

Jedinečná technika Mitsubishi Motors:

První dieselový motor ve světě osobních vozů s proměnlivým časováním ventilů.

Mitsubishi Motors je první značkou, která představila do svých osobních vozů vznětové motory s proměnlivým časováním a zdvihem ventilů.

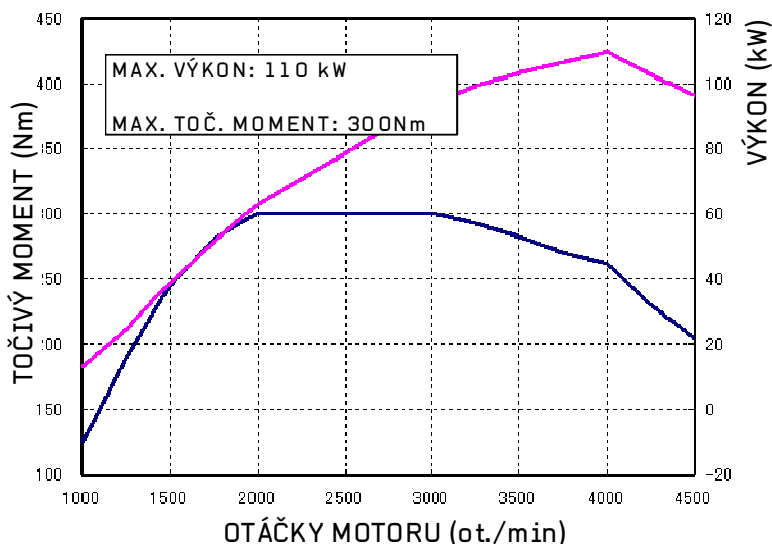
Jedná se o unikátní moderní motory Mitsubishi s označením 4N13 montované v současné době do novinky z třídy crossoverů Mitsubishi ASX a do nových modelů Mitsubishi Lancer, resp. 4N14 montované nově do Mitsubishi Outlander.

Zbrusu nový dieselový motor 1.8 DI-D MIVEC z dílny Mitsubishi, který jako první vznětový motor na světě využívá technologii variabilního časování ventilů MIVEC, se dodává ve dvou výkonových verzích. Svým akustickým projevem patří mezi nejkultivovanější dieselové motory současnosti a díky použité technologii proměnlivého časování ventilů a nízkého kompresního poměru (14,9 : 1) dosahuje v novém Mitsubishi ASX nejnižší kombinované spotřeby paliva (5,5 l / 100km) a emisí CO₂ ve své třídě.



Základní charakteristiky motoru 1.8 DI-D MIVEC

- Společný vývoj Mitsubishi Motors Corporation (MMC) a Mitsubishi Heavy Industries (MHI)
- Kompresní poměr 14,9 : 1 - nejnižší mezi osobními vozy vybavenými dieselovým motorem
- Variabilní časování a zdvih sacích ventilů - světová premiéra u osobního vozu vybaveného dieselovým motorem
- Turbodmychadlo s proměnnou geometrií lopatek
- Hliníkový blok / plastový kryt hlavy válců
- Výkon až 110 kW (150 k) při 4 000 ot./min; točivý moment 300Nm / 2000-3000 ot/min.
- Nízký dopad na životní prostředí - emise CO₂ v modelu ASX od 145 g/km, v modelu Lancer od 136 g/km



Historie motoru 1.8 DI-D MIVEC

Motor 4N13, jenž byl původně oznámen 20. června 2006 a poprvé představen na konceptu Concept-cX v září 2007, umožňuje společnosti Mitsubishi Motors lépe reagovat na budoucí tržní trendy při použití vlastní technologie a snížení závislosti na vnějších partnerech, ať už jde o zásobování nebo vývoj. Nový motor má **vysoce efektivní charakteristiky spalování**, plynoucí z použití **vlastních analytických technologií společností MMC a MHI**.



Společnost MHI poskytla – mimo jiné – technické znalosti získané při výrobě a vývoji průmyslových a lodních vznětových motorů, ale také technologie používané v plynových turbínách a inženýrské zkušenosti v oblastech odlévání (hliníkový blok válců), přenosu tepla (hlava válců) a spalování.

Hlavní technologií je však především **vlastní systém variabilního časování a zdvihu ventilů MIVEC firmy Mitsubishi** – první systém na světě určený pro osobní vozy vybavené vznětovým motorem, který sám o sobě umožňuje využití nízkého kompresního poměru a z toho plynoucích výhod pro zákazníka.

Není žádným překvapením, že tento inovativní přístup v MMC již přinesl mnohé novinky další automobilové techniky, jako například vyvažovací hřídel „Silent Shaft“ licencovaný na celém světě nebo průkopnický motor „GDi“ – předchůdce všech dnešních benzínových motorů s přímým vstřikováním, elektrické hnací ústrojí a operační systém („MiEV OS“) dnešního sériově vyráběného elektromobilu nazvaného i-MiEV.

S ohledem na strategické potřeby trhu se konstruktéři firmy Mitsubishi museli vypořádat se dvěma protichůdnými skutečnostmi:

- Na jedné straně **osvědčené know-how v oblasti vývoje benzínových motorů**, ať je to například drobný, ale vysoce efektivní tříválec o objemu 660 ccm MIVEC montovaný do vozů „i“ pro japonský trh nebo výkonný čtyřválec 2,0 l MIVEC s výkonem 295 k používaný na vozech Lancer Evolution.
- Na druhé straně **oblast vznětových motorů** – kde většina jejich nejnovějších technologií souvisela obvykle se **speciálními požadavky vozů pro náročný provoz 4x4**, jako jsou vozy Pajero/Montero/Shogun nebo L200.

Nezatíženi interními konstrukčními konvencemi anebo tradicemi, přeměnili konstruktéři tuto výzvu na příležitost, začali s čistým stolem a několika jednoduchými otázkami:

- *„Mohlo by se naše know-how v oblasti technologií zážehových motorů použít i pro vznětové motory?“*
- *„Když známe konkrétní specifika této technologie, můžeme vytvořit vznětový motor co nejpodobnější zážehovému motoru?“*
- *„Mohou technologie zážehových motorů přispět ke vzniku nové generace velmi šetrných vznětových motorů?“*

Odpovědí na tyto otázky se stal motor „4N13“: kompaktní a lehký motor poskytující vysoký výkon, vynikající spotřebu paliva a úroveň emisí s potenciálem pro další vývoj.

Motor 4N13 sdílí základní prvky (lehký hliníkový blok válců litý pod tlakem, plastový kryt hlavy válců - o 50% lehčí než jeho hliníkový ekvivalent atp...) s nejnovějšími zážehovými motory MMC a využívá jiné pokrokové technologie jako například systém vstřikování paliva common-rail DENSO s tlakem 2000 bar (pro vyšší výkon a nižší úroveň emisí CO₂) nebo o 15 mm odsazený klikový hřídel od osy válců pro nižší tření o stěnu válce a nižší emise CO₂.

Tato podobnost s rodinou zážehových motorů MMC nabídla některé zřejmé výhody, ať už jde o délku jeho vývoje (přibližně 3 roky od prvních technických studií po zahájení výroby v dubnu 2010) nebo úsporu nákladů díky využití společných výrobních nástrojů v motorárně MMC Shiga.

Rekordně nízká komprese

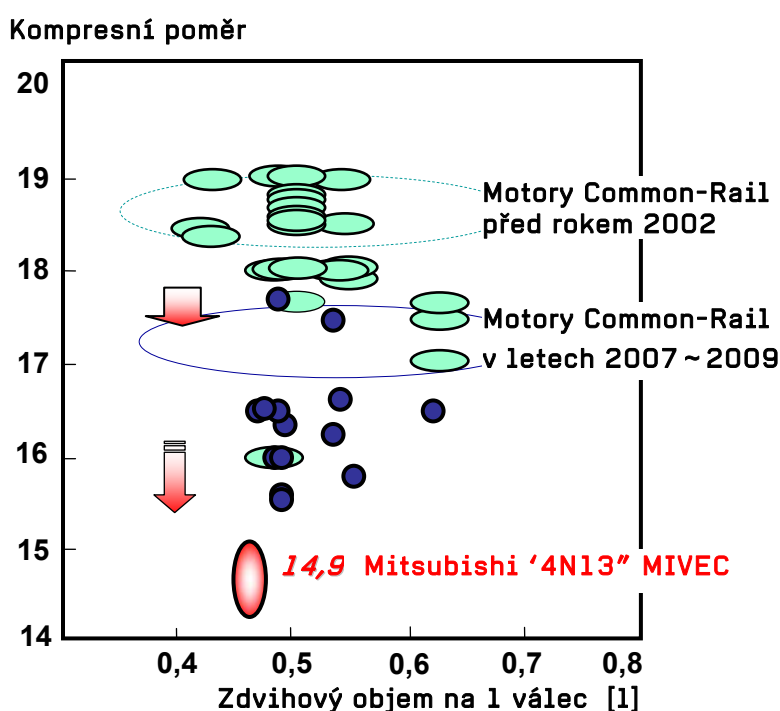
Klíčem k pochopení procesu vývoje tohoto motoru a jeho výjimečných provozních vlastností je pro vznětový motor velmi nízký kompresní poměr 14,9:1, což je nejnižší hodnota mezi všemi osobními vozy s dieselovým pohonem na trhu.

Takto nízký kompresní poměr byl jedním z hlavních cílů techniků MMC a MHI, a to proto, aby bylo dosaženo **minimální úrovně hluku, nízkých vibrací, nízkých emisí** - zejména NO_x (emise NO_x se u vznětových motorů, které obecně pracují při spalování s přebytkem kyslíku, v katalytickém systému jen velmi těžko odstraňují a navíc je na jejich snížení v poslední době emisními předpisy kladen, zvláště u vznětových motorů, velký důraz), **dlouhodobé spolehlivosti, plynulého chodu motoru a skutečného potěšení z jízdy.**

Navíc omezení kompresního poměru na 14,9:1 také pomohlo udržet pod kontrolou vnitřní síly a vysokou teplotu uvnitř bloku motoru. Díky tomu může být motor lehčí a kompaktnější.

Pokud někdo namítne: „Pozor, se snižujícím se kompresním poměrem klesá i tepelná účinnost motoru!“, je to pravda jen z části. Při nízkém kompresním poměru se skutečně snižuje tepelná účinnost, ale na druhou stranu při příliš vysokém kompresním poměru už neroste křivka celkové účinnosti tak strmě, takže není žádoucí za každou cenu dosahovat extrémně vysokých kompresních poměrů. Navíc při vysokém kompresním poměru nastává potíž se zvyšujícími se mechanickými silami uvnitř motoru a dochází tak k poklesu mechanické účinnosti. Pravdivost této teorie dokazuje postupně se snižující kompresní

Velmi nízký kompresní poměr je zásadní pro snížení emisí a zachování vysokého výkonu motoru



poměr všech moderních dieselových motorů s přímým vstřikem paliva, který postupně u všech značek klesá přibližně z hodnot 20:1, které byly naprosto běžné ještě před několika lety, až na současných 17:1 nebo 16:1. Motory s vysokým kompresním poměrem zároveň vyžadují použití velmi tuhých konstrukčních prvků (blok motoru, klika, ojnice atd.) a díky nim se takové motory stávají velmi těžké s robustní. Mitsubishi Motors se však podařilo díky další ojedinělé technologii - MIVEC - snížit kompresní poměr až na hodnotu 14,9:1. Motor 4N13 se tak svým kompresním poměrem vlastně přibližuje hodnotám kompresních poměrů špičkových závodních zážehových motorů, které však musí používat ke svojí bezchybné funkci vysokooktanové palivo. I díky tomu je celý motor lehčí, má velmi hladký běh a vysokou životnost bez tvorby zbytečných emisí.

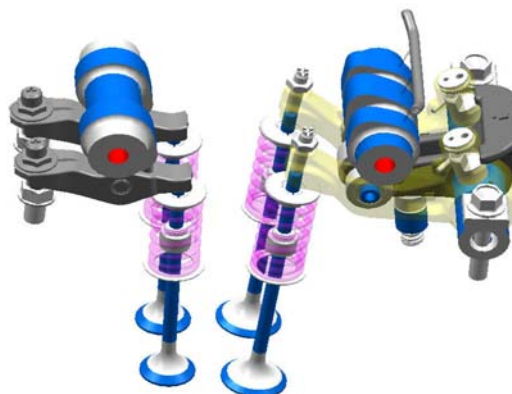
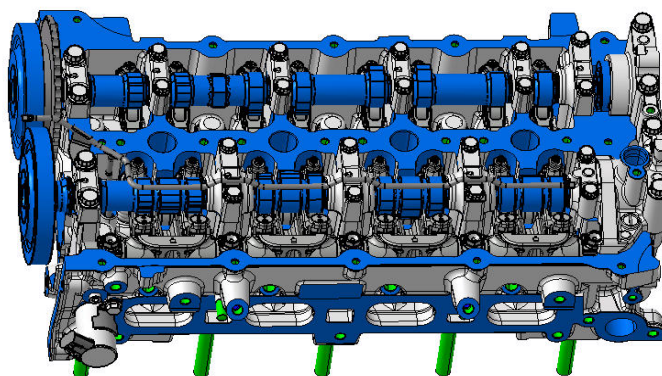
První na světě: MIVEC

Tak jako se vůz i-MiEV (první seriově vyráběný elektromobil na světě) stal realitou díky vývoji jeho tolik oceňovaného operačního systému „MiEV OS“, je existence motoru 4N13 do velké míry založena na jiné vlastní technologii společnosti Mitsubishi Motors - MIVEC (zkratka pro „Mitsubishi Innovative Valve Timing Electronic Control System“, tedy novátorský systém elektronického variabilního časování a zdvihu ventilů Mitsubishi).

Tento systém variabilního časování ventilů použilo Mitsubishi Motors jako první na světě pro vznětové motory lehkých nákladních/osobních vozů. MIVEC, který je použit pro rozvod sacích ventilů, umožnil dosáhnout kompresního poměru 14,9:1 a sám o sobě se stal příčinou vynikajících dynamických jízdních vlastností motoru 4N13.

MIVEC

Světová premiéra pro
dieselové motory osobních
vozů



Úkol dosáhnout uspokojivého startování za studena i stability spalování při nízkém kompresním poměru byl skutečně splněn tím, že byla **technologie MIVEC použita pro:**

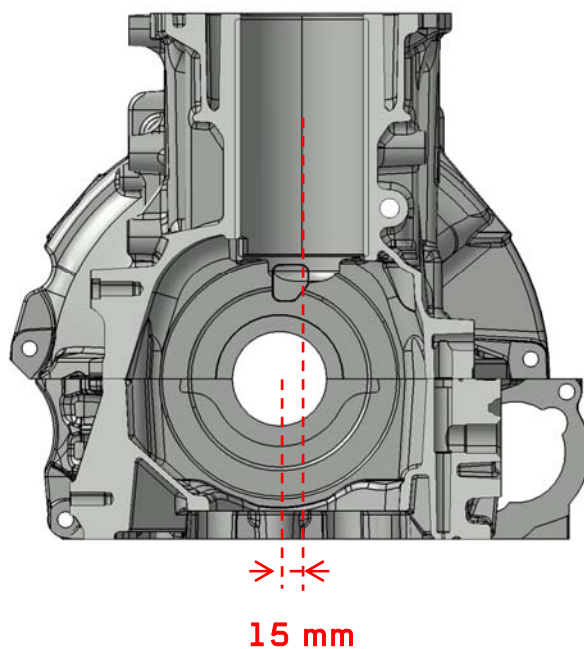
- 1) **předsunutí načasování zavření sacích ventilů** pro zlepšený efektivní kompresní poměr
- 2) **zmenšení zdvihu na jednom sacím ventilu při nízkých otáčkách** motoru pro intenzivnější víření a s tím související regulaci teploty ve válci na konci komprese i proudění ve válci

Konstrukce systému MIVEC je založena na využití dvou různých vačkových profilů pro ovládání sacích ventilů. Přepínáním vahadel pro jednotlivé profily vačky pomocí pístků plněných tlakem oleje na základě povelu od elektromagnetického ventilu je dosaženo různých úhlů otevření sacích ventilů a různých zdvihů ventilů pro různé otáčky a zatížení motoru.

Optimalizace tvaru spalovací komory v pístu (tvar „mělké misky“) a parametrů vstřikovacího ventilu byla doplněna o **vícetupňové vstřikování Denso s maximálním tlakem až 200 MPa a moderními sedmiotvorovými vstřikovači** pro jemnější rozprášení vstřikovaného paliva, které bere do úvahy vytváření směsi a charakteristiky zapalování, aby bylo podpořeno spalování předem smíchané směsi. Tento systém je dnes schopen vstřikovat až 9x během jednoho pracovního cyklu válce. S využitím veškeré dostupné moderní technologie mohlo být dosaženo rekordního kompresního poměru motoru 14,9:1.

Úspora paliva a emisí byla pro výrobce naprosto zásadním úkolem

Kromě již zmíněného systému MIVEC výrobce hledal další možnosti úspory paliva a emisí CO₂. Nemalé možnosti v této oblasti skýtalo **zvýšení celkové mechanické účinnosti** motoru. Motory současných modelů Mitsubishi udělaly za poslední desetiletí obrovský pokrok, ač by se mohlo zdát, že po této stránce už nelze snad nic vylepšit. Mechanická účinnost představuje bilanci motoru v poměru produkovaného výkonu a výkonu ztraceného mechanickým odporem soustrojí, vířením náplně a vlivem zvyšujících se otáček. Zlepšováním mechanické účinnosti současných motorů vede cesta k nižší spotřebě a dalšímu zvýšením výkonu.



Mnohdy zdánlivě malicherné zásahy konstruktérů se nakonec ukazují jako veledůležitá rozhodnutí:

- motor 4N13 má stěny pístu potažené materiálem nazvaným GRAFAL^R (plastový kompozit s příměsí grafitu) snižující tření ve válci
- písty jsou osazeny pístními kroužky, které svojí povrchovou úpravou a tvarem snižují tření
- konstruktéři použili vyosení kliky oproti ose válců o 15 mm, což vede k nižšímu namáhání stěny válce a snížení tření pístu až o 20%
- motor používá plochý samonapínací řemen pro pohon čerpadla chladicí kapaliny, který nepotřebuje napínací kladku a snižují se tak ztráty třením i celková hmotnost motoru



Turbodmychadlo s proměnnou geometrií

Celková výkonnost se ještě více zlepšila díky použití turbodmychadla s proměnnou geometrií (VG) TF 035 od firmy MHI.

Pro připomenutí, cílem technologie proměnlivé geometrie lopatek turbodmychadla je nalezení optimálního plnicího poměru jak při nízkých, tak při vysokých otáčkách, což je samo o sobě zárukou efektivity, zejména v oblastech výfukových emisí a rychlé reakce (neexistence prodlevy, atd...).

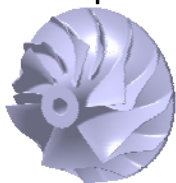
U motoru 4N13 společnosti MMC byla použita novátorská konstrukce hliníkového kola kompresoru s 8 lopatkami a upraveným tvarem (místo 12 lopatek na běžném typu), která vede k rozšíření provozního rozsahu kompresoru a tudíž zvýšení účinnosti přeplňování. Analogicky se proměnný výkon turbíny projevuje v rychlé reakci při akceleraci a optimálním plnicím tlaku v celém pásmu otáček motoru, aby byl zajištěn dynamický výkon a nízké emise.

Při porovnání se stávajícími motory 2.0 DI-D, které byly dosud k dispozici například na modelu Lancer, jsou výhody motoru 4N13 jasné - i když má o 200 ccm menší zdvihový objem, jeho výkonové hodnoty jsou blízké hodnotám motoru vyššího objemu.

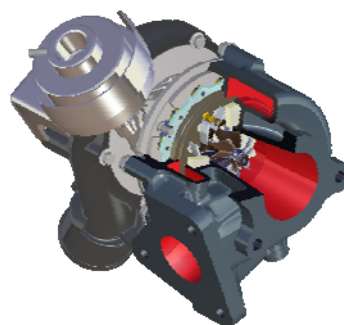
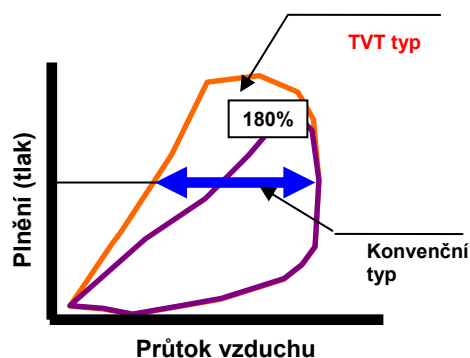
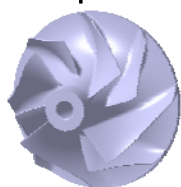


TURBODMYCHADLO

Konvenční typ
12 lopatek



TVT typ
8 lopatek



Motory 4N1... tvoří novou moderní rodinu dieselových motorů

Motory řady 4N1 nejsou určeny jen pro modely Mitsubishi ASX a Mitsubishi Lancer, ale jejich konstrukci a inovativní detaily se Mitsubishi rozhodlo využít u motorů vyšších zdvihových objemů určených do modelů Mitsubishi Outlander, které tvoří páteř třídy středně velkých SUV.

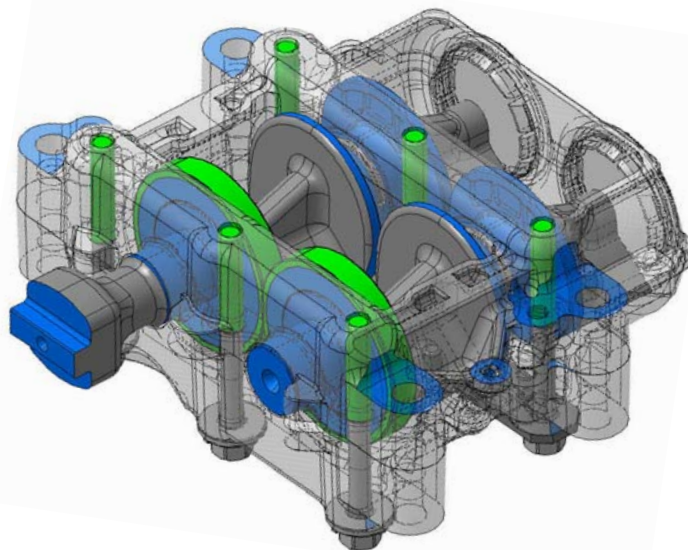
Takovým motorem je další úplně nový motor 4N14 o zdvihovém objemu 2,268 cm³ (vrtání a zdvih 86,0mm x 97,6mm). Motor dosahuje špičkových parametrů výkonu a točivého momentu při zachování nízkých emisí, nízkého hluku a úrovně vibrací, a to v celém rozsahu otáček a zatížení motoru. Hlavní devizou jsou již zmíněné novátorské technologie proměnlivého časování zdvihu sacích ventilů MIVEC a zachování nízkého kompresního poměru 14,9 :1.

Parametry motoru 2.2 DI-D MIVEC "4N14" použitého v Mitsubishi Outlander

Zdvihový objem	2 268 cm ³
Výkon motoru	130 kW (177 k) při 3,500 ot./min.
Točivý moment	380 Nm při 2000-3000 ot./min.
Emise CO ₂	165 - 169 g/km
Kombinovaná spotřeba paliva	6,3 - 6,5 l/100 km

Právě zachování klidného a tichého chodu bez zbytečných vibrací bylo kromě zachování nízké spotřeby a úrovně emisí hlavním úkolem vývojového týmu Mitsubishi. Je zřejmé, že s rostoucím zdvihovým objemem a s rostoucí hmotností konstrukčních prvků motoru rostou hmotnosti použitých konstrukčních dílů (píst, ojnice, kliková hřídel atd.) a s tím i nevyvážené hmoty motoru a setrvačné síly. Zvláště vyvážení setrvačných sil 2. řádu je pro klidný běh motorů vyšších zdvihových objemů extrémně důležité. V tomto případě Mitsubishi nenechalo nic náhodě a použilo u motoru 4N14 jednotku vyvažovacích hřídelů umístěnou do olejové vany a poháněnou od klikové hřídele. Vyvažovací hřídele jsou dvě, navzájem se otáčejí opačným směrem a mají dvojnásobné otáčky než klikový hřídel motoru.

Motor (4N14) Jednotka vyvažovacích hřídelů



Dalším konstrukčním prvkem zklidňujícím běh motoru a tlumícím nerovnoměrnost chodu 4válcového pístového motoru je dvoumotový setrvačník, který je u tohoto moderního motoru použit také.