

Příští desetiletí bude pro výzkum v oblasti fyziky částic (subjaderné fyziky) klíčové. Výsledky experimentálního a teoretického výzkumu dosažené v uplynulých zhruba 30 letech v této oblasti vedly k formulaci tzv. *standardního modelu* (SM) částicové fyziky, který je založen na principu "lokální vnitřní symetrie" a představuje mimořádně úspěšný rámec pro popis struktury hmoty na vzdálenostech od  $10^{-13}$  cm až do  $10^{-17}$  cm. Podle této teorie jsou základními stavebními kameny hmoty leptony a kvarky; mezi leptony přitom patří např. elektron a neutrino a z kvarků jsou složeny protony, neutrony a další tzv. hadrony. Mezi leptony a kvarky působí 4 typy fundamentálních interakcí: gravitační, elektromagnetická, slabá a silná. Kromě gravitační síly jsou ostatní tři interakce v rámci SM kvantitativně velmi dobře popsány. Jak je dnes již experimentálně ověřeno, jsou zprostředkovány *vektorovými bosony*, což je foton (pro elektromagnetické interakce), částice *W* a *Z* (pro slabé interakce, zodpovědné například za radioaktivní rozpady) a gluony (pro silné interakce, zodpovědné například za vazbu kvarků uvnitř nukleonů). Na slabé a elektromagnetické síly lze přitom pohlížet jako na dílčí projevy jednotné elektroslabé interakce a některé konkrétní projevy tohoto dílčího sjednocení jsou experimentálně dobře testovány. Základní teoretickou metodou SM je kvantová teorie pole, která jednak poskytuje efektivní techniky pro výpočet měřitelných charakteristik interakcí částic v mikrosvětě a má také sama o sobě velmi bohatou matematickou strukturu, která je předmětem samostatného výzkumu. Přes svou nespornou fenomenologickou úspěšnost má SM i řadu nedostatků: obsahuje mnoho volných parametrů, jednotlivé typy sil v něm nejsou důsledně sjednoceny a především není jasný původ hmotností jednotlivých částic. Právě otázka původu hmot kvarků, leptonů a vektorových bosonů *W* a *Z* - jinak řečeno, podstata mechanismu narušení symetrie elektroslabých interakcí - je nejdůležitější otevřenou otázkou současné fyziky částic a její zodpovězení bude rozhodujícím podnětem pro další vývoj v této oblasti. Tento problém těsně souvisí s možnou existencí další částice, tzv. Higgsova bosonu, který je dnes posledním chybějícím článkem SM. Druhým základním směrem výzkumu jsou snahy všech nyní známé síly sjednotit, tj. pochopit je jako projevy jedné fundamentální síly. Mimořádně závažným problémem je přitom možné sjednocení gravitace a ostatních elementárních sil. V současné době převládá názor, že tohoto cíle lze dosáhnout jen pomocí radikální změny našich základních představ o struktuře prostoročasu a hmoty. V této souvislosti se již řadu let rozvíjí ideje, které vycházejí za rámec kvantové teorie pole a jsou založeny na pojmech *teorie strun*. I v rámci konzervativního přístupu založeného na kvantové teorii pole se ovšem nabízí otázka, zda kvarky a leptony jsou skutečně tou nejnižší úrovní struktury, či zda neexistují ještě elementárnější objekty. Všechny tyto otevřené problémy budou předmětem intenzivního experimentálního a teoretického výzkumu v příštím desetiletí.