP)* тачка (*Seating Reference Point* у Европи), а посредно има утицај на све елементе концепције возила;

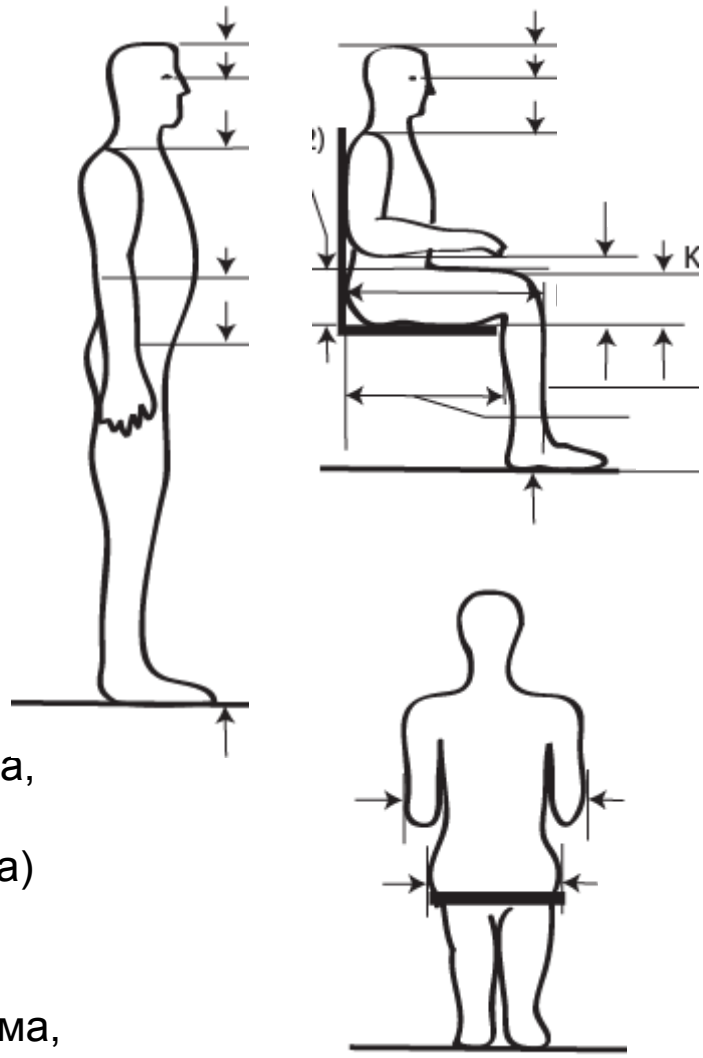
- У фази пројектовања користе се модели лутака које задовољавају 95-опроцентну расподелу мушке популације која је изабрана у зависности од планираног тржишта за пласман возила. Осим за смештај, предметне лутке, односно њихова геометрија користи се и за распоред унутрашњих система и команди, прекидача, позиционирање погонског система, сагледавање видног поља, па и позиционирање носача браника;

- Посебно се мере удови, торзо и глава издвојеног узорка популације како би се креирала лутка која задовољава 95 -опроцентну расподелу мушке популације. Лутка у седећем положају може се поделити на две половине: од *R* тачке до стопала („простор за колена“) и од *R* тачке до врха главе („простор за главу“). Провера се накнадно врши са 5-опроцентном расподелом за жене и 50-опроцентном расподелом за мушкарце како би се проверио комфор и безбедност за људе нижег раста.

Концепција возила - путници у возилу, популација за лутку

Антропометрија

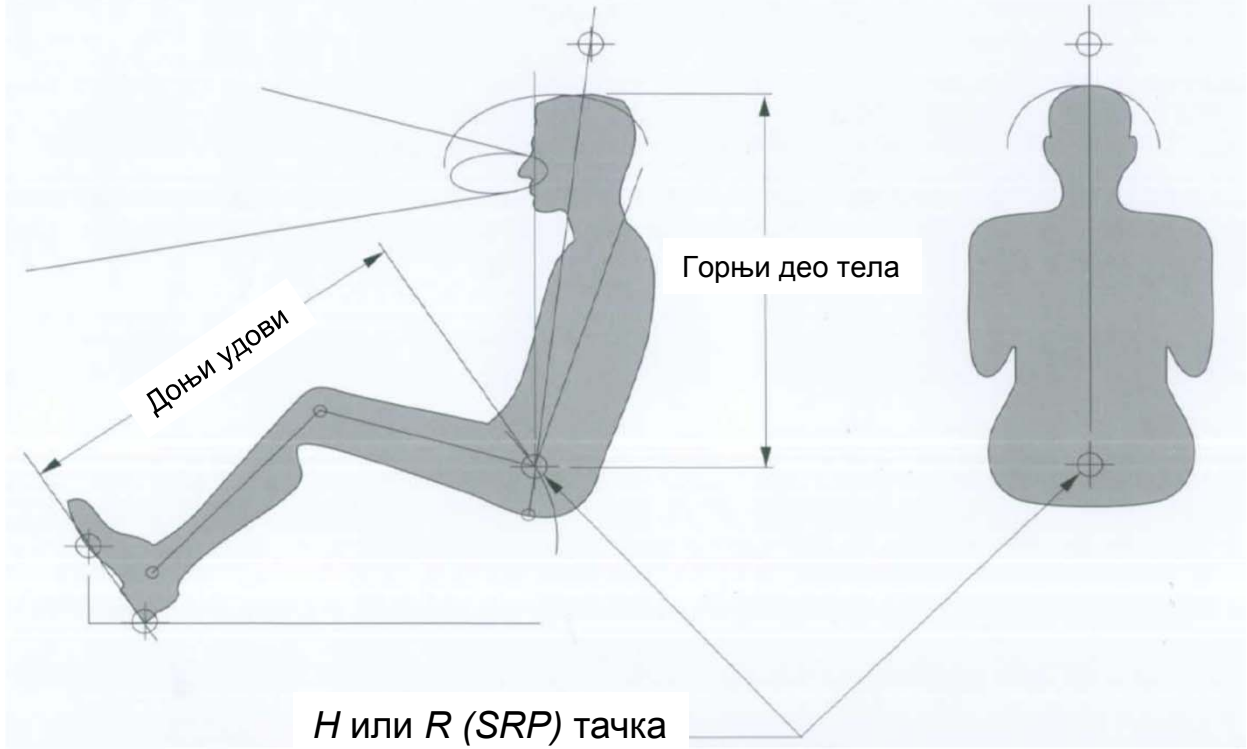
- Статичка (традиционална) антропометрија: Мерење димензија људског тела у статичком стандардном положају (пре свега стојећи и седећи).
- Функционална антропометрија: Мерења релевантних димензија у радном положају (нпр. посезање за командом док седите у аутомобилу, локације очију возача).

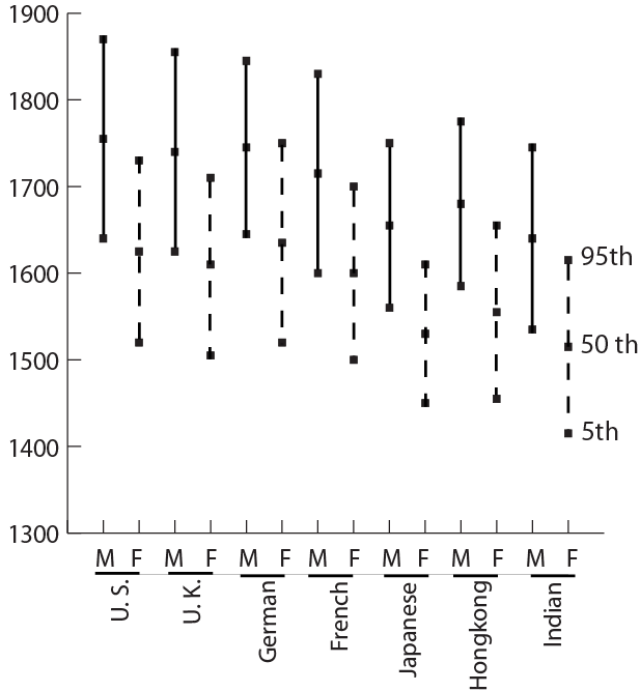


Антропометријске мере:

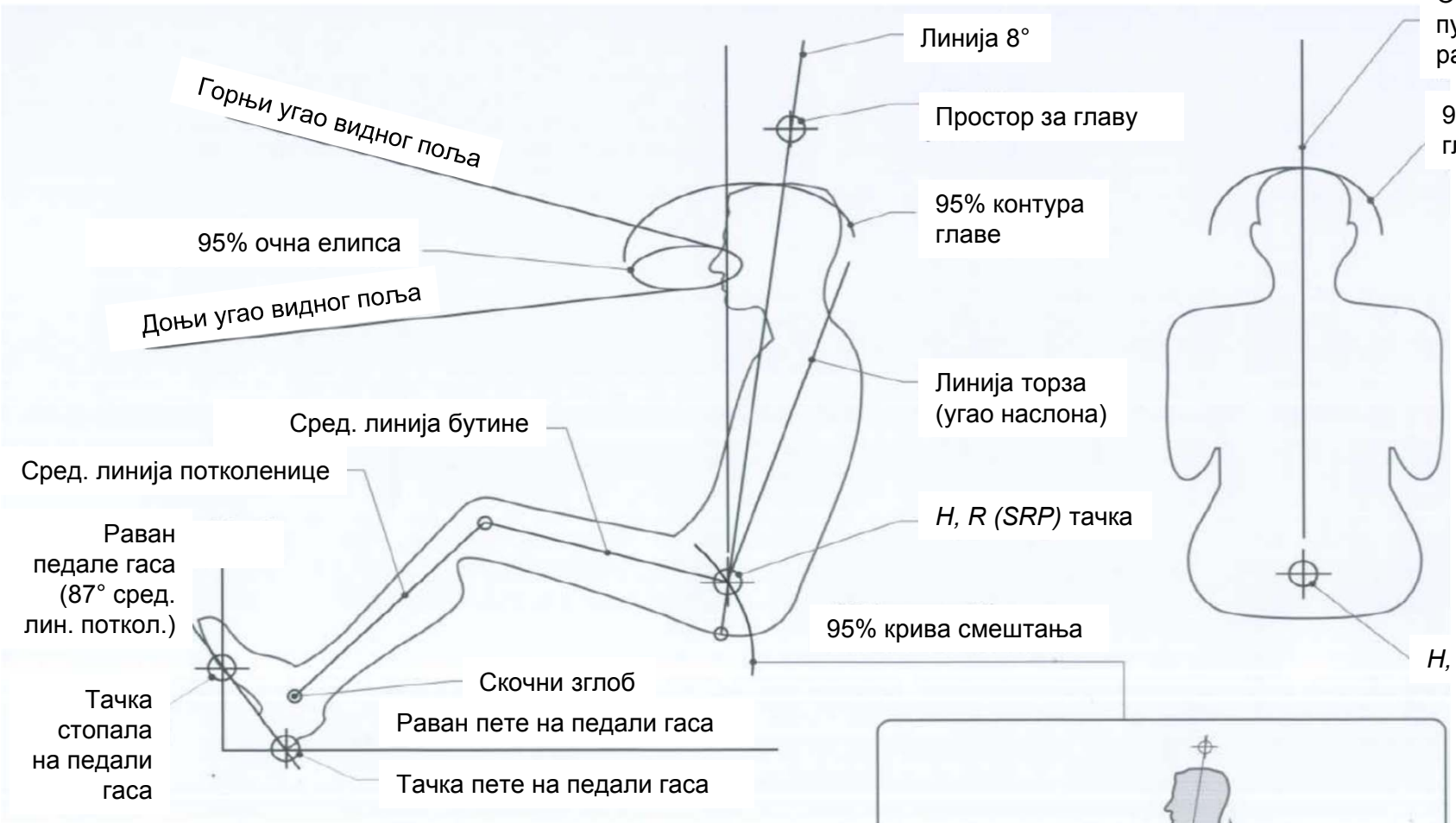
- Стас (висина)
- Висина у седећем положају
- Позиција ока
- Растојања која се могу досегнути
- Ширина од лакта до лакта, ширина кукова, ширина рамена
- Дужина стопала, ногу, руку (горња и доња)
- Истуреност стомака, ширина длана, димензије прстију
- Снага – окретање волана, рад са педалама, рукохват, ….
- Снага дизања, ……..

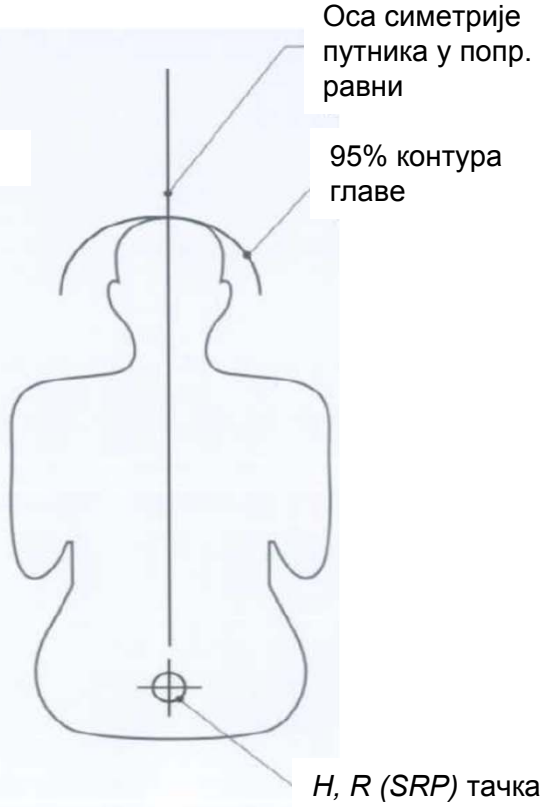
Концепција возила - путници у возилу, популација за лутку



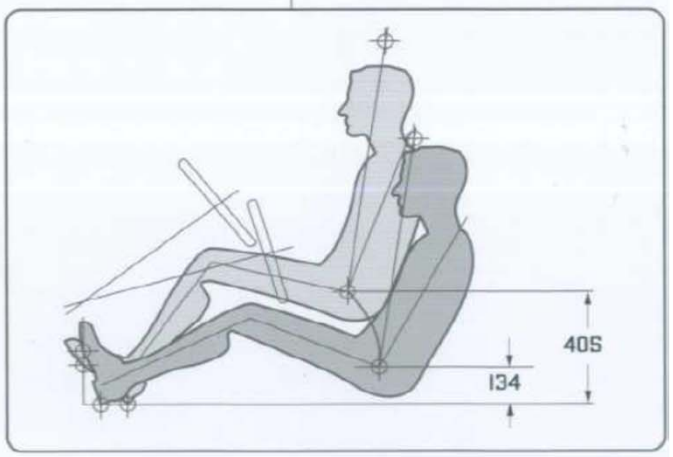


Концепција возила - путници у возилу и димензије*





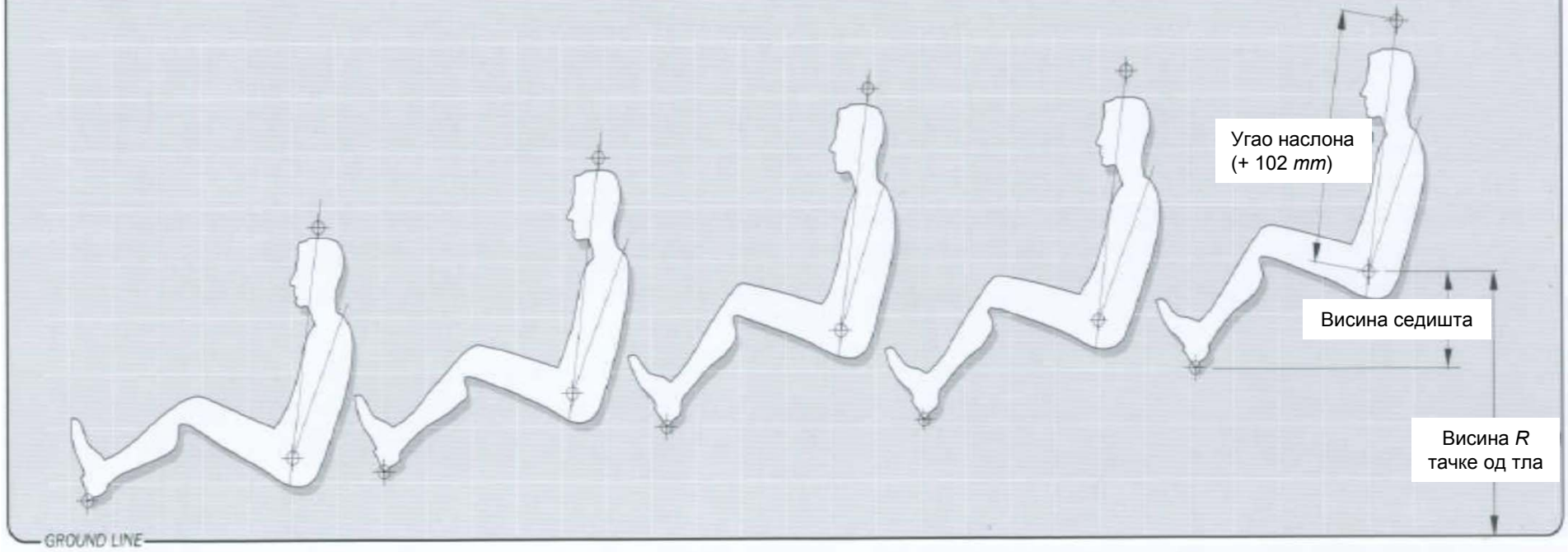
- Крива смештања – одржава правилан однос *R* тачке и стопала како би се обезбедио комфоран положај ногу у раду са педалама;
- Тачка стопала на педали гаса – референтна тачка за одређивање простора за апсорпцију енергије чеоног судара;
- 95% контура главе – дефинисана је површином која обухвата могуће положаје главе 95-опроцентног узорка рачунајући померање главе и седишта;



*за путничка и лака теретна возила

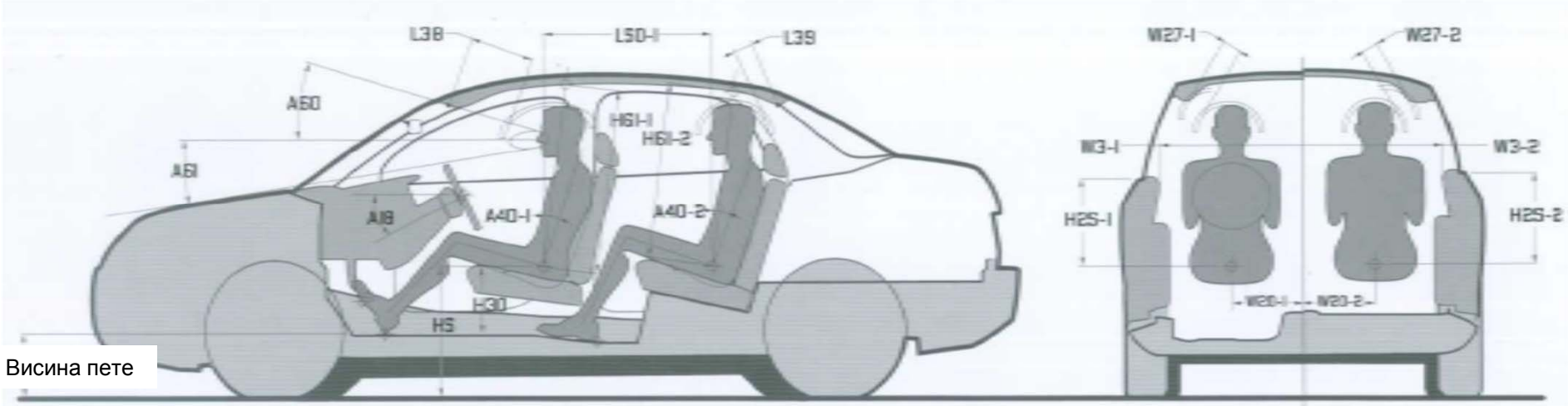
Концепција возила - путници у возилу и димензије

Висина *R* тачке	300 - 350*	400 - 500	700 - 750	700 - 800	700 - 950
Висина седишта	135 - 180	200 - 250	300 - 350	300 - 350	300 - 350
Простор за главу	950 - 960	970 - 1000	990 - 1010	1010 - 1020	1010 - 1020
Угао наслона	28° - 30°	22° - 25°	22° - 24°	22° - 24°	22° - 24°



Спортски аутомобил	Путнички аутомобил	Миниван	*SUV*	Теренско теретно возило

Концепција возила - путници у возилу и димензије



Висина пете

Возач и сувозач

Путници позади

Врста возила	Heel to Ground (Ref)	Chair Height H30	H point to ground H5	Back Angle A40	Effective Head Room H61	Upward Vision Angle A60	Downw'd Vision Angle A61	Shoulder Room W3	Hip Room W5	Lateral Location W20	Couple L50	Chair Height H30-2	Back Angle A40-2	Effective Head Room H61-2	Shoulder Room W3-2	Hip Room W5-2	Lateral Location W20-2
NEV	325	400	725	15.0	1075	11.0	10.0	-	-	275	-	-	-	-	-	-	-
SPORTS CAR	175	150	325	28.0	950	8.0	5.0	1350	1275	325/400	-	-	-	-	-	-	-
MICRO CAR	350	275	625	21.0	1000	14.0	11.0	1200	1150	300	-	-	-	-	-	-	-
SMALL ELECTRIC CAR	450	250	700	24.0	975	15.0	9.0	1325	1325	350	750	275	26.0	950	1325	1325	325
SMALL CAR	225	250	475	24.0	975	15.0	7.0	1350	1325	350	750	275	27.0	950	1350	1325	325
MEDIUM CAR	250	250	500	24.0	975	14.0	7.0	1475	1400	350	850	275	27.0	950	1475	1400	325
MEDIUM COUPE	250	175	425	24.0	950	13.0	5.0	1375	1325	350	750	200	27.0	875	1375	1325	325
LARGE CAR	275	250	525	24.0	975	14.0	6.0	1500	1450	375	900	275	27.0	975	1500	1450	400
LARGE LUXURY CAR	275	275	550	22.0	975	15.0	7.0	1550	1500	400	975	300	28.0	975	1550	1450	375
MINIVAN	425	350	775	20.0	1010	19.0	11.0	1575	1525	425	850	375	22.0	1000	1575	1525	400
SMALL SUV	400	350	750	22.0	1010	15.0	9.0	1425	1400	400	800	375	24.0	1000	1425	1375	375
MEDIUM SUV	450	300	750	22.0	1010	14.0	6.0	1500	1450	400	825	325	24.0	1000	1500	1450	425
LARGE SUV	450	325	775	22.0	1025	14.0	7.0	1650	1600	375	875	350	24.0	1025	1650	1600	375
SMALL TRUCK	400	300	700	22.0	1010	14.0	7.0	1475	1450	375	625	325	18.0	950	1475	1425	400
LARGE 4x4 TRUCK	600	350	950	22.0	1025	15.0	8.0	1700	1650	475	950	375	18.0	1025	1700	1650	475
COMMERCIAL VAN	725	350	1075	22.0	1010	10.0	10.0	1675	1625	525	900	425	19.0	1000	1675	1625	500

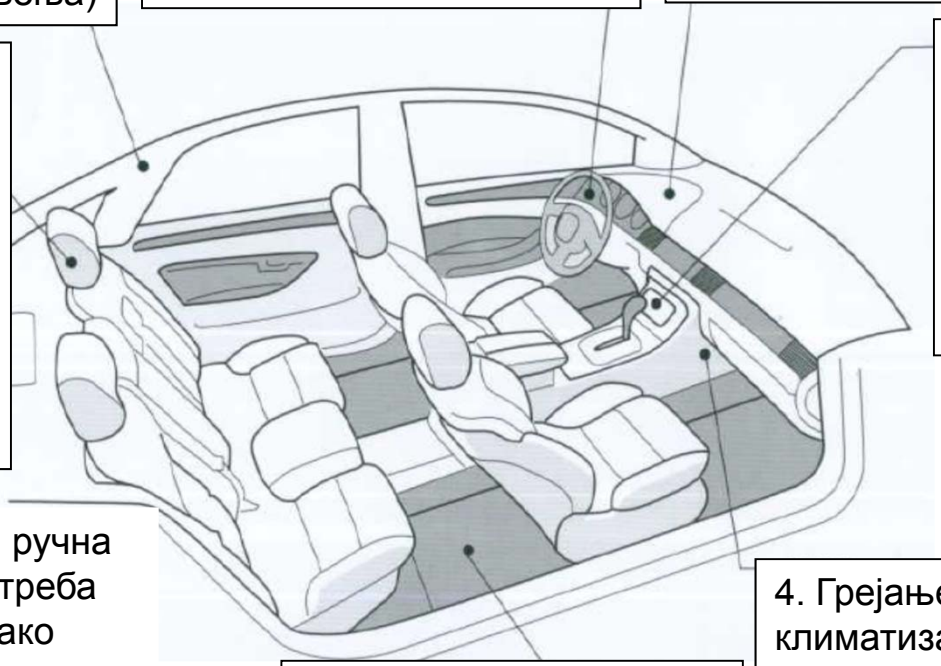
Концепција возила - опремање унутрашњости: безбедност и ергономија

7. Облагање (тапацирање) – заштита при удесу (пенасти материјали, заобљења)

1. Команде, инструменти, прекидачи

2. Командна табла

6. Седишта и сигурносни појасеви – удобност седишта (обухватање путника) и простор за померање. Прикључци појасева обично на B и C стубу (може и за седиште у посебним случајевима)



3. Телематика – телекомуникациони и информациони систем (за навигацију, мултимедију и сл.) мора бити видљив и лако доступан

4. Грејање, вентилација и климатизација – неопходно је обезбедити додатни простор иза командне табле

5. Покривка пода (тепих) – може служити као звучни изолатор

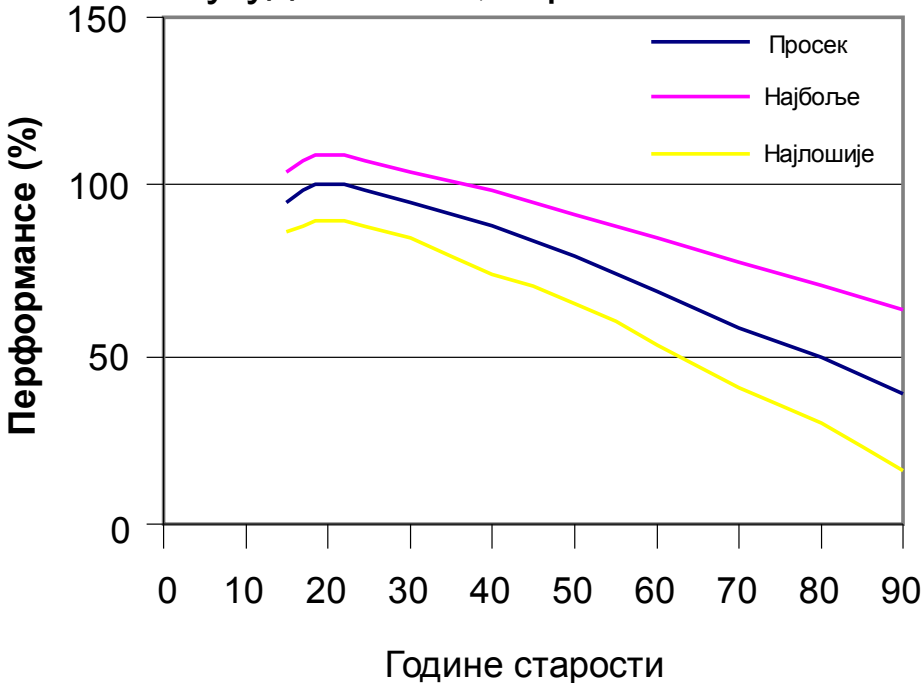
1. Волан и команде (мењач, ручна кочница, светла, брисачи..) треба позиционирати тако да се лако користе и не сметају при уласку и изласку. Треба обезбедити видљивост инструмената унутар точка управљача, а прекидачи и остале команде треба да буду доступне возачу (неке и сувозачу), односно задовољити ергономске захтеве

2. Положај возача и сувозача утиче на изглед командне табле који треба да омогући функционалност, доступност и безбедност, односно да задовољи ергономске захтеве

Концепција возила - опремање унутрашњости: безбедност и ергономија

- *Ergon* – rad; *Nomos* – (природни) закони
- Наука која се бави проучавањем интеракције између човека и машине са циљем да оне буду прилагођене човеку, односно његовом телу;
- То је мултидисциплинарна наука – користи информације о људима доступним из свих дисциплина (нпр. психологија, антропометрија, биомеханика, физиологија, анатомија) за дизајнирање производа и система које људи користе;
- Циљ - уклапање корисника и машине по питању удобности, ефикасности и безбедности.

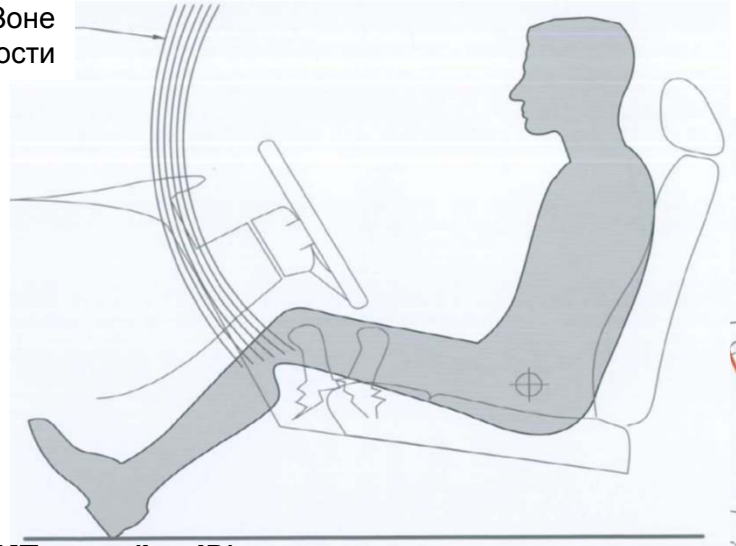
„5-то процентна“ жена – сила коју остварује руком: 10 kg
„95-то процентни мушкарац“ – сила коју остварује руком: 90 kg

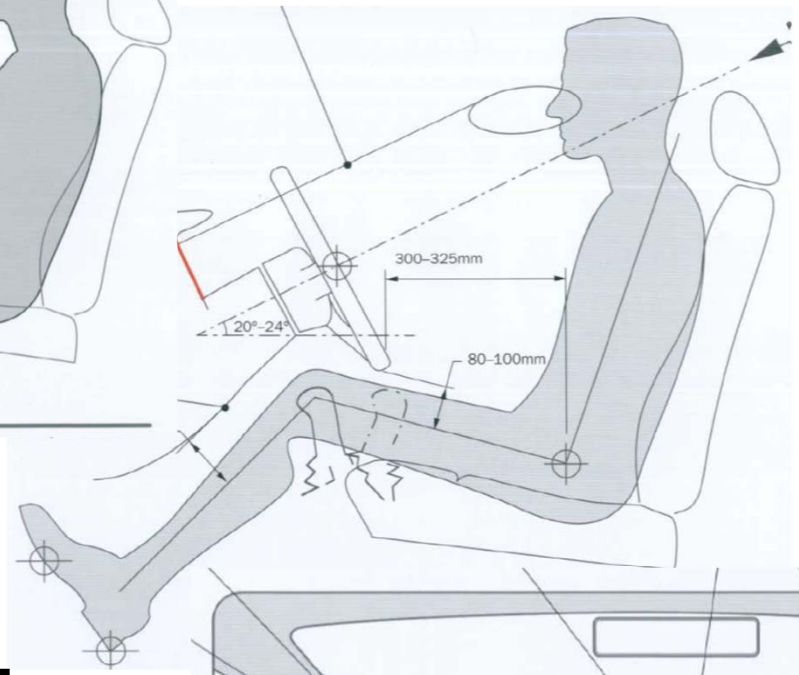


У општем случају све људске перформансе опадају како људи старе и то за око 5 до 10% на сваких 10 година (почевши од 20-22 године као 100%).

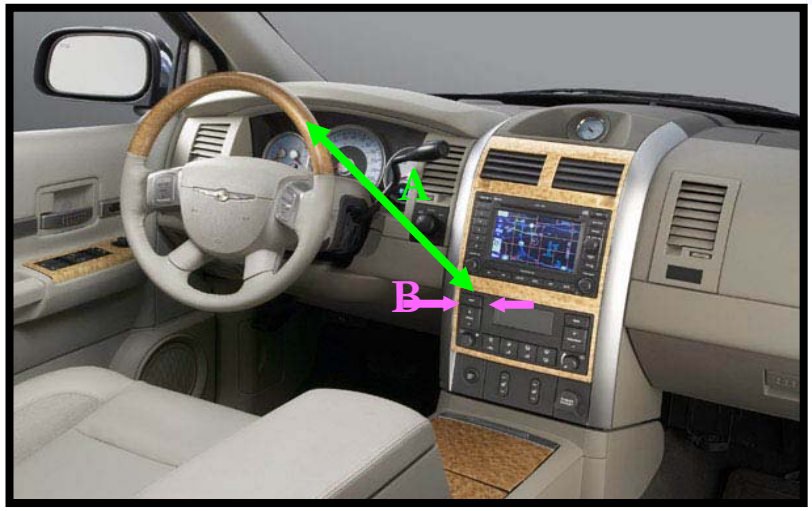
Концепција возила - опремање унутрашњости: безбедност и ергономија

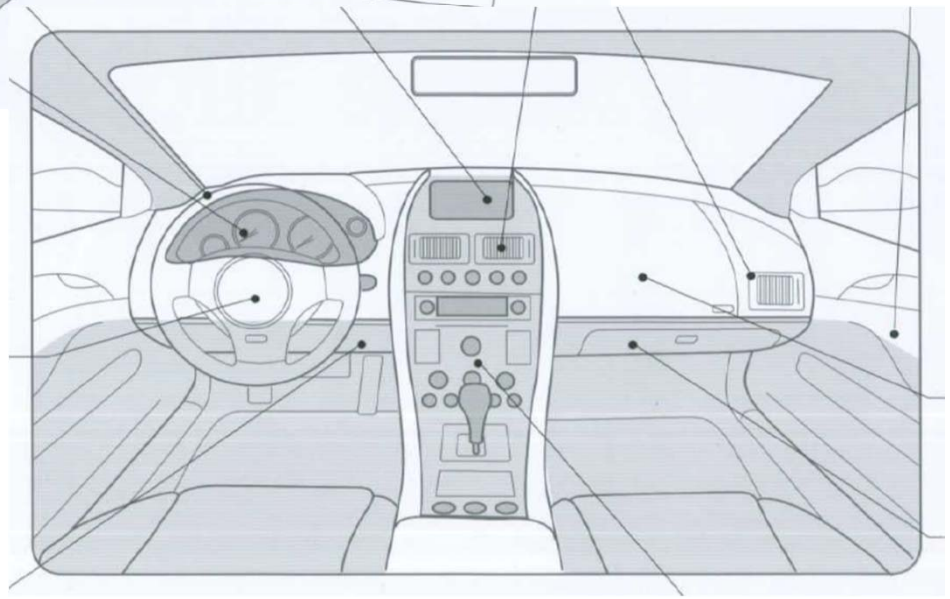
Зоне доступности





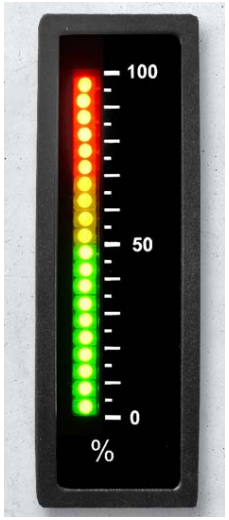
Фитсов закон: ***MT = a + (b x ID)***
MT је време кретње у секундама;
ID је индекс тежине ***ID = log$_2$ (2A/B)***
A је растојање; ***B*** је тачност кретања изражена ширином мете на којој се покрет се завршава;
a и ***b*** су константе.



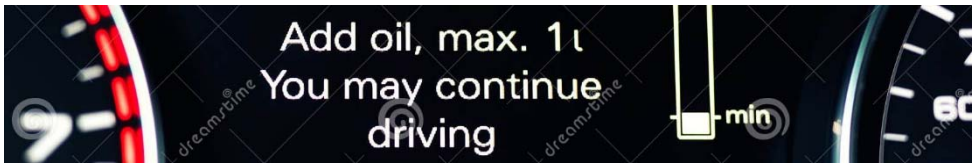


Концепција возила - опремање унутрашњости: безбедност и ергономија

Типови аутомобилских показивача (дисплеја)

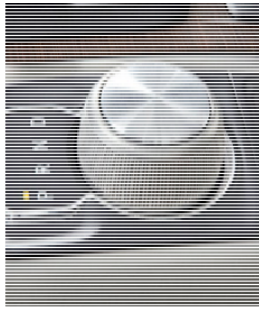


a) Статичке речи, симбол или икона
b) Аналогни показивач са казаљком
c) Аналогни показивач са цртицама у виду лампица
d) Дигитални показивач
e) Променљива порука
f) Индикатор са променом боје
g) Програмабилни екран
h) Звучни показивач

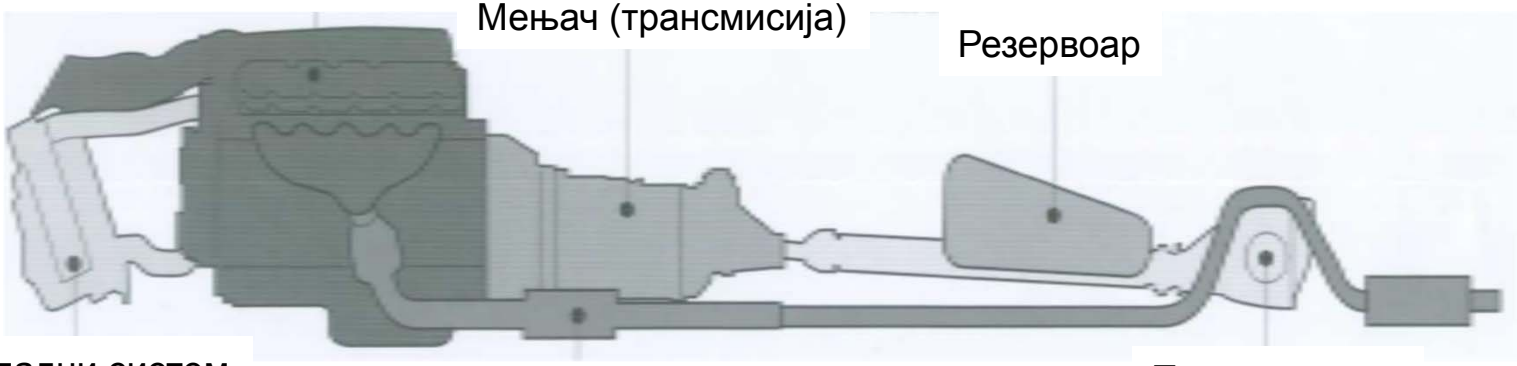


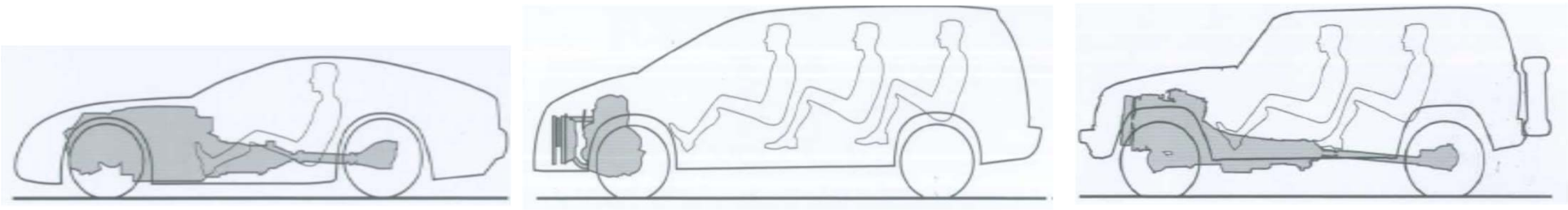
Концепција возила - опремање унутрашњости: безбедност и ергономија

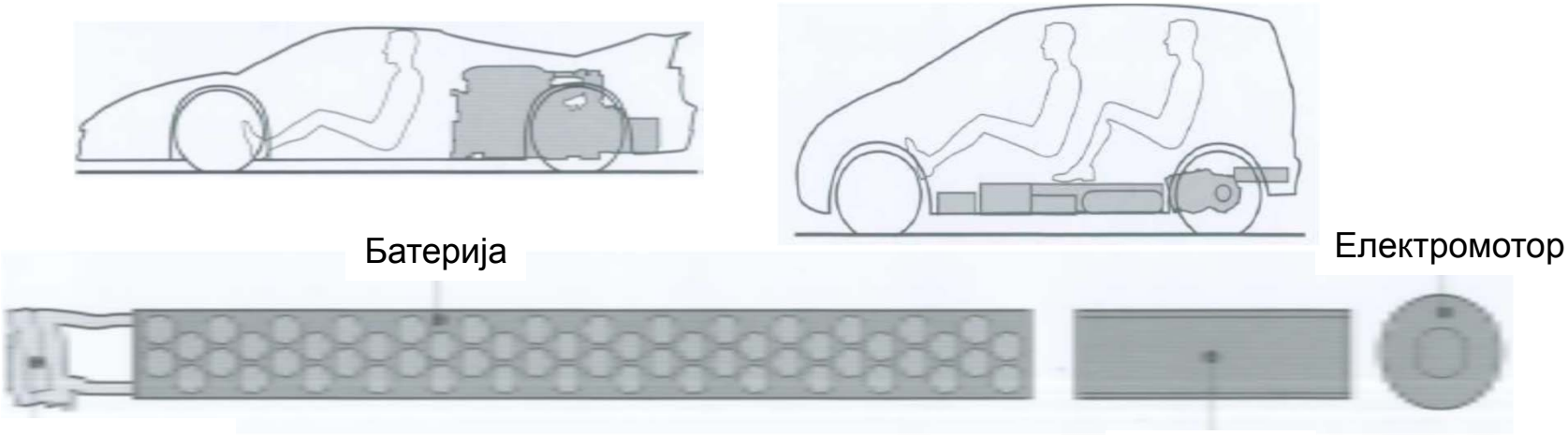
Типови прекидача које се користе у возилима



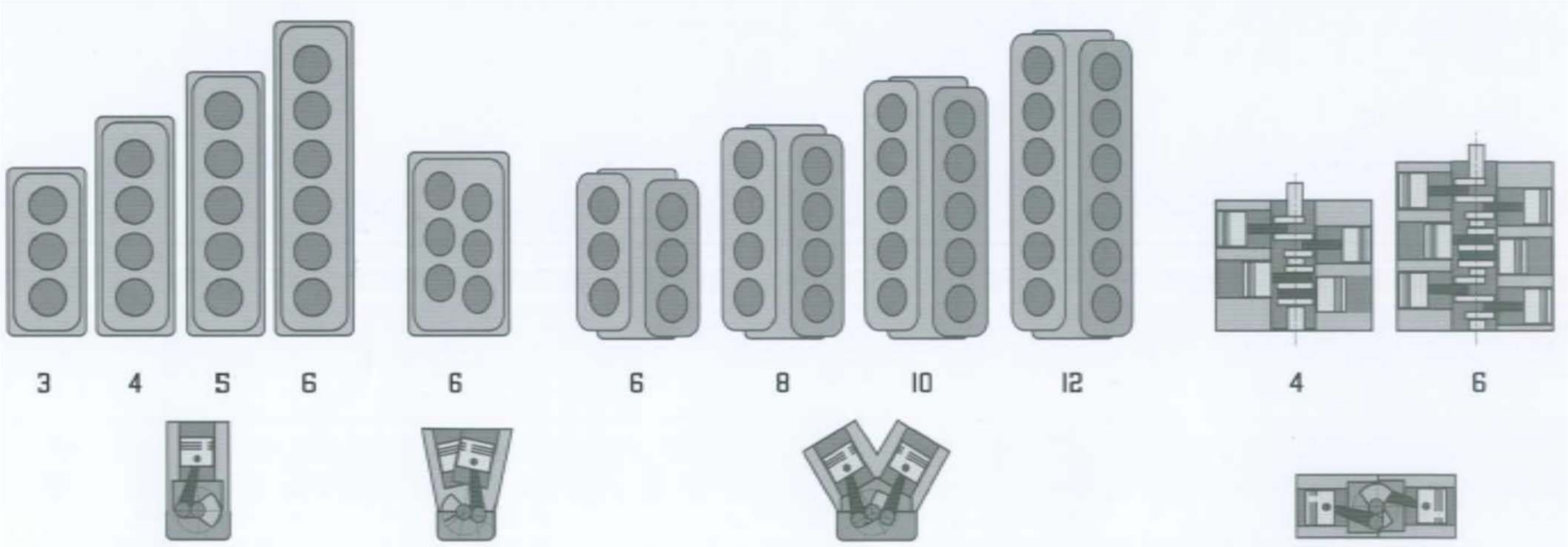
Концепција возила - погонски систем







Концепција возила - погонски систем

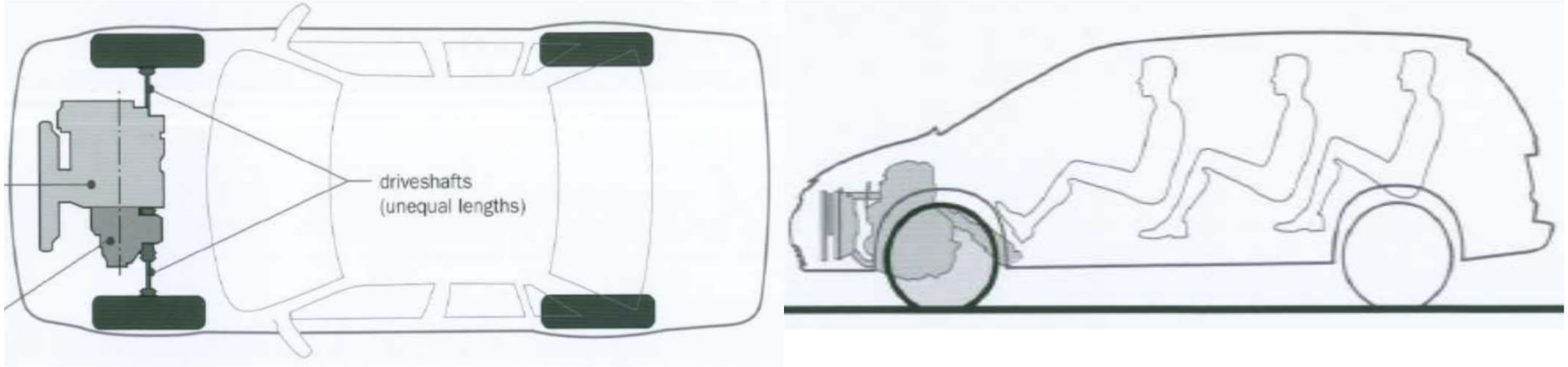


Редни / линијски

Уски V (10° - 15°)

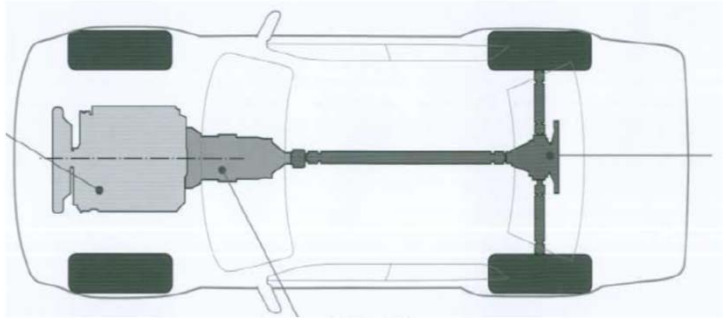
V (45° - 60° - 90°)

Хоризонтални (V 180°)
(равни или боксер)

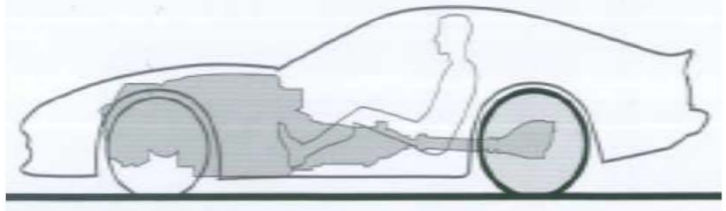


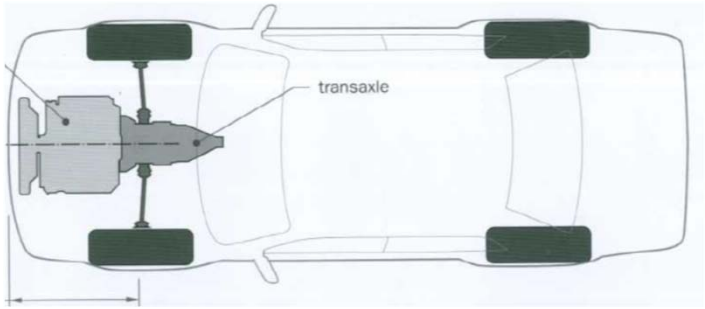
Мотор напред попречно – погон напред

Концепција возила - погонски систем

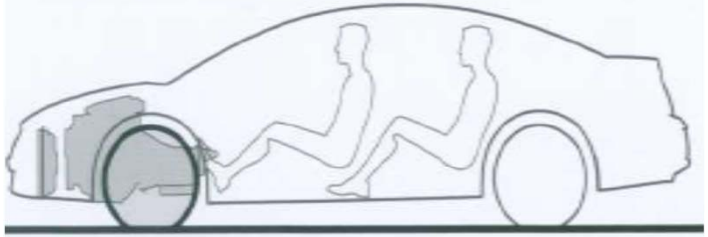


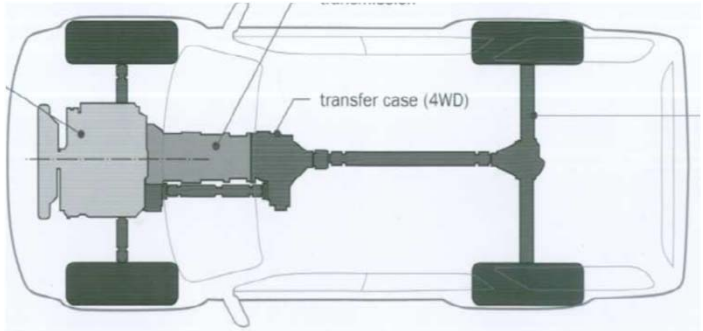
Мотор напред уздужно – погон назад



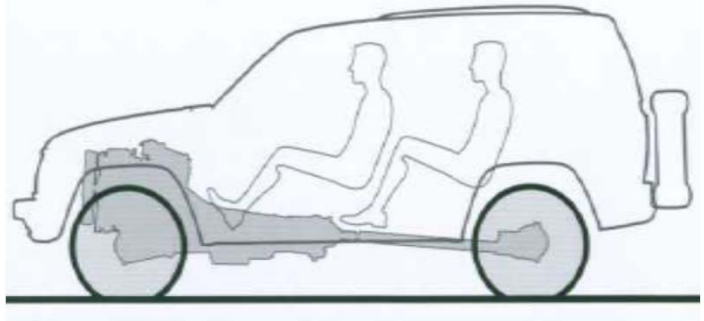


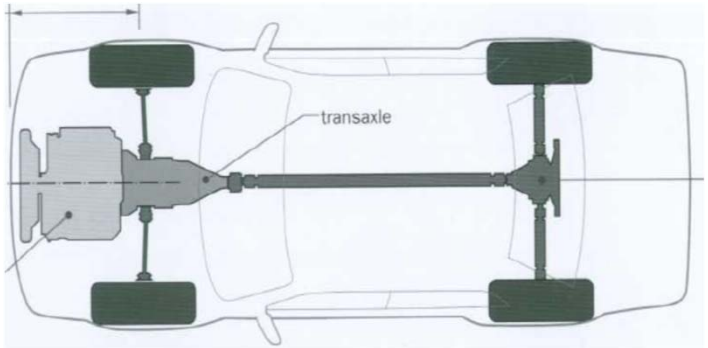
Мотор напред уздужно – погон напред



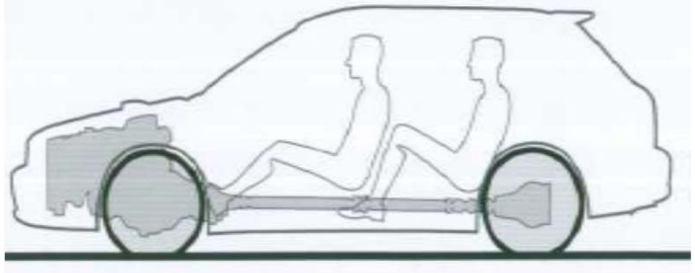


Мотор напред уздужно – погон 4x4

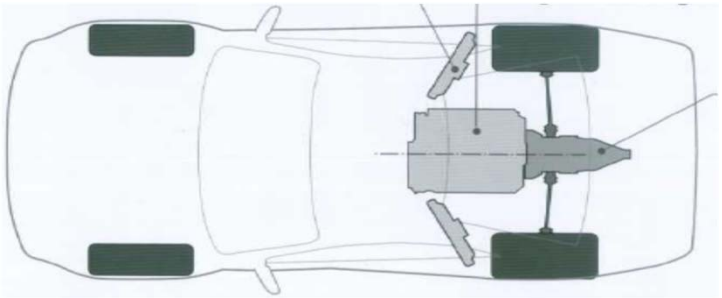




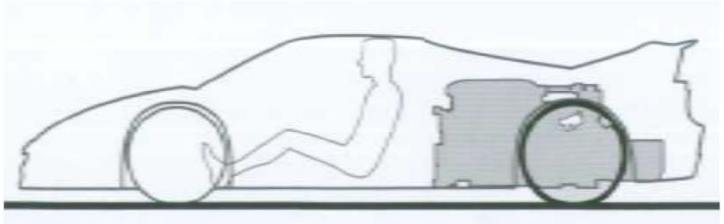
Мотор напред уздужно – погон 4x4

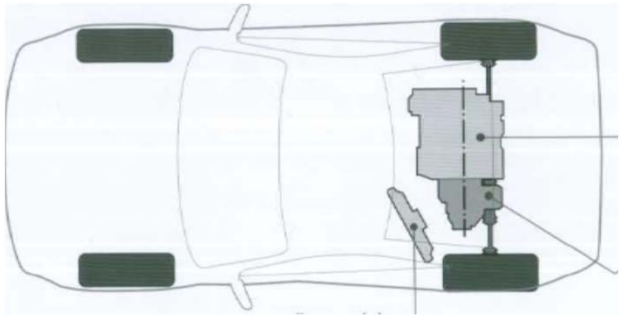


Концепција возила - погонски систем

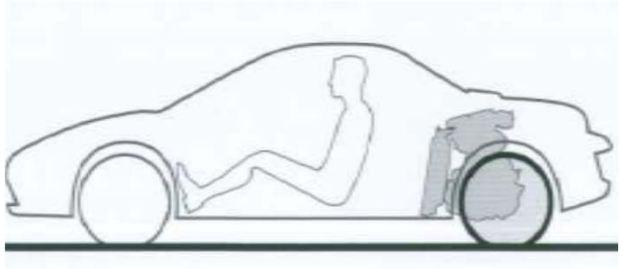


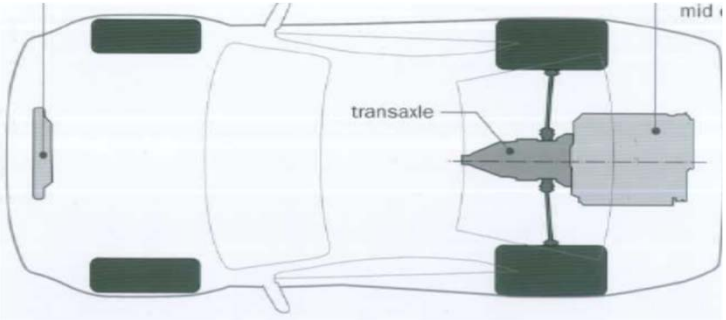
Мотор уздужно у „средини“ – погон назад



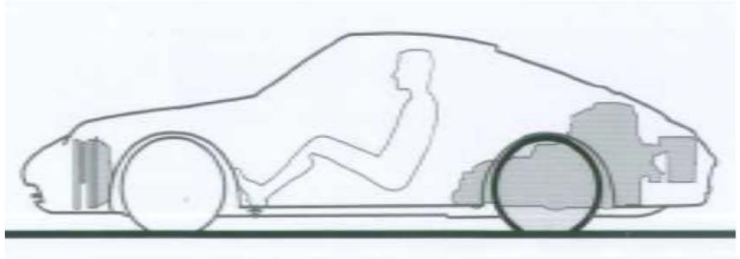


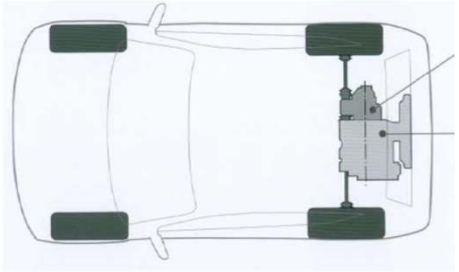
Мотор попречно у „средини“ – погон назад



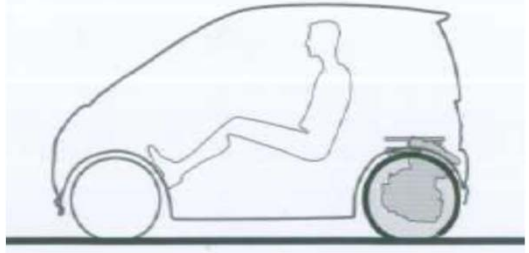


Мотор назад уздужно – погон назад

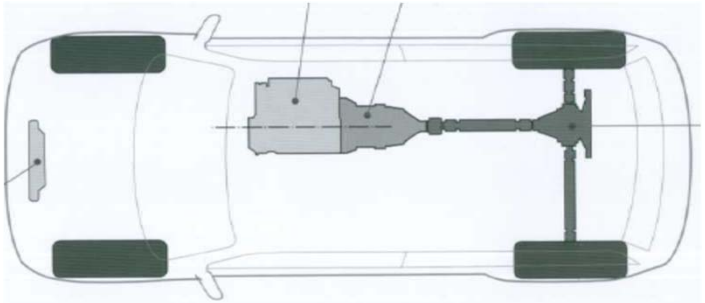




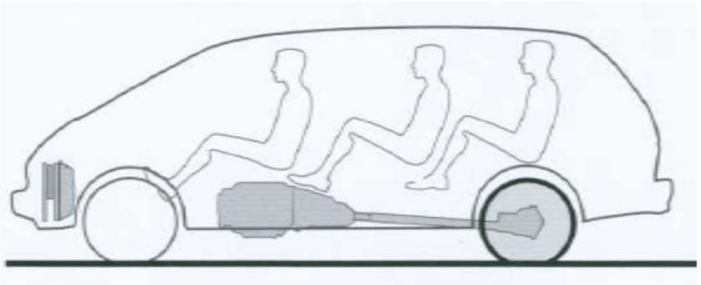
Мотор назад попречно – погон назад

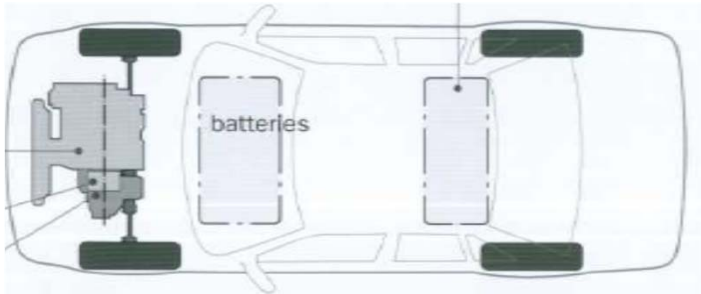


Концепција возила - погонски систем

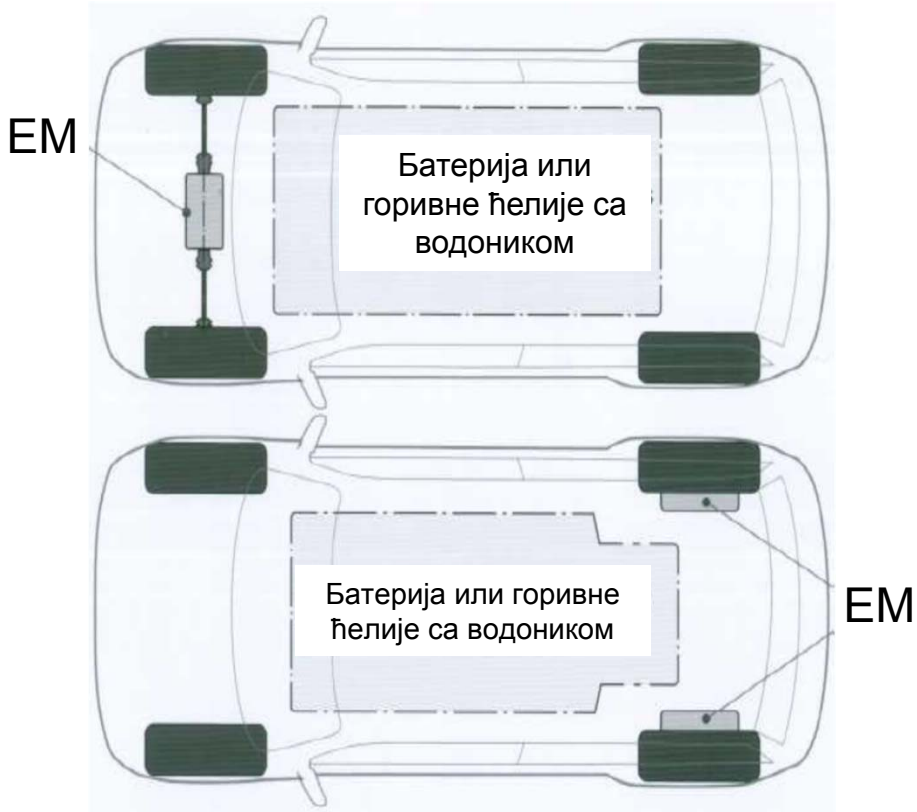


Мотор уздужно у „средини“ испод пода – погон назад

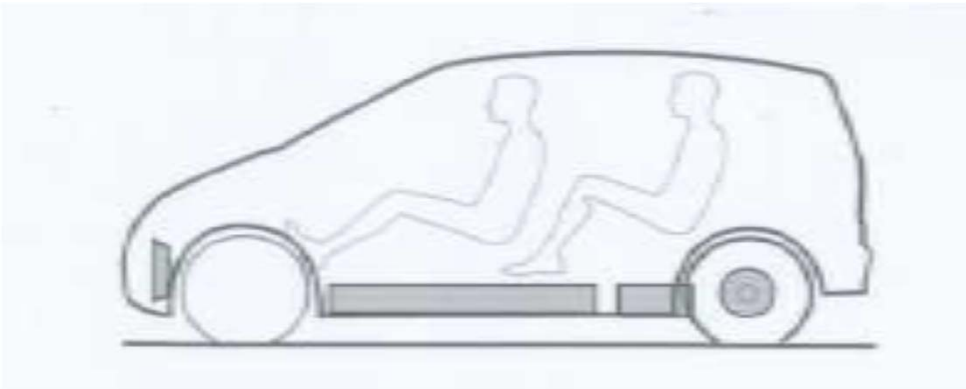




Концепција погонског система хибридног ел. Возила
(паралелни / комбиновани хибрид)

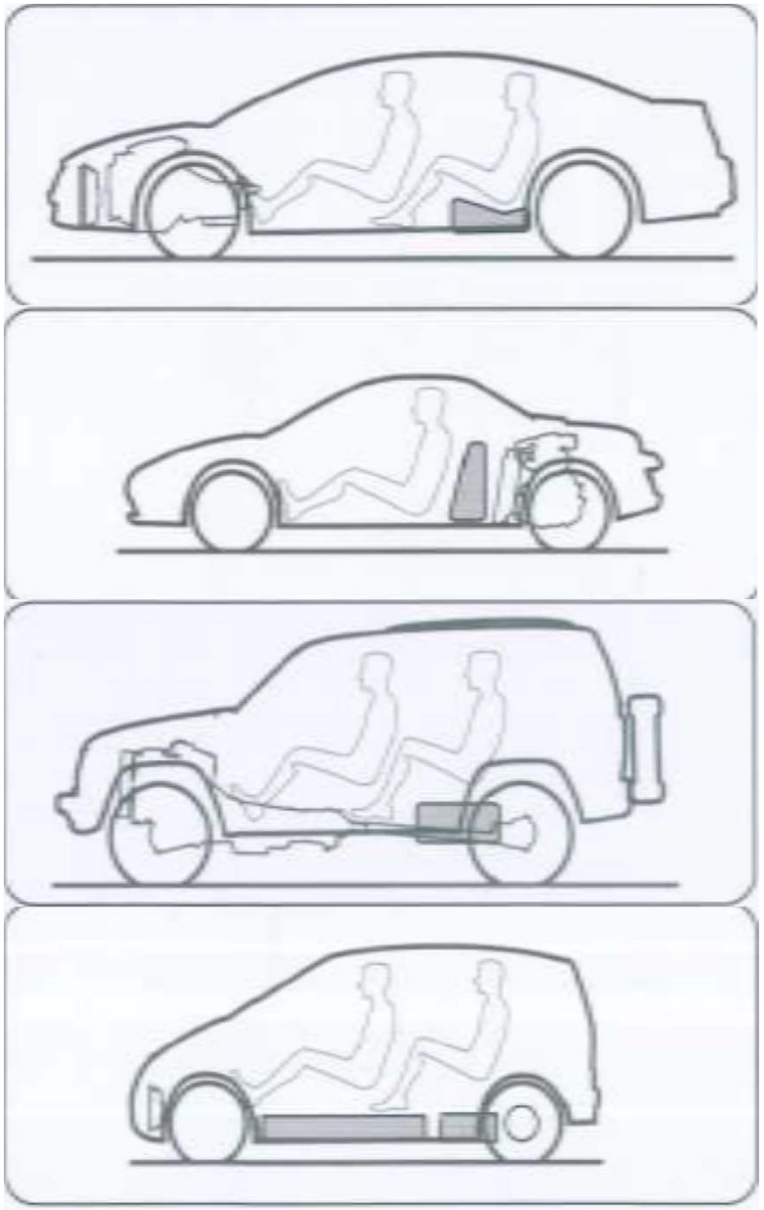


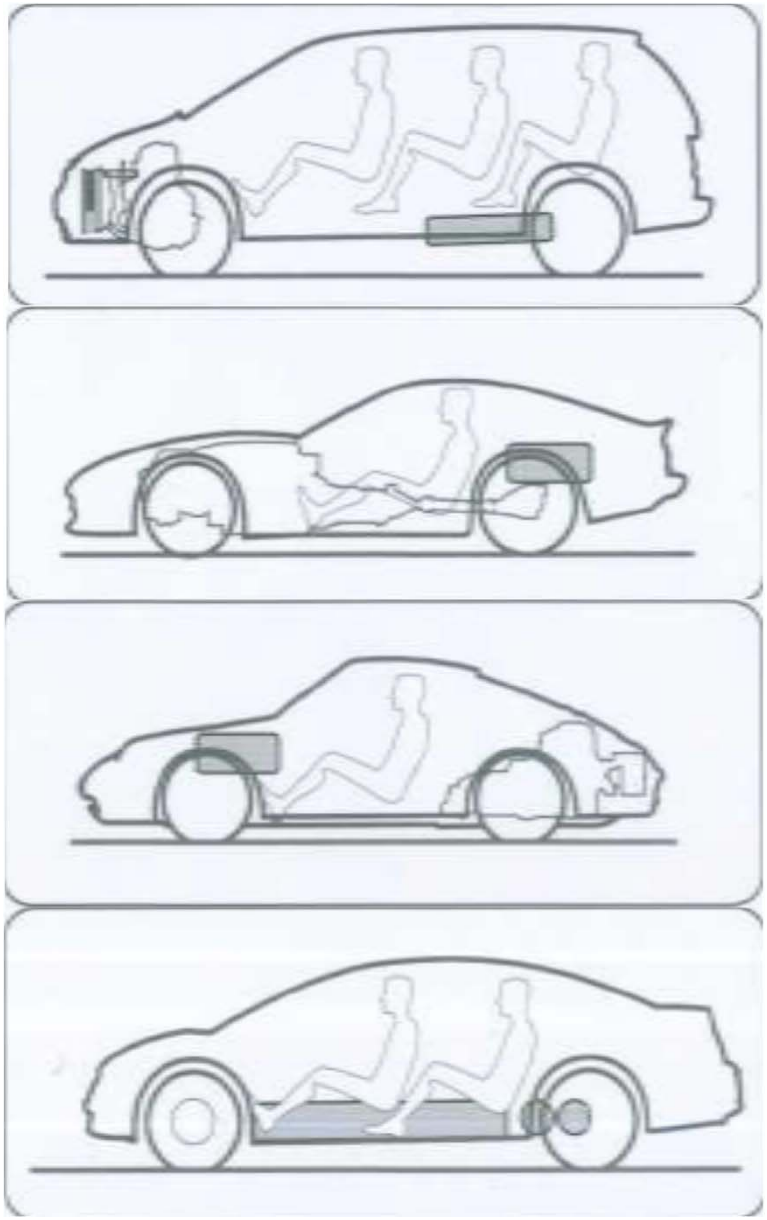
Концепција погонског система електровозила
са батеријама или са горивним ћелијама и водоником



Концепција возила - погонски систем

Положај резервоара за гориво / батерија





Концепција возила - простор за кретање точка

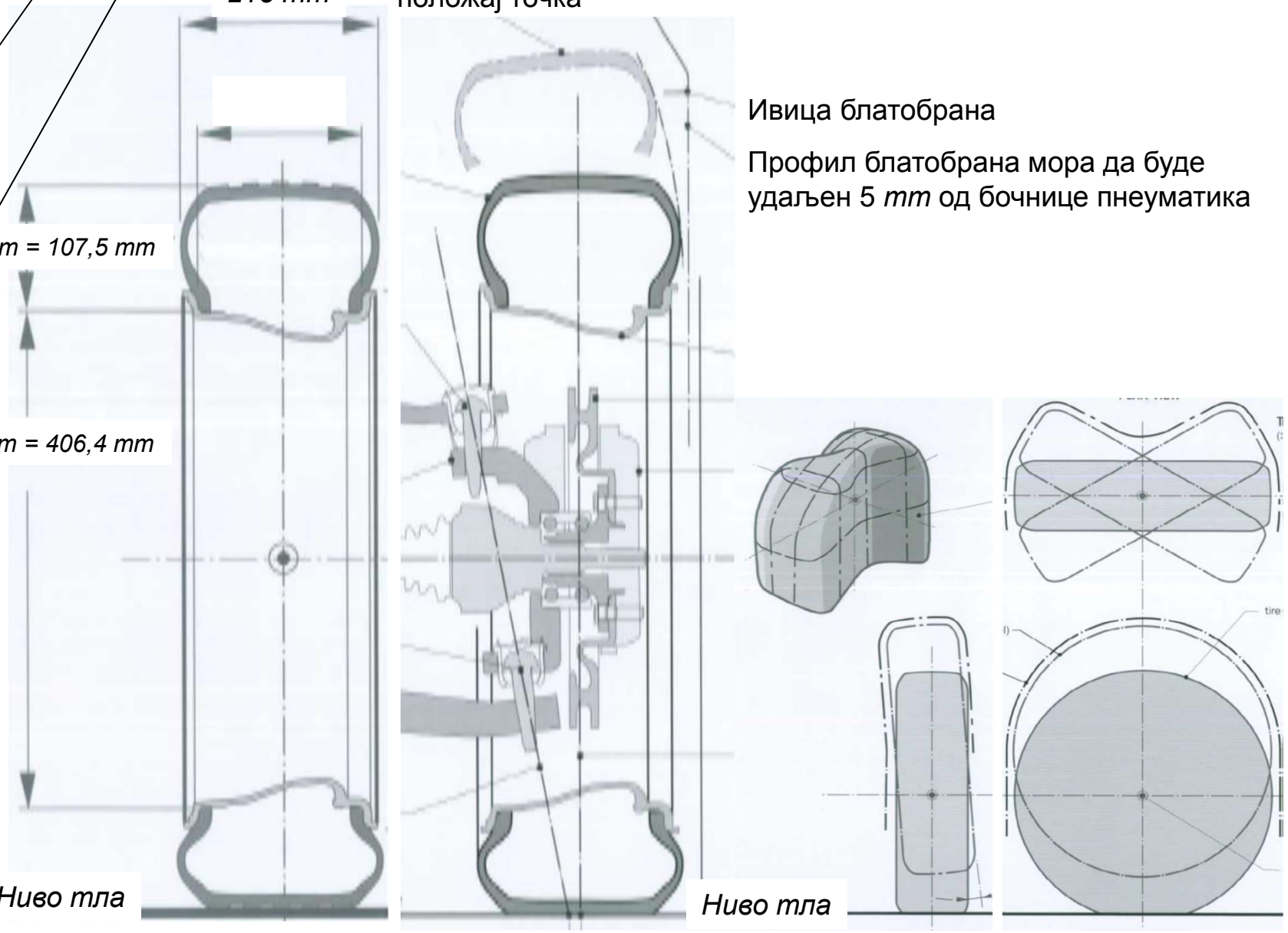
215 50 R16

215 mm

50% од 215 mm = 107,5 mm

16“ x 25,4 mm = 406,4 mm

Горњи гранични положај точка

Ивица блатобрана

Профил блатобрана мора да буде удаљен 5 *mm* од бочнице пнеуматика