Abstrakt:

Ve čtyřrozměrné obecné relativitě hraje algebraická klasifikace důležitou roli při studiu prostoročasů, včetně, avšak nikoli výhradně, hledání nových řešení Einsteinovy rovnice. V předložené práci se zabýváme jejím zobecněním do více rozměrů, založeném na roztřídění bázových složek Weylova tenzoru podle jejich transformačních vlastností vzhledem k boostům. Konkrétně se zaměřujeme na její vztah ke dvěma zavedeným konceptům.

Kaluzova–Kleinova redukce může být nahlížena jako relace mezi prostoročasy různé dimenze. Vzhledem k tomu je žádoucí jí porozumět v souvislostech vícerozměrné algebraické klasifikace. Studujeme algebraické vlastnosti Weylových tenzorů vztažených skrze Kaluzovu–Kleinovu redukci. Konkrétně se zaměřujeme na redukci vakuových prostoročasů podle jednoho prostorupodobného Killingova směru a vyšetřujeme četnosti zarovnání dvou vztažených nulových směrů s Weylovým tenzorem, které jsou rovnoběžné v kalibraci, kde jsou kolmé k Maxwellově potenciálu. Vyjádříme vztahy různých veličin v těchto vztažených prostoročasech, jako jsou Riemannovy a Weylovy tenzory, optické matice a negeodetičnosti, a ukážeme tak některé zajímavé důsledky ohledně redukce Kundtových prostoročasů a prostoročasů připouštějících geodetický nulový směr. S jejich pomocí formulujeme algebraické podmínky nutné a postačující k tomu, aby Kaluzův–Kleinův lift zachovával typ popsaného zarovnání s Weylovým tenzorem. V případě četností tři a čtyři s nenulovým Maxwellovým polem, kde se ukáže, že oba prostoročasy musí být Kundtovy, předložíme explicitní tvar průběhu skalárního potenciálu, který je v šesti a více rozměrech nutný pro zachování popsaného zarovnání, a diskutujeme některé kvalitativní odlišnosti oproti čtyřrozměrnému případu.

Goldbergův–Sachsův teorém je zajímavé tvrzení týkající se čtyřrozměrných Einsteinových prostoročasů, které dává do souvislosti geometrické vlastnosti nulových kongruencí s algebraickými vlastnostmi Weylova tenzoru. V jedné důležité aplikaci může být uplatněno jako omezení tvaru optické matice algebraicky speciálních Einsteinových prostoročasů. Předkládáme částečné zobecnění tohoto omezení do šesti rozměrů, v podobě konkrétních tvarů, které musí optická matice splňovat, jestliže má hodnost čtyři nebo tři a příslušný nulový směr je geodetický a četnost jeho zarovnání s Weylovým tenzorem je dva. Tím efektivně snižujeme počet volných parametrů takových optických matic z deseti na pět.