



Obr. 1 Autor při jedné z nejdůležitějších činností experimentu s měřením fyzického výkonu - práce s dřevěnou motykou. ■

Otázky měření fyzického výkonu v experimentální archeologii

Marek Štěpán Společnost experimentální archeologie Hradec Králové

Fyzický výkon provázel a provází člověka při všech jeho činnostech, kolísá pouze jeho velikost v závislosti na mnoha proměnných, které do děje vstupují. O fyzickém výkonu lidí v pravěku částečně vypovídá archeologie a její nálezy objektů i artefaktů. Každé zahloubení pod úroveň terénu (těžební jáma, polozemnice, kůlová jáma, hrob), každá stavba rozsáhlejší konstrukce (rondel, opevnění, příkopy, domy, či megalitické stavby), ale i všechny nalezené artefakty představují fyzický výkon našich předků. V drtivé většině případů však neznáme jeho velikost a intenzitu.

Poznámka editora: Téma bylo předmětem magisterské práce, která byla obhájena v roce 2004 na Ústavu historických věd PdF Univerzity Hradec Králové. Tento článek je zkrácenou a upravenou verzí. Použitá literatura a prameny jsou vzhledem k rozsahu uvedeny na www.exrea.net, odkazy na citované práce však byly pro snadnější orientaci ponechány.

Tyto výkony mohly či musely být kolektivním dílem, mnohdy usnadňované využitím základních fyzikálních principů (páka, přeprava po vodě, využití smyku, později kola). Podíl práce těchto „pomůcek“ na jednotlivých činnostech je samozřejmě většinou neznámý, stejně tak jako přesné technologické postupy výroby, opracování artefaktů i stavby objektů. Za takové situace je lepší zaměřit se na jedince. Rozložit jistě složitou a nám neznámou výrobu nebo stavbu na jednoduché pracovní úkony, které jsou dnes alespoň zhruba popsateľné, hodnotitelné a především byly pravděpodobně základem většiny pracovních činností. Máme průkazné stopy o konkrétní činnosti prehistorických jedinců? Ano, protože existují nálezy jednoduchých nástrojů, které naznačují, jakým způsobem mohly být užívány. Kupříkladu kopáče, motyky, topora seker, apod. Archeologie ale nachází i mnoho artefaktů, které nabízejí jen mnoho nejasností o jejich určení nebo užití. Je nutné popravdě především z novoa znalostí o užívání nástrojů. Právě projevuje smysl archeologie a jejího o využití jednotlivých protože jiné zdrovelmi omezené.

Experimentátoři, kteří sledují lidský výkon, často zaznamenávají své vlastní předsudky... ..ovšem např. vliv repliky na lidský organismus (přibližně) shodný s dávnou anatomii člověka je na moderním člověku nezávislým pokusem. Nesouhlasím s úplným zavrhováním zkoumání fyzické náročnosti v experimentální archeologii, pokud se jedná o zkoumání exaktní a podložené archeologickými prameny.

Experimentá-lidský výkon, často vlastní předsudky, jak výkonní či nevýkonní jsou, a proto prováděný pokus sleduje v první řadě jejich výkonnost. Podobně ti, kteří zaznamenávají své pocity, popisují moderní a vedlejší bezvýznamnosti (Reynolds 2001). Záznam pocitů je jistě bezvýznamný, ovšem např. vliv repliky na lidský organismus (přibližně) shodný s dávnou anatomii člověka je na moderním člověku nezávislým pokusem (Tichý 2002). S tímto názorem se ztotožňuji a nesouhlasím s úplným zavrhováním zkoumání fyzické náročnosti v experimentální archeologii, pokud se jedná o zkoumání exaktní a podložené archeologickými prameny. Tento článek, stejně jako i má diplomová práce se zabývají fyzickým výkonem v rámci experimentální archeologie. Výsledné naměřené hodnoty a získané poznatky se budou vždy vztahovat k modernímu člověku přelomu 20. a 21. století, v žádném případě je nelze dosazovat jako absolutně odpovídající prehistorii. Míra přiblížení k reálnému intervalu výkonu prehistorického člověka je (zatím) neznámá. Je to krok na cestě za poznáním minulosti, ovšem z pohledu moderní přítomnosti (ostatně jako většina archeologického poznání pravěku). Tak proč se jí vzdávat?

toři, kteří sledují zaznamenávají své

1. Záměr

Předmětem předloženého článku je fyzická náročnost pracovních činností předpokládaných v pravěku, jejich dopad na fyziologii a anatomii člověka a vytvoření jakési stupnice jednotlivých pracovních činností podle relativního výdeje energie.

Výzkum probíhal v letech 1998 – 2003, především v prostředí CEA ve Věstarech, kdy hlavní vyšetřovanou skupinu tvořil autor tohoto příspěvku, tedy počet $n = 1$. Bylo velmi problematické zapojit do projektu více osob, a proto jsem dal přednost ucelenosti před rozmělněním. Jedna nebo dvě osoby navíc za dané situace nic neřešily. V budoucnosti se ovšem počítá s rozšířením výzkumu na ucelenou skupinu experimentátorů.

Procházel jsem jednotlivými pracovními činnostmi, které se předpokládají pro období neolitu (od 6000 BC), po starší dobu železnou (do 400 BC). Pro odhad intenzity zatížení mi byla snímána srdeční frekvence sporttestrem S610i a sledovány jednotlivé segmenty těla, jak reagují na nejrůznější pracovní podmínky a činnosti. K původně zamýšlenému měření spotřeby kyslíku během zátěže z technických důvodů nedošlo (omezený počet přenosných přístrojů v České republice).

2. Metody

Velikost zátěže jakékoli tělesné činnosti můžeme popsat a vyjádřit několika způsoby, které nám umožňuje medicína, antropomotorika a kinantropologie (viz Štěpán 2004).

Intenzita zatížení je pojem označující kvalitu pracovní nebo pohybové činnosti. Vyjadřuje úsilí, kterým konkrétní osoba činnost provádí, vzhledem k absolutní nebo jiné určené hodnotě (Placheta 2001). Hodnocení probíhá podle různých hledisek.

Kvalitativní hodnocení (nízká, střední, submaximální, maximální intenzita) podle ukazatelů únavy, tabulek, rychlosti pohybu apod. Je subjektivně ovlivněno a není přesné.

Kvantitativní hodnocení se opírá o změřené (popřípadě přepočítané) funkční hodnoty, respektive kvantifikované subjektivní pocity. Patří k nim:

- absolutní hodnoty funkčních ukazatelů (Watty, SF, VO_2 , Laktát).
- relativní hodnoty funkčních ukazatelů (W/kg , W/m^2 , % maximální srdeční frekvence, % VO_2 max atd.),
- energetická náročnost (J, MET, kCal) (upraveno podle Placheta 2001, 132).

Jako nejprůkaznější hodnocení fyzické zátěže, se obecně považuje stanovení energetického výdeje. Existuje několik přístupů, já jsem použil metody, které používá Česká hygienická služba a sportovní medicína. **Tabulka 1** uvádí tři stupně (I., II., III.) přesnosti, kdy každý stupeň obsahuje nejméně jednu metodu pro odhad energetického výdeje pracovních a pohybových činností.

Stupeň	Metoda	Přesnost	Prohlídka prac. místa
I A	Klasifikace podle druhu činnosti	Hrubá informace s velmi velkým rizikem chyby	Není nutná
I B	Klasifikace podle moderního povolání (nepoužito)	Hrubá informace s velmi velkým rizikem chyby	Informace o technickém zařízení a organizaci práce
II A	Použití tabulek pro složky prac. činnosti	Velké riziko chyb Přesnost: $\pm 15\%$	Je třeba časové studie
II B	Použití tabulek odhadu pro jednotlivé činnosti (nepoužito).	Velké riziko chyb Přesnost: $\pm 15\%$	Není třeba
II C	Použití zaznamenané srdeční frekvence (za defin. podmínek)	Velké riziko chyb Přesnost $\pm 15\%$	Není třeba
III	Přímé měření spotřeby kyslíku během činnosti (nepoužito).	Přesnost: $\pm 5\%$	Je třeba časové studie

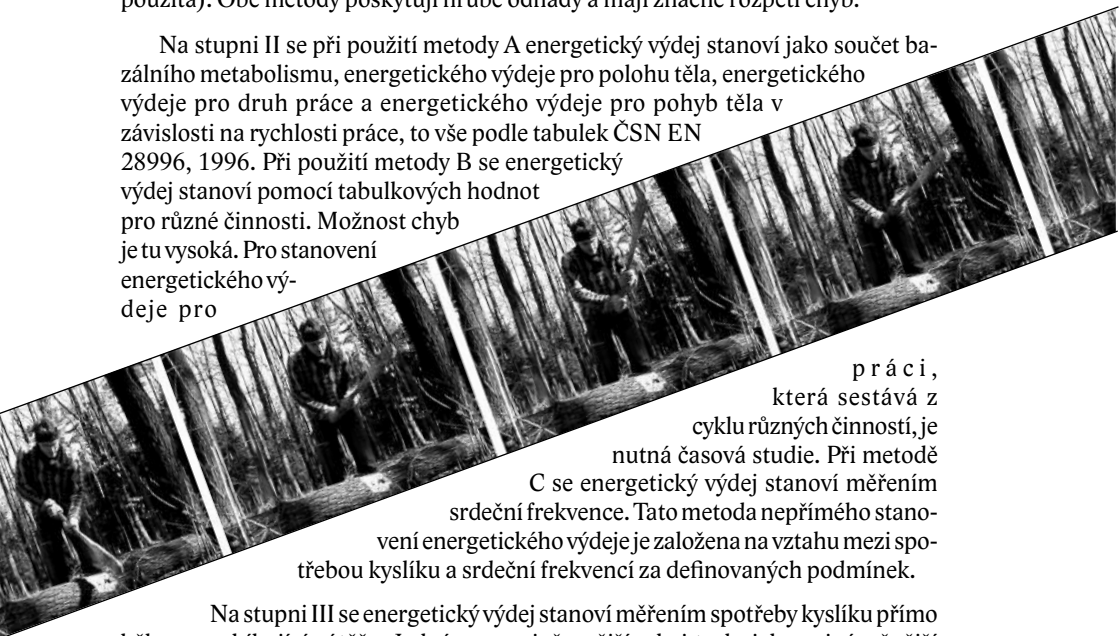
Tab. 1 Stupně přesnosti pro stanovení energetického výdeje (upraveno dle ČSN EN 28996, 5). ■

Metoda A na stupni I je klasifikace podle druhu činnosti, první a základní, kterou jsem použil i já a metoda B je klasifikace podle povolání (tato samozřejmě nebyla použita). Obě metody poskytují hrubé odhady a mají značné rozpětí chyb.

Na stupni II se při použití metody A energetický výdej stanoví jako součet bazálního metabolismu, energetického výdeje pro polohu těla, energetického výdeje pro druh práce a energetického výdeje pro pohyb těla v závislosti na rychlosti práce, to vše podle tabulek ČSN EN 28996, 1996. Při použití metody B se energetický výdej stanoví pomocí tabulkových hodnot pro různé činnosti. Možnost chyb je tu vysoká. Pro stanovení energetického výdeje pro

práci,
která sestává z
cyklu různých činností, je
nutná časová studie. Při metodě
C se energetický výdej stanoví měřením
srdeční frekvence. Tato metoda nepřímého stano-
vení energetického výdeje je založena na vztahu mezi spo-
třebou kyslíku a srdeční frekvencí za definovaných podmínek.

Na stupni III se energetický výdej stanoví měřením spotřeby kyslíku přímo během probíhající zátěže. Jedná se o nejpřesnější, ale i technicky nejnáročnější metodu (nebyla použita).



Výdej energie lze vyjádřit Jouly, většinou kJ za hodinu. Nověji se ale dnes užívá metoda posuzování náročnosti pracovních a sportovních činností jednotkami MET (metabolic multiple). Tak se označuje energetický obrat při tělesném zatížení vzhledem ke klidovému. V zásadě jde tedy o násobek (1 – 20), který udává, kolikrát se energetický výdej zvýšil proti klidu (*Soulek 1995*, 18 – 21). Hodnoty MET mají tu výhodu, že se odvozují od individuálního klidového metabolismu, jsou názornější a porovnatelnější. Nepracují s absolutními, ale relativními energetickými hodnotami.

Třetí možností je vyjádřit energetický výdej jako výkon ve wattech. Tento způsob je použit v České normě pro ergonomii – Stanovení tepelné produkce organismu – ČSN EN 28996. Pro individualizaci se watty přepočítávají na hmotnost jedince (W/kg) nebo na povrch těla (W/m²) (*Štěpán 2004*).

2.1. Klasifikace velikosti energetického výdeje podle druhů činnosti

Tato klasifikace se v ČSN EN 28996 hodnotí jako I. stupeň přesnosti (viz **tab. 1**) a je zatížena velkou chybou. Energetický výdej pro danou činnost se zařazuje do jedné z pěti tříd (klidová hodnota, nízký energetický výdej, střední, vysoký a velmi vysoký energetický výdej). Jednotlivé činnosti, které byly hodnoceny během prací v CEA Všeštery, byly přiřazovány (viz **tab. 2**) dle tabelárních analogií s normou ČSN EN 28996.

Třída / Příklady	MET	W/m²	W
klidová hodnota / klid (odpočinek)	1-1,9	65	115
1 nízký energetický výdej / lehká práce rukou a paží v sedu, kleku, stojí: šití kostěnou jehlou, výroba keramiky, dokončování kamenné industrie (retušování, přebroušení), výroba kostěné industrie, předení, čištění zrna, výroba drobných dřevěných nástrojů, obrábění s malým úsilím, stání: vaření, příprava těsta chůze do 3 km/h .	2-2,9	100	180
2 střední energetický výdej / stálá práce rukou a paží: štipání kamenné industrie, drcení obilí, práce paží a trupu: omazávání stěn, sběr ovoce, zeleniny, škrabání kůží, práce dlátkem, vázání konstrukce, jemné obroušení břidlice, odlévání bronzu, práce kladivkem, odřezávání klasů obilí srpem ve výšce stehen, tkání na stavu, pomalá jízda na jdoucím koni, pádlování 4 km/h, chůze 3,5 - 5,5 km/h.	3-5	165	295
3 vysoký energetický výdej / intenzivní práce paží a trupu: těžba rákosu, práce s menší sekerou v pomalém tempu, porcování masa, kování, sklizení obilí srpem i se slámou u země, intenzivní obrus hmoty broušené industrie (stoj), házení zeminy dřevěnou lopatkou 25×/min., pádlování 6,5 km/h, kypření již okopaného pole motykou, chůze 5,5 – 7 km/h .	5-7	230	415
4 velmi vysoký energetický výdej / velmi intenzivní činnost v rychlém tempu: štipání kmenů klíny, orba hákem, práce rýcí holi, míšení mazanice, srážení drnu motykou – okopávání pole motykou, práce se sekerou (železo) kopání do hloubky motykou, transport těžkých břemen, práce se sekyrou Bl, chůze vyšší než 7 km/h, běh.	7, 8, 9 a více	290	520

Tab. 2 Klasifikace energetického výdeje podle druhu činnosti (upraveno podle ČSN EN 28996, 15; Soulek 1995, 291 - 292; Máček - Vávra 1988). ■

2.2. Tabulky pro odhad energetického výdeje podle složek činnosti

Energetický výdej člověka při pracovní činnosti je možné odhadnout jako součet různých složek tohoto výdeje. Tento postup se zařazuje do II. stupně stanovení energetického výdeje (viz **tab. 1**). Je nesrovnatelně přesnější než předchozí dvě metody. Energetický výdej se analyticky stanoví jako součet hodnot následujících složek:

- a) bazální metabolismus
- b) složka energetického výdeje pro polohu těla
- c) složka energetického výdeje pro druh práce
- d) složka energetického výdeje pro pohyb těla v závislosti na rychlosti práce

Aby bylo možné porovnávat hodnoty z různých pramenů, jsou hodnoty přepočítány na standardní osobu současného muže definovanou hodnotami:

- tělesná výška (m) 1.7
 - tělesná hmotnost (kg) 70.0
 - povrch těla (m²) 1.8
 - věk (roky) 35
 - bazální metabolismus (W/m²) 44
- (upraveno dle ČSN EN 28996)

Tab. 3 uvádí přibližné hodnoty energetického výdeje pro polohu těla, **tab. 4** hodnoty energetického výdeje pro různé druhy práce a **tab. 5** příklad výpočtu konečné hodnoty přibližného energetického výdeje dle složek činnosti (ČSN EN 28996, 18 - 20).

Druh práce	Energetický výdej (W/m ²):	střední hodnota	rozpětí
Práce rukou	lehká	15	> 20
	průměrná	30	20 - 35
	těžká	40	< 35
Práce jednou paží	lehká	35	>45
	průměrná	55	45 - 65
	těžká	75	< 65
Práce oběma pažemi	lehká	35	> 75
	průměrná	85	75 - 95
	těžká	105	< 95
Práce trupem	lehká	125	> 155
	průměrná	190	155 - 230
	těžká	280	230 - 330
	velmi těžká	390	< 330

Tabulka 4 Hodnoty energetického výdeje pro různé druhy práce. ■

Poloha těla	Energetický výdej (W/m ²)
Vsedě	10
Kleče	20
V dřepu	20
Vstoje	25
Vstoje v předklonu	30

Tabulka 3 Přibližné hodnoty energetického výdeje pro polohu těla. ■

Činnost: Okopávání pole (strhávání drnu) dřevěnou motykou, vlhká půda, hmotnost nástroje 3,5 kg. Poloha těla – vstoje v předklonu, těžká práce trupem.	
Bazální metabolismus (muži) (BM)	44
Poloha těla (Pol.T)	30
Druh práce (D.p)	390
Pohyb těla (Poh.T)	0
Celkem (W/m²)	464

Tab. 5 Příklad postupu při odhadu energetického výdeje pomocí tabulek pro jednotlivé složky pracovní činnosti. Energetický výdej ve W/m². (Upraveno podle ČSN EN 28996, 18 – 19) ■

Výše uvedený princip výpočtu byl aplikován na jednotlivé pracovní činnosti, které byly experimentátory z CEA Všešary vyzkoušeny a hodnoceny. Pohybové činnosti jsou seřazeny od těch s nejmenším energetickým zatížením po nejnáročnější. Bazální metabolismus má vždy mužskou tabulkovou hodnotu, otázku dělby práce tato struktura neřeší.

1. Šítí kostěnou jehlou – jedná se o práci při které se sedí, při držení jehly jsou krátkodobě staticky namáhány svaly ruky a předloktí, není však problém ruku relaxovat, z analogií je známo střídání rukou. Při sešívání tvrdých kůží se připraví dírký šídlem.

BM	44	Pol.T	10	D.p	20	Poh.T	0	Celkem:	74
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	-----------

2. Retušování ší – práce v sedě, střední práce rukama. Statické namáhání svalů ruky při držení nástroje a opracovávaného materiálu.

BM	44	Pol.T	10	D.p	30	Poh.T	0	Celkem:	84
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	-----------

3. Ruční výroba keramiky – práce v sedě, či v kleče, pracují malé svalové skupiny rukou a předloktí. Možnost lokální únavy pracujících svalů. Nebezpečí nefyziologické polohy v kleče (viz dále).

BM	44	Pol.T.	10	D.p	30	Poh.T	0	Celkem:	84
----	----	--------	----	-----	----	-------	---	----------------	-----------

4. Práce s přeslenem – poloha v sedě (ve stoje a za chůze – nyní nebráno v úvahu), Pracují svaly ruky, předloktí a celé jedné paže.

BM	44	Pol.T	10	D.p	40	Poh.T	0	Celkem:	94
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	-----------

5. Broušení ostří BI, kovových nástrojů – práce v sedě, těžká práce oběma rukama. Statické namáhání svalů ruky a předloktí při držení opracovávaného materiálu – možnost lokální svalové únavy.

BM	44	Pol.T	10	D.p	40	Poh.T	0	Celkem:	94
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	-----------

6. Čištění zrna – práce v sedě, zapojení svalů ruky a paží.

BM	44	Pol.T	10	D.p	65	Poh.T	0	Celkem:	119
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

7. Výroba kostěné industrie – práce v sedě, kleče, střední práce jednou paží nebo oběma rukama. K rozbíjení kostí je počítáno s přitlukačem o hmotnosti 1 kg.

BM	44	Pol.T	10	D.p	65	Poh.T	0	Celkem:	119
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

8. Tepání (práce kladívkem, paličkou – hmotnost = 0,65 – 1 kg) – poloha v sedě, těžká práce jednou paží. Lokální únava pracující paže, bicepsu a svalů předloktí. Statická námaha svalů předloktí a ruky (držení nástroje).

BM	44	Pol.T	10	D.p	70	Poh.T	0	Celkem:	125
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

9. Práce dlátkem (bronz + palička nebo kladívko o hmotnosti 0,65 – 1 kg) – poloha v sedě, střední práce oběma pažemi. Statická námaha svalů ruky a předloktí obou rukou – držení nástrojů, vztah k tvrdosti opracovávaného dřeva.

BM	44	Pol.T	10	D.p	85	Poh.T	0	Celkem:	139
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

10. Výroba štípané industrie – práce v sedě, střední práce oběma pažemi. Statická námaha svalů ruky a předloktí obou rukou – držení otloukače a opracovávaného materiálu.

BM	44	Pol.T	10	D.p	95	Poh.T	0	Celkem:	149
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

11. Tkaní na neolitickém vertikálním stavu – poloha vstoje v předklonu, střední práce oběma pažemi,

BM	44	Pol.T	30	D.p	80	Poh.T	0	Celkem:	154
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

12. Omazávání stěn mazanic – střídání pracovních poloh – stoj, dřep, střední práce oběma pažemi.

BM	44	Pol.T	25	D.p	90	Poh.T	0	Celkem:	159
----	----	-------	----	-----	----	-------	---	----------------	------------

13. Drcení obilí na drtidle – poloha v kleče, těžká práce oběma pažemi. Nefyziologická poloha – projev na kolenních kloubech.

BM	44	Pol.T	20	D.p	105	Poh.T	0	Celkem:	169
----	----	-------	----	-----	-----	-------	---	----------------	------------

14. Škrábání kůží (čištění od zbytků masa) – poloha v kleče, těžká práce oběma pažemi.

BM	44	Pol.T	20	D.p	105	Poh.T	0	Celkem:	169
----	----	-------	----	-----	-----	-------	---	----------------	------------

15. Sběr ovoce (trhání jablek ze stromu, ze země) – poloha ve stoje, lehká práce obou paží, pohyb těla – mírné popocházení (asi 0,3 km/h).

BM	44	Pol.T	25	D.p.	65	Poh.T.	40	Celkem:	174
----	----	-------	----	------	----	--------	----	----------------	------------

16. Odlévání bronzu (zanedbaná tepelná zátěž), práce vstoje v předklonu, těžká práce oběma pažemi.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	105	Poh.T	0	Celkem:	179
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

17. Broušení břidlice – pomalé odebírání hmoty – poloha v kleče, lehká práce trupem. Statické namáhání svalů ruky a předloktí – držení opracovávaného materiálu v přesně dané poloze.

BM	44	Pol.T	20	D.p.	125	Poh.T	0	Celkem:	189
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

18. Vázání konstrukce řemeny – poloha ve stoje, střední práce trupem.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	125	Poh.T	0	Celkem:	194
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

19. Odřezávání klasů obilí bronzovým srpem ve výšce stehen - poloha vstoje v předklonu, lehká práce oběma pažemi, chůze 0,5 km/h.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	65	Poh.T	60	Celkem:	199
----	----	-------	----	------	----	-------	----	----------------	------------

20. Pletení polského plotu – poloha ve stoji v předklonu, lehká práce trupem, vztah k typu použitého dřeva.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	125	Poh.T	0	Celkem:	199
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

21. Dmýchání s jednoduchým měchem – poloha v sedu, lehká práce trupem.

BM	44	Pol.T	10	D.p.	150	Poh.T	0	Celkem:	204
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

22. Práce s menší železnou sekyrkou (hmotnost 1 kg). Poloha vstoje v předklonu, lehká práce trupem.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	140	Poh.T	0	Celkem:	214
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

23. Porcování masa – kovové nástroje. Poloha ve stoje, střední práce trupem.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	165	Poh.T.	0	Celkem:	234
----	----	-------	----	------	-----	--------	---	----------------	------------

24. Intenzivní broušení BI, velký odběr hmoty, poloha vstoje v předklonu. Střední práce trupem, statické zatížení svalů ruky a předloktí (držení opracovávaného předmětu).

BM	44	Pol.T	30	D.p.	160	Poh.T	0	Celkem:	234
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	----------------	------------

25. Těžba rákosu sekáním – železný srp. Poloha vstoje v předklonu, těžká práce jednou paží, chůze po pracovišti 2 km/h.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	70	Poh.T	100	Celkem:	244
----	----	-------	----	------	----	-------	-----	----------------	------------

26. Sklizení obilí i se slámou (odřez 10 – 15 cm o země, železný srp). Poloha vstoje v předklonu, lehká práce oběmi pažemi, chůze 2 km/h.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	70	Poh.T	100	Celkem: 244
----	----	-------	----	------	----	-------	-----	--------------------

27. Transport břemene na zádech (krosna typu Ůtzi) – hmotnost 30 kg. Poloha ve stoje, chůze s břemenem 4 km/h po rovině.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	0	Poh.T	185	Celkem: 250
----	----	-------	----	------	---	-------	-----	--------------------

28. Stavba konstrukce domu (zvedání kmenů, držení, usazování). Poloha stoj, střední práce trupem.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	190	Poh.T	0	Celkem: 259
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

29. Kování (kladivo o hmotnosti 2 kg) – poloha vstoje v předklonu, střední práce trupem.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	190	Poh.T	0	Celkem: 264
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

30. Orba jednoduchým dřevěným hákem s volským potahem. Poloha vstoje v předklonu, střední práce trupem, chůze 2 km/h.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	155	Poh.T	110	Celkem: 339
----	----	-------	----	------	-----	-------	-----	--------------------

31. Práce rycí holí (kopání kulových jamek), poloha v stoje, těžká práce trupem, výrazná statická zátěž flexorů prstů ruky a předloktí.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	280	Poh.T	0	Celkem: 354
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

32. Pádlování na dlabaném člunu (v aerobním režimu) – poloha v sedě, těžká práce trupem. Výrazný vliv tempa a vnějších podmínek (vlny, proud, vítr).

BM	44	Pol.T	10	D.p.	330	Poh.T	0	Celkem: 384
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

33. Kopání (těžba) kopáčem ve stísněném prostoru (v dole, chodbě apod.). Poloha v dřepu, v kleče, těžká práce trupem, statické zatížení svalů ruky a předloktí. Destruktivní působení pracovního prostředí na celý organismus.

BM	44	Pol.T	20	D.p.	320	Poh.T	0	Celkem: 384
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

34. Kypření měkké půdy dřevěnou motykou (hmotnost 3 kg) – poloha vstoje v předklonu, těžká práce trupem, chůze pozpátku 0,2 km/h, výrazná statická zátěž flexorů prstů ruky a předloktí, nefyziologická pracovní poloha, destrukce organismu paže zpětnými rázy.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	280	Poh.T	50	Celkem: 404
----	----	-------	----	------	-----	-------	----	--------------------

35. Dělení dřeva železnou sekerou (hmotnost 1,5 kg). Poloha vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem, výrazná statická zátěž flexorů prstů ruky a předloktí, destruktivní působení zpětných rázů.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	360	Poh.T	0	Celkem: 434
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

36. Běh – 9 km/h – poloha v stoje, lehká práce oběma pažemi.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	65	Poh.T	301	Celkem: 435
----	----	-------	----	------	----	-------	-----	--------------------

37. Míšení mazanice dřevěným rýčem (hmotnost 2kg), poloha vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	380	Poh.T	0	Celkem: 454
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

38. Kopání do hloubky dřevěnou motykou – hliník, polozemnice apod. Poloha vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem, výrazné statické zatížení svalů ruky a předloktí, destruktivní účinky zpětných rázů. Přímá úměra k tvrdosti půdy.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	382	Poh.T	0	Celkem: 456
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

39. Dělení dřeva kamennou sekerou BI (hmotnost 2 kg), poloha těla vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem, intenzivní statické zatížení svalů ruky a předloktí, působení zpětných rázů, sekera je typ BRACCIANO.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	385	Poh.T	0	Celkem: 459
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

40. Kopání úzkého příkopu (či v jiném omezeném prostoru) do hloubky dřevěnou motykou. Poloha vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem, výrazné statické zatížení svalů ruky a předloktí, destruktivní účinky zpětných rázů. Přímá úměra k tvrdosti půdy.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	385	Poh.T	0	Celkem: 459
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

41. Kácení stromu železnou sekerou s tulejí (hmotnost 1,5 kg), rychlost pohybu 33 úderů/min. Poloha vstoje v předklonu (úklonu), velmi těžká práce trupem. Výrazná statická zátěž flexorů prstů ruky a předloktí, zpětné rázy.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	386	Poh.T	0	Celkem: 460
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

42. Kácení stromu kamennou sekerou BI (hmotnost 2 kg), rychlost pohybu 30 úderů/min. Poloha vstoje v předklonu, velmi těžká práce trupem, výrazné statické zatížení flexorů prstů ruky a předloktí držním topora, destruktivní účinky zpětných rázů.

BM	44	Pol.T	30	D.p.	390	Poh.T	0	Celkem: 464
----	----	-------	----	------	-----	-------	---	--------------------

43. Transport břemen před tělem (příkladně mazanice v plachtě o hmotnosti 30 kg, polena dřeva). Poloha ve stoje, těžká práce trupem, chůze 3 km/h .

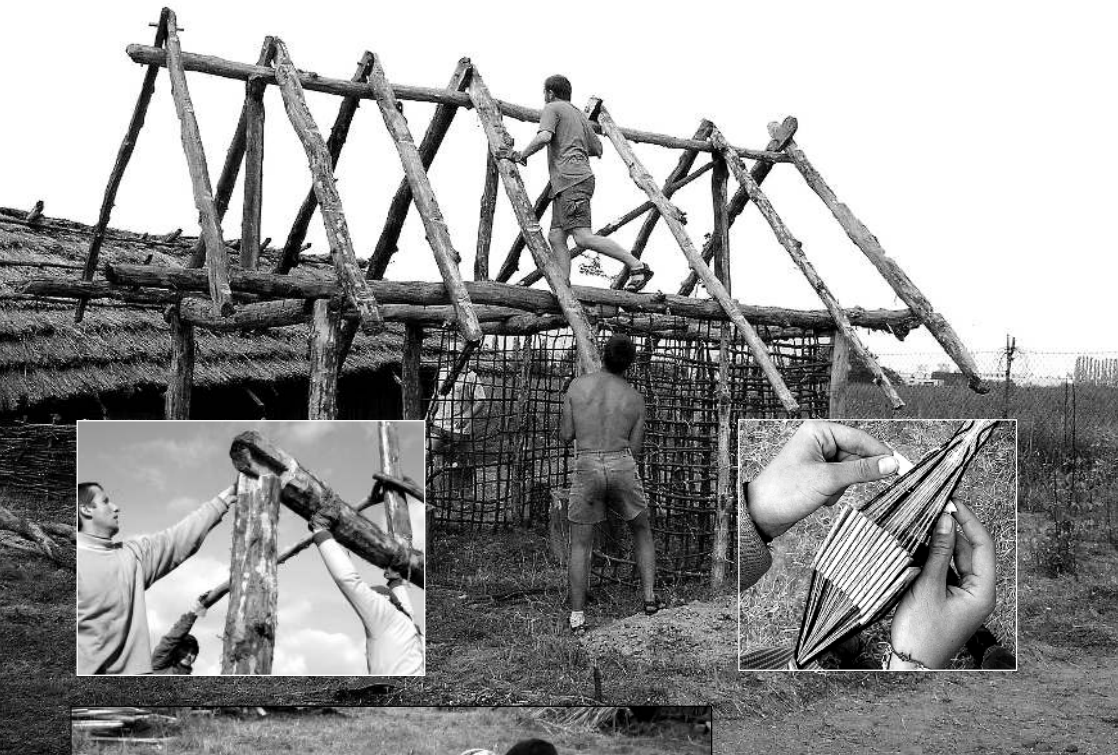
BM	44	Pol.T	25	D.p.	290	Poh.T	110	Celkem: 469
----	----	-------	----	------	-----	-------	-----	--------------------

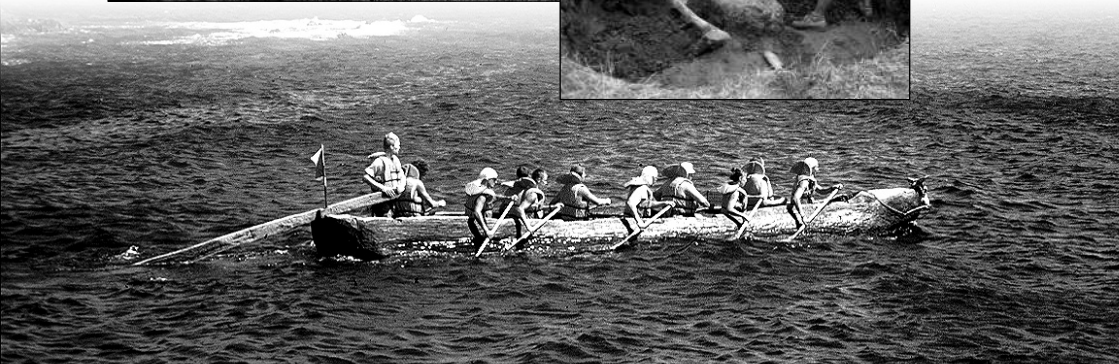
44. Běh – 12 km/h – poloha v stoje, lehká práce oběma pažemi, intenzivní práce dolními končetinami.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	65	Poh.T	350	Celkem: 484
----	----	-------	----	------	----	-------	-----	--------------------

45. Běh – 15 km/h – poloha v stoje, těžká práce oběma pažemi, velmi intenzivní práce dolními končetinami.

BM	44	Pol.T	25	D.p.	75	Poh.T	406	Celkem: 550
----	----	-------	----	------	----	-------	-----	--------------------





Výše uvedený výčet příkladů pracovních činností jistě není úplně vyčerpávající, mnoho jich z nejrůznějších důvodů chybí. Např. pracovní činnosti obtížně hodnotitelné nebo tak specifické, že o nich v souvislosti z pravěkem, máme jen neurčité představy. Přesto považuji přehled za dostatečný, pro pokrytí základních pracovních činností a pohybů předpokládaných v pravěku, tedy jeho výše uvedeném období.

Do výše uvedeného seznamu energetického výdeje se však promítá velké množství vnějších působících proměnných, které ovlivňují variační rozpětí hodnot.

1. Vnější teplota, síla větru, déšť – počasí.
2. Rozdíly v pracovních prostředcích -účinnost nástrojů
– ŠI, BI, měď, bronz, železo.
3. Tvrdost zpracovávaného materiálu – např. dřevo - závisí na druhu i způsobu a časovém odstupu jeho zpracování (vysychání).
4. Tvrdost půdy – vysušená zemina je kompaktní a při kopání velmi odolná, naopak vlhká půda se snadno obdělává a rozrušuje.
5. Technika, zkušenost, zručnost.
6. Intenzita nasazení při pracovním výkonu, rychlost práce.
7. Mentální složka – stres, strach, zlost, motivace.

2.3. Odhad energetického výdeje podle vztahu srdeční frekvence a příjmu kyslíku (metoda lineární extrapolace)

Zmíněná metoda byla pro nás, díky technické nedostupnosti přístrojů na přímé měření spotřeby kyslíku, nejpřesnější možnou. V ČSN EN 28996 se zahrnuje do II stupně přesnosti měření (viz **tab. 1**). Z fyziologických důvodů je ale třeba respektovat určitá omezení, která tuto metodu limitují. Vztah mezi srdeční frekvencí a příjmem kyslíku je lineární, pouze pokud uvažujeme dynamickou svalovou práci velkými svalovými skupinami a tepelné podmínky jsou neutrální vzhledem k energetickému výdeji.

Při výrazném tepelném zatížení, statické svalové práci, dynamické práci malými svalovými skupinami a nebo mentální zátěží, se může měnit směrnice i tvar závislosti srdeční frekvence na spotřebě kyslíku a tedy i energetickém výdeji. Obecně se bere jako využitelné, rozmezí od 120 tepů/min. až po $SF_{max} - 10$ (ČSN EN 28996, 13).

Souhrnnou srdeční frekvenci (HR) můžeme považovat za součet několika složek.

$$HR = HR_0 + \Delta HR_M + \Delta HR_S + \Delta HR_T + \Delta HR_N + \Delta HR_E$$

HR_0 - srdeční frekvence, v počtu stahů za minutu, osoby v klidu, v poloze vleže, za neutrálních tepelných podmínek;

ΔHR_M - zvýšení srdeční frekvence, v počtu stahů za minutu, způsobené

dynamickým svalovým zatížením za neutrálních tepelných podmínek;

ΔHR_S - zvýšení srdeční frekvence, v počtu stahů za minutu, způsobené statickou svalovou prací;

ΔHR_T - zvýšení srdeční frekvence, v počtu stahů za minutu, způsobené tepelnou zátěží;

ΔHR_M - zvýšení srdeční frekvence, způsobené mentální zátěží;

ΔHR_E - reziduální složka srdeční frekvence, v počtu stahů za minutu, na podkladě např. vlivů dýchání.

(upraveno dle Soulek 1995 a ČSN EN 28996, 13)

Názorný příklad stanovení MET ze vztahu SF a VO_2

Kopání motykou – doba měření 14:15 min., což je 14,25 min.

- naměřená průměrná SF = 128 tepů/min.,
- z fyziologické křivky lineární extrapolací na základě průměrné SF stanovíme $VO_2 = 1,55$ litru = 1550 ml přijatého kyslíku,
- vypočteme příjem O_2 na kg hmotnosti pracovníka:

$$VO_2/kg = 1550/77 = 20 \text{ ml/kg,}$$

- $MET = VO_2 \text{ (ml/kg)} : VO_2 \text{ (ml) v klidu,}$
- $20 : 3,5 = 5,7 \text{ MET}$

(upraveno Soulek 1995; Máček – Vávra 1988; Placheta 2001)

Výčet pracovních činností rozhodně není vyčerpávající, spíše se jedná o chudý zbytek, který alespoň částečně splňoval náročné požadavky na korektnost měření. Řazení činností probíhá od nejméně náročných po ty s nejvyšší hodnotou MET (upraveno podle Štěpán 2004, 82 - 93):

Kypření půdy motykou na již okopaném poli – **MET = 5**. Měření probíhalo na poli o rozměrech 400×400 cm, s motykou o cca hmotnosti 3 kg. Při okopávání se postupovalo pozadu couváním, aby nedocházelo k udupání již okopané zeminy. Práce probíhala ve stoji v neustálém předklonu, kdy pracovaly především obě paže, trup byl zafixovaný. Zde je nutno upozornit na zřejmou nefyziologickou polohu těla, která mohla mít při častém opakování této pracovní činnosti, značné destruktivní projevy na svalstvo i skelet, především zad. Velikost fyzického zatížení je přímo závislá (mimo jiné) na následujících hlavních aspektech:

- **tvrdost zeminy**
- **účinnost a parametry motyky** – stav břitu (ostří), hmotnost
- **technika kopání** – schopnost neдрžet násadu křečovitě, náprah jen lehce nad hlavu bez narovnání trupu

Zmíněné pole 400×400 cm bylo klidným tempem překopáno za 7:15 min., s maximální SF 143 tepů/min. Motyka byla držena rukama blíže těžiště nástroje, výrazně více byla namáhána paže blíže hrotu, což je přesně opačně než při kopání do hloubky.

Marek Štěpán:

Broušení břidlice (kopitnatý klín) – intenzivní obrus hmoty ve stoje. **MET = 5** po dobu 72 minut.

V ý -
znamný podíl
statické práce svalů
rukou při držení opracováva-
ného materiálu, zapojení většího počtu
svalových skupin jen při velkém pracovním
nasazení, které však je pro intenzivní obrus potřebné.

Kopání kúlových jamek rycí holí – MET = 6. Práce byla roz-
dělena do krátkých úseků o délce maximálně 4 minut práce a odpočinku, kdy
je potřeba zeminu vybrat, ale časový úsek je podmíněn i únavou svalů pracujících na
držení hole. Hodnotil se pouze čistý čas kopání. Při započítání časových prodlev vybírání
zeminy, celková energetická náročnost, v závislosti na čase klesne, protože při vybírání
svaly regenerují a kopající jedinec odpočívá. Výrazné destrukční projevy na tzv. „hlavní
ruku“, která dává nástroji největší část síly úderu (ruka, která drží hůl výše). Pohyb této
paže lze připodobnit k hodu oštěpem, se stejnými zdravotními riziky. Možnost vzniku
entezopatií, především úpon upínající se na radiální epikondyl humeru (tenisový loket) a
ulnární epikondyl humeru (oštěpařský loket). Existuje varianta, kdy si pracující jedinec
pomáhá dolní končetinou (jako s rýčem), tato však nebyla hodnocena.

**Dělení ležících kmenů železnou sekerou s tulejí, Halštát – Latén, cca hmotnost
1,5 kg. MET = 6,4, průměrná SF = 136 tepů/min.** Jedná se o činnost zdánlivě shodnou
s kácením. Ve skutečnosti je zde mnoho odlišných záležitostí. Kmen leží na zemi,
v 85 % jím nelze manipulovat. Pracující jedinec tak musí vést úder sekerou pouze
z omezeného výběru úhlů a v konečném výsledku je nucen odebrat více hmoty dřeva
a za většího namáhání nástroje, nežli při kácení. Pracovní poloha se skládá ze střídání
stoje s předklonem, s čímž souvisí namáhání zad. Někdy je nutné pracovat v podřepu,
či kleku. Vyžaduje-li to úhel sekery vůči toporu – např. zmíněná sekerka s tulejí má
přibližně 50°. Statická zátěž svalů rukou a předloktí je spíše o něco menší, než
u kácení, protože není nutné držet sekeru v horizontální rovině.

**Dělení ležících kmenů neolitickou kamennou
sekerou BI, typ Bracciano. MET = 7,2, prům.
SF = 140 tepů/min.** Okolnosti pracov-
ního prostoru jsou stejné jako u
výše uvedeného dělení
železnou seke-
rou.



Odlišnost je především v účinnosti nástroje, hmotnosti (cca $m = 2 \text{ kg}$) a osazení sekery do topora tak, aby vydrželo bez poškození úderu Volba úhlů úderu je mnohem omezenější, naopak vedení úderu sekery musí být dokonalé, jinak sekera sklouzne, či odskočí. Problémem je i šířka topora, v důsledku to znamená odebrat mnohem větší hmotu dřeva, než při dělení úzkými kovovými nástroji.

Kácení stromu železnou sekerou s tulejí (Halšat – Latén), 30 úderů/min. Cca hmotnost sekery 1,5 kg. Práce vstoje v úklonu ke „slabší ruce“ držící nástroj. Energetický výdej **MET = 7,4**. Průměrná SF = 142 tepů/min. Převažuje silově-vytrvalostní profil činnosti s výraznou statickou zátěží rukou držících topor sekery. Výrazné destruktivní působení zpětných rázů přenášených na ruce pracujícího jedince. Nebezpečí zdravotních problémů na základě dlouhotrvající silové kontrakce svalů prstů, rukou a předloktí. Kvalita sekery dovoluje volit nejružnější škálu úhlů i síly úderů. Práce se skládá ze sérií úderů, mezi kterými pracovník mění pozici, čistí zásek apod. O náročnosti činnosti významně rozhoduje technika vedení sekery, technika kácení (bobrování, podsek atd.), tvrdost dřeva a samozřejmě rychlost a intenzita úderů.

Srážení drnu do hloubky 10 cm při okopávání pole. Srážení drnu na poli probíhalo ve třech etapách. První pruh pole o rozměrech $135 \times 400 \text{ cm}$, byl okopán za 18:52 min. s vypočítaným energetickým výdejem **MET = 9**. Druhý pruh pole se shodnými rozměry $135 \times 400 \text{ cm}$, byl okopán za 17:32 min. s **MET = 11**. Tedy za kratší čas, ale s vyšší intenzitou. Třetí pruh téhož pole, také o rozměrech $135 \times 400 \text{ cm}$, byl okopán vytrvalostním tempem za 24:55 min., s energetickým výdejem **MET = 6**. V případě větších rozměrů pole lze předpokládat spíše tento vytrvalostní způsob kopání (**graf 1**). Ná-
přah ve všech
třech

případech vždy směřoval až vysoko nad hlavu. Úder byl prováděn velkou silou se zapojením svalů trupů (hlavně zad), dolních i horních končetin. Pro převrácení půdy byl nutný výrazný tah k sobě, rovněž zapojením zádových svalů a svalů paží. Síla úderu se neměnila, pro výši energetického výdeje byla rozhodující frekvence úderů. Určující pro sílu úderu byla tvrdost obdělávané půdy, stav ostří a hmotnost motky. Technika kopání se spíše blíží technice kopání do hloubky, motyka je držena daleko od hrotu i těžiště nástroje, s „hlavní rukou“ na konci násady. Během úderu dochází k přenášení nízkofrekvenčních vibrací, tzv. rázů, na ruce pracovníka. Působí na ně velmi destruktivním způsobem (možné poškození šlach, kloubních pouzder, vznik zánětů apod.).

Kopání v hliníku, těžba půdy sprašového typu. Na rozdíl od kopáčských prací na poli, se většinou jednalo o krátkodobé pracovní intervaly maximálně do 6 minut, kterých ale následovalo několik za sebou. Průměrná energetická náročnost: **MET = 9,3**, maximálně vystoupila až na **MET = 10** po dobu 5 min. Opět se do náročnosti pracovní činnosti výrazně promítala kvalita (tvrdost) půdy, ostří a hmotnost motyka a další působící proměnné. Jako nejvýhodnější se jeví kopání tzv. „srážením schodu“, kdy může kopáč získávat největší množství hmoty zeminy na jeden úder. Během postupu kopáče pracujícího dokola kolem středu jámy, technikou připomínající vrták, se hliník automaticky zformoval do kulatého tvaru. V průběhu několika minut odpočinku kopáče byla vybírána nakopaná zemina. Zde je prostor k zamyšlení, protože jako nejefektivnější se ukázala práce ve dvojici, kdy jeden z dvojice kopal motykou a druhý nakopanou hlínu vybíral. Tito dva se v práci pravidelně střídali. Možnost, kdy jedinec kopal a zeminu i vybíral, byla ohodnocena jako nepoměrně více únavná, avšak bezesporu možná.

Kopání žlabu pro palisádu dřevěnou motykou. Hloubka žlabu činila 70 cm, hmotnost motyka 3 kg. Práce se vyznačuje určitým specifikem omezeného prostoru, kdy je nutné zvýšit podíl silového působení rukou na topor motyka pro absolutní ovládnutí směru úderu. Také postavení pracovníka není ideální, vyznačuje se výrazným nedostatkem místa pro dolní končetiny, což způsobuje větší energetický výdej na udržení pracovní pozice. Práce probíhala v opakovaných intervalech až 5 min. kopání motykou a 6 - 10 min. vybírání zeminy, vše jedním jedincem. V případě, že pracovali dva lidé, jeden kopáč a jeden vybírající zeminu, rychlost práce se zvýšila a doba odpočinku kopáče zkrátila, avšak zefektivnila. Energetická náročnost jedné pracovní činnosti prováděné tím samým jedincem, ale různou intenzitou je rozdílná. V příkladu je intenzita vyjádřena počtem úderů motykou za minutu, při teoreticky stejné síle úderu.:

- 25 úderů/min. – **MET = 7**, za 5:30 min., nakopáno 1 kolečko zeminy
- 35 úderů/min. – **MET = 10**, za 4:00 min., nakopáno 1,5 kolečka zeminy

Nepřerušovaná, vytrvalostní práce motykou, která probíhala za stejných podmínek jako výše uvedené. Nedochovalo k průběžnému vybírání zeminy, kopáč postupoval neustále vpřed. Energetický výdej činil **MET = 6**, za dobu 16 minut měření, počet úderů motykou nebyl přesně sledován, ale činil přibližně 20 úderů za minutu (vztah k SF viz **graf 2**). Nebylo sledováno ani množství nakopané zeminy.

Běh po rovině rychlostí 9 km/h, bez zátěže, v přísně aerobním režimu. Pohybová činnost lokomočního rázu, v prehistorii analogická s lovem (štvaní zvěře), cestovními přesuny, předáváním zpráv apod. Více se lokomoční aktivity předpokládají u skupin lovecko – sběračských, než u zemědělských populací, průkazné důkazy o tom ale archeologie nenabízí. **MET = 9**, tímto způsobem běhu je člověk schopen překonat velké vzdálenosti, 10 - 20 km a více.



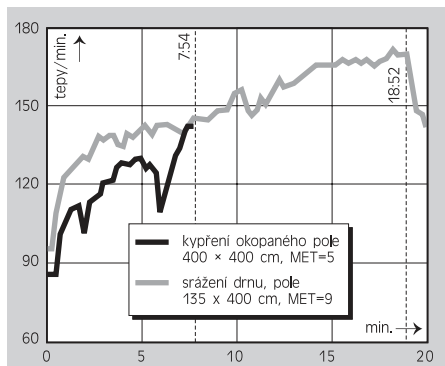
Kácení neolitickou kamennou sekerou Bl, typ Bracciano, 30 úderů/min. Cca hmotnost sekery 2 kg. **MET = 9,8**, průměrná SF = 154 tepů/min. Pracovní poloha vstoje v úklonu stranou. Náročnost práce je zvýšena výrazným statickým zatížením rukou, držících topor sekery. Úder musí být veden a držen v úhlu 90 – 45° k ose kmene, jakékoliv zaváhání v okamžiku dotyku ostří se dřevem způsobí sklouznutí nebo odskočení sekery. Tento fakt je výraznější, čím tvrdší dřevo je zpracováváno. Topor musí být mohutný, aby bylo možné sekeru usadit, to ovšem zmenšuje pružnost a schopnost pohltit nízkofrekvenční vibrace (rázy), které tak plně zasahují ruce pracovníka. Práce s kamennými nástroji zpracovávající dřevo, je obecně zdravotně nejrizikovější pro prsty a dlaně držící nástroj. Vysoké statické napětí svalů prstů a předloktí, způsobuje zhoršení cévního zásobení a hromadění kyseliny mléčné v pracujících svalech, což urychluje nástup lokální únavy. Následné přepínání unavených svalů, zvýrazněné zpětnými rázy úderů, vede často k zánětům šlach, úponů, kloubních pouzder nebo jiným poškozením svalů. Kácení tímto typem sekery je nejen náročné fyzicky, ale i psychicky. Pracující jedinec se musí neustále soustředit na každý úder. Samozřejmě výrazným způsobem se zde projevuje trénink v technice sekání.

Běh po rovině rychlostí 13,12 km/h v intenzivním aerobním režimu. Energetický výdej činí **MET = 11**, s průměrnou SF = 168 tepů/min. Měření bylo provedeno na dráze s = 4000 m, za dobu 18:29 min. Z pohledu moderního sportu spadá tato vzdálenost a způsob běhu v aerobním režimu, do tzv. dlouhých tratí (3 – 10 km). V případě běhu se zátěží (zavazadlo, úlovek, zbraně, těžké oblečení) nebo do kopce, energetický výdej podstatně stoupá.

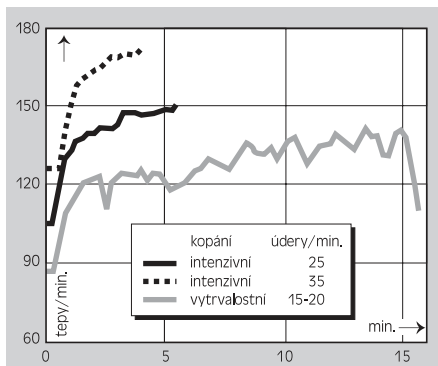
Běh po rovině rychlostí 14,76 km/h stupňovaně v AE/AN režimu. Průměrná SF = 176 tepů/min. Energetický výdej **MET = 12,6**. Měření bylo provedeno na dráze s = 2000 m, za dobu 8:12 min. Energie pro pohyb se z počátku získává z přijímaného kyslíku, ale postupným zvyšováním



tempa tento kyslík nestačí pokrýt energetické nároky, organismus se ocitl na hranici „anaerobního prahu“ (viz Štěpán 2004, 45 – 48). Běh v AN – AE režimu může trvat přibližně 800 – 1500 m, tedy asi 4 – 5 min. Běh, lokomoční činnost, včetně rychlé chůze je hodnocena jako energeticky nejnáročnější pohybová činnost (upraveno podle Štěpán 2004, 82 – 93).



Graf 1 Průběh tepové frekvence při srážení dřvu a kypření okopaného pole. ■



Graf 2 Průběh tepové frekvence při kopání žlabu pro palisádu dřevěnou motykou. ■

3. Diskuze

3.1. Validita výzkumu

První dvě použité metody hodnocení fyzické zátěže přiřazováním tabelárních hodnot podle normy ČSN EN 28996, byly využity v mezích možností (viz **tab. 1**) a nemám k nim nějaké výrazné výhrady. Metoda lineární extrapolace však má své nedostatky, které zvýšili možnou chybu výsledku. Většina pracovních činností předpokládaných v pravěku, které jsem byl připraven hodnotit, nesplňovala základní požadavky na validitu odhadu energetické náročnosti podle srdeční frekvence. Jednalo se především o zapojení alespoň 60 % svalových skupin těla, dostatečně vysoké srdeční frekvence během měření, velký podíl statického působení svalů a práce v anaerobním režimu. Znamená to, že většina naměřených hodnot srdeční frekvence nezachytila celou fyzickou zátěž. a ve skutečnosti byla spotřeba energie během měření o něco vyšší než udávají mé výsledné MET. Přesto se jedná o doposud ojedinělý komplexní přehled, kdy je možné činnosti mezi sebou porovnat.

Pro lepší orientaci jsem zařadil námi naměřené hodnoty MET z CEA Všešary, do tabulky s hodnotami energetické náročnosti soudobých pracovních a rekreačních činností. (**tabulka 6**).

Situaci s přesností výsledků může vyřešit pouze výzkum vedený přístroji na měření spotřeby kyslíku během činnosti, užití samotného sporttestu je nedostatečné.

3.2. Poznámka k formě zátěže

Dnes u moderního člověka jednoznačně převládá svalová činnost statického charakteru, která nemá potřebný stimulující vliv na oběhové ústrojí, ale ani na pohybový aparát. Některé teorie předpokládají, že spíše než celodenní výdej energie člověka, se výrazně změnil profil pohybové aktivity denního života, a to od svalové činnosti dynamického charakteru k činnosti spíše statického charakteru (*Máček – Vávra 1988, 263*).

moderní pracovní a rekreační činnosti	MET	hodnocené pracovní činnosti pro pravěk	MET
Spánek, odpočinek	1		
Sezení v klidu	1,2		
Stání v klidu, příjem jídla, ruční psaní, oprava hodinek, rýsování, psaní na mechanickém stroji, řízení auta	1,4 - 1,7	nehodnoceno – nízká srdeční frekvence	
Tiskárna, kopírování, laboratorní práce, knihařské a pekařské práce, lehké domácí práce (zametání, vaření), oprava auta, lehké obrábění dřeva, krejčí	2,0 - 2,5	nehodnoceno – nízká srdeční frekvence	
Práce ošetřujícího personálu v nemocnici, zámečnické, nástrojář. Řízení nákladního auta, kombajnu a traktoru. Práce v lesní školce, tesař. Střed. těžké dom. práce (stlaní, úklid)	3,0 - 3,7	nehodnoceno – nízká srdeční frekvence	
Odstraňování plevelů. Malování, tapetování, truhlářské práce, hrabání listí. Těžká práce v domácnosti (klepání koberců, drhnutí podlahy). Zemědělská mech. práce.	4,0 - 4,5	nehodnoceno – nízká srdeční frekvence	
Poštovní doručovatel, stavební dělník, ruční mytí auta, tesařina, sečení trávy sekačkou.	5,1 - 5,6	Broušení břídlíce (intenzivní obrus ve stoje)	5,0
Kopání a rytí zahrady		Kypření půdy motykou (okopávání pole klidným tempem)	5,0
Práce v hlubinném dole	6,0	Kopání kúlových jamek rycí holí,	6,0
Štípání dříví, odhazování sněhu, sečení trávy kosou	6,5	Srážení drnu při okopávání pole v pomalém tempu (24:55 min.)	6,0
		Dělení ležících kmenů železnou sekerou s tulejí	6,4
Železářský a ocelářský průmysl (obsluha pecí). Kopání příkopu	7,0	Kopání žlabu motykou (1 kolečko 25 úderů/min., za 5:30 min.)	7,0
Řezání ruční pilou	7,4	Dělení ležících kmenů neolitickou kamennou sekerou	7,2
Nesení břemene 36 kg. Čištění stájí	7,5	Kácení stromu želez. sekerou s tulejí	7,4
Těžká lesní práce (kácení stromů, opracování kmenů, nošení polen)	8,2	nehodnoceno	
Odstraňování strusky (pec)	9,9	Srážení drnu při okop. pole (18:52 min.)	9,0
		Běh po rovině 9 km/h – aer. režim,	9,0
		Kopání motykou v hliníku (6:00 min.)	9,3
		Kácení neolitickou kamennou sekerou	9,8
		Kopání žlabu motykou (1,5 kolečka, 40 úderů/min. za 3:30 min.)	10,0
		Srážení drnu při okop. pole (17:32 min.)	11,0
		Běh po rovině 13,12 km/h – intenzivní aerobní režim	11,0
		Běh po rovině 14,76 km/h – aerobně /anaerobní režim	12,6

Tab.6 Pohybová aktivita (upraveno podle Soulek 1995; Placheta 2001). ■

Během mých měření a pozorování, jsem jednoznačně dospěl k názoru, že naprostá většina mnou posuzovaných činností předpokládaných pro pravěk daného období, je nelokomočního charakteru. To odpovídá poměru zastoupení řemeslných, stavebních a zemědělských činností, oproti např. lovu apod. Během měření byly nejvíce zapojeny horní končetiny a trup, dolní končetiny pracovaly spíše na bázi silových statických kontrakcí udržujících pracovní pozici (hliník, žlab pro palisádu, broušení BI, zpracování dřeva sekerami, štípání kmenů, částečně práce na poli, drcení obilí, výroba keramiky, textilu atd.) (Štěpán 2004).

Je možné, že člověk v minulosti vykonával více svalové činnosti s převahou dynamického charakteru a lokomoce. To lze téměř s určitostí předpokládat u lovecko-sběračských populací, známo je to i z etnografických výzkumů. Bylo v nich prokázáno, že pro zajištění subsistence se lovci-sběrači pohybují na větší vzdálenosti než usedlí zemědělci (Sládek 2002, 306). V oblasti zájmu vědců je přechod k neolitickému zemědělství již dlouho. Právě zde lze předpokládat začátek vývoje, který pokračuje dodnes, tedy nárůst svalové činnosti statického charakteru. Samozřejmě přechod k zemědělství nebyl všude analogický s ideálním modelem. Naopak se zdá, že adaptace minulých populací v přechodu k zemědělství byla pestrá a neprobíhala podle jednoho stejného scénáře (Sládek 2002, 308). Přesto je na místě předpokládat, že s růstem objemu zemědělství a řemeslné výroby, zcela logicky musela klesat lokomoční činnost dynamického charakteru. Experimentální pokusy měření ukázaly, že rozhodující je čas, který by neolitický zemědělec trávil jednotlivými činnostmi. Jak často si vyráběl nové broušené nástroje? Jak často upravoval pole kopaničářskými technikami, jak často kopal v hliníku? Kolikrát týdně nebo měsíčně šel na lov? Jak daleko a často vyháněl svá stáda, popřípadě jak hodně s nimi kočoval? Otázek je jistě mnoho. Ale jisté je, že čím častěji stavěl člověk stavby typu rondel, studna, ohrazení osady apod., tím více převažovala práce s převahou svalové činnosti statického charakteru (Štěpán 2004).

4. Závěr

Při pohledu na zkoumané pracovní činnosti si nelze nepovšimnout výrazných rozdílů v závislosti na intenzitě práce. Intenzita je klíč k odpovědi na otázku „za jak dlouho?“ a platí to i obráceně. Bohužel tento klíč archeologie nemá. Můžeme ovšem předpokládat, že intenzita práce byla, stejně jako dnes, individuální („ulejváci × pracanti“) a také podmíněna vnějšími faktory (nebezpečí, únava, klid, blahobyt, motivace apod.), kdy bylo potřeba práci udělat rychle, naopak kdy se nespěchalo a práce se prováděla v pomalém vytrvalostním tempu (Štěpán 2004).

Každopádně celkový energetický výdej člověka rozmanitost pracovní intenzity příliš nezmění, ale mění se čas. Menší intenzita obvykle bývá kompenzována větším objemem práce. V pojmech fyziky to můžeme vyjádřit následovně: „Nižší výkon ve wattch je podáván delší dobu, tudíž celková práce v joulech je stejná jako při vyšším výkonu po kratší dobu“.

Vznikl soubor zhruba ohodnocených a zařazených pracovních činností. Jeho přiblížení realitě v prehistorii je věcí diskuse a dalšího zkoumání, doufejme s lepším technickým zázemím, ale i výsledky.