

Моделирање на функциите

- Функција може да се претстави преку логички проток на :
 - енергија,
 - материјали, и
 - информации.
- Методот на моделирање на функциите се нарекува „црна кутија“, поради апстрактното претставување на функциите во правоаголници.
- Методот го применуваме првенствено за развој на технички системи – механички, електромеханички и мехатронички.
- Најчести видови енергија кај електромашинските системи се: **електрична, механичка, енергија на флуиди и топлинска енергија.**
- При **проток на енергија** низ системот, енергијата се трансформира, акумулира, пренесува, дотура и растура.
- За проток на енергија се смета и текот на силите кога нема движење.

Моделирање на функциите

■ Функциите сврзани за **проток на материјал** се делат на три групи:

- **Проток**, односно процес при кој **се сочувува материјалот**. Термини придружени кон протокот се: позиционирај, подигни, потпри, задвижи.
- **Разгранување на проток**, односно **раздвојување на материјалот на два или повеќе материјали**. Термини сврзани со ваков процес се демонтирај и раздели.
- **Влевање на проток**, односно монтажа или **спојување на материјалите**. Термини со кои се опишува ваков процес се: помешај, спој, постави ...

■ **МАТЕРИЈАЛОТ НЕ СЕ СОЗДАВА НИТУ ГУБИ НИЗ СИТЕМОТ!**

■ Функциите сврзани за **проток на информации** може да бидат во вид на механички сигнали, електрични сигнали или софтвер.

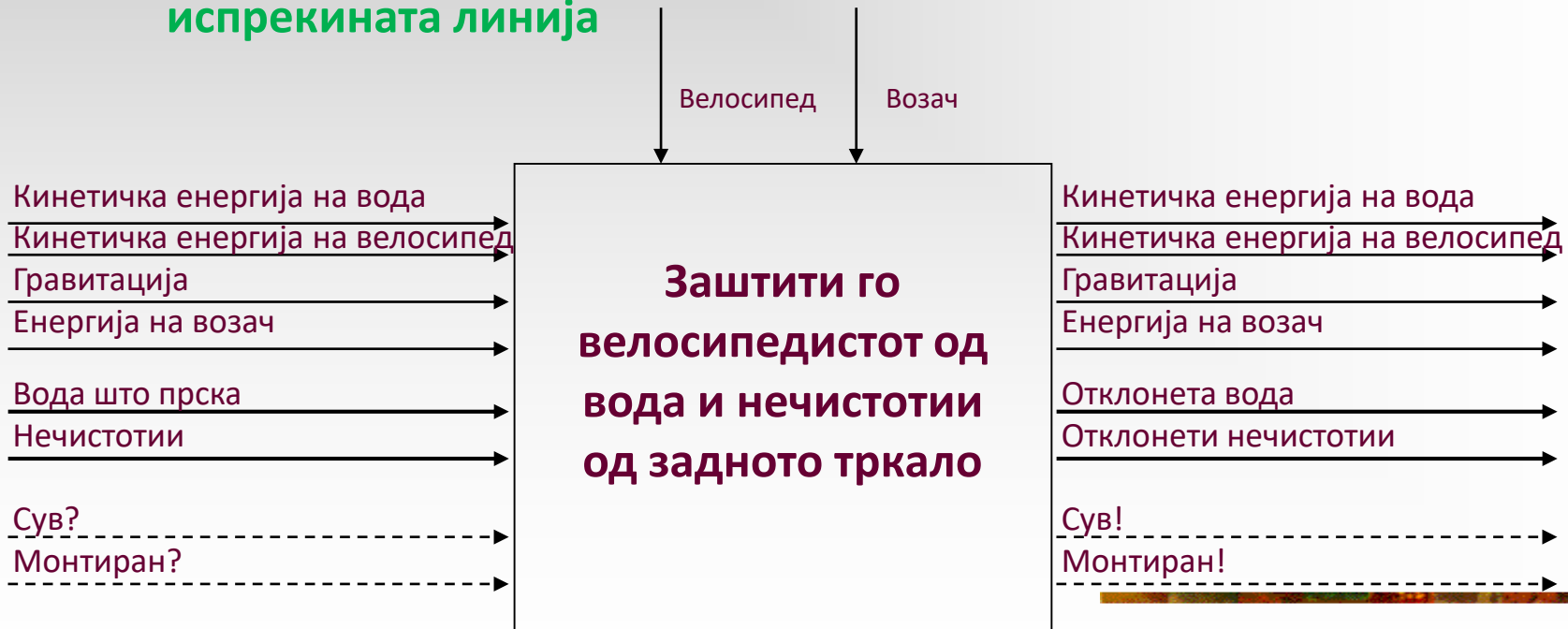
Моделирање на функциите

Табела: Типични функции во машинското конструирање

апсорбира	спари	подигне	раздели
активира	намали	ограничи	одбрани
наголеми	демонтира	лоцира	започне
монтира	насочи	движи	сопре
одбегне	распрсне	ориентира	управува
замени	вози	позиционира	собира
насочи	прицврсти	заштити	снабдува
исчисти	води	ослободи	потпира
прибере	држи	исправи	трансформира
спроведе	наголеми	отстрани	преведува
контролира	прекине	ротира	верифицира
измени	поврзе	осигури	

Моделирање на функциите

- Чекор 1. **Одреди ја основната функција што треба да се изврши**
 - Конструктивните задачи имаат една 'најважна' функција која се впишува во црната кутија.
 - Материјал - **дебела линија**, енергија - **тенка линија**, сигнали - **испрекинатата линија**



Моделирање на функциите

- **Влез** во црната кутија се енергијата, материјалот и информациите кои се внесуваат во системот.
- На **излезот** од системот ги имаме преработените влезни големини.
- **СО ДЕФИНИРАЊЕ НА ВЛЕЗОТ И ИЗЛЕЗОТ СЕ ОДРЕДУВААТ ГРАНИЦИТЕ НА СИСТЕМОТ.**
- Енергијата која влегува во системот мора да излезе од системот (како корисна или некорисна) или да се складира во системот.
- **Материјалите кои минуваат низ ситемот се зачувуваат.**
- При дефинирање на влезните и излезните големини од системот добро е да се познати **врските на системот со соседните системи.**
- При дефинирање на протокот на информации треба да се одговори на прашањето: Како ќе знам дека системот работи добро? Одговорот на ова прашање ги одредува важните сигнали.

Моделирање на функциите

Чекор 2. Опиши ги подфункциите

- Разложи ја вкупната функција дадена во црната кутија на подфункциите кои треба да се исполнат за производот да ги исполни барањата.
- Раложувањето на подфункции влијае на пребарувањето на решенија за задачите.
- Секоја подфункција, како и основната функција ги има следните компоненти:
 - црна кутија, во која се дадени: глагол со кој се опишува активноста (функцијата) и објект врз кои се врши функцијата,
 - проток на материјали, енергија и сигнали.
- **ПРИ ДЕКОМПОЗИЦИЈАТА ТРЕБА ДА СЕ ЗЕМЕ ПРЕДВИД САМО ШТО ТРЕБА ДА СЕ ПРАВИ (ФУНКЦИЈАТА), А НЕ КАКО ДА СЕ ПРАВИ (УРЕДИ).**

Моделирање на функциите

■ При функционалната декомпозиција, добро е да се следат следните препораки:

■ Означувањето на влезните и излезните големини за секоја функција помага да се вградат инженерските параметри, оние кои се внесуваат во системот и оние кои се бараат на излезот.

■ При разложувањето на подфункции, **треба да се земат предвид сите начини на работа на системот**. Пред да се користи системот, може да има подготвителна операција која треба да се претстави и слично, по употребата, може да има некоја дополнителна заваршна операција.

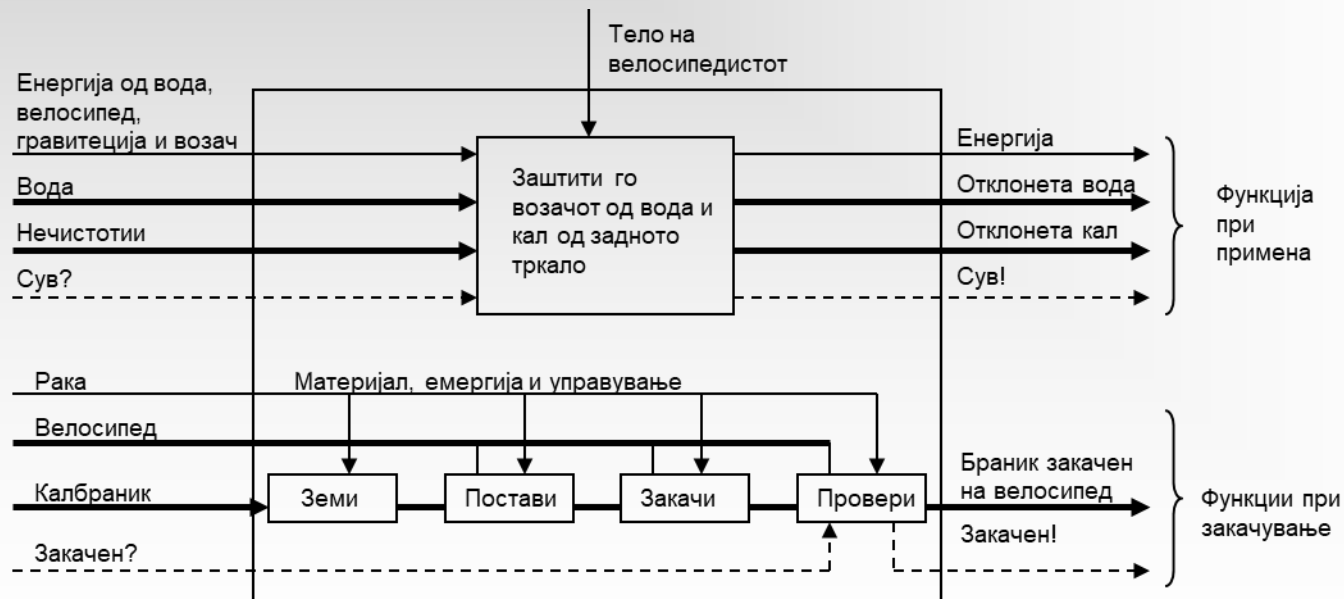
■ За одредени системи постојат стандардни претставувања на функциите со функционални блок-дијаграми, како на пример за електричните кола, цевководите, автоматското управување и др.

■ Развојот на идеи за подфункциите може да биде потпомогнат со разгледување на барањата на купувачите. Целта е да се наведат што е можно повеќе функции, кои може подоцна да се применат за изработка на концепти.

Моделирање на функциите

Чекор 3. Редослед на подфункциите

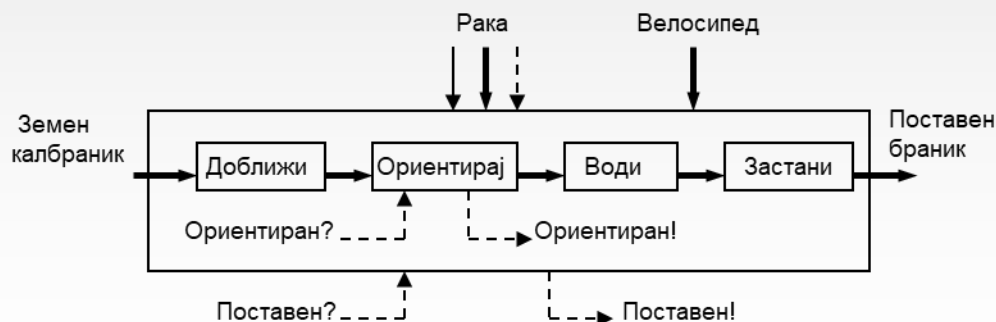
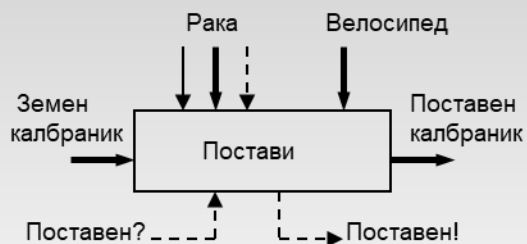
- ПОДФУНКЦИИТЕ СЕ ПОДРЕДУВААТ:
 - СПОРЕД ЛОГИЧЕН РЕДОСЛЕД - ВО ИСТ РЕД, ИЛИ
 - АКО СЕ ЦЕЛОСНО НЕЗАВИСНИ – СЕКОЈА ВО НОВ РЕД.



Моделирање на функциите

Чекор 4. Разложување на подфункциите

- Разложуваме додека се стигне до најситни (елементарни) функции.
- Функцијата се смета за елементарна ако може да се изврши со постојни објекти (уреди).

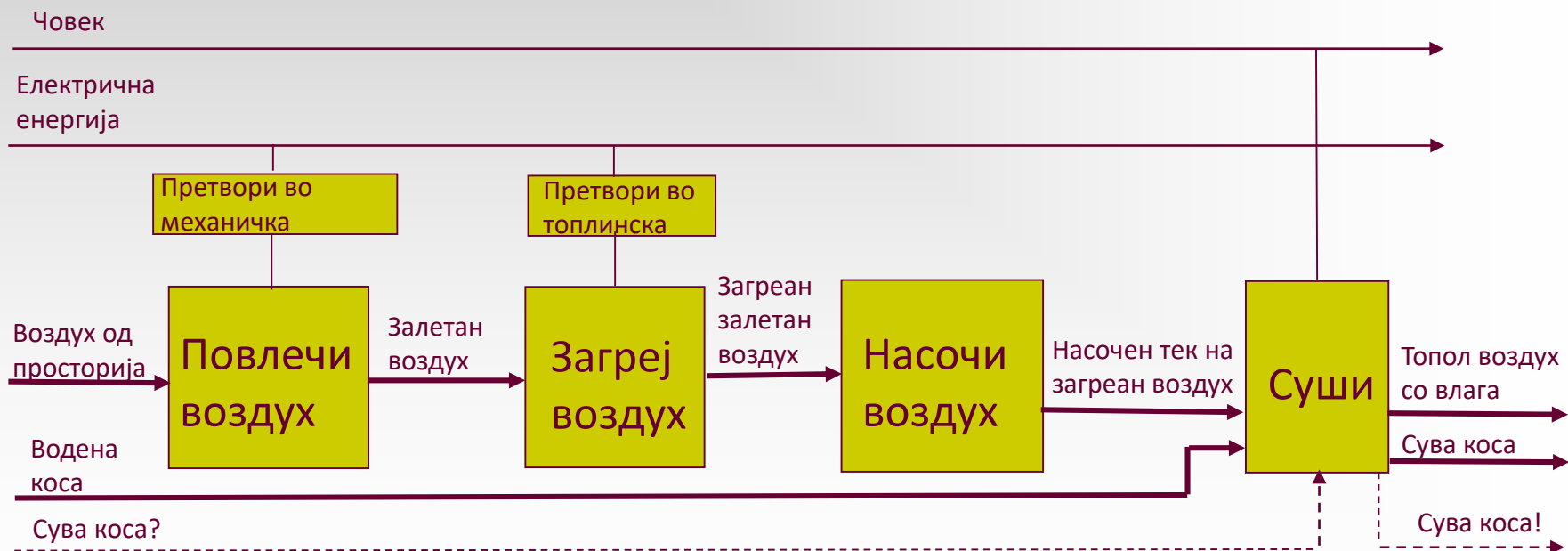


- Во примерот, раката е претставена (учествува) како проток на материјал, а обезбедува и енергија и сигнали за поставувањето!

Моделирање на функциите

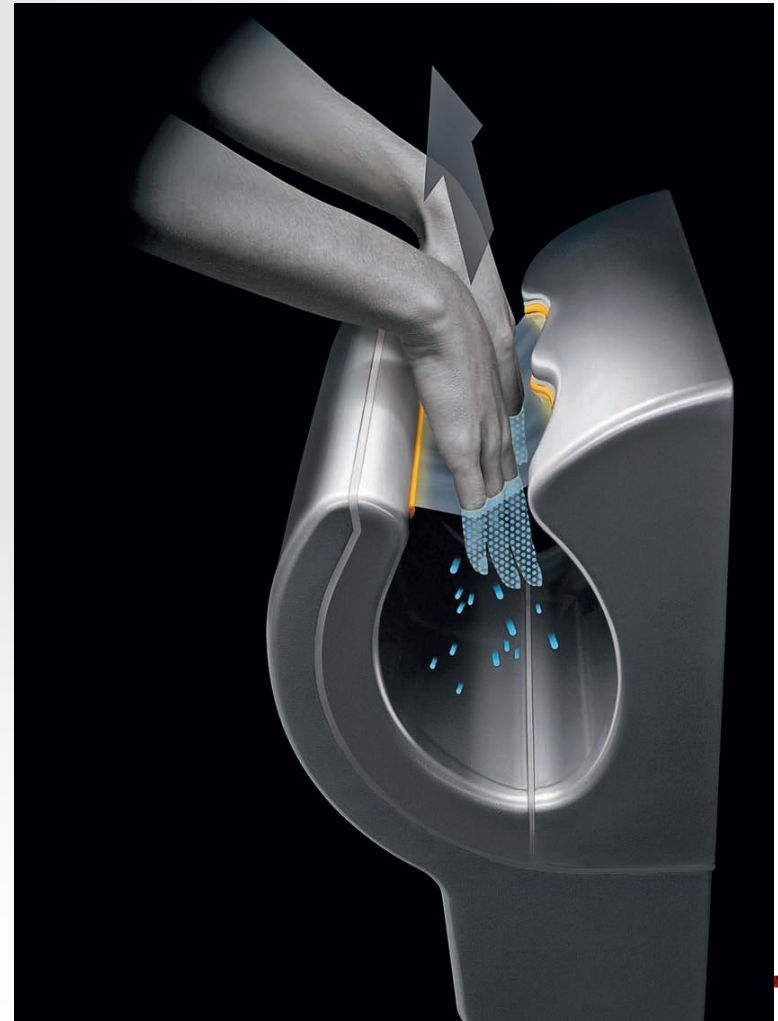
Задача: Разложи ја функцијата „сушење коса“ на потфункции.

- Што е потребно за БРГУ и ЕДНОСТАВНО да се отстрани влагата од косата?
- Еден можен одговор е: топло ветре! Има ли некој друг принцип на сушење? Има ли друга варијанта на функционална шема? Да, има! Функционалната шема дадена подолу не е целосно независна од изведбата, но често се применува!



Airblade, Dyson

- Сушачот за раце на Дајсон користи мал мотор без четкички, кој работи на 100.000 вртежи во минута за да го турка воздухот низ два долги тесни отвори, создавајќи брзи струи на воздух во вид на ленти што "стргаат" вода од водени раце. Сушењето е брзо, хигиенско и се користи значително помалку енергија од традиционалните сушари за раце со топол воздух (затоа што не се загрева воздухот) .
- Фотографија: Dyson Ltd.
- Вежба: СОСТАВЕТЕ ФУНКЦИОНАЛНА ШЕМА ЗА СУШЕЊЕ РАЦЕ.
- Какви други технички уреди се користат за сушење раце?



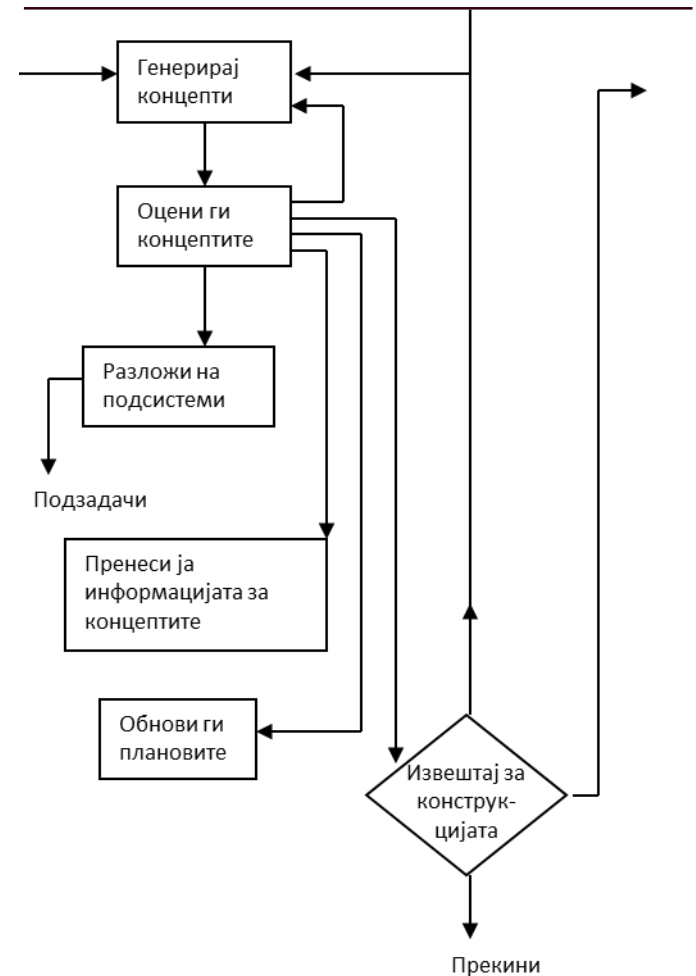
Општо за концептите

- Концептот претставува идеја која е доволно разработена за да може да се оценат физичките принципи од кои зависат перформансите.
 - Основна цел при изработката на концепти е да се потврди дека предложениот производ по разработката ќе ги исполни поставените барања.
 - Концептот мора да биде доволно разработен за да може да се оцени и технологијата потребна за негова изработка, конфигурацијата (распоредот на модулите) и донекаде погодноста за изработка.
 - **ПРИ ПРЕТСТАВУВАЊЕТО НА КОНЦЕПТИТЕ, ОСНОВНО Е ДА СЕ РАЗРАБОТАТ ДОВОЛНО ДЕТАЛИ ЗА ДА МОЖЕ ДА СЕ МОДЕЛИРААТ ПЕРФОРМАНСИТЕ, ОДНОСНО ДА МОЖЕ ДА СЕ ОСИГУРИ ДЕКА ИДЕЈАТА ЌЕ ФУНКЦИОНИРА.**
-

Генерирање концепти

- Ако генерираш една идеја, идејата е веројатно лоша; ако генерираш дваесет идеи, можеби имаш една добра идеја!
- Генерирањето на варијанти на концепти базира на функционалната декомпозиција.
- Генерирањето и оценувањето на концептите се повторува повеќе пати.

Развој на концептите



Создавање на концепти

- **Концептите се создаваат за да се реализираат функциите.**
- Концептите може да се претстават со скици, блок-дијаграми, текстуални информации, модели од глина и хартија и во друг облик.

Разработка на концепти за секоја функција

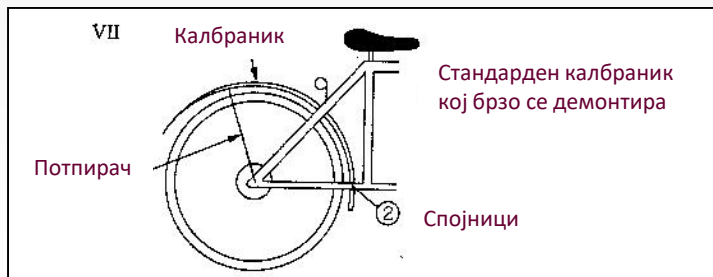
- Се генерираат колку што е можно повеќе концепти на уреди за извршување за секоја функција добиена при декомпозицијата.
 - Ако за некоја функција има само еден концепт:
 - Конструкторот направил ран заклучок.
 - Функцијата е насочена кон како, а не кон што.
 - Знаењето за доменот е ограничено, побарајте експерт.
-

Морфолошки метод

- Познат метод за организација на просторот на пребарување решенија е **МОРФОЛОШКИОТ МЕТОД**.
- **Цел на морфолошкиот метод е за секоја функционално барање да се одредат сите разумни конструктивни решенија кои теоретски го задоволуваат барањето.**
- Конструктивните решенија за поединечните функции се запишуваат во **МОРФОЛОШКА МАТРИЦА**
- Морфолошката матрица е табела кај која во првата колона се наведени едно под друго сите поединечни функции на системот. За секоја функција, во соодветниот ред се внесуваат сите концепти на уреди кои ги предложил тимот за реализација на таа функција.

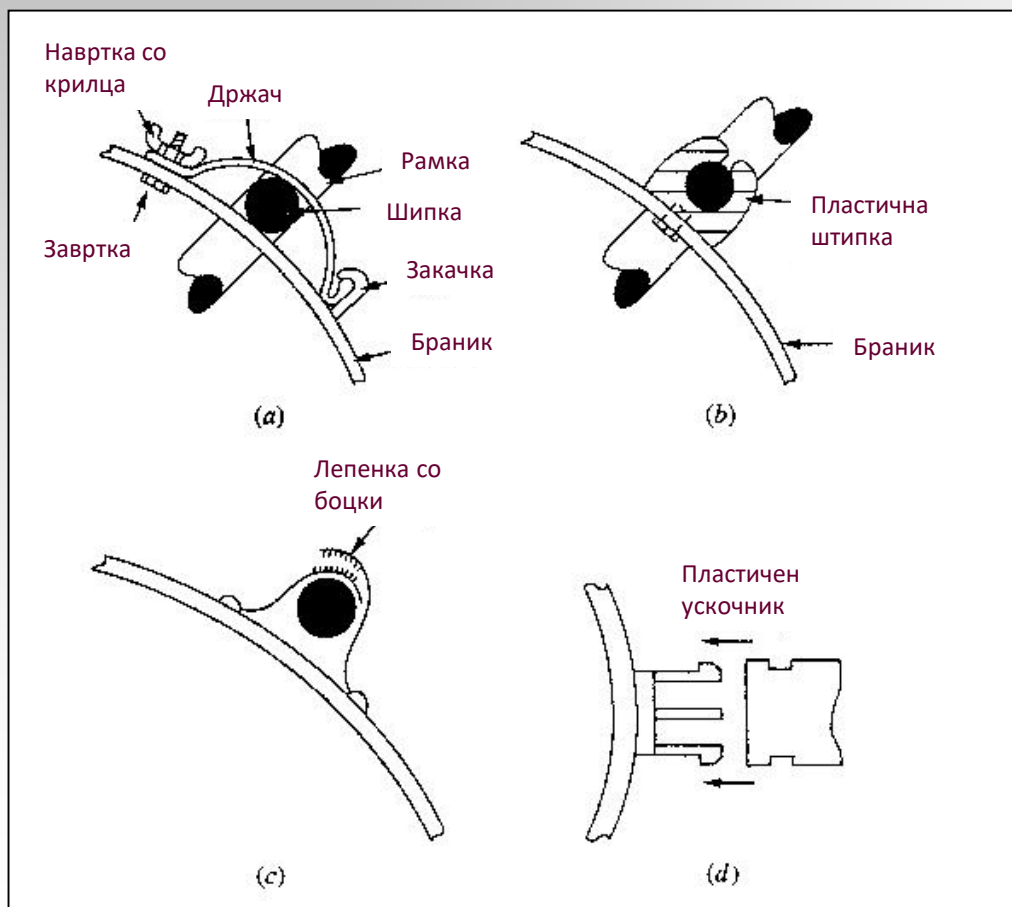
Концепти за намалување на прскањето од задното тркало на велосипед

Седум концепти за одбрана на возачот од прскање.



Концепти за спојување на калбраник со велосипед

Четири концепти за прицврстување на калбраникот за велосипед



Комбинирање на поединечни концепти

- **Концептуално решение за производ се формира со избор и комбинирање на концептуални решенија (уреди) за извршување на поединечните функции.**
 - За секоја функција се зема по едено концептуално решение и се прави комбинација за да се добие една варијанта на производот.
- Недостаток на овој метод е што:
 - ако се свати бувално може да се генерираат премногу варијанти,
 - независноста на функциите не е само концептуална, туку и физичка
 - направената комбинација може да биде бесмислена.
- Иако методот е наменет за генерирање на идеи, исто така служи и за почетно (површно) оценување на идеите.
- **Ова е преминот од текстуално опишување на проблемот кон физички уреди.**

Комбинирање на поединечни концепти

- Иако е симплифицирачки, морфолошкиот метод нашироко се применува. Тој овозможува да се запомнат ралични начини за задоволување на функциите и да се користат и за други производи.
- Создадени се цели каталози на конструктивни решенија за реализација на одредени функции кој често се користат.
- **Извори на идеи за концепти**
 - Како извори на идеи за решенија може да се користат **ПАТЕНТИТЕ**. Од патентите се учи на кој принцип работат другите производи! **Патентите се одлична практична литература.**
 - За да се генерираат што е можно повеќе идеи и концепти, конструкторскиот тим треба да се состанува и да применува некој од методите за кретаивно мислење. За време на овие состаноци не се оценуваат идеите и пожелно е да се наведат мноштво идеи, се додека тимот не ги исцрпи сите средства за добивање нови идеи.

Морфолошка матрица за калбраник

Предложениот концепт за новиот уред може да се опише со:

Уредот се зема со шака, се држи со триење, се движи со рацете, се ориентира и води со жлеб и се спојува и осигурува со ускочник, кој прави клик за да се верифицира спојувањето. Се држи со магнет. Уредот треба да е поставен веднаш до тркалото како калбраник.

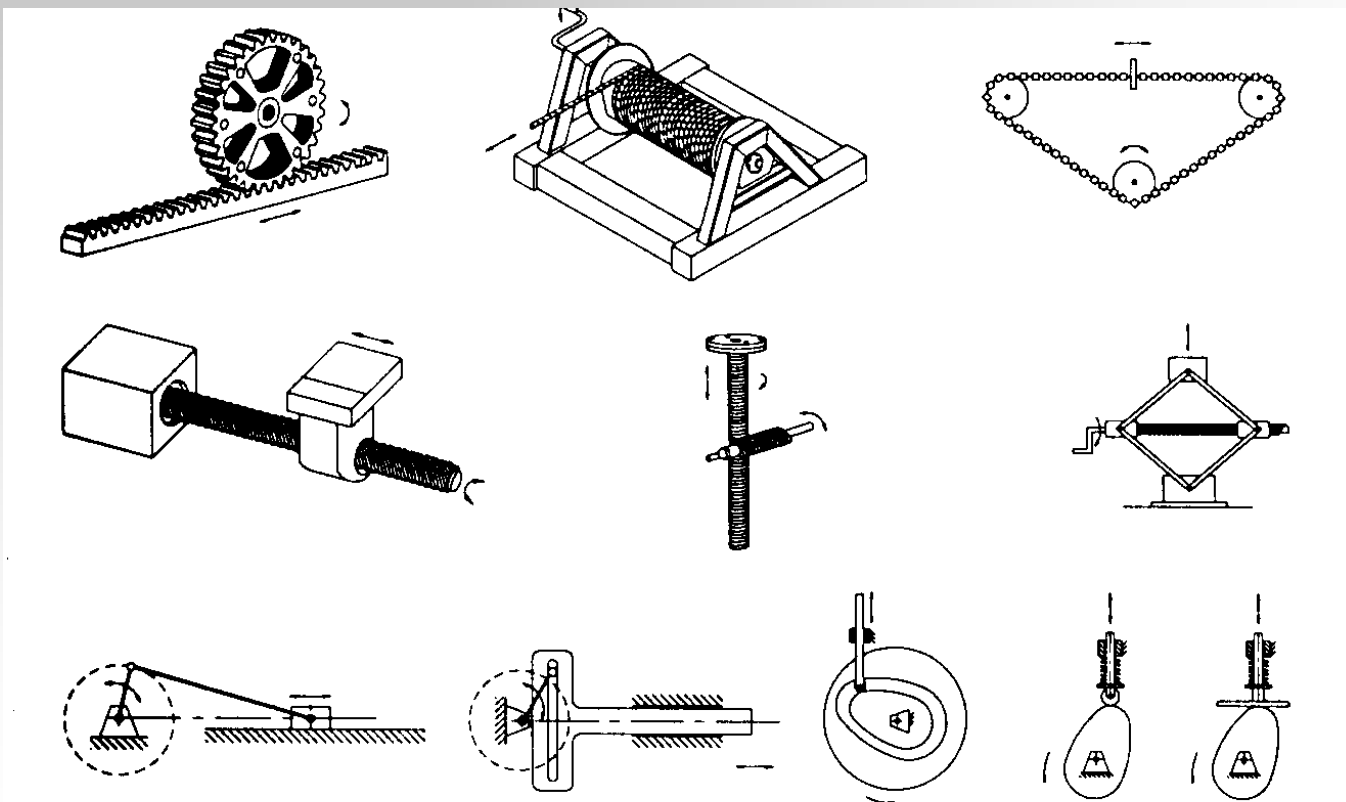
Тимот треба да разработи скици за подетално да се разјасни концептот.

Морфолошка матрица за заштита на возачот од прскање

Закачи						
Земи	Допри	Еден прст	Два прста	Шака	Две раце	
	Држи	Отвор	Триење	Поставување	Уред за држење	
Постави	Движи	Движењето е секогаш со рацете на корисникот				
	Ориентирај	Чеп	Сид	Жлеб		
	Води	Чеп	Сид	Шина	Отвор	
	Стопирај	Ускочни	Со копче	Со преплет		
Осигури		Завртка	Со вакуум	Ускочник	Штипка Со лим преку	
		Лепенка	Чивија	Магнет	Еластично јаже	
Верифицирај		Отпор при влечење	Шум	Боја	Видлив процеп	
Држи		Види осигури				
Откачи	Зграпчи	Види закачи				
	Ослободи	Види закачи				
	Води	Види закачи				
	Задвижи	Види закачи				
Отклони вода		Уред на возачот	Уред помеѓу возачот и тркалото	Уред веднаш до тракалото како калбраник	Стрга вода од тркалото	Спречува водата да дојде на тркалото

Пример 1. Каталог

Уреди за претворање на ротационо во транслаторно движење, кои се разликуваат според потребната прецизност. Именувајте ги овие уреди.



Пример 2. Каталог

Вид	концепт	
Цилиндар со отвори		
Лост		
Пресечен цилиндар		
Сфера		

Н – топла вода С - студена вода М – мешана вода
 Т – контрола на температурата V – контрола на протокот

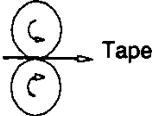
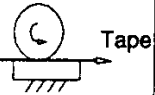
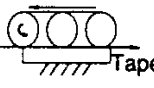
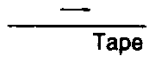
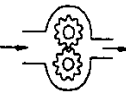
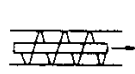
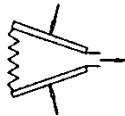
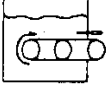

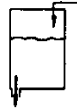
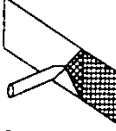
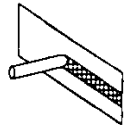
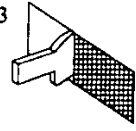

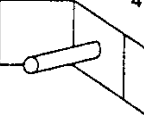
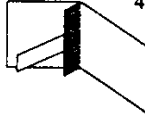
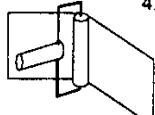
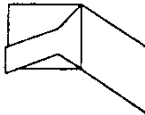
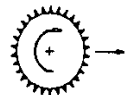






Уреди за независна регулација на температура и регулација на проток на вода

Во табалата подолу се шематски претставени релативните поместувања на отворите кои одговараат работата на првото и на второто конструктивно решение за славина со цилиндри, дадени во матрицата на сликата лево.

Затворено	Рег. на проток	Рег. на температура

Пример 3. Морфолошка матрица

Морфолошка матрица на подфункции за "лепење ѕидни тапети".
Креирајте неколку концепти за: систем за лепење ѕидни тапети.

Конструктивен параметар	Concept						
Дотур на тапет	11 	12 	13 	14 			
Дотур на лепило	21  Gear	22  Screw	23  Bellows	24  Friction	25  Piston	26  Air pressure	
Нанесување на лепило врз тапет	31  Spray	32  Bead	33  Slot orifice	34  Viscous shear			
Лепење на тапет на ѕид	41  Plate	42  Brush	43  Roller	44  Blade			
Отсекување на тапет од волна	51  Rotating saw	52  Rotating blade	53  Translating blade	54  Tear	55  Hot wire	56  Chemical	57  Laser

Оценување на концептите

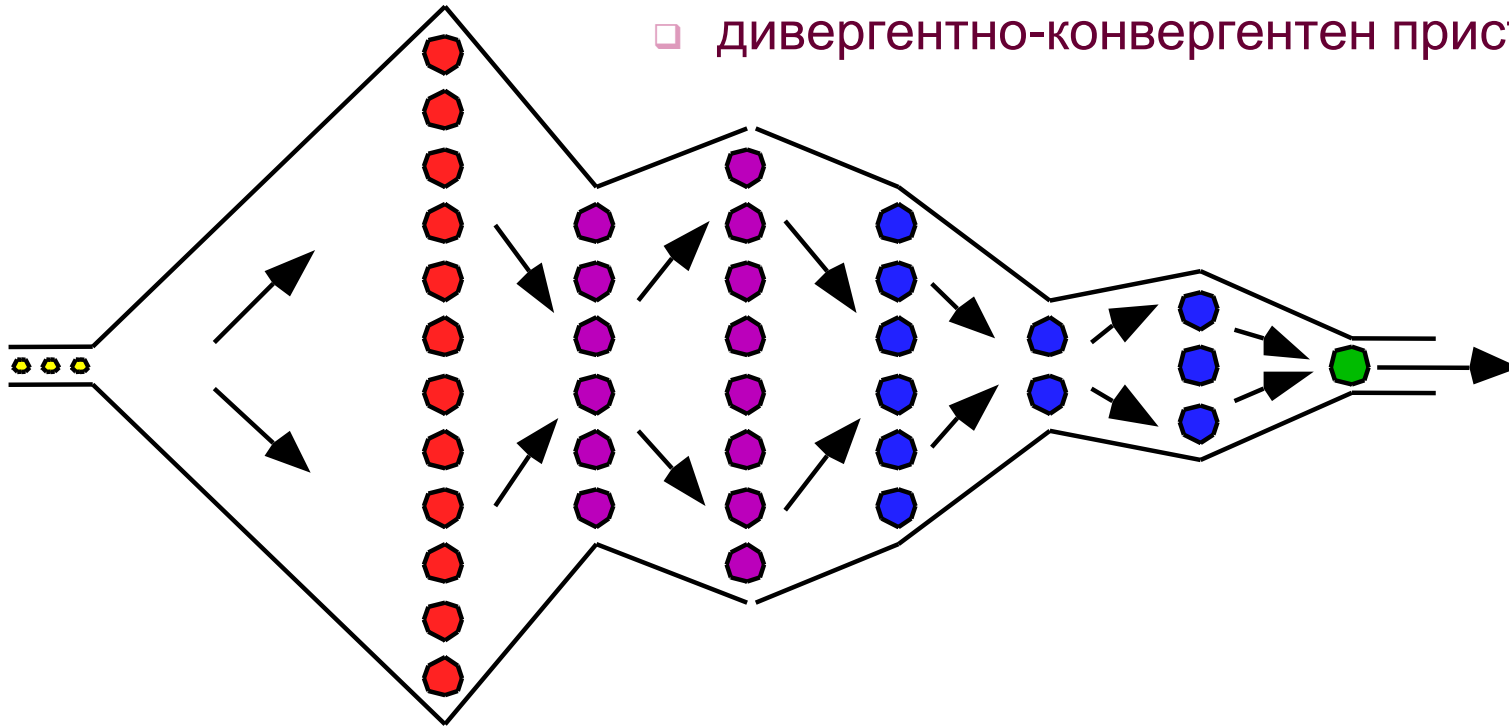
- За кој концепт да се вложи време за развој, додека сеуште имаме ограничено знаење и податоци врз кои би го базирале изборот?
- Идеално, би требало да се знаат доволно информации за сите концепти за да може да се направи избор и за да се вложат ресурсите во понатамошна разработка на само еден концепт.
- Како да се оцени груб концепт? Концептите се апстрактни, содржат малку детали и не може да се вршат прецизни мерења.
- Во продолжение се објаснети неколку **постапки за одлучување на база на знаења при лимитирани информации**. Методите се користат да го намалат бројот на генерираните концепти на само неколку концепти кои ветуваат дека може да се развијат во квалитетни производи.

Пристапи за изборот на концептите

- Во компаниите постои одредена култура (методологија) на развој на производи.
 - Некои компании: генерираат само еден концепт и потоа поминуваат време за да го развијат.
 - Други компании: Развиваат паралелно многу концепти и постепено ги елиминираат послабите.
 - Тојота: "Процес на паралелно намалување на множеството"
 - Продолжете со паралелен развој на голем број концепти.
 - Додека се учи се повеќе, полека елиминирајте ги оние што најмалку ветуваат.
 - Не постои "точен" број на концепти за избор.
-

Инка на развој на концепти

□ дивергентно-конвергентен пристап



Генерирање на концепти

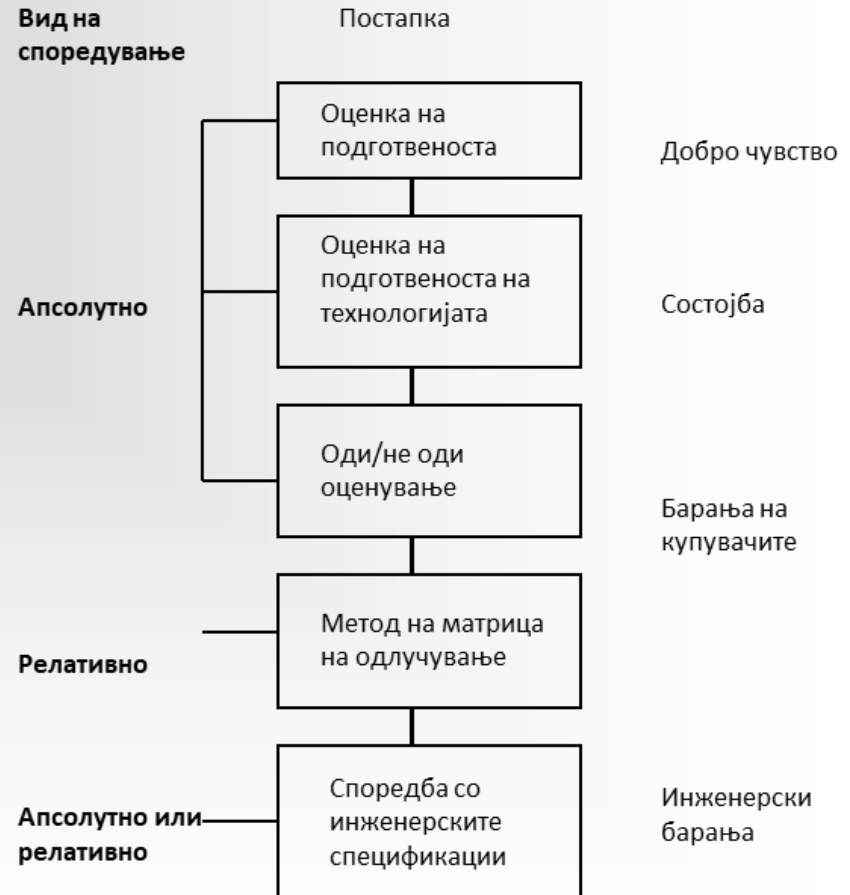
Разгледување на концепти

Рангирање на концепти

Тестирање на концепти

Оценување на концептите

- Постапки за одлучување на база на знаења при ограничени информации.
- Методите се користат за да го намалат бројот на генерираните концепти на само неколку концепти кои ветуваат дека може да се развијат во квалитетни производи.
- Апсолутна и релативна споредба.



Оценување на концептите

- **За да може да се врши споредба, концептите и критериумите треба да се на исто ниво на апстракција.**
- За проверка на **однесувањето** и споредба со инженерските спецификации, како и за прикажување на обликот заради споредба со спецификациите кои се однесуваат на обликот, се користат **физички модели** или други прототипови.
- Времето и средствата за изработка на физички модели може да се елиминираат со примена на **аналитички модели и симулации (тестирање) на моделот.**
- Сепак, треба да се има предвид дека анализата може да се примени само на модели кои се добро разбрани и може да се моделираат математички.
- Новите технологии за кои нема аналитички модел мора да се тестираат преку физички модели.

Оценување на концептите

■ **Оценување со проценка на погодноста**

- Генериран концепт: (1) не одговара, нема да работи; (2) можеби ќе работи под одредени услови; (3) вреди да се разработи.
- Споредувањето се прави според претходно искуство кое е акумулирано во вид на конструкторски знаења.

■ **Оценување на концептите според расположивоста на технологијата**

- Повеќето технологии кои се користат во производите се целоцно зрели и оценувањето по овој критериум е едноставно.

■ **Оценување со едноставна проверка оди/не оди**

- Преку одговорите на прашањата се откриваат оние концепти кои не треба понатаму да се разработуваат.

- За концептите кои имаат само неколку не-оди оценки, пред да се отфрлат, треба да се провери дали може да се модифицираат.

Оценување на концептите

■ Матрица на одлучување или методот на Pugh

- Методот е средство за оценување на повеќе концепти еден во однос на друг според можноста да ги задоволат критериумите поставени како барања на купувачите.
- На секое од барањата на купувачите му се доделува фактор на важнаост (тежински фактор).
- Еден концепт се одбира како основен, а другите се споредуваат со него и се оценуваат со +(подобро) -(послабо), S или 0(исто).
- Основниот концепт (база) има вкупно 0 поени.
- Добиените поени според важноста на барањата на купувачите се собираат/одземаат соодветно, при што се добива вкупниот број на бодови..
- Ако се анализираат повеќе од три концепти, постапката може да се повтори за трите концепти кои добиле најмногу поени.

Оценување на концептите

Критериум	Фактор на важност	Концепти						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Лесно се закачува	7	+	+	+	+	+	0	б
Лесно се откачува	4	-	+	+	+	+	0	а
Брзо се закачува	3	+	+	+	+	+	0	з
Брзо се откачува	1	+	+	+	+	+	0	а
Се закачува нечист	3	+	+	+	+	0	0	
Се откачува нечист	1	-	+	-	+	0	+	
Не оштетува	10	+	+	+	+	0	0	
Не собира вода	7	-	+	-	0	0	0	
Не тропа	8	-	-	-	-	0	0	
Не вибрира	7	-	-	-	0	0	0	
Не се витка	4	-	-	-	0	-	0	
Траен	11	-	0	-	0	-	0	
Лесен	7	+	0	0	-	0	0	
Не испаѓа	10	+	0	0	0	0	0	
Одговара на многу велосипеди	7	+	0	0	0	0	0	
Модерен	5	-	0	-	-	+	0	
Вкупно +		8	8	6	7	5	1	0
Вкупно -		8	3	7	3	2	0	0
Вкупно		0	5	-1	4	3	1	0
Вкупно според важност		1	17	-15	9	5	1	0

Оценување на концептите

Критериум	Фактор на важност	Концепти		
		II	IV	V
Лесно се закачува	7	б	-	0
Лесно се откачува	4	а	0	0
Брзо се закачува	3	з	0	0
Брзо се откачува	1	а	0	0
Се закачува при нечист.	3		0	-
Се откачува при нечистоти	1		0	0
Не оштетува	10		0	-
Не собира вода	7		0	0
Не тропа	8		0	0
Не се тресе	7		0	-
Не се витка	4		0	0
Траен	11		0	-
Лесен	7		0	-
Не испаѓа	10		0	-
Одговара на многу велосипеди	7		0	-
Модерен	5		-	+
Вкупно +		0	0	1
Вкупно -		0	2	5
Вкупно		0	-2	-4
Вкупно според важност		0	-12	-33

- Скиците за концептите за спречување на прскањето од задното тркало на велосипед се дадени на претходните слајдови.
- Како најдобар концепт е оценет концептот каде браникот е сместен помеѓу седиштето и тркалото.

Пример- Решенија за подфункции

Уред за ковање клинци за кровни облоги-шиндра

Предложени решенија за 1) акумулирање на енергија и 2) пренос на транслатотна енергија врз клинец

Извор: *Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, Maria C. Yang - Product Design and Development (2019)*

Solutions to Subproblem of Storing or Accepting Energy

- Self-regulating chemical reaction emitting high-pressure gas
- Carbide (as for lanterns)
- Combusting sawdust from job site
- Gun powder
- Sodium azide (air bag explosive)
- Fuel-air combustion (butane, propane, acetylene, etc.)
- Compressed air (in tank or from compressor)
- Carbon dioxide in tank
- Electric wall outlet and cord

- High-pressure oil line (hydraulics)
- Flywheel with charging (spin-up)
- Battery pack on tool, belt, or floor
- Fuel cell
- Human power: arms or legs
- Methane from decomposing organic materials
- "Burning" like that of chemical hand warmers

- Nuclear reactions
- Cold fusion
- Solar electric cells

- Solar-steam conversion
- Steam supply line
- Wind
- Geothermal

Solutions to Subproblem of Applying Translational Energy to Nail

Single impact



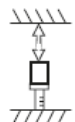
Multiple impacts (tens or hundreds)



Multiple impacts (hundreds or thousands)



Push



Twist-push

