

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ  
ИНСТИТУТ ПО ЕЛЕКТРОХИМИЯ И ЕНЕРГИЙНИ СИСТЕМИ**

**Високоволтови  
оловни батерии,  
електромобили и  
хибридни коли**

**Г.Папазов**

# Енергията

**през следващите 50 години:**

- **Населението на света ще достигне около 10 млрд души**
- **Броят на колите ще нарасне 6-7 пъти**  
(от над 600 милиона през 2000 г. до около 3.5 млрд през 2050 г.)
- **Запасите от нефт ще се намалят от 45 на 30 години**
- **Цената на горивото ще се увеличава непрекъснато**

# Замърсяване на околната среда

Над 600 милиона коли през 2000 г.

Сега са около 800 милиона!

Среден пробег на година	- 10,000 км
Среден разход на гориво	- 6 l (5 kg)/100km
Среден разход на година	- 500 kg гориво
Емисия на вредни газове	- 250 kg/година

Общо емисия (800 млн коли) - 200 млн тона газове/год

в т.ч.  $C_nH_m$  – 2,240,000 тона

CO - 17,600,000 тона

NO<sub>2</sub> - 5,280,000 тона

А какво ще стане, когато колите станат над 3 млрд???

# Енергията

**Най-важната цел в близкото бъдеще е намаляване консумацията на гориво от колите.**

**НО**

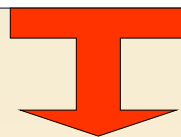
**Електрическите устройства, монтирани в колите, се нуждаят от все повече и повече енергия!!!**

**Източници на тази енергия в колата са:**

- Горивото**
- Батерията**

# Каква да бъде батерията?

Купувачите на коли  
искат и се нуждаят от:



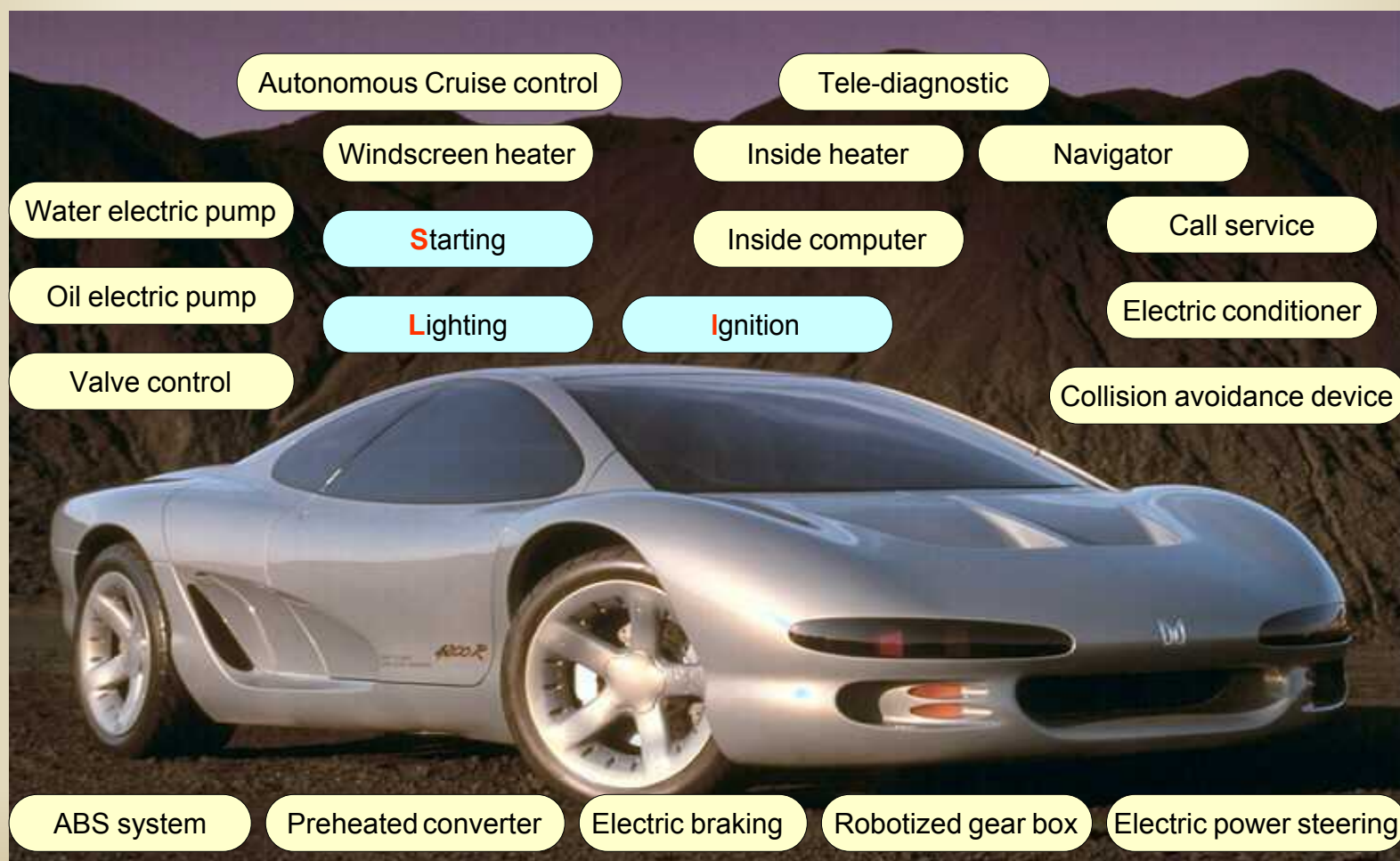
- сигурна кола
- много удобна кола
- кола с малък разход на гориво
- кола, която много лесно се поддържа
- евтина кола

# Каква да бъде батерията?



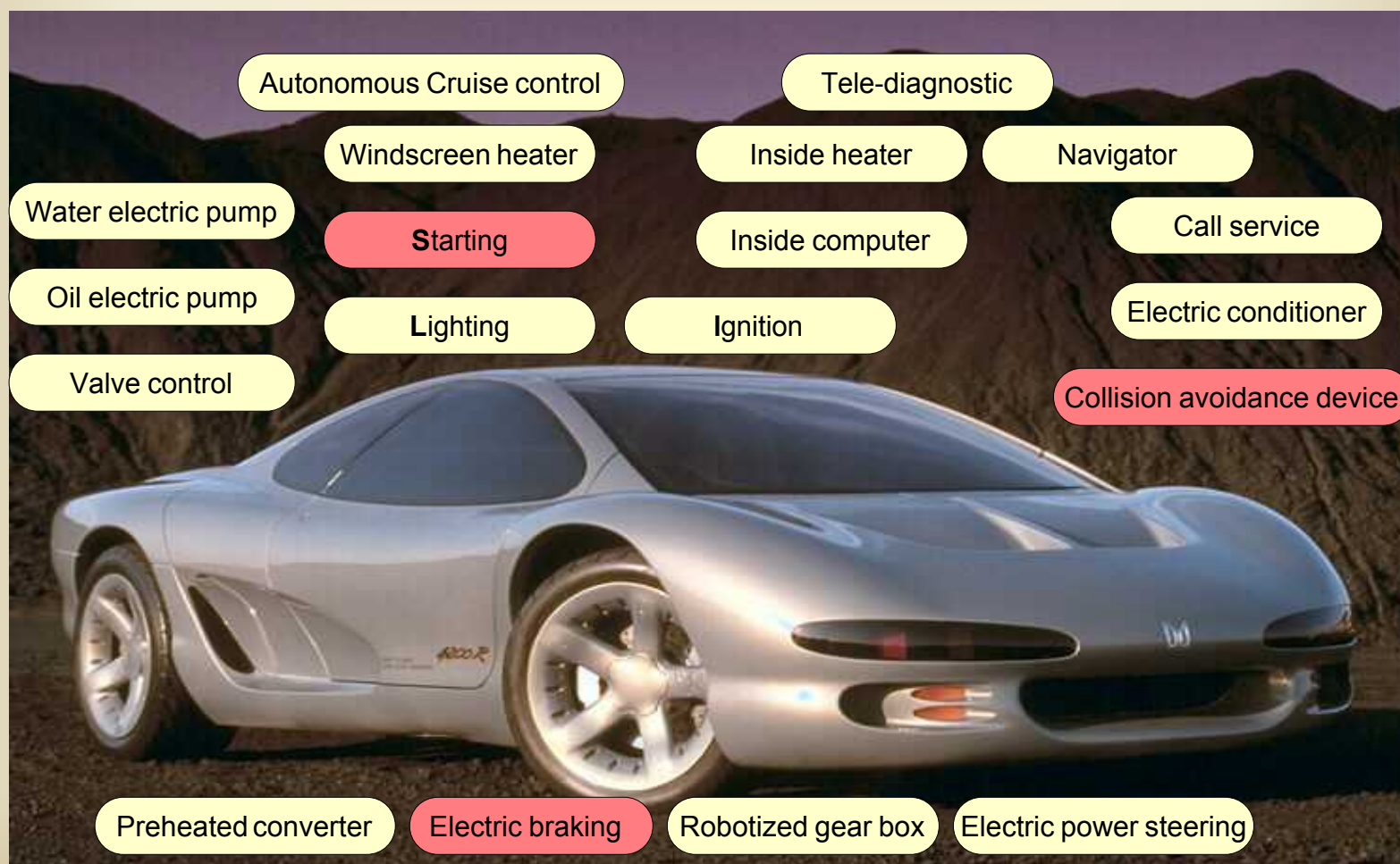
# Тенденции в каростроенето

- повишаване на сигурността
- повишаване на комфорта



# Необходимост от енергия

Всички тези устройства се нуждаят от електрическа енергия (около 2 kW)  
Някои от тях работят за кратко време със силен ток – power application  
Другите работят много дълго време със слаб ток – energy application.





# Енергията и батерията

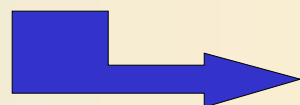
Power application означава:



Разряд с много силен ток  
за кратко време



Батерия с тънки плочи  
и много малко съпротивление



SLI

Energy application означава:



Разряд със слаб ток  
за дълго време



Батерия с дебели плочи  
и голямо количество активна маса



12-волтовата SLI батерия е един компромис между  
тези две противоречиви изисквания!

# Енергията и батерията

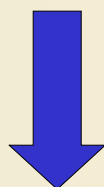
Power application означава:



Разряд с много силен ток  
за кратко време



Батерия с тънки плочи  
и много малко съпротивление



Батерия с  
тънки плочи  
и малък капацитет

SLI

Energy application означава:



Разряд със слаб ток  
за дълго време



Електричество  
от динамото

Това решение, обаче означава увеличаване консумацията  
на гориво.

Но количеството на нефта е ограничено!

# Енергията и батерията

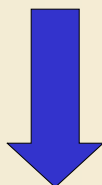
Power application означава:



Разряд с много силен ток  
за кратко време



Батерия с тънки плочи  
и много малко съпротивление



Батерия с  
тънки плочи  
и малък капацитет

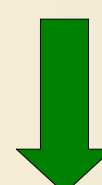
Energy application означава:



Разряд със слаб ток  
за дълго време



Батерия с дебели плочи  
и голямо количество активна маса



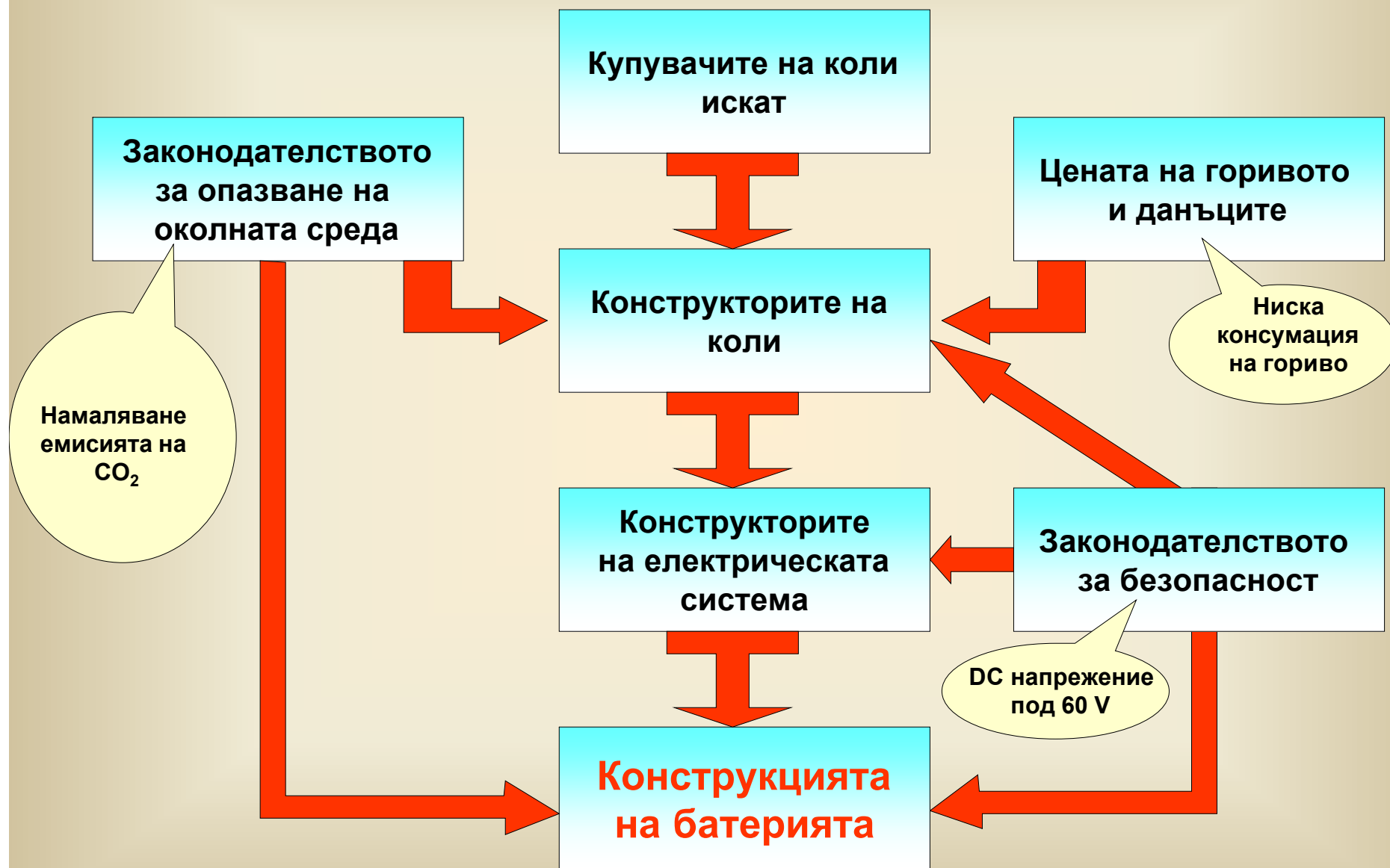
Батерия  
с дебели плочи  
и голям капацитет

SLI

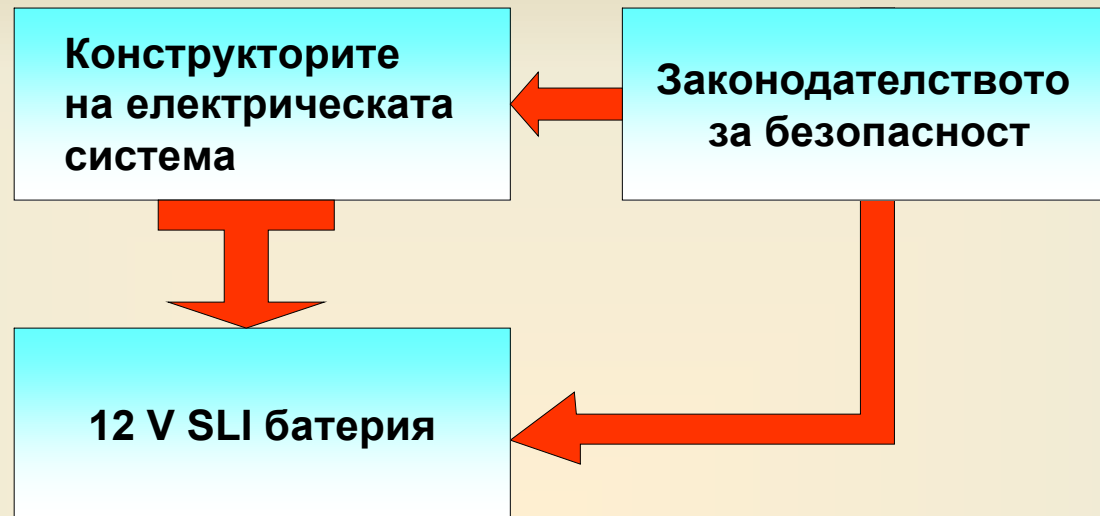
Електричество  
от динамото

Този проблем се решава с използването на две  
различни батерии!

# Каква да бъде батерията?

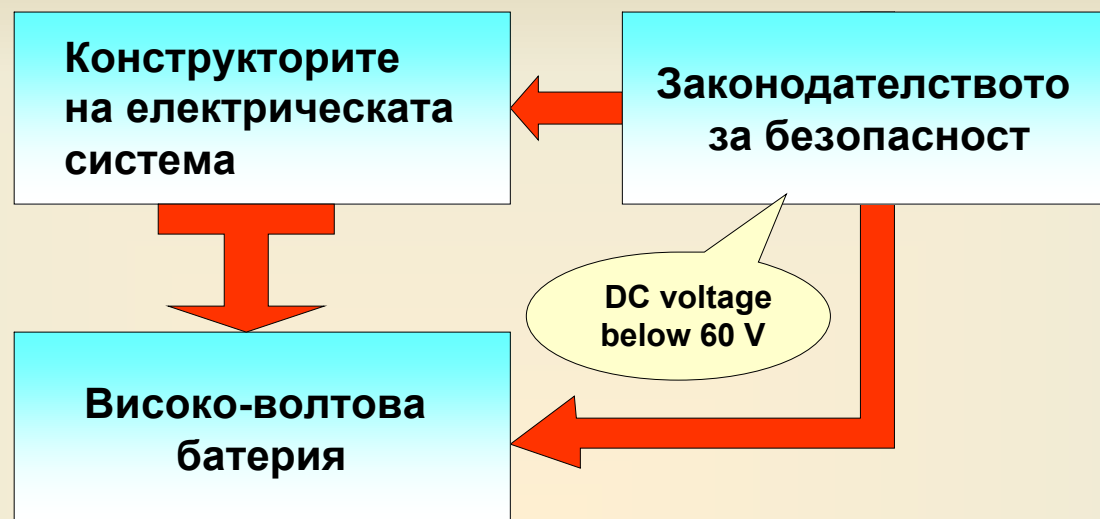


# Каква да бъде батерията?



**12 V SLI батерия е ниско-волтова батерия и има:**

- **Много силен ток при старт (до 400-500 А през зимата)**
- **Голям пад на напрежението и загуба на енергия**
- **Много дебели и много къси проводници**
- **Батерията е много близо до двигателя (много лоши условия за охлаждане!)**



- Стартов ток 150-180 А
- Малък пад на напрежението и малка загуба на енергия
- Тънки и дълги проводници
- Батерията може да бъде разположена далече от двигателя

**Но DC напрежението е ограничено до 60 V**

**Номиналното напрежение на електрическата система на колата не трябва да бъде по-високо от 42 V!**

# Dual battery system

SLI

Електричество  
от динамото

**Батерия  
с тънки плочи  
и нисък капацитет**

**Батерия  
с дебели плочи  
и голям капацитет**

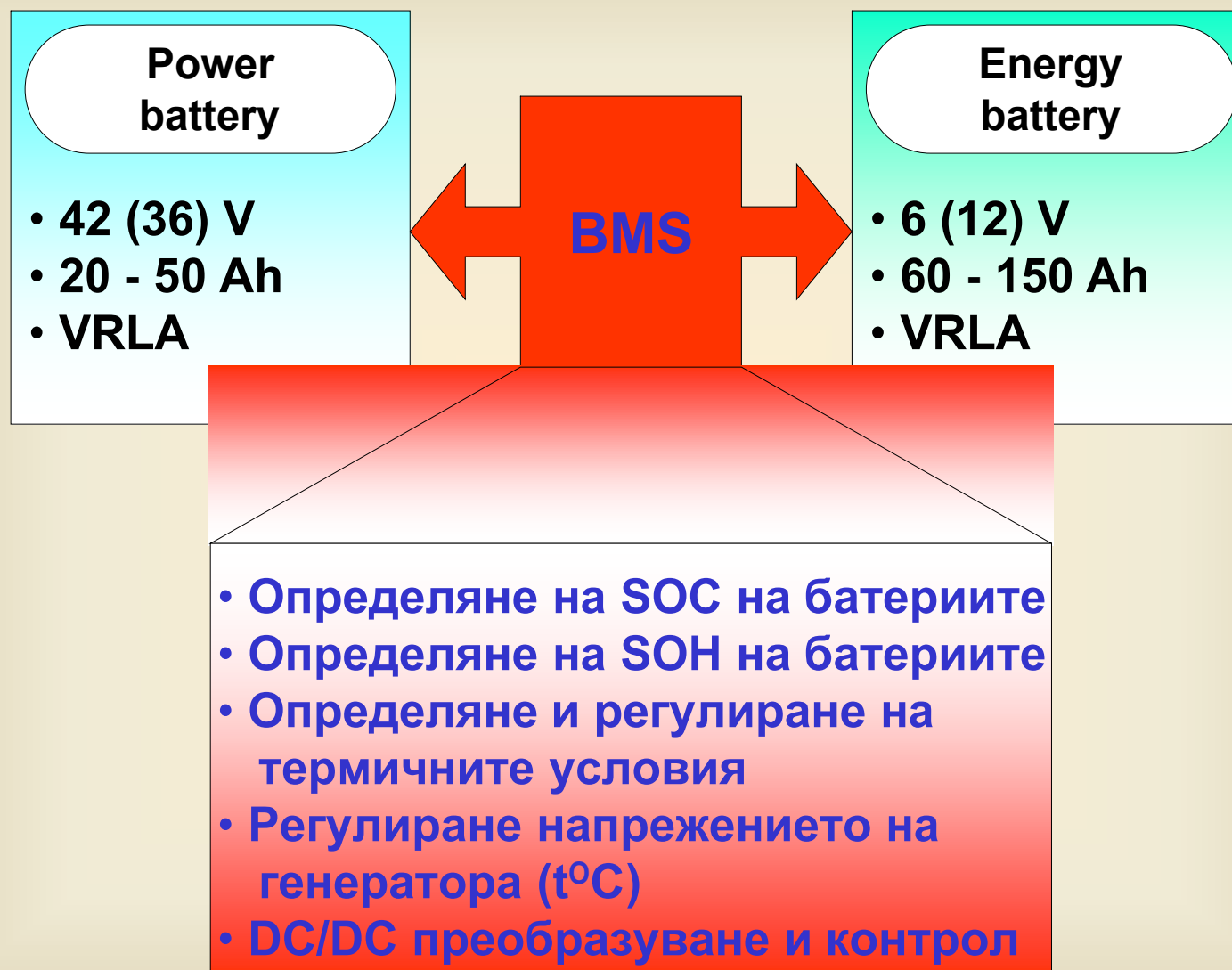
**For power  
application**

- 42 (36) V
- 20 - 50 Ah
- VRLA

**For energy  
application**

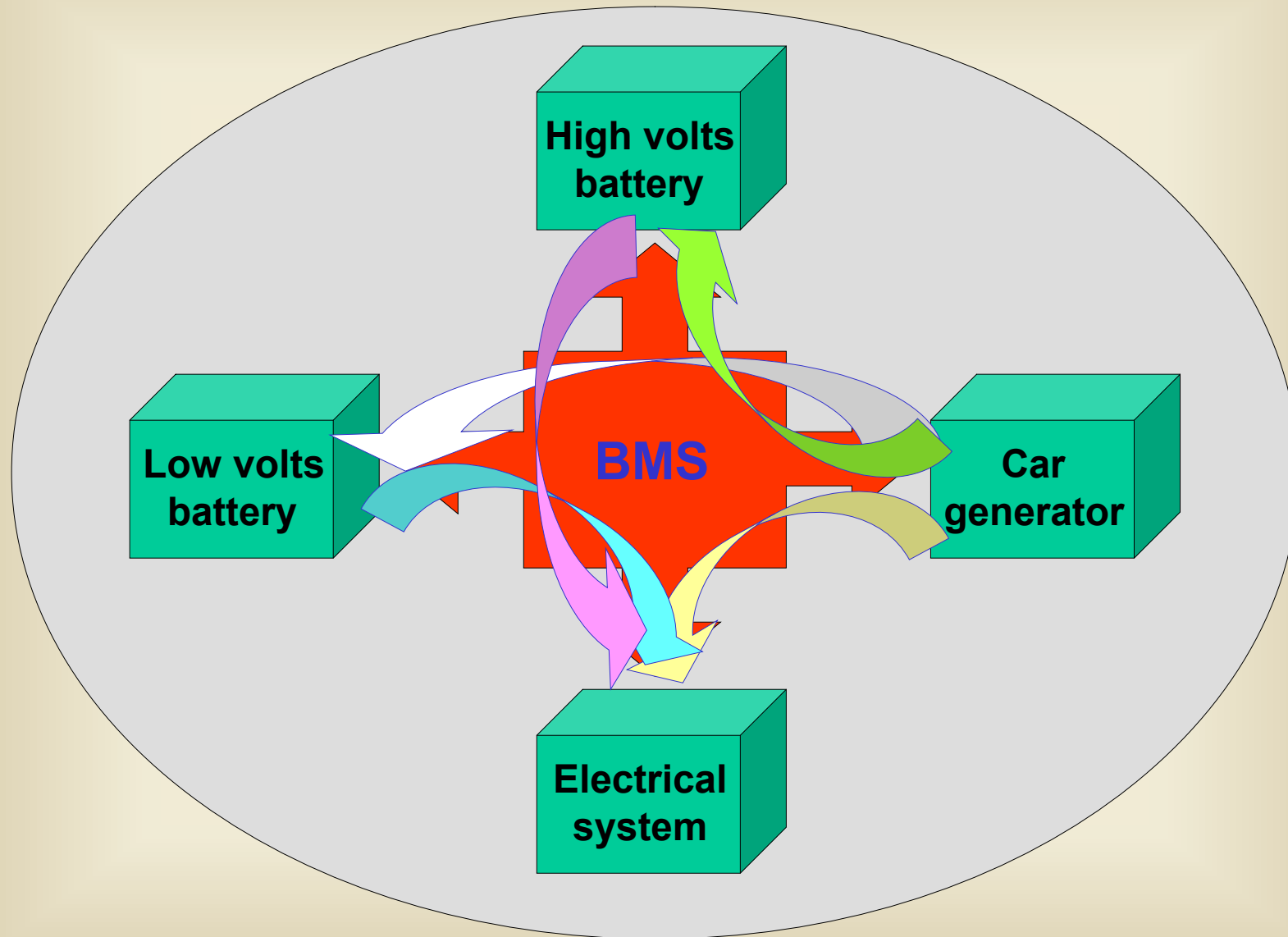
- 6 (12) V
- 60 - 150 Ah
- VRLA

# Battery management system





# Battery management system



# Изисквания към 42 V батерия

- Ток на разряд до 250 A за 8 секунди при 20<sup>0</sup>C
- Силен заряден ток до 140 A за 5 секунди и до 100 A за 30 секунди при спиране на колата при 20<sup>0</sup>C
- Нормална работна температура 20<sup>0</sup>C
- Минимална температура –30<sup>0</sup>C
- Максимална температура 50<sup>0</sup>C
- Мощност – 6000 W
- Живот-циклаж >150 000

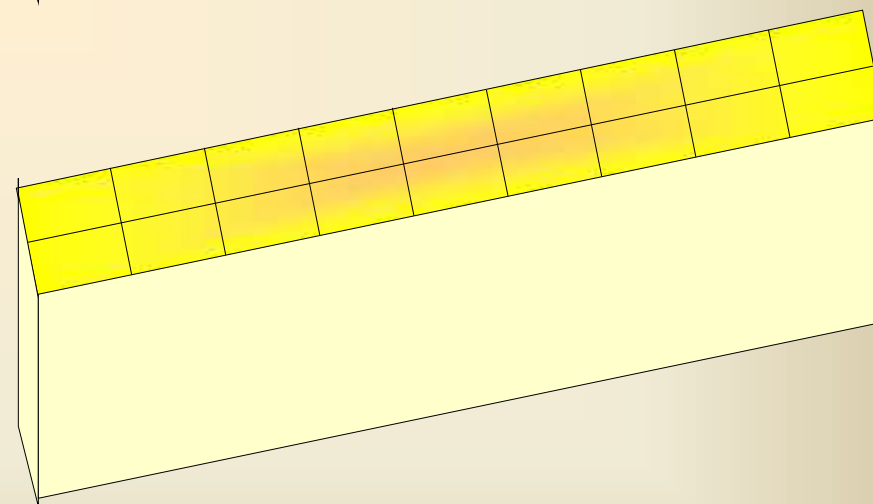
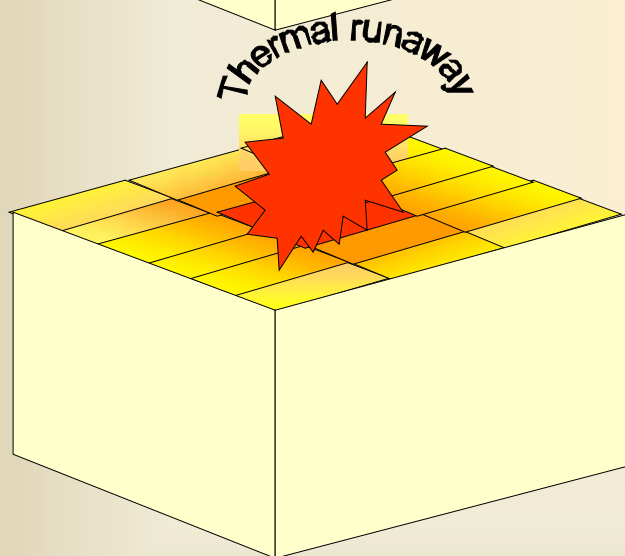
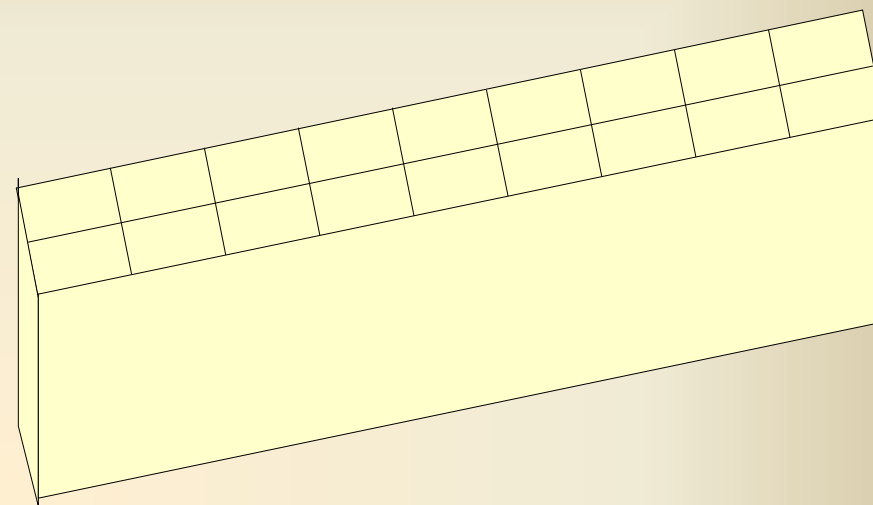
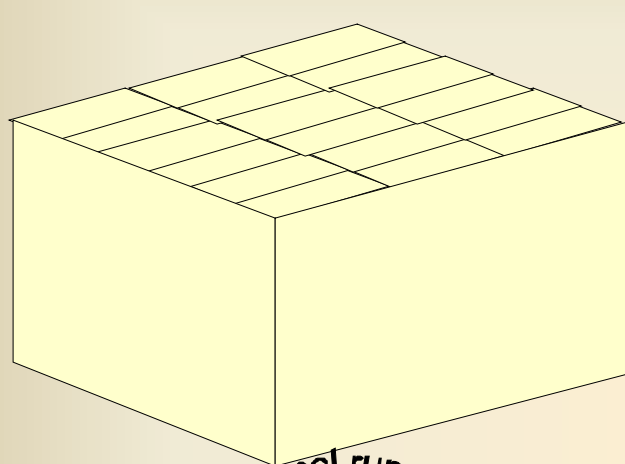
# Предимства на оловните батерии

- Установена и масово използвана технология
- Добри характеристики при ниски температури
- Много широка температурна област
- Ниско вътрешно съпротивление
- Високи токове на разряд
- Възможност за бърз заряд с висок ток
- Ниска цена
- Може да бъде внедрен с минимални инвестиции
- Висока степен на безопасност

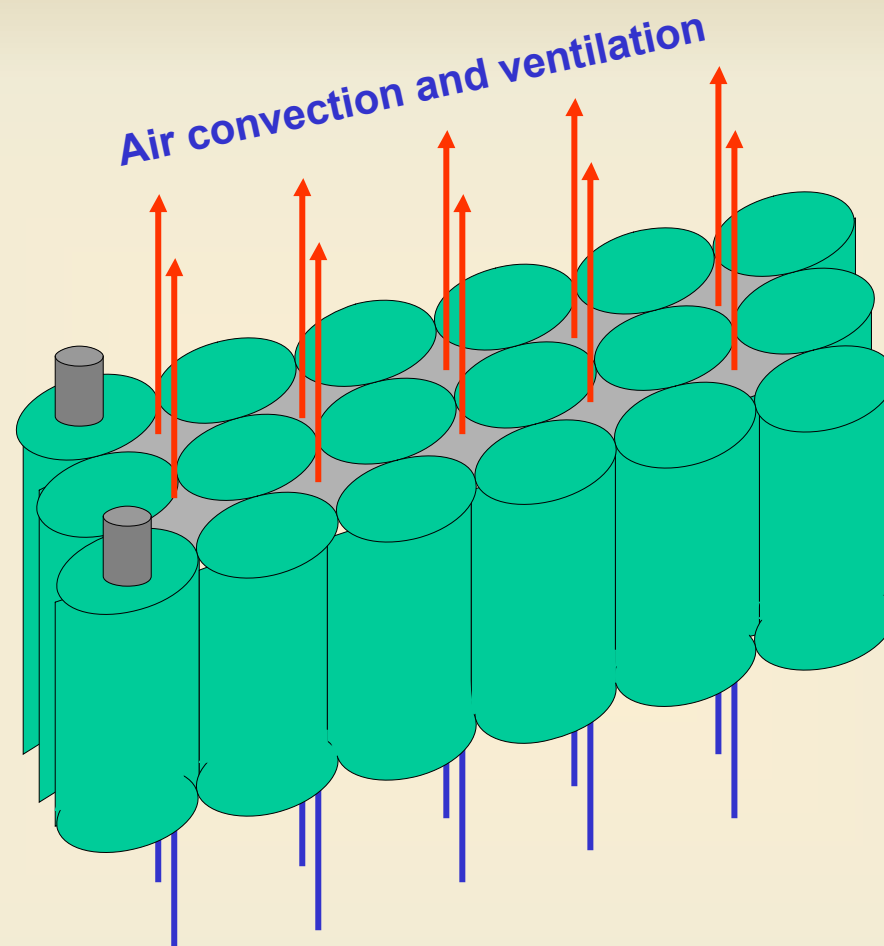
# Недостатъци на оловните батерии

- По-кратък живот в сравнение с Ni и Li системи
- По-кратък живот при циклиране в условията на частичен заряд
- Ниска възприемчивост на заряд след престой в частично заредено състояние
- Много тежки батерии – ниска специфична енергия

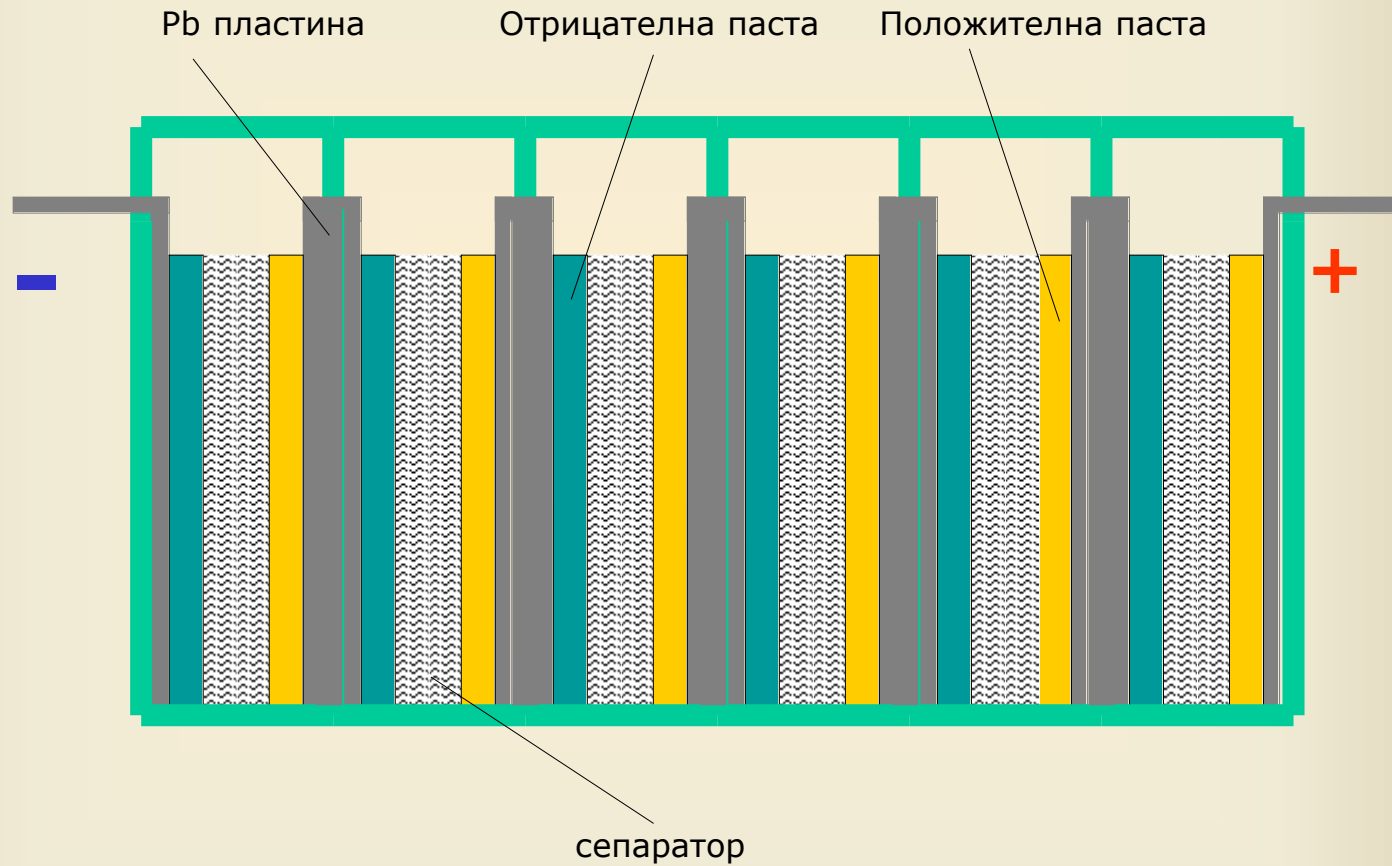
# 36 V батерия – призматичен тип



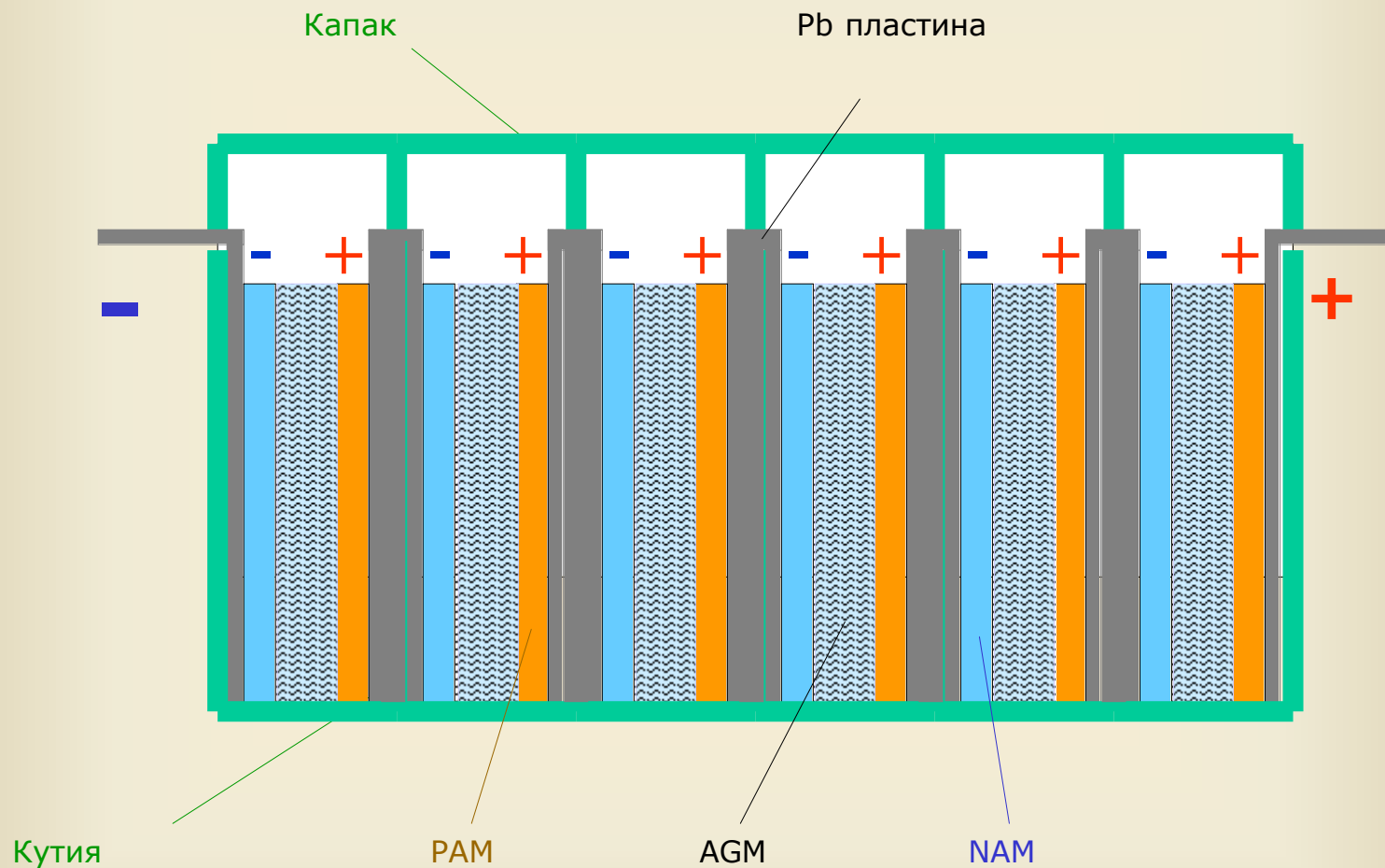
# 36 V спирална батерия



# Биполярна батерия



# Bi-polar battery





# VRLA vs Ni-MH vs Li ion

Тип батерия	Специфична енергия Wh/kg	Специфична енергия Wh/l	Живот циклаж	Цена \$/kWh
<b>VRLA battery</b>	<b>36</b>	<b>86</b>	<b>300</b>	<b>100</b>
<b>Ni-MH</b>	<b>66</b>	<b>150</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>Li-ion</b>	<b>97</b>	<b>168</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>

# Производствени проблеми

**2010** 20-25% от колите с високоволтова система

**2020** >80% от колите с високоволтова система

Производство на олово

Нови метални линии

Ново оборудване за изпитания

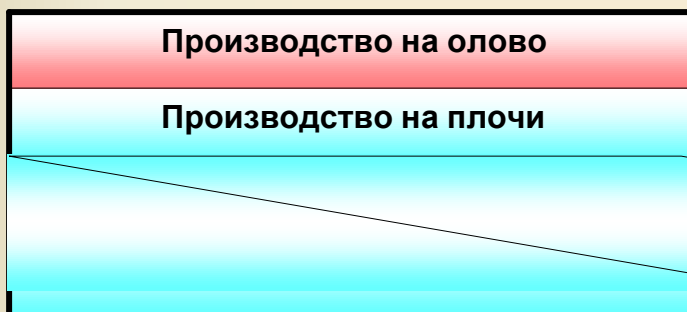
Необходимостта от Pb ще нарастне 2 пъти (4.2 – 8 Mt)

Металургията трябва да удвои производството на Pb

Рециклирането на Pb да достигне 85%

# Производствени проблеми

<b>2010</b>	<b>20-25% от колите с високоволтова система</b>
<b>2020</b>	<b>&gt;80% от колите с високоволтова система</b>



- Броят на плочите ще нарасне 3 пъти**
- Високоскоростни линии за пастиране**
- Използване на непрекъснато лети PbCaSn ленти**
- Много тесен технологичен толеранс**

# Производствени проблеми

**2010** 20-25% от колите с високоволтова система

**2020** >80% от колите с високоволтова система

Производство на олово

Производство на плочи

Нови монтажни линии

Нови cast-on-strap машини

Нови машини за  
междуелементни връзки

Нови машини за термично  
заваряване на капака към  
кутията

# Производствени проблеми

**2010**      20-25% от колите с високоволтова система

**2020**      >80% от колите с високоволтова система

Производство на олово

Производство на плочи

Нови монтажни линии

Ново оборудване за изпитания

Ново 42 V оборудване за  
изпитателните лаборатории

# Производствени проблеми

<b>2010</b>	20-25% от колите с високоволтова система
<b>2020</b>	>80% от колите с високоволтова система

Производство на олово
Производство на плочи
Нови монтажни линии
Ново оборудване за изпитания

**Нова технология  
на много високо  
ниво!**

- Технология с много високо качество
- Технология с много висока производителност
- Напълно автоматизирана технология
- Елиминиране на човешкия фактор

# Експлоатационни проблеми

## Голям брой клетки (18)

Ако една клетка е лоша, трябва да се смени цялата батерия

## Възстановително циклиране

След определен брой работни цикли е необходимо да се прави възстановителен (изравнителен) цикъл  
(пълен заряд–пълен разряд-пълен заряд)

# Какво е бъдещето?





# Кола, но каква?



# Кола, но каква?

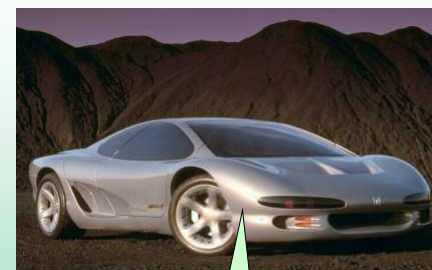
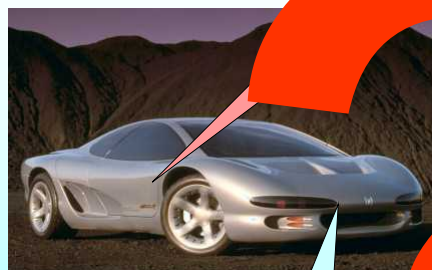
Ford – Europe  
14 V system + BMS

Brazil  
Alcohol fuel

USA - High  
voltage system + BMS

Двигател с външно горене

Електромобил



14-volt system  
12 V battery

42-volt system  
36 V battery

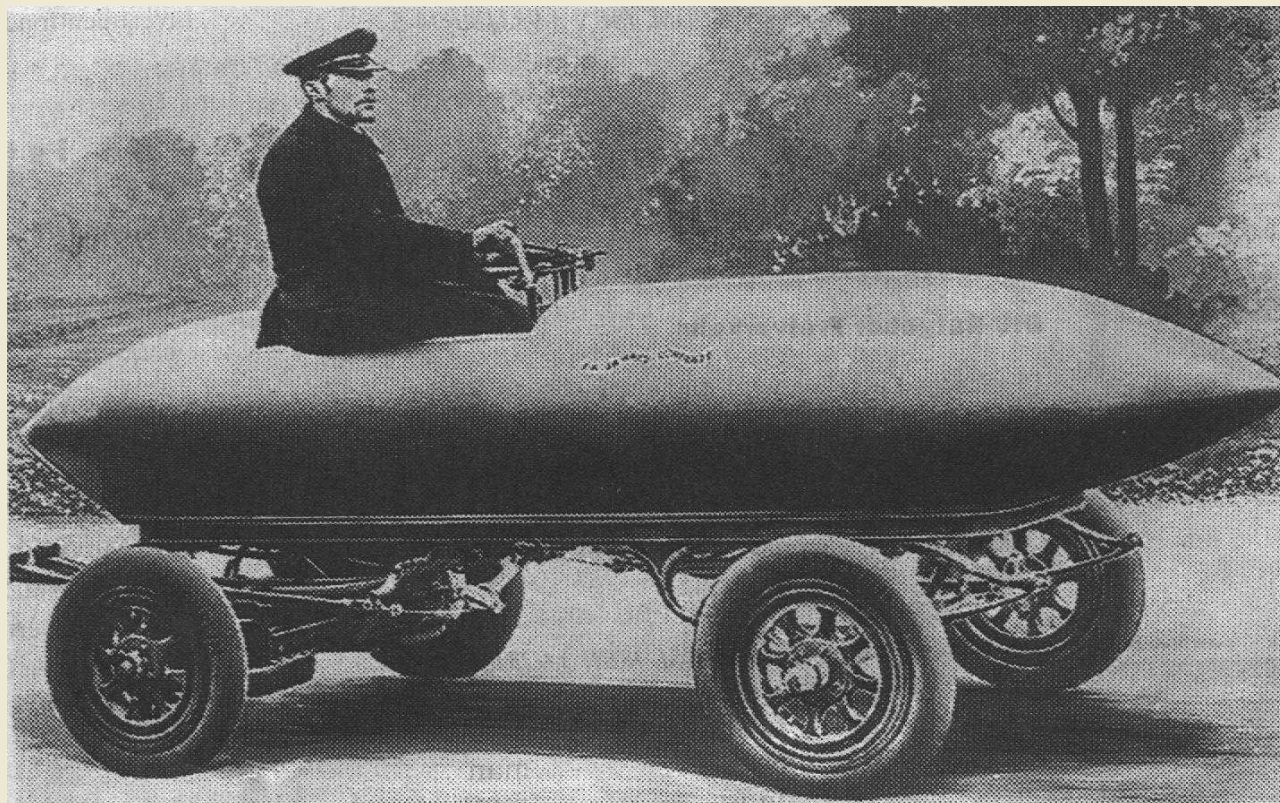
Electric motor only  
Up to 300 V battery

Hybrid electric  
vehicle  
(combustion engine  
and electric motor)  
12-36 V battery

In Europe- Dual voltage system

In Japan - High-voltage hybrid  
(NiMH, Li-ion – Toyota;  
Ultracapacitor – Nissan;  
LAB – Yuasa, JSB)

# Един от първите електромобили



С този електромобил, наречен "*La Jamais Contente*" (*Никога доволен*), на 29 април 1899 г. белгиецът *Camille Jenatzy am Volant* поставя невероятния за това време рекорд от **105,88 km/h**?! Скоростта на колите тогава е била под 30 km/h.

# Проблеми на електромобилите

## Батерията?

бензин - 11600 Wh/kg (3800 Wh/kg)

ЕХИТ - под 100 Wh/kg

$$E = kGL$$

$k$  – Wh/kg.km (0.12 – 0.15)

$G$  – общо тегло на колата

$L$  – пробег

$$L = E/kG = W_b M_b / k(G_c + M_b)$$

$L_{\max}$  ако  $G_c = 0$  kg

Pb - 276 km

Ni/MH - 508 km

Li-ion - 746 km

# Проблеми на електромобилите

## Батерията?

бензин - 11600 Wh/kg (3800 Wh/kg)

ЕХИТ - под 100 Wh/kg

$$E = kGL$$

$k$  – Wh/kg.km (0.12 – 0.15)

$G$  – общо тегло на колата

$L$  – пробег

$$L = E/kG = W_b M_b / k(G_c + M_b)$$

$L_{\max}$  ако  $G_c = 0$  kg

Pb - 276 km

Ni/MH - 508 km

Li-ion - 746 km

## Психологически проблеми

- Цената на батерията
- Продължителност на заряда
- Мощност на колата (размери)
- Пробег

***Купувачът не иска да си купи електромобил!***

# HEV (хибридни електромобили)



# Кратка история на HEV

80's – Хибрид електро-дизел подводница – намалява консумацията на O<sub>2</sub>

90's – Започва разработването и производството на HEV

Honda Insight

Toyota Prius

Renault Kangoo (plug-in HEV) – 2003

Honda Civic Hybrid – 2003

Toyota Prius – 2004

Ford Escape Hybrid – 2005

Ford and Toyota подписват съглашение за разработване на HEV

Toyota Lexus and Toyota Highlander HEV – 2005

Toyota Camry Hybrid – 2007

Nissan Altima Hybrid - 2007

## Продадени HEV

Honda (Insight, Civic, Accord) – 26773 коли за периода януари-ноември 2004 г.  
общо 81867 коли от 1999 г. до ноември 2004

Toyota – общо 306867 коли от 1999 г. до ноември 2004, около 500000 за 2006 г.

# TOYOTA



## Toyota Prius

Total power – 110 hp/82 kW

Battery – 201.6 V NiMH

El. motor power – 44 hp/33 kW

Range – 530 miles

Pollution reduction – 90%

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)

GS Hybrid | 2007



## Toyota Lexus

Total power – 300 hp/224 kW

Battery – 288 V NiMH

El. motor power – 197 hp/147 kW

Warranty – 8 years (100,000 miles)

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)



# TOYOTA



## Toyota RAV4 EV

Total power – 67 hp/50 kW

Battery – 288 V NiMH

Top speed – 78 mph

Range – 126 miles

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)



(2007)



## Toyota Camry

Total power – 187 hp/140 kW

Battery – 244.8 V NiMH

El. motor power – 40 hp/30 kW

Pollution reduction – 90%

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)

# TOYOTA



## Toyota Highlander

Total power – 268 hp/200 kW

Battery – 288 V NiMH

El. motor power – 165 hp/123 kW

Top speed – 112 mph

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)



## Toyota e-com

Total power – 24.8 hp/18.5 kW

Battery – 288 V NiMH

Speed – 100 kmh

Range – 100 km

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)

# HONDA



## Honda Civic

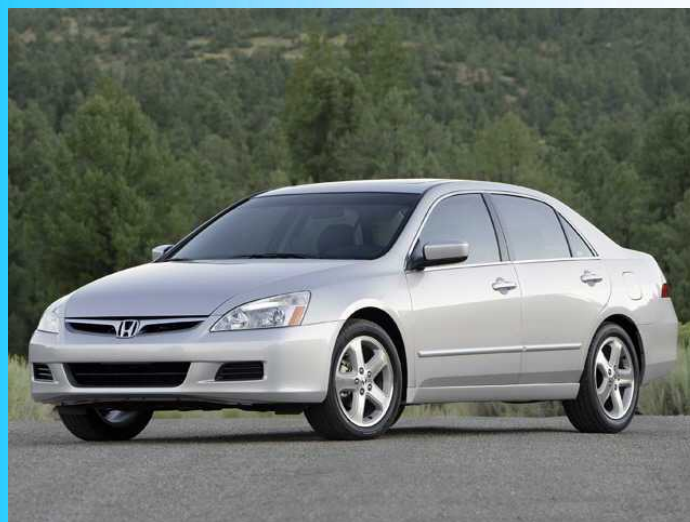
Total power – 110 hp/82 kW

Battery – 201.6 V NiMH

El. motor power – 44 hp/33 kW

Range – 600 miles

<http://automobiles.honda.com>



## Honda Accord

Total power – 253 hp/189 kW

Battery – Ni-MH (6 Ah, 13.8 kW)

100,000 miles

<http://automobiles.honda.com>



## Nissan Xterra

Total power – 265 hp/198 kW

Battery – Fuel cell

2007 – Nissan Versa

2007 – Nissan Altima

[www.nissan-usa.com](http://www.nissan-usa.com)



## Subaru B5-TPH

Total power – 256 hp/191kW

Battery – Li ion

El. motor power – 13 hp/10 kW

Pollution reduction – 90%

[www.toyota.com](http://www.toyota.com)

# Ford



## Ford Focus

Total power – 92 hp/67 kW

Battery – Fuel cell, or  
Spiral wound LAB

Top speed – 80 mph

Range – 110 miles

[www.fordvehicles.com](http://www.fordvehicles.com)



## Ford Escape

Total power – 133 hp/97 kW

Battery – 330 V NiMH

Range – 400 miles

Pollution reduction – 97%

[www.fordvehicles.com](http://www.fordvehicles.com)

## DaimlerChrysler Hybrid technology

First prototype with hybrid technology – 1982

Mercedes-Benz “Taxi-Hybrid” – 120 V LAB, 20 kW, 15 miles range - 1993

Smart fortwo – 2001

Jeep Liberty – 40 kW Ni-MH

Mercedes-Benz M-class “HyPer” – 120 kW diesel-Ni-MH – 2002

Mercedes-Benz Sprinter with “plug-in” hybrid – 70 kW Ni-MH - 2004

[www.daimlerchrysler.com](http://www.daimlerchrysler.com)



### Mercedes-Benz S400 “Hybrid”

Total power – 340 hp/241 kW

Battery – NiMH

2 el. motor power – 70 hp/50 kW

[www.daimlerchrysler.com](http://www.daimlerchrysler.com)



Saturn HEV

## GM – fuel cell



AUTOnomy



HydroGen 3



Hy-Wire

EV

[www.gm.com](http://www.gm.com)



## Hyundai Santa Fe

Battery – Fuel cell (75 kW)

Top speed – 77 mph

Range – 100 miles

[www.hyundai.com](http://www.hyundai.com)

## European HEV



### Renault Kangoo Hybrid

Total power – 30 hp/22 kW

Battery – 22.6 V NiCd (Li cell)

Max speed – 60 mph

Range – 150 miles

[www.renault.com](http://www.renault.com)

### BMW X5 Hybrid



### BMW Hydrogen



[www.bmwworld.com](http://www.bmwworld.com)



## Някои екзотични EV

### Toyota POD



### Suzuki Covie



### SAM EV - Switzerland



### AVT Smart EV



# Прогноза





**Благодаря  
за вашето  
внимание!**