



Fakulta elektrotechniky
a informatiky

FLEXIBILNÁ ELEKTRONIKA

Úvod do flexibilnej elektroniky

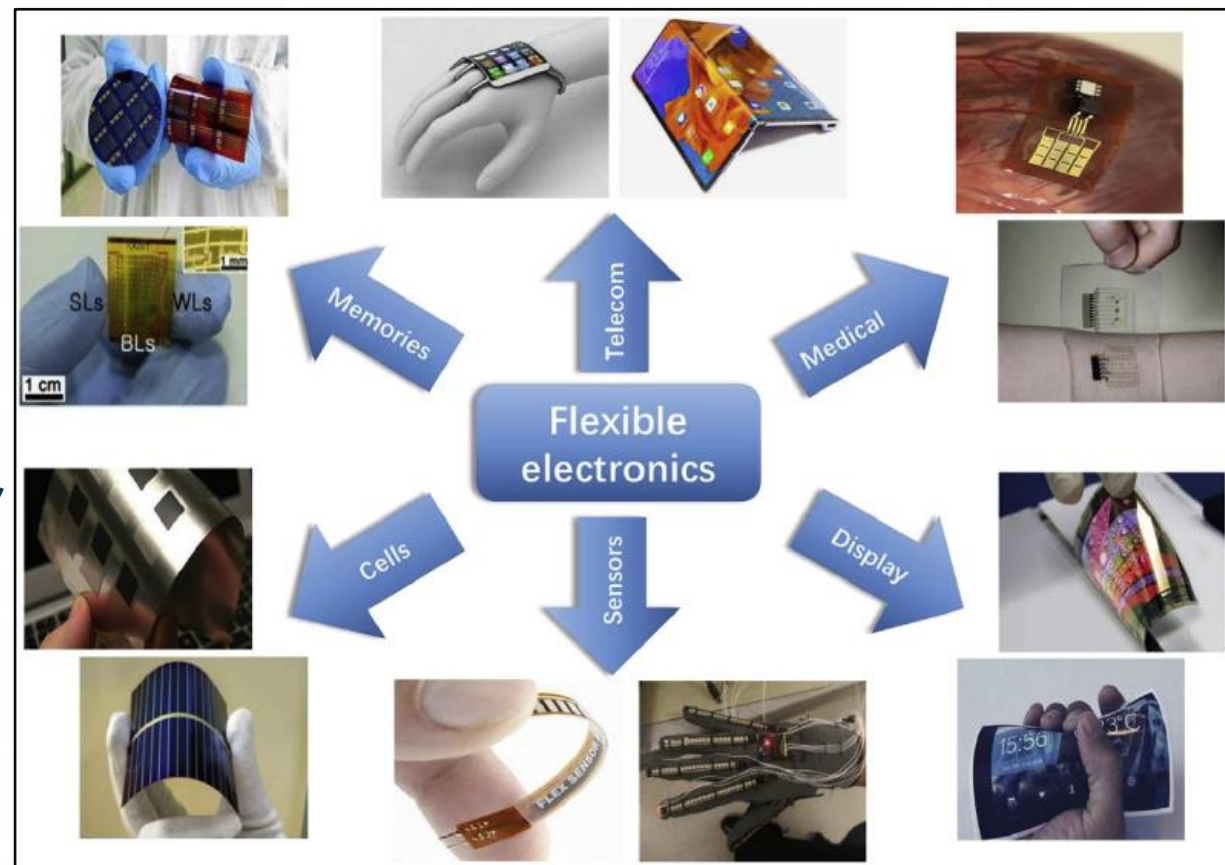
ING. PETER LUKÁCS, PHD.

peter.lukacs@tuke.sk

ÚVOD

Výhody flexibilnej elektroniky:

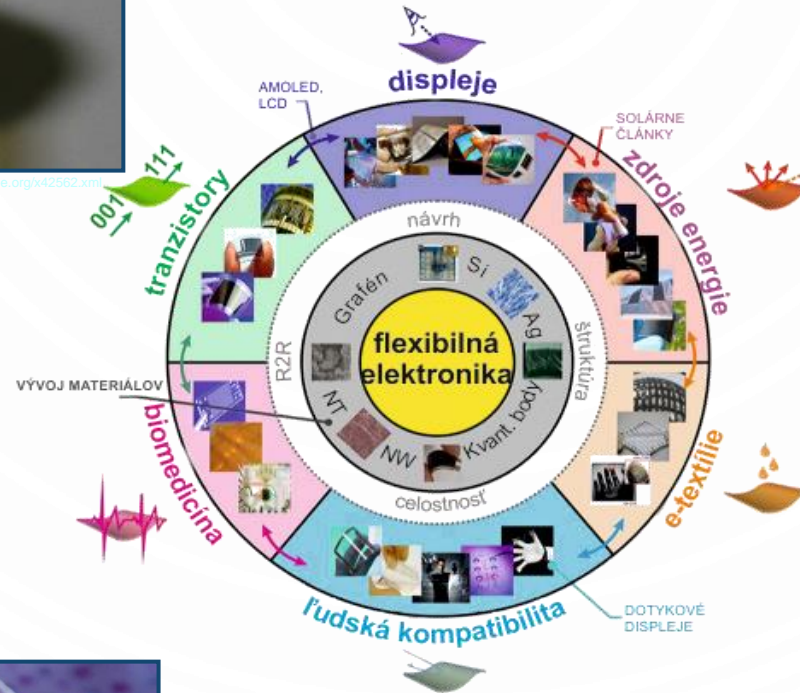
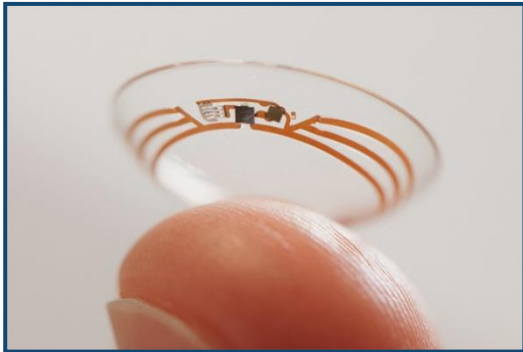
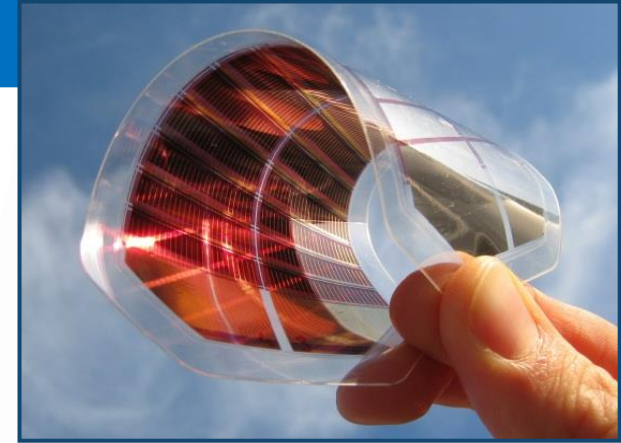
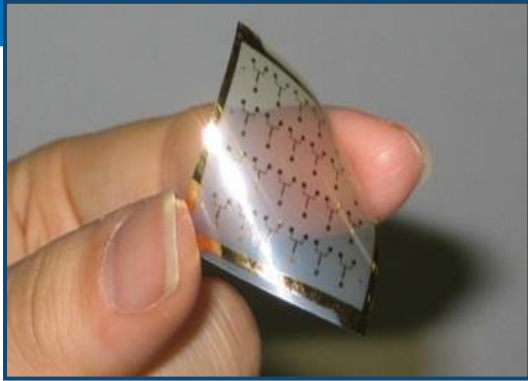
- široká škála aplikácií a oblastí využitia,
- kombinácia vlastností, ako napr. ohybnosť, pružnosť, rolovateľnosť a odolnosť voči mechanickým poškodeniam,
- „lightweight electronics“,
- moderné materiály.



What is the difference?

Flexibilná/organická/tlačená/polymérna elektronika

ÚVOD



Hlavné oblasti aplikácie flexibilnej elektroniky

GLOBAL FLEXIBLE ELECTRONICS MARKET FORECAST 2018-2026

Market By Region



Major Market Players

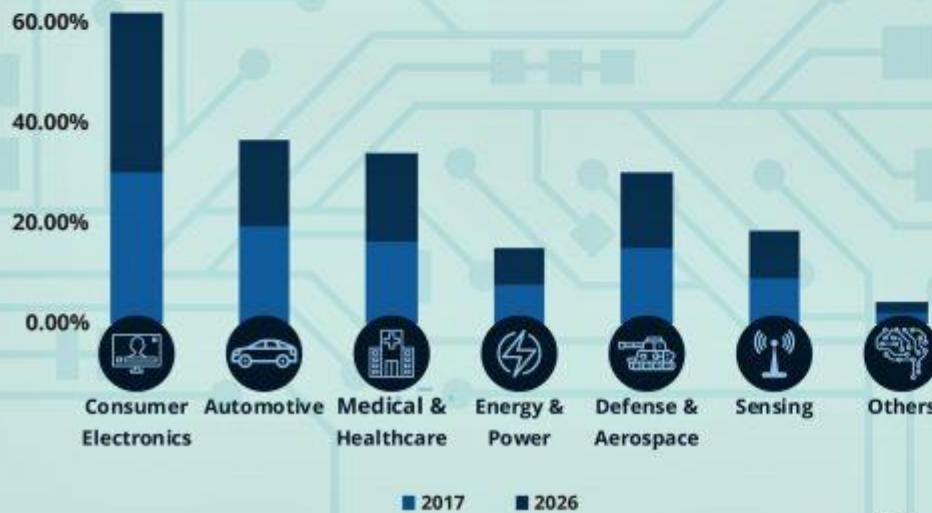
Samsung

LG

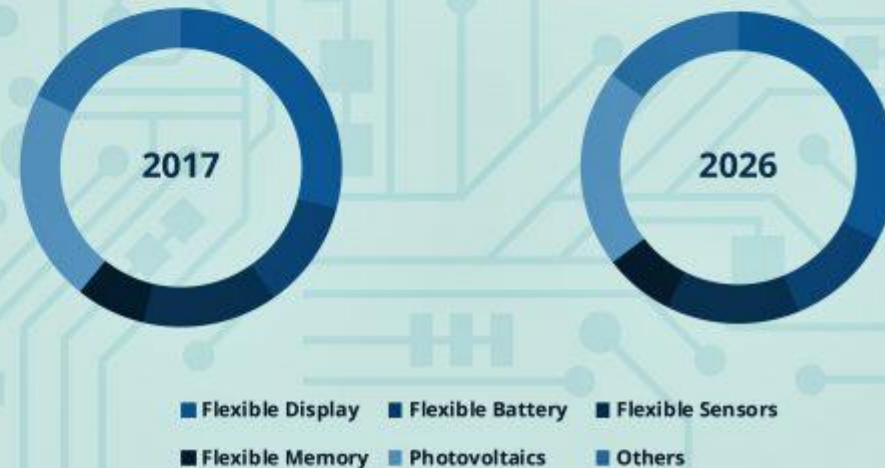
First Solar Inc.

E Ink Corporation

Market By Application

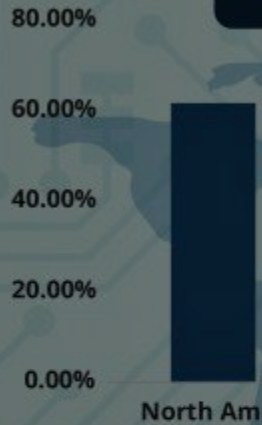


Market By Component

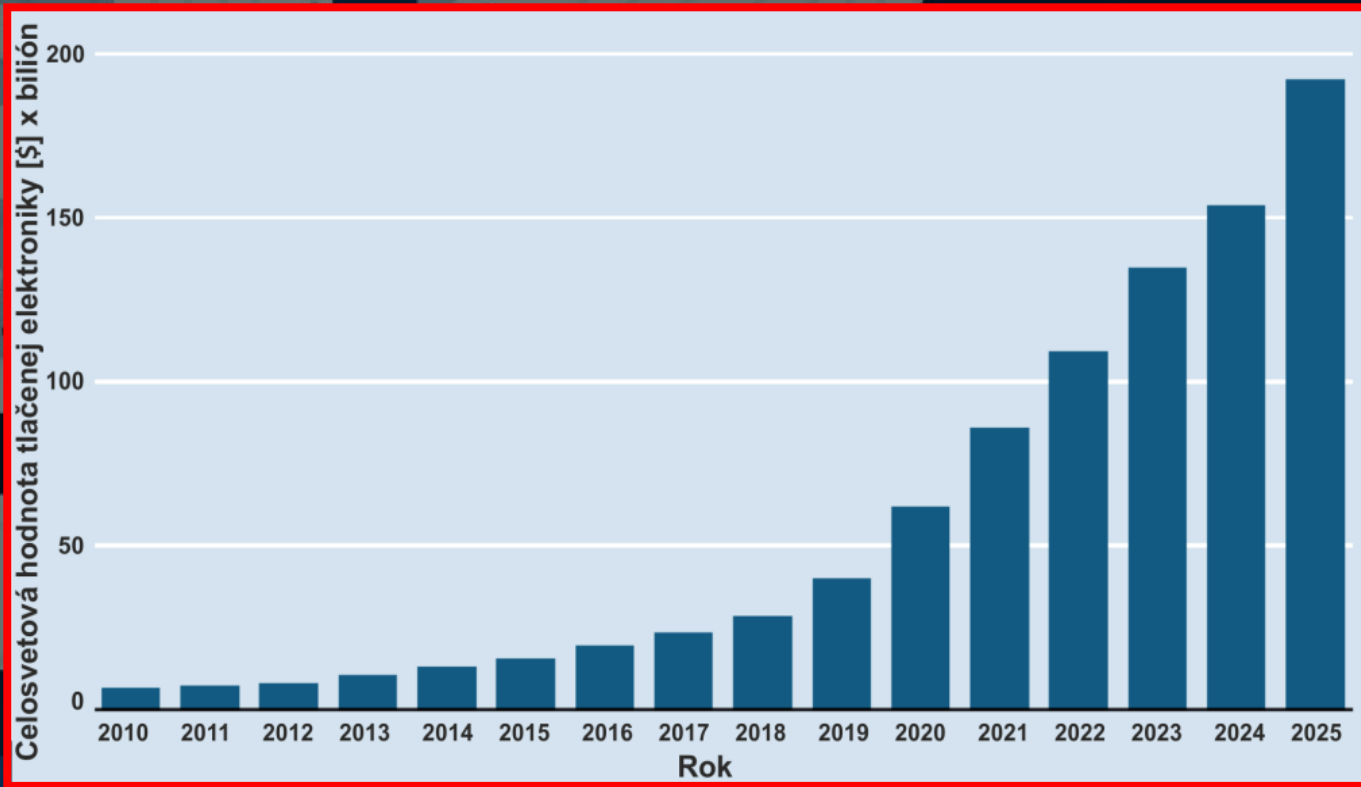
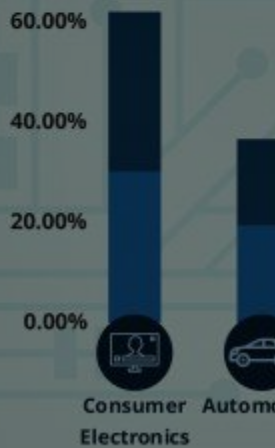


GLOBAL FLEXIBLE ELECTRONICS MARKET FORECAST 2018-2026

Market By Region



Major Market Players



■ 2017 ■ 2026

■ Flexible Display ■ Flexible Battery ■ Flexible Sensors
■ Flexible Memory ■ Photovoltaics ■ Others

HISTÓRIA FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY

- 1960 – prvé solárne články z monokryštalického kremíku ($\sim 100 \mu\text{m}$) na flexibilnom substráte,
- 1968 - prvý flexibilný TFT (kremíkový),
- okolo roku 1980 sa začínajú vyrábať solárne články na flexibilnom substráte technológiou vákuového naprašovania a metódou roll-to-roll,
- 1980 – prvý displej na báze tekutých kryštálov s aktívnou maticou AMLCD,
- 1992 – plne ohybný LED displej (PET substrát, polyanilín ako elektróda, poly(1,4-phenylene-vinylene) ako elektroluminiscenčná vrstva a vrstva kalcia ako krycia vrstva.

HISTÓRIA FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY

- **1996** – prvý flexibilný TFT na báze polykryštallického (α -Si:H) kremíku na polymérnom substráte nanesený technológiou žihania laserom.
- 2004 – „e-skin“, detekcia rozloženia tlaku a teploty prostredníctvom organických TFT.
- 2008 – 4-bitový dekodér na báze nanorúrok uhlíka
- 2011 – „epidermálna elektronika“ obsahujúca senzory na snímanie fyziologických vlastností, tepla a deformácie, ako aj tranzistory, LED diódy, fotodetektory, VF prvky, kondenzátory, oscilátory a diódy.
- 2016 – hybridná flexibilná elektronika obsahujúca množstvo senzorov ako systémov na bezdrôtovú komunikáciu

HISTÓRIA FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY

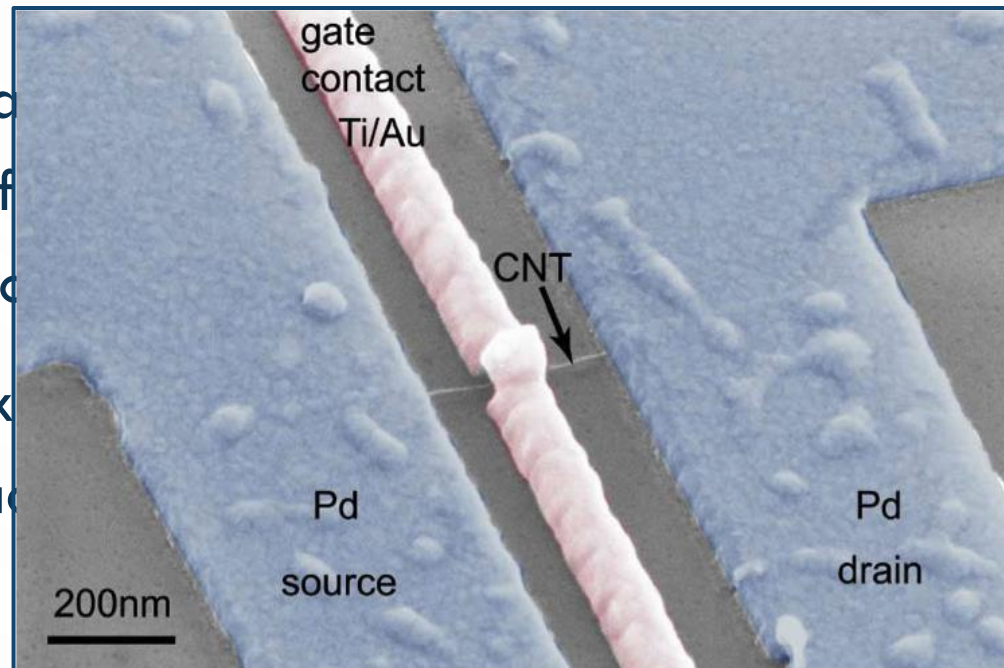
- 1996 – prvý flexibilný TFT na báze polykryštallického (α -Si:H) kremíku na polymérnom substráte nanesený technológiou žihania laserom.
- **2004** – „e-skin“, detekcia rozloženia tlaku a teploty prostredníctvom organických TFT.
- 2008 – 4-bitový dekodér
- 2011 – „epidermálna“ elektronika s vlastnosťami, tepla a defekcie, kondenzátory, oscilátory
- 2016 – hybridná flexibilná elektronika pre bezdrôtovú komunikáciu



manie fyziologických
fotodetektory, VF prvky,
enzorov ako systémov na

HISTÓRIA FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY

- 1996 – prvý flexibilný TFT na báze polykryštallického (α -Si:H) kremíku na polymérnom substráte nanesený technológiou žihania laserom.
- 2004 – „e-skin“, detekcia rozloženia tlaku a teploty prostredníctvom organických TFT.
- **2008** – 4-bitový dekodér na báze nanorúrok uhlíka
- 2011 – „epidermálna“ elektronika využívajúca vlastnosti, tepla a deflexie: fotodetektory, VF prvky, kondenzátory, oscilátory
- 2016 – hybridná flexibilná elektronika pre bezdrôtovú komunikáciu



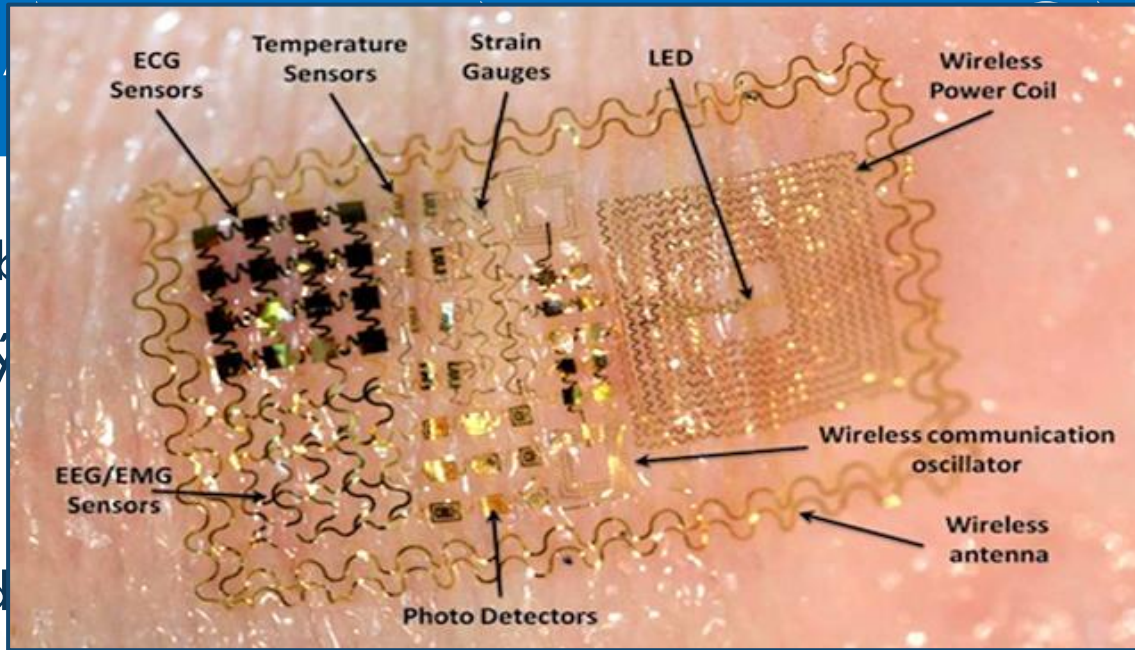
manie fyziologických
otodetektory, VF prvky,

senzorov ako systémov na

HISTÓRIA

TECHNIKY

- 1996 – prvý flexibilný substrát nanesený
- 2004 – „e-skin“, d
- 2008 – 4-bitový d
- **2011** – „epidermálna elektronika“ obsahujúca senzory na snímanie fyziologických vlastností, tepla a deformácie, ako aj tranzistory, LED diódy, fotodetektory, VF prvky, kondenzátory, oscilátory a diódy.
- 2016 – hybridná flexibilná elektronika obsahujúca množstvo senzorov ako systémov na bezdrôtovú komunikáciu



remíku na polymérom

tvom organických TFT.

HISTÓRIA FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY

- 1996 – p
substráte

- 2004 – „e

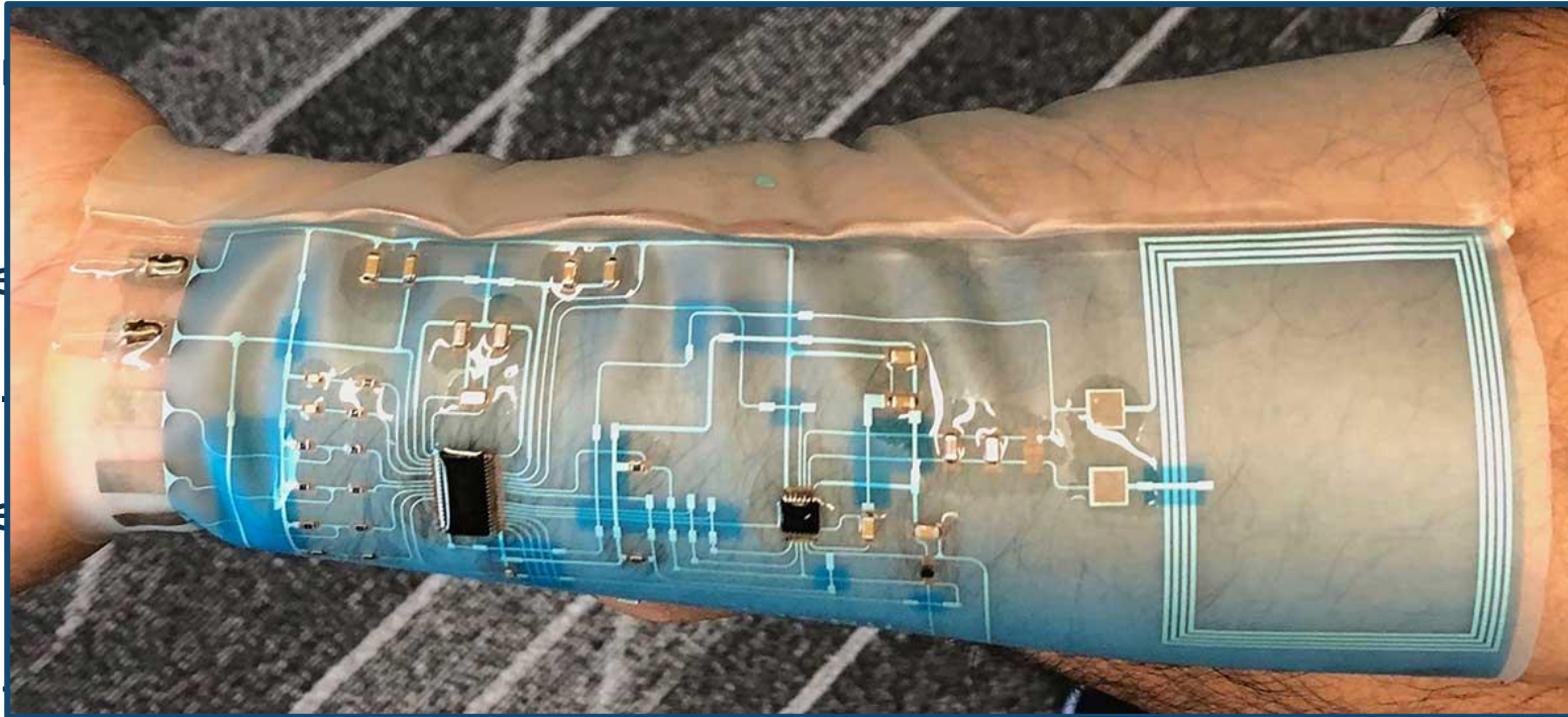
- 2008 – 4

- 2011 – „e

vlastností,

kondenzá

- **2016** – hybridná flexibilná elektronika obsahujúca množstvo senzorov ako aj systémov na bezdrôtovú komunikáciu



a polymérom

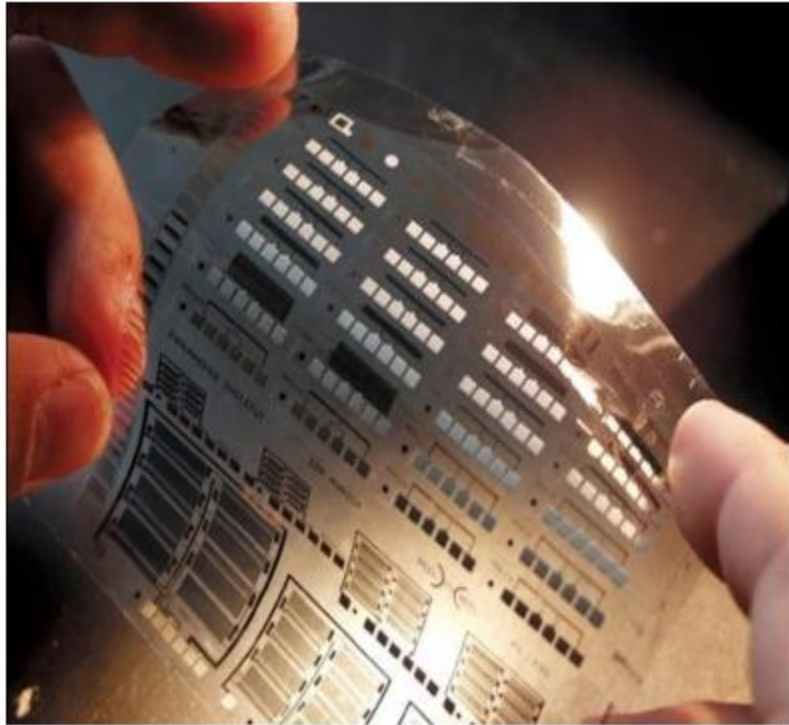
anických TFT.

ologických

ry, VF prvky,

AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Large Area Flexible Electronics



Flexibilné obvody



E-paper

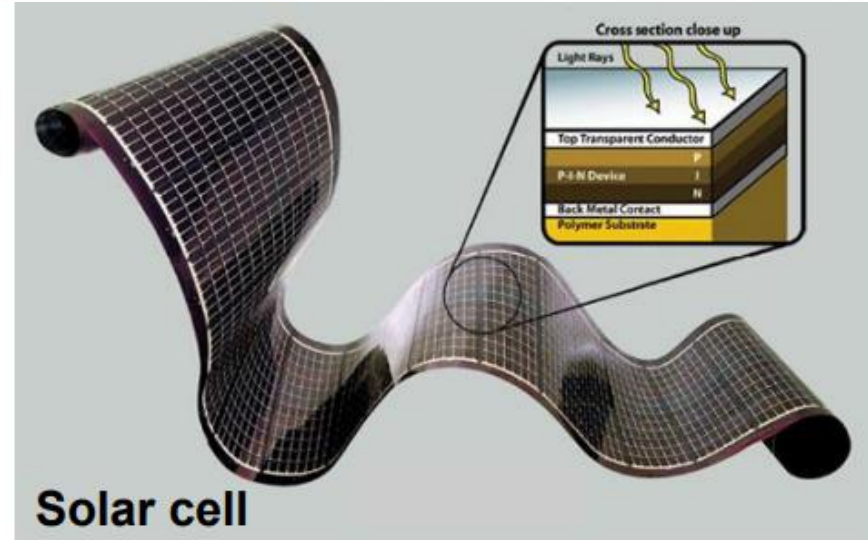


Solárne články

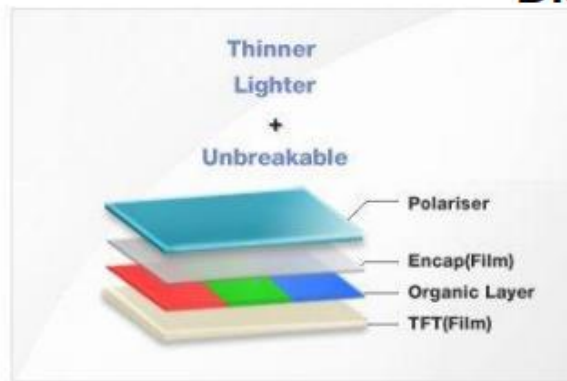
AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE



Display



Solar cell



YOLIM



+ Accurate race times. everytime. [Learn more.](#)
What's Your Idea for Our Battery™?

Battery

AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Voľnosť návrhu flexibilnej elektroniky vďaka faktorom, ako je flexibilita, pružnosť, roztiahnuteľnosť a odolnosť.



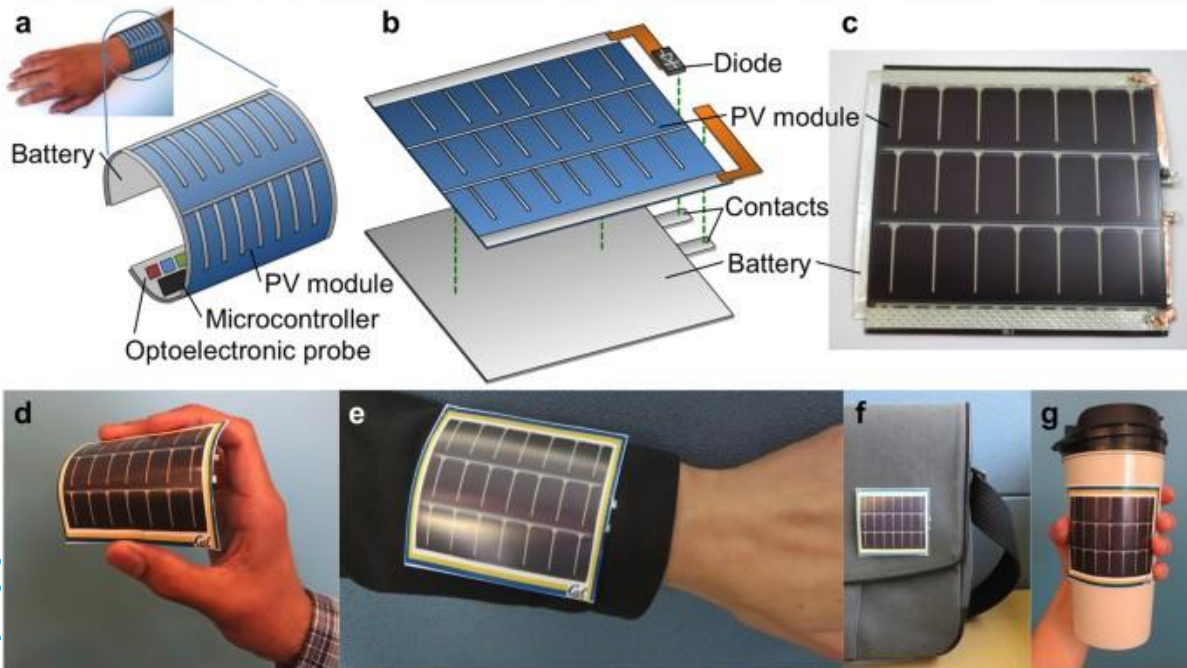
AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Zdravotná starostlivosť a zdravotnícke potreby: oblasť tlačenej a flexibilnej elektroniky, do ktorej sa investujú miliardy dolárov ročne.



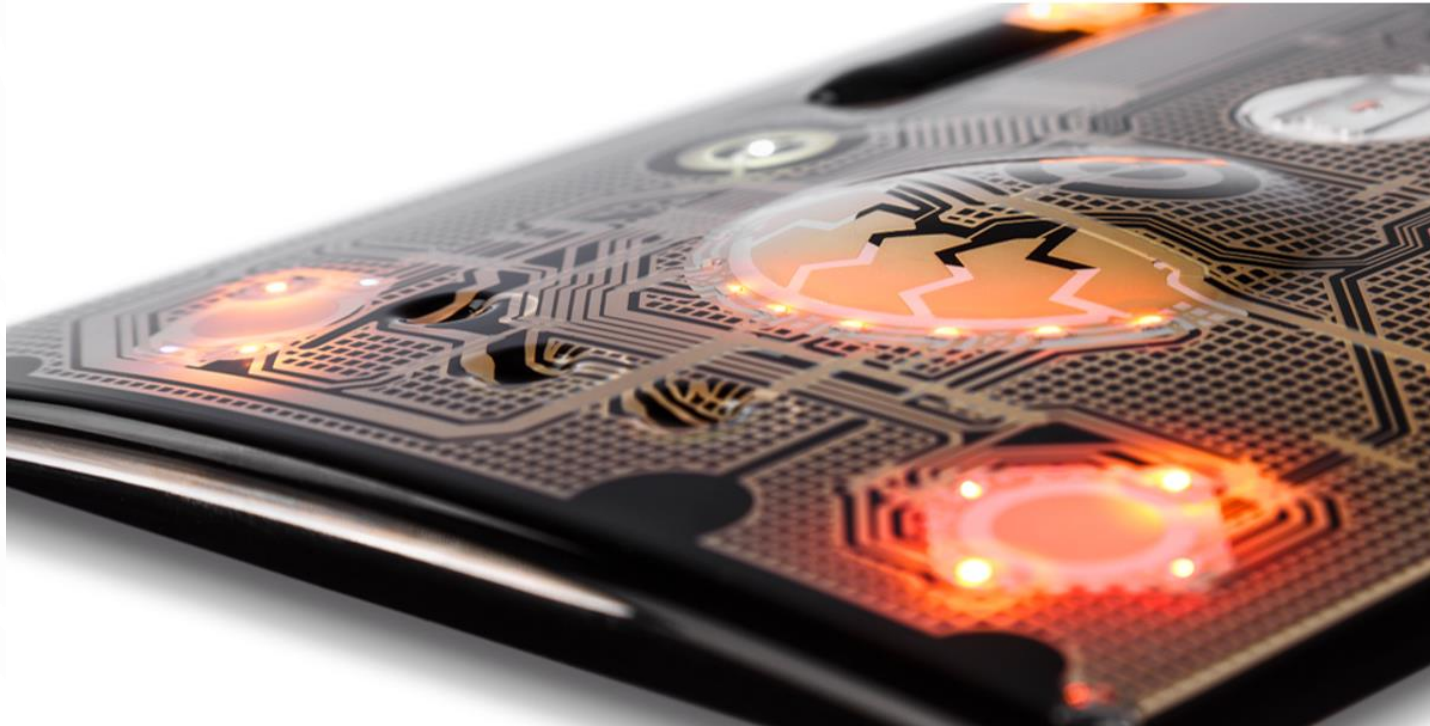
AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Energetická autonómnosť.



AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Hybridná flexibilná elektronika: kombinácia technológií a materiálov novej generácie.



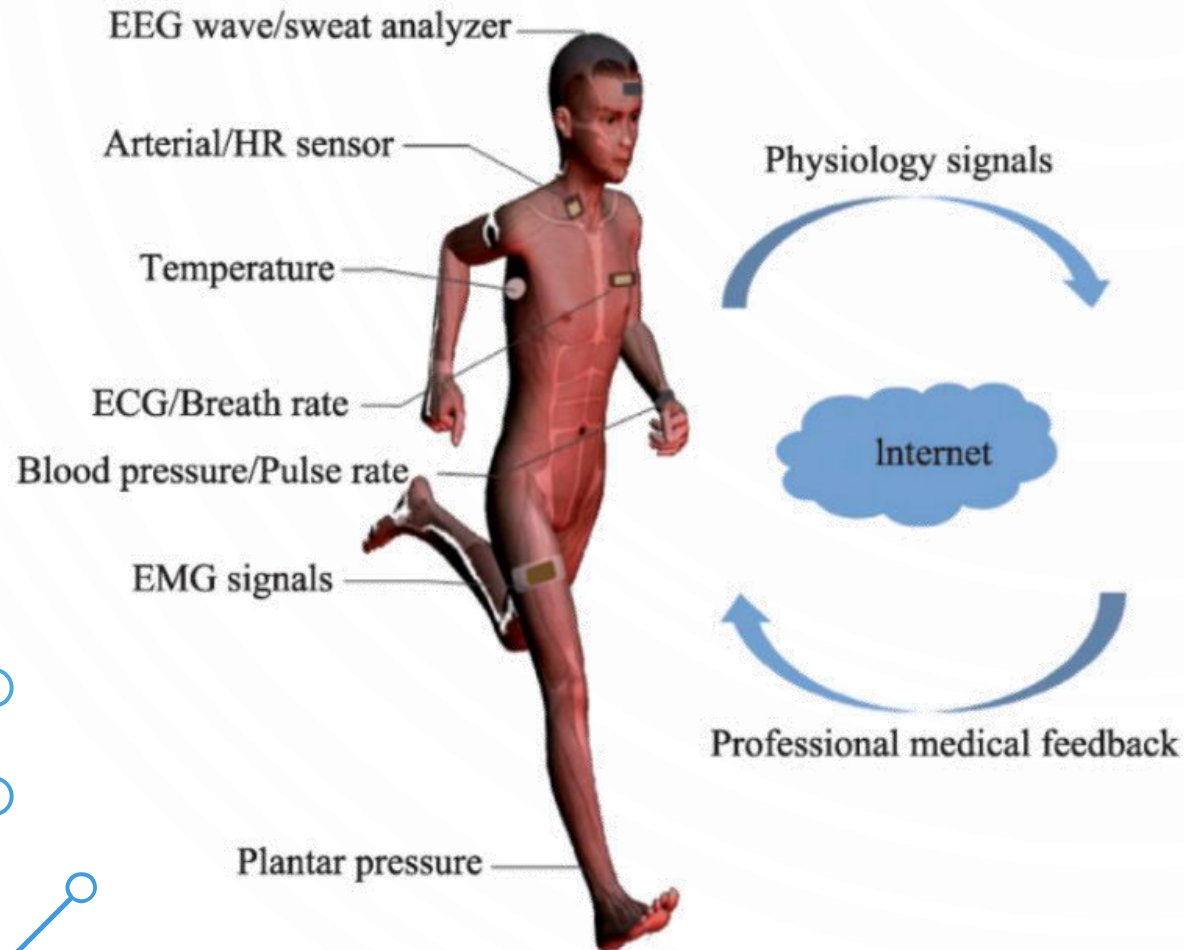
AKTUÁLNE TRENDY VO FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKE

Inteligentné obaly a tlačené elektronické systémy.



BUDÚCNOŠŤ (FLEXIBILNEJ) ELEKTRONIKY

Nositeľná elektronika a e-textílie

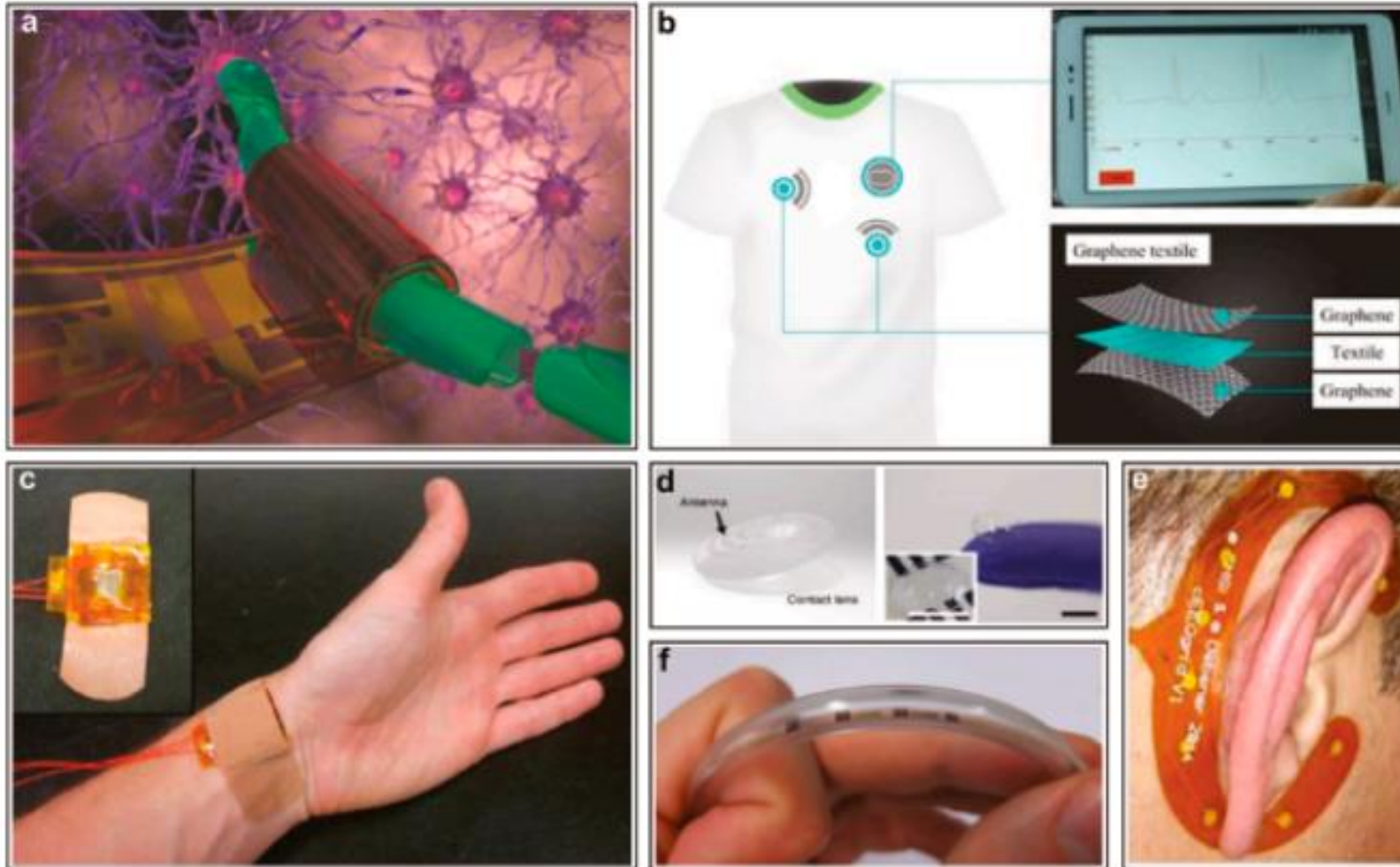


Monitorovanie vybraných životných funkcií prostredníctvom flexibilných senzorov, diagnostika a vyhodnocovanie stavu „pacienta“ prostredníctvom tele-medicíny a IoT.

EEG, HR, ECG, EMG, srdcový rytmus...

BUDÚCNOŠŤ (FLEXIBILNEJ) ELEKTRONIKY

Nositeľná elektronika a e-textílie - biomedicína



a) Regeneračné neurónové implantáty

b) Flexibilné elektródy na báze grafénu pre real-time meranie EKG

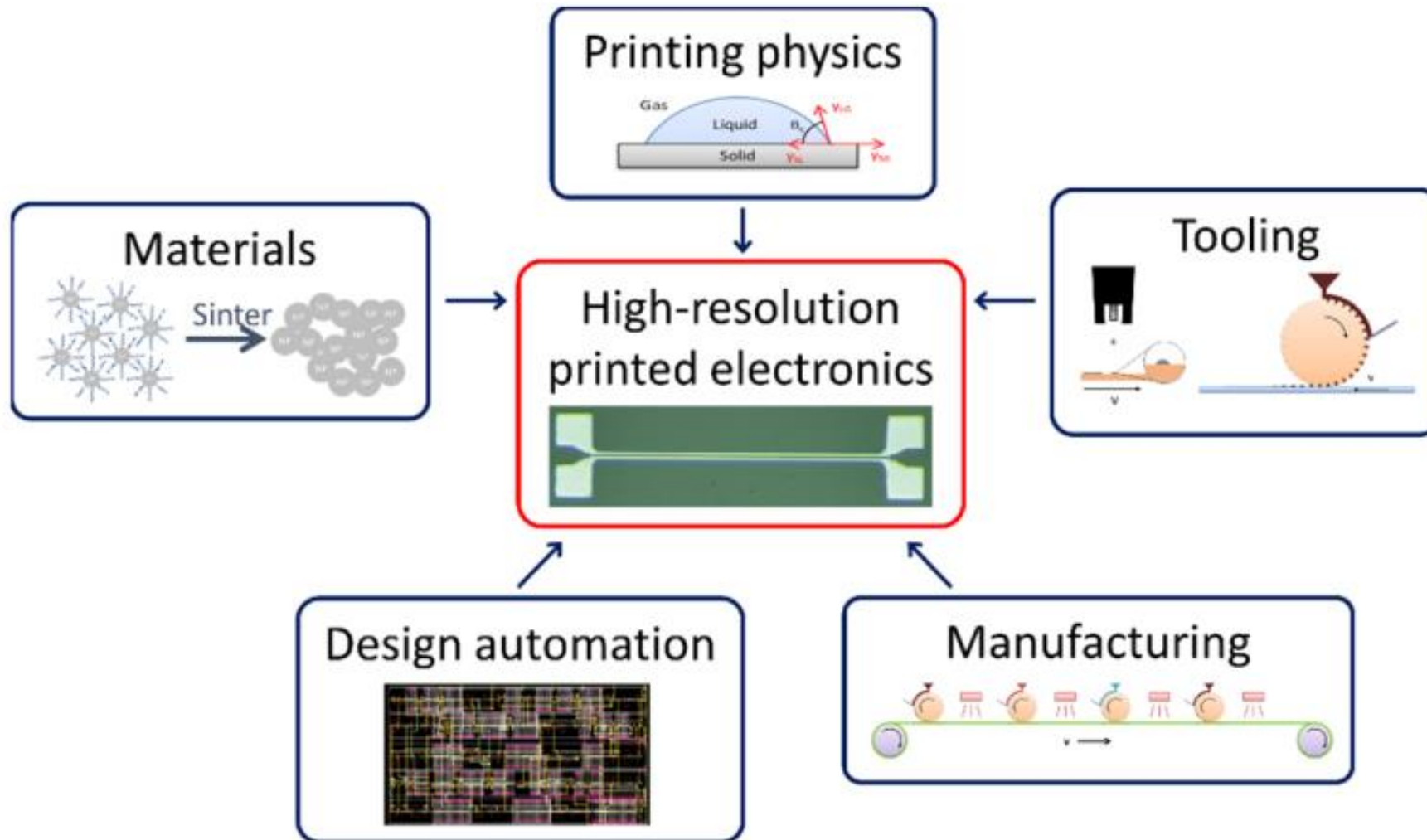
c) Flexibilný polymérny tranzistor aplikovaný v e-skin

d) Šošovky umožňujúce diagnostiku glukózy v slzách pacienta

e) Nositeľný EEG senzor okolo ucha

f) Senzor v tvare nosa na detekciu nebezpečných plynov

NÁVRH FLEXIBILNEJ ELEKTRONIKY



Ďakujem za pozornosť.



**Faculty of Electrical Engineering
and Informatics**

Peter Lukacs, Ph.D.

Department of Technologies in Electronics
Faculty of Electrical Engineering and Informatics
Technical University of Košice
Košice, Slovakia
peter.lukacs@tuke.sk