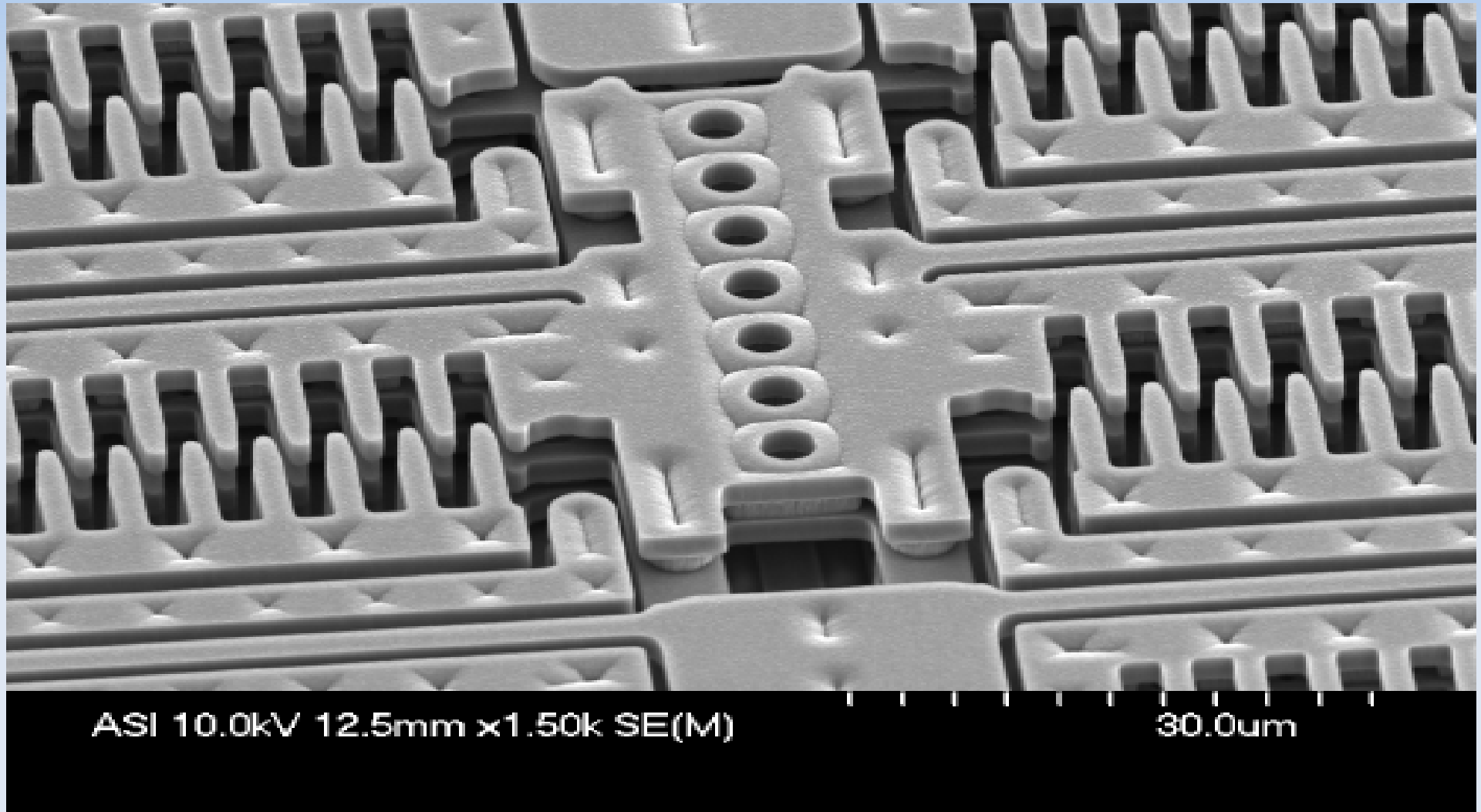


Energiankeruu mikro- ja nanoskaalassa



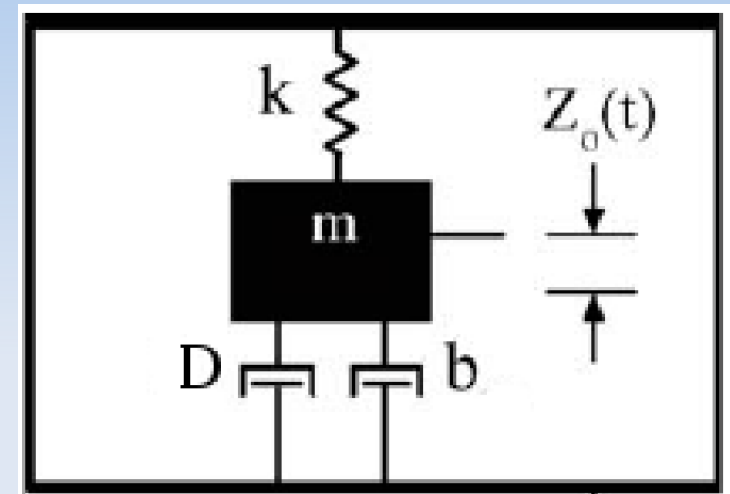
Energiankeruu

- Ympäristön energian hyödyntäminen
- Ei akkujen vaihtotarvetta → pidempi huoltoväli
- Vaikeapääsyiset käyttökohteet, sensoriverkot
- Avaruus

Energiankeruu - energianlähteet

Rakenteiden värähtely

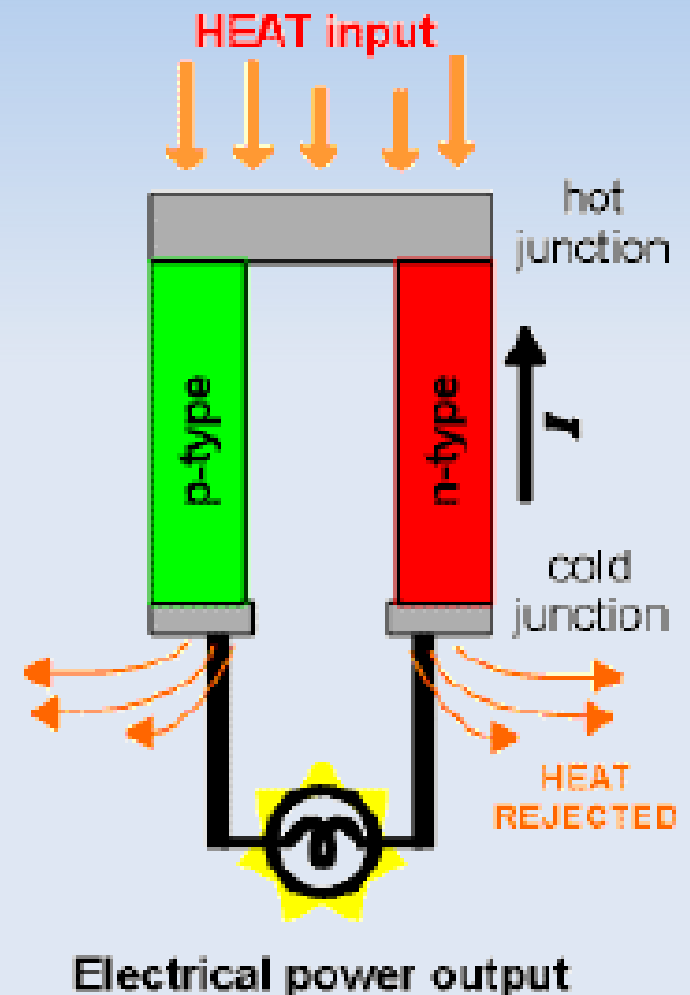
- Kolme keräimien päähaaraa
 - Elektromagneettinen
 - Elektrostaattinen
 - Piezosähköinen
- Amplitudit $> 200\text{nm}$
- Eri amplitudeille ja taajuuksille eri konstruktioita
- Liikkuvat osat kuluvat



Energiankeruu - energianlähteet

Lämpö

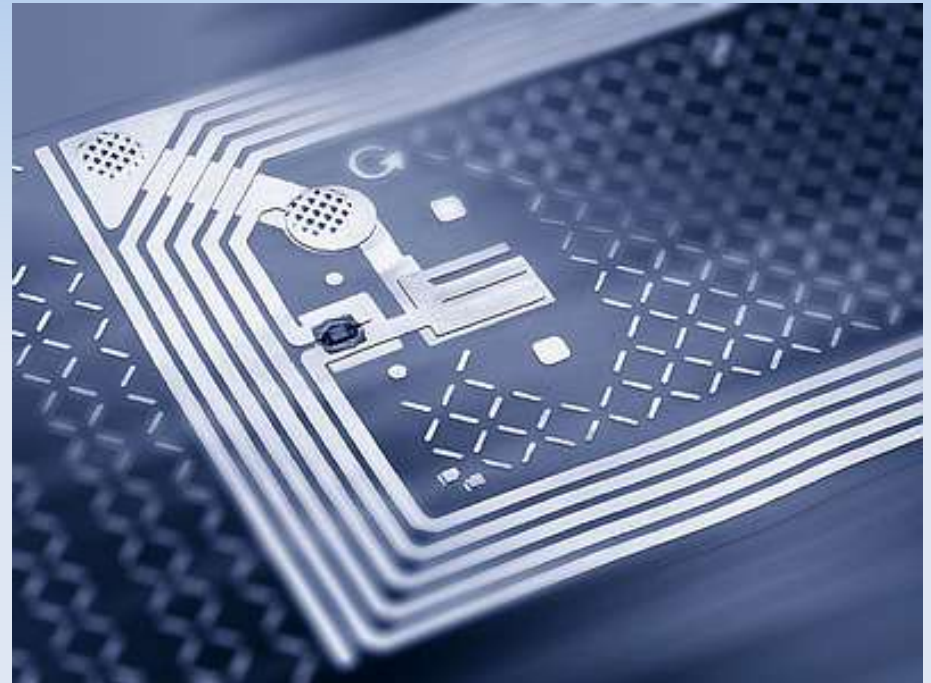
- Seebeck-ilmiö
- Lämpötilaero $> 5\text{ K}$
- Jännitteet pieniä



Energiankeruu - energianlähteet

Radiosäteily

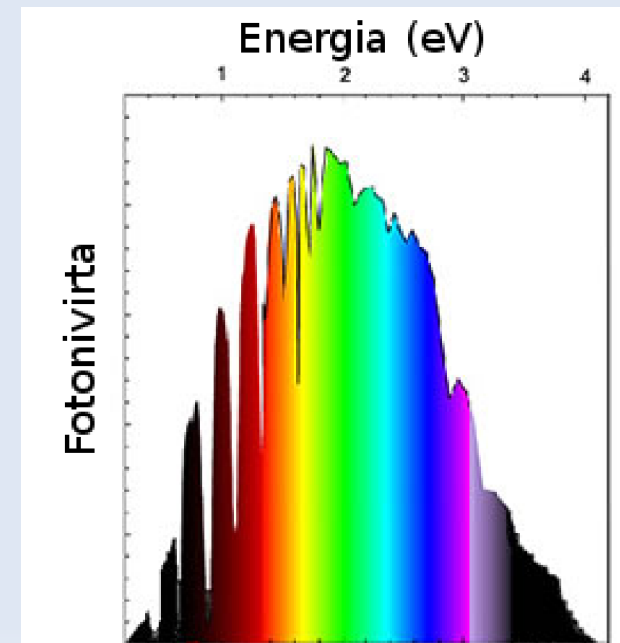
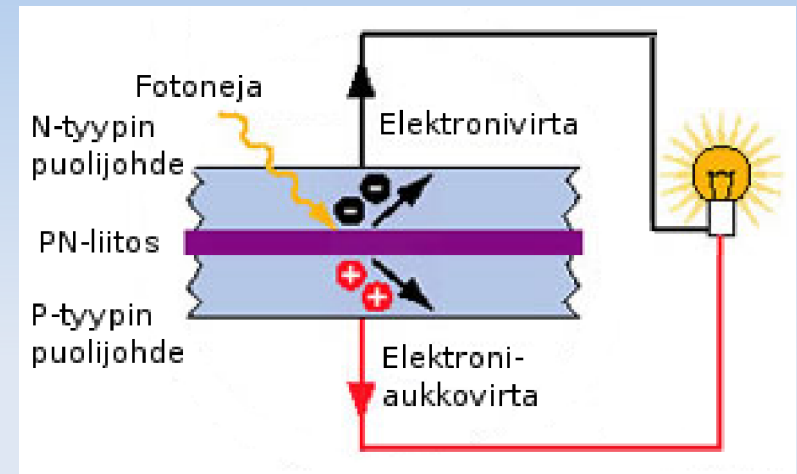
- Etäisyys lähettimestä
- Taajuussovitus
- Energian määrä pieni
- RFID



Energiankeruu - energianlähteet

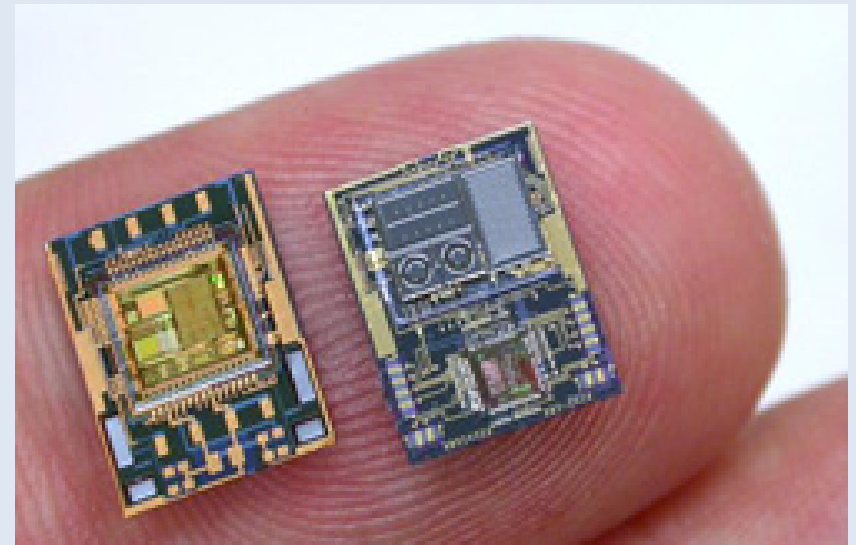
Valo

- Aurinkokenno
- Optimointi: potentiaalikuopan suuruus
- Hyötysuhteen parantaminen
- Hukkaenergia lämmöksi



Energiankeruu - miniatyrisointi

- MEMS-teknologia
- Materiaalit
- Rajoitteet: seinämänpaksuudet, kvantti-ilmiöt
- Vaikutukset huomioitava mm. ohjauselektronikassa

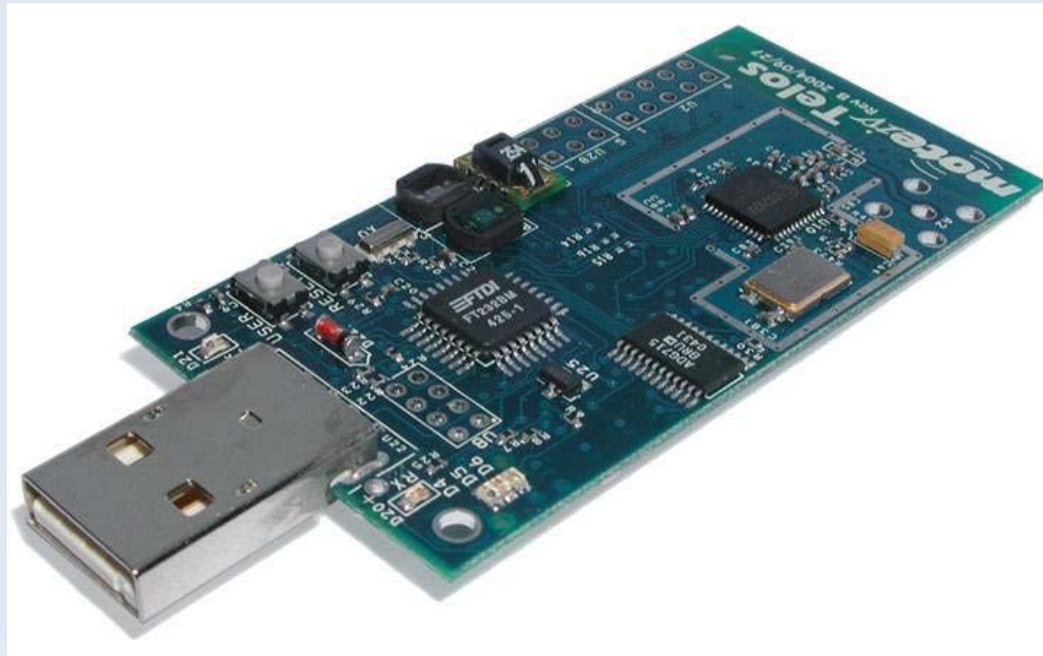


Energiankeruu – miniatyrisointi

	Tehotiheys ($\mu\text{W}/\text{cm}^3$) 2 vuoden huoltoväli	Tehotiheys ($\mu\text{W}/\text{cm}^3$) 10 vuoden huoltoväli
Aurinkokenno (päiväntasaajalla)	28000	28000
Aurinkokenno (Helsingissä)	11000	11000
Aurinkokenno (sisätiloissa)	1000	1000
Värähtelykeräin (sähkömagneettinen)	800 – 500000	800 – 500000
Värähtelykeräin (sähköstaattinen)	500 – 2500	500 – 2500
Värähtelykeräin (piezosähköinen)	1000 – 2000	1000 – 2000
TEG-keräin $\Delta T = 10 \text{ K}$	15 – 40	15 – 40
RF-keräin 20m etäisyydellä 1W lähteestä	0,2	0,2
Litiumparisto	22	1,5
Litiumakku	3,5	0

Tutkimuskohde

- Telos-moduuli tehdasympäristössä
 - Erittäin vähän energiaa kuluttava, pieni
 - Integroitu sensori
 - Ympäristössä monia eri energianlähteitä



Tulokset

- Värinä koko toimintaympäristön yhteinen tekijä
- Sähköstaattisen keräimen esivaraaminen
- Superkondensaattori
- Ohjauselektroniikka
- Hinta, robustisuus

Yhteenveto

- Tekniikan kehitys nopeaa, tutkimus laajaa
- Monia tasaväkisiä energianlähteitä
- Mahdollistavat uusia sovelluksia
- Miniaturisoinnilla rajansa, nanosovelluksia ei vielä tehty
- Tulevaisuudessa olemassaolevien menetelmien parantaminen ja täysin uusien kehittäminen
- Kvantti-ilmiöt