

BALISTOKARDIOGRAFICKÁ MĚŘENÍ

Daniel Jezbera¹, Josef Hanuš¹, Petr Šeba², Filip Studnička², Jan Kříž²

¹Ústav lékařské biofyziky, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Hradci Králové

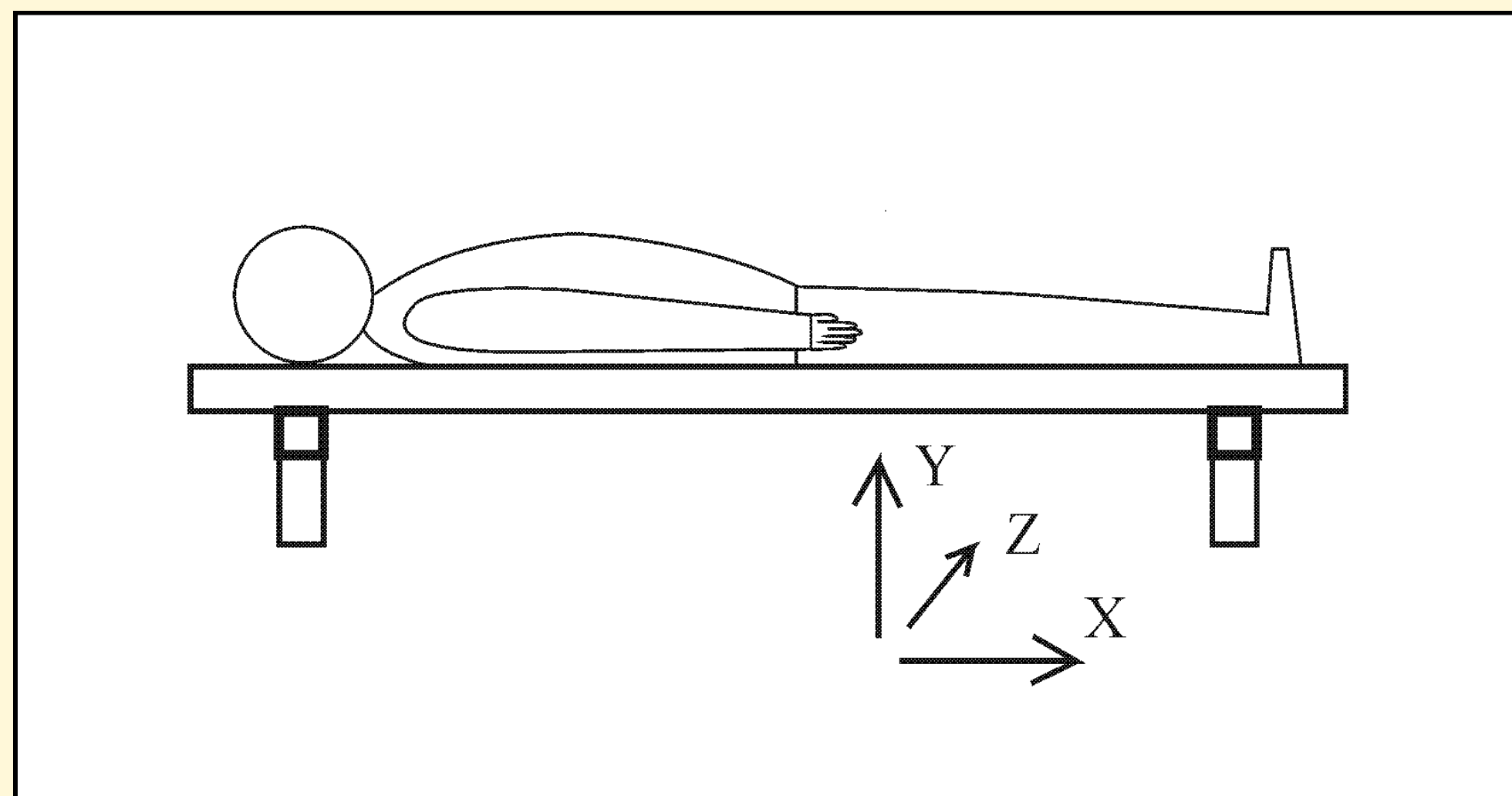
²Katedra fyziky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

PRINCIPY A HISTORIE

I v klidu ležící pacient vykonává drobné pohyby, kromě jiného to jsou pohyby vyvolané tepem srdce a tokem krve v tepnách. Ze zákona akce a reakce jsou tyto pohyby přenášeny na celé tělo pacienta a posléze na lůžko pod pacientem. Balistokardiografie se zabývá měřením těchto pohybů a především interpretací naměřených signálů.

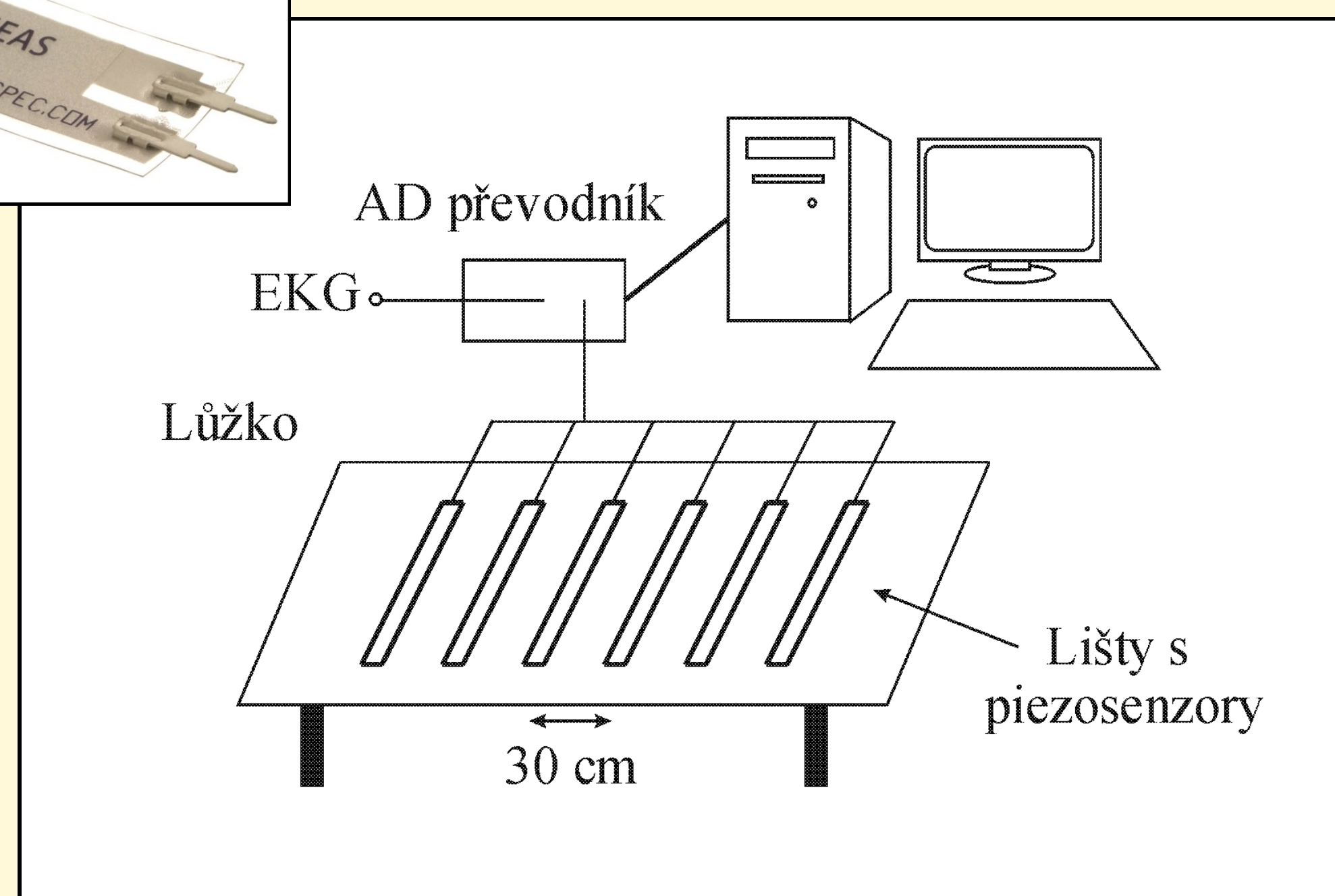
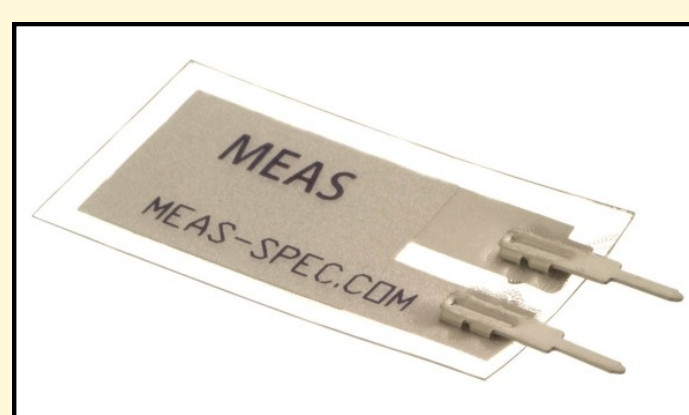
První experimenty byly provedeny v r. 1877. Největší popularity tato metoda dosáhla v 50. a 60. letech minulého století. Ukázalo se však, že interpretace naměřených dat je komplikovaná a málo spolehlivá, takže se od balistokardiografie ustoupilo.

S rozvojem elektroniky došlo koncem 20. století k obnovení zájmu o tuto metodu. Místo složitých mechanických konstrukcí a seizmografických papírových záznamníků se používají moderní čidla síly, či zrychlení, vestavěné do konstrukce lůžka, analogové signály se převádí na digitální a ty se zpracovávají na počítačích. Pohyb těla se měří ve všech třech osách X, Y a Z.



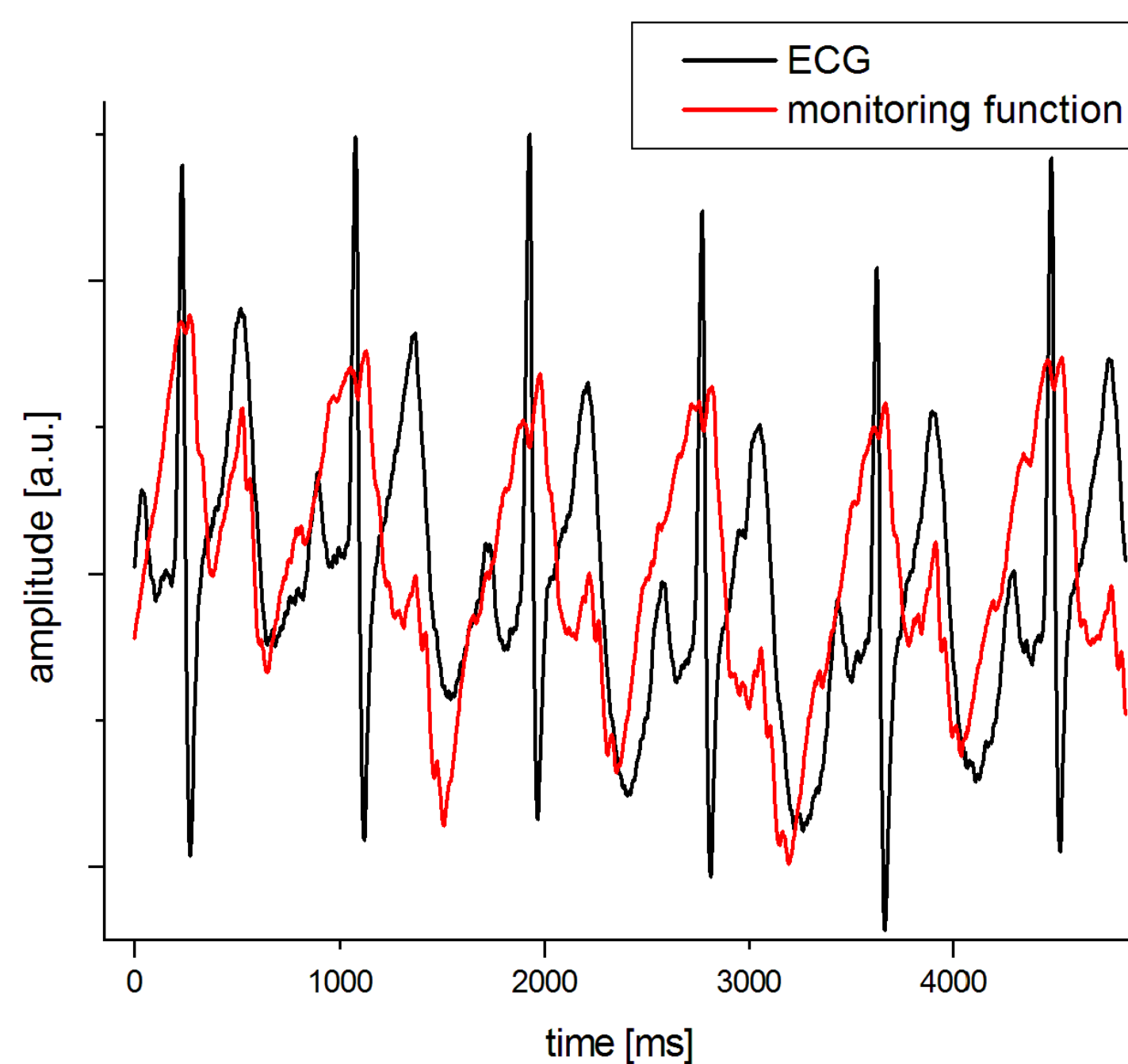
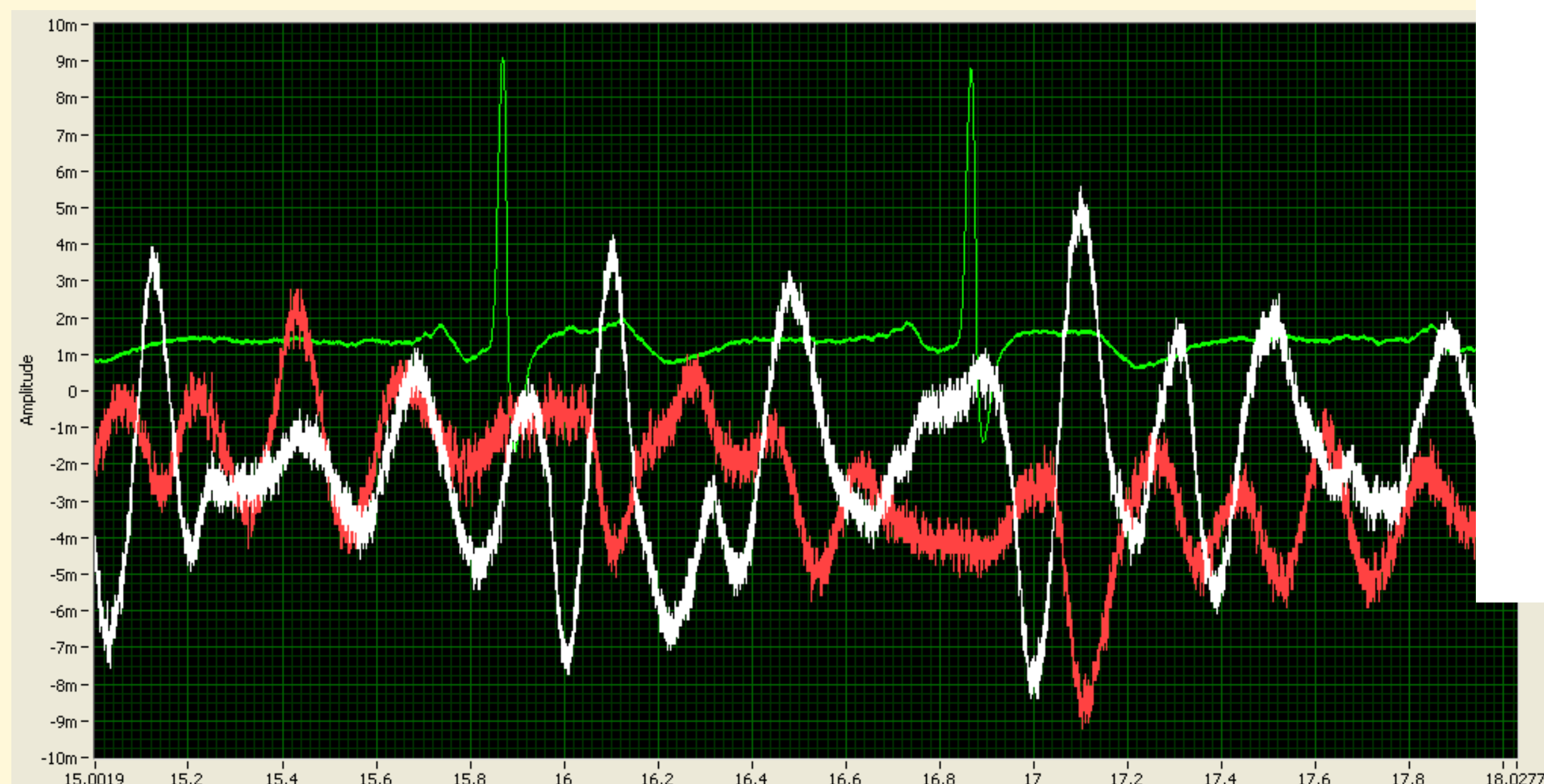
USPOŘÁDÁNÍ EXPERIMENTŮ

Na našem pracovišti se používá uspořádání s lůžkem rozděleným na několik segmentů. Jako senzor se využívají piezoelektrické folie od firmy Measurement Specialities (obr. vlevo nahoře). Tyto folie jsou nalepeny na plastové lišty, které jsou položeny napříč lůžka, v pravidelných vzdálenostech od sebe (obrázek vpravo). Ležící pacient tlačí na různé lišty odlišným tlakem, podle pohybu pulzní vlny v těle (bohužel i působením dalších vlivů). Piezosenzory vytváří na konektorech náboj úměrný prodloužení, ten je zesilován v nábojových zesilovačích, AD převodníkem konvertován na digitální data a dále zpracováván v počítači. Digitálně se signály mohou zpracovávat mnoha způsoby, od odstraňování šumu, přes Fourierovu analýzu, až po náročnější matematické operace. Výhodou segmentového uspořádání je možnost redukce chyb a naopak získání rozdílných informací ze senzorů umístěných pod různými částmi těla.



NAMĚŘENÉ SIGNÁLY

V grafu dole jsou čistá data získaná pomocí AD převodníku NI 9205 a software NI LabVIEW. Bílá a červená křivka jsou signály z piezosenzorů, zelená je referenční EKG. Jsou zde vidět pravidelně opakující se obrazce, které jsou synchronizovány se signálem EKG.



V grafu nahoře je tzv. monitorovací funkce vypočtená pomocí délky euklidovských oblouků z naměřených signálů. Zde se předpokládá, že signály jsou navzájem zaměnitelné. Je vidět, že vypočtená křivka má maxima ve stejném čase jako R vlna signálu EKG. Takže je možné neinvazivně sledovat tep srdce, aniž je k ležícímu cokoliv připojeno.

ZÁVĚRY

- Praktickým využitím popsané metody by mělo být neinvazivní sledování životních funkcí pacienta, jako jsou tep a dech. Tento postup se již prakticky zkouší, předpokládá se využití v léčebnách dlouhodobě nemocných, domovech důchodců, výhledově i v domácnostech.
- Výzkumným záměrem do budoucna je neinvazivní kvantitativní stanovení některých hemodynamických parametrů pacienta z porovnání průběhů signálů z různých segmentů na lůžku.