

Lehké automatické metro v Kodani jako součást i podmínka rozvoje regionu Øresund

Závěrečným bodem a vrcholem zasedání Řídícího výboru UITP ve dnech 7. a 8. listopadu 2002 v Kodani byla technická exkurze na nově otevřené lince kodaňského metra.

Metro bylo slavnostně uvedeno do provozu necelé tři týdny předtím, v sobotu 19. října 2002, za účasti dánské královny a dvou set pozvaných hostů. Královna přestříhla pásku ve stanici Ørestad, která je symbolickou „točnou“ nového dopravního systému a otevřela tak první jedenáctikilometrovou etapu prvního metra v Dánsku. Zbývající část víkendy byla „otevřeným dnem“, kdy se novým metrem svezlo na 100 000 návštěvníků. V pondělí 21. října provozovatel Metro Service zahájil normální provoz na základě jízdních řádů.

Kodaň – centrum regionu Øresund

Poslední vývoj potvrdil jednoznačnou oprávněnost postavení Kodaně jako přirozeného centra regionu Øresund, jehož celkový rozvoj z něj činí jeden z nejdynamičtějších regionů v Evropě v minulém desetiletí.

O novém silničním a železničním visutém mostu,

uvedeném do provozu v červenci 2000, přinesl zajímavé informace ve svém článku v červencovém vydání 2002 DP-KONTAKTU ing. Petr Skala z o. z. Metro. Pevné spojení mezi dánskou a švédskou stranou Øresundu vytvořilo předpoklad pro posílení celkového potenciálu, kterým region disponuje v oblasti know-how, a který se stává vysoce přitažlivým pro investory. Zájem mezi mezinárodně orientovanými obchodními a podnikatelskými organizacemi rychle roste.

Takový proces vyžaduje prostor pro rozvoj a zde je Kodaň mimořádně dobře situovaná, protože disponuje kapacitou k rozšiřování svých hranic pouze pár minut od svého historického centra. Všechny nitky vedou do Ørestadu, který se stává místem expanze tradičního města.

Kodaň je branou do oblasti Baltiku, ve které velký počet zemí prochází bezprecedentním hospodářským vývojem a významnou politickou stabilizací na jejich cestě do Evropské unie. Současně se srdce hospodářských aktivit skandinávských zemí posunuje směrem na jih, jak je zřetelné z narůstajícího významu

jihu Švédska, kde města Malmö, Lund a Helsingborg společně s kodaňskou aglomerací tvoří region s velkým ekonomickým potenciálem. Kodaň je v každém směru silným pivotním bodem regionu Øresund o ploše 14 tisíc km², ležícího na křižovatce cest mezi Skandinávií a evropským kontinentem.

Jak ukazuje zkušenost jiných evropských regionů, budoucí růst regionu nezávisí pouze na kapacitě Kodaně. Dynamika regionu může být uchována pouze tehdy, budou-li existovat dostatečně přitažlivé pobídky jak pro soukromé, tak pro veřejné investory na obou stranách Øresundu – ve Švédsku i Dánsku. Region se stává předním příkladem evropské vzájemné přeshraniční závislosti.

Je zajímavé, jaké argumenty uvádí instituce zodpovědné za rozvoj regionu: „Jde o region, jehož potenciál a ideální kombinace hospodářského rozvoje a kvality života mu dává sílu a přitažlivost konkurovat nejmocnějším evropským regionům. Jde o prosperující region s HDP ve výši 21 800 amerických dolarů na obyvatele (1996). Patří též mezi špičkové evropské regiony pokud jde o vědeckou tvořivost, což dokládá objem publikovaných vědeckých prací vycházejících z oblasti – překonává ji pouze Londýn, Paříž a Amsterdam/Rotterdam.“ Region Øresund může být též hrdý na třímilionovou populaci s vysokou koncentrací obchodních aktivit a vysokou úrovní vzdělanosti. Ve skupině obyvatel mezi 20 až 59 lety věku je jich téměř 82% aktivních v různých oblastech byznysu. V současné době je na 120 tisíc studentů zapsáno v některém z 20 regionálních center vysokého školství a výzkumu. Jde rovněž o populaci s dobrými jazykovými znalostmi. Tři ze čtyř obyvatel regionu mluví anglicky. U mladých lidí jde o úroveň 95% – téměř dvojnásobnou než je číslo pro celou současnou Evropskou unii. Podle IDC/World Times informačního indexu byly Švédsko a Dánsko na rozhraní století mezi nejrozvinutějšími IT zeměmi (zeměmi s inteligentními technologiemi) na světě, před nimiž byly pouze USA a Finsko.

Kodaňské metro

Slavnostnímu otevření předcházelo 30 let diskuzí a 8 let plánování a budování. Další 5 let zabere dokončení výstavby sítě do její prozatímní vyprojektované délky 21 km.

V červnu 1992 dánský parlament odhlasoval tzv. Ørestad Act – zákon o vybudování nového města jižně od historického centra. Za tímto účelem byl v roce 1993 vytvořen úřad nazvaný Ørestad Development Corporation (Ørestadsselskabet) – ØSK, vlastněný městem

Nový most mezi Dánskem a Švédskem přinesl nové možnosti pro region Øresund.





Kodani (55%) a dánským státem (45%). Terén o rozloze 310 hektarů byl dán k dispozici ØSK zdarma.

Integrální součástí koncepce nového města bylo zajištění jeho vysoce kvalitního spojení veřejnou dopravou s centrem Kodaně, aniž by bylo řečeno, o jaký druh dopravy se má jednat. Měl to být nejvhodnější druh dopravy, nutně ne nejlacinější.

Letecký pohled na novou trať metra a staveniště v Ørestadu.



ØSK se držel záměru nevytvářet vlastní stálovou samostatnou technickou organizaci a rozhodl se zadávat jednotlivé úkoly, jak to jen půjde, vnějším konzultantům a poradcům. Základní organizace je tak štíhlá a pružná, a vždy pohotová přizpůsobit se jednotlivým fázím implementace systému. Na základě mezinárodních výběrových řízení byla zadána řada úkolů konzultantským organizacím a za hlavního konzultanta pro projektovaný management a stavební práce byla určena společnost COWI. (Podrobnou informaci o průběhu výběrových řízení podává článek „Vybálcování rizik v Kodani“ uveřejněný v *Railway Gazette International* v lednu 2003.)

Na základě porovnávací studie bylo v říjnu 1994 rozhodnuto o realizaci automatického lehkého metra. Rozhodujícím faktorem byla přitažlivost tohoto systému pro cestující z hlediska schopnosti pružně reagovat na nepravidelnosti toků cestujících a přítomnosti stvardů ve vlacích namísto strojvůdců, což znamenalo, že nebudou nutné jízdenkové turnikety na vstupech do stanic.

Úkolem ØSK bylo metro co nejdříve postavit, zajišťovat plány rozvoje města a prodej pozemků v průběhu příštích 30 let. Výstavba metra byla financována z mezinárodních půjček, jejichž garantem byl stát a město. Investice budou spláceny z příjmů z provozu metra a z růstu cen pozemků jako výsledku postupného rozvoje. Smlouvy byly podepsány v říjnu 1996. Hlavní smlouva na stavební práce byla udělena Comet Group (SAE, Bachy-Soletanche, Strabag, Astaldi, NCC) a italská společnost Ansaldo získala smlouvu na dodání dopravního systému.

Realizace celého systému metra proběhne ve třech fázích. První do provozu uvedenou fází je úsek postavený na území města Kodaně ze stanice Nørreport do stanice Vestamager, s větví do Lergravsparken, spojující město Kodaň s hustě osídlenou oblastí Amager. Dru-

há fáze je ve výstavbě, vede z Nørreport do Vanløse a vstupuje na území města Frederiksberg, jehož městský úřad je partnerem pro výstavbu tohoto úseku. Fáze tři vede ze stanice Lergravsparken na kodaňské letiště. Partnerem se zde stává Úřad Velké Kodaně – Greater Copenhagen Authority – HUR.

Tunelová část první fáze realizace metra vede hustou zástavbou centra města z Nørreportu do stanice Islands Brygge a na větví mířící na letiště do současného terminálu v Lergravsparkenu. Ve druhé fázi je pod zemí budován úsek do stanice Frederiksberg. Větev první fáze obsluhující Ørestad vede z Islands Brygge nad zemí a za stanic Ørestad směrem na jih klesá na nízký násep.

Provoz a údržba metra

Jak již bylo zmíněno, majitel metra ØSK na základě výběrového řízení přidělil zajištění dodávky vozových souprav a automatického systému provozu italské společnosti Ansaldo, a to současně s koncesí na pětileté provozování metra s tříletou opcí. Tato smlouva je založena na dohodnutém grafikonu vlakové dopravy s cílovými hodnotami jeho plnění, které bude měřeno, včetně měření kvality služby.

Ansaldo jako koncesionář vybral britskou Serco Group a dánskou Arriva k vytvoření společné provozní společnosti, Metro Service. Ta začala v roce 1999 vytvářet organizaci schopnou zajišťovat provoz a údržbu celého systému na základě psaných a odsouhlasených procedur. Metro Service rovněž začala vyhledávat odpovídající typ zaměstnanců se smyslem pro službu, které začala pro tento účel školit. Metro Service převzala první úsek kodaňského metra do vlastnictví na konci června 2002 a zahájila zkušební provoz.

Pobídky pro lepší kvalitu

● Pokuty a pobídky

Vzniknou-li jakékoli problémy v provozu či údržbě, dostane provozovatel finanční pokutu. Spojení dodávky systému, jeho provozování a údržby je pro dodavatele pobídkou plnit vysoké provozní požadavky ØSK. Smlouva s provozovatelem zároveň zahrnuje řadu pozitivních finančních podnětů pro nepřetržitě zlepšování provozní kvality. Chce se tak dosáhnout jak zvyšování počtu cestujících tak jejich vyšší spokojenosti.

Schéma tří fází výstavby kodaňského metra.



● 24hodinový provoz

Metro bude jezdit celých čtyřadvacet hodin. Kromě nočního provozu budou vlaky tak četné, že cestující nebudou potřebovat jízdní řád. Zatímco ve vnitřním městě budou provozní intervaly 1 minuta 30 vteřin ve špičkových obdobích a 3 minuty v sedle, v noci mezi 1. a 5. hodinou ranní budou intervaly 15 minut jednotně pro celou síť.

● Snadné přestupy

Všechny stanice jsou vybaveny zařízením pro parkování jízdních kol. Přestupní vazby na vlaky a autobusové linky jsou co nejkratší. V centrální stanici metra Nø rresport slouží k přestupu na regionální vlaky a S-Bahn 40 m dlouhý tunel pro pěší. Z něj mají cestující přístup k S-Bahnu pomocí schodišť, eskalátorů a výtahů.

● Alespoň 98% všech souprav jezdí včas

Automatické metro bez strojvůdce bylo koncipováno tak, aby zajišťovalo 98%ni spolehlivost včasných odjezdů ze stanic dle grafikonu. Provozovatel metra bude placen na základě kvality služby – nižší spolehlivost provozu než 98% bude pokutována, za vyšší budou prémie.

● Bez strojvůdce – ale s doprovodem

Všechny soupravy jezdí bez strojvůdce – „oživují“ je však stevardi. Jejich úkolem je pomáhat cestujícím, zajišťovat kontrolu jízdenek, zasahovat v naléhavých případech a vytvářet svou přítomností pocit bezpečí. Jsou též školeni pro lehké údržbové práce. Všichni stevardi metra jsou v přímém rádiovém spojení s centrálním dispečinkem a vzájemně mezi sebou. Stevardy je možné okamžitě kontaktovat z bodů nouzového volání ve stanicích a v soupravách. ØSK, Ansaldo a Metro Service uzavřely jako doplněk ke smlouvě partnerství,

Stevard metra pomáhá cestujícím, kontroluje jízdenky, navozuje klima bezpečí.



jehož klíčovými slovy jsou:

M	jako Maximalizovat (vytvářet win-win situace),
E	jako Mít radost, užít (Enjoy) (vytvářet motivaci),
T	jako Důvěra (Trust) (vytvářet důvěru),
R	jako Reagovat (reagovat na nesoulad),
O	jako Otevřenost (otevřený systém).

Partnerství bylo posíleno v roce 2001 vytvořením průřezových organizačních skupin, které pracují na tématěch jako je kvalita a životní prostředí, školení a nábor, náhradní díly, provoz, bezpečnost a informační systémy, služby zákazníkovi a dalších. Účelem skupin je dosahovat synergie a zajistit optimální komunikaci mezi zaměstnanci provozovatele a zaměstnanci ØSK při schvalování dokumentů.

Že o místa stevardů metra byl zájem svědčí počet 800 lidí, kteří žádali o přijetí u Metro Service. Protože stevardi jsou v denním kontaktu s cestujícími, jejich vzhled je považován za jednu z rozhodujících částí celé koncepce metra a jeho designu. Aby z nich vzařovala směsice laskavosti, kompetentnosti, ale i autority, bylo na jejich uniformy též vypsáno výběrové řízení. Pro vítěznou dodavatelskou firmu zpracovala design slavná návrhářka Lene Karlsson, celkovému dojmu dominuje jednoduchost a funkčnost, při použití nových materiálů.

● Přístup pro osoby s omezenou pohyblivostí

Metro je navrženo tak, aby mohlo být plně užíváno všemi. Vůdčí filozofií návrhu bylo, že osoby s omezenou pohyblivostí budou schopny používat metro s co

nejmenší možnou asistencí. Stanice metra a soupravy byly navrhovány v dialogu s jejich organizacemi. Navíc byly uskutečněny předběžné zkoušky na modelu vozu metra v měřítku 1:1, aby se vyjasnily všechny detaily vjíždění a vyjíždění vozíčkářů a stanovily se modely jejich pohybu a pozice jejich úchyty ve vozidle.

Funkční stanice – nadčasový design

Design podzemních stanic

Základní filozofií projektu bylo vytvořit snadno provozovatelné stanice metra, které nabízejí cestujícím ideální podmínky přístupu z úrovně ulice na nástupiště.

● Harmonické splnutí

Vzhledem k tomu, že metro bude sloužit dlouho, jeho design postupně splyne s okolím a zároveň jej pozvedne na vyšší úroveň – jak v existujícím městě, tak v novém Ørestadu. Aby se toho dosáhlo, jsou stanice – jako ostatní části metra – navrženy v klasickém, skandinávském stylu.

● Devět podzemních stanic

Celkem bude v síti realizováno devět podzemních stanic metra, z nichž šest jsou hluboké a tři jsou blíže povrchu. Hluboké podzemní stanice jsou v podstatě rozsáhlé pravoúhlé prostory založené do hloubky 20 m, dlouhé 60 m a široké 20 m. Úroveň nástupiště je 18 m pod povrchem. Těleso stanice má plochý strop se světlíky. Celá stanice je umístěna do tohoto prostoru. Jednou z mnoha výhod tohoto řešení je, že všechny stanice mohou být postaveny v ulicích nebo na náměstích, což eliminovalo potřebu vyvlastňovat okolní budovy.

Pohled na vnitřní uspořádání podzemní stanice.



Informační sloup: viditelné označení vstupu do stanice metra.



● Tvorba nových městských prostorů

Z vnějšího pohledu jsou tunelové stanice vizuálně nevtíravé, nabízejí naopak příležitost k tvorbě prostorů náměstí. Takové náměstí obsahuje řadu světlíkových šachet, prosklený výtah, vstupní schodiště, orientační značení a další výbavu uličního prostoru. Metro tak napomáhá ve vytváření nových městských prostor.

● Informace ve všech úrovních

První věc, podle které lze zaznamenat stanici, je sloup umístěný na povrchu a upozorňující na vstup do podzemní stanice. Na sloupu je umístěn elektronický displej s informacemi, mimo jiné o poloze soupravy. Má-li souprava zpoždění, cestující jsou o tom informováni předtím, než začnou sestupovat k nástupišti. Schodiště z uliční úrovně vede do úrovně vestibulu, kde jsou doplňující informace o metru, mapa sítě, další informace o veřejné dopravě, mapa okolí stanice, jízdenkové automaty a označovací strojky.

● Světlo, i když je zataženo

Z úrovně vestibulu lze přehlédnout celou stanici. Prostor od úrovně nástupiště ke staničním světlíkům je volný, ničím nepřepažený.

Světlíky vedou denní světlo a sluneční paprsky až k úrovni nástupišť. Denní světlo je doplňováno umělým osvětlením, které je regulováno podle objemu vstupujícího denního světla. Výsledkem je, že prostor stanice působí vždy světle. Večer staniční osvětlení vychází světlíky na povrch a je jasným orientačním bodem označujícím polohu stanice.

● Eskalátory a staniční výtahy

Z každého vestibulu vedou dolů k nástupišti dva eskalátory a dva nahoru od nástupišť. Eskalátory jsou vzájemně posunuty, aby se rozptýlil proud cestujících. Na nástupiště se lze též dostat výtahem propojujícím uliční úroveň s nástupištěm.

● Ostrovní nástupiště

Nástupiště jsou realizována jako ostrovní. Na základě simulačních počítačových modelů proudů cestujících jsou navržena pro zajištění co nejjednodušších podmínek pro vstup, výstup a přestupy.

● Simultánní otevírání dveří

Na hraně nástupiště je situována skleněná stěna s dveřmi. Když souprava zastaví u nástupiště, dveře ve stěně se překrývají s dveřmi soupravy a otevírají se



Prodejní automat a informační stěna ve vestibulu metra.



Stanice metra Kongens Nytorv: staré náměstí s novými prvky vysoké kvality.



Staniční výtah na vstupu do metra.

simultánně jako v moderním výtahu. Dveře nabízejí několik výhod:

- ochrana proti pádu či skokům cestujících do kolejí (méně nehod, méně sebevražd, méně přerušeni provozu);

Současné otevírání dveří dělicí stěny a soupravy.



- jednodušší, lepší a lacinější provoz ventilace ve stanicích a tunelech;
- zlepšené vnitřní klima;
- větší bezpečnost pro cestující se sníženou zrakovou schopností.

● Parkoviště pro jízdní kola ve všech stanicích

V hloubkových stanicích je parkoviště pro jízdní kola začleněno do úrovně staničního vestibulu. Prostory jsou monitorovány uzavřeným televizním okruhem.

● Elektronické displeje na nástupišťích

Tyto displeje přinášejí na každém nástupišti nejaktuálnější údaje, které jsou o poloze souprav generovány systémem automatického řízení. Dynamické informace obsahují název konečné stanice souprav, počet minut do příjezdu příští soupravy a údaje o případném zpoždění. Současně s tím jsou cestující ve stanicích informováni i prostřednictvím zvukových hlášení.

● Monitorování uzavřeným televizním okruhem

Každá stanice je pod kontrolou prostřednictvím uzavřeného televizního okruhu, obsluhovaného pracovníky řídicího dispečinku. Pokud cestující chtějí požádat o pomoc, mohou řídicí dispečink kontaktovat jedním ze dvou volacích bodů. Ty jsou primárně určeny pro případ naléhavých situací, cestující se speciálními potřebami je však mohou použít též, týká se to například hendikepovaných osob či předškolních dětských skupin.

Řídicí centrum je schopno řešit každou situaci okamžitě a je přímo propojeno se stevardy a s odděly policie a hasičů.

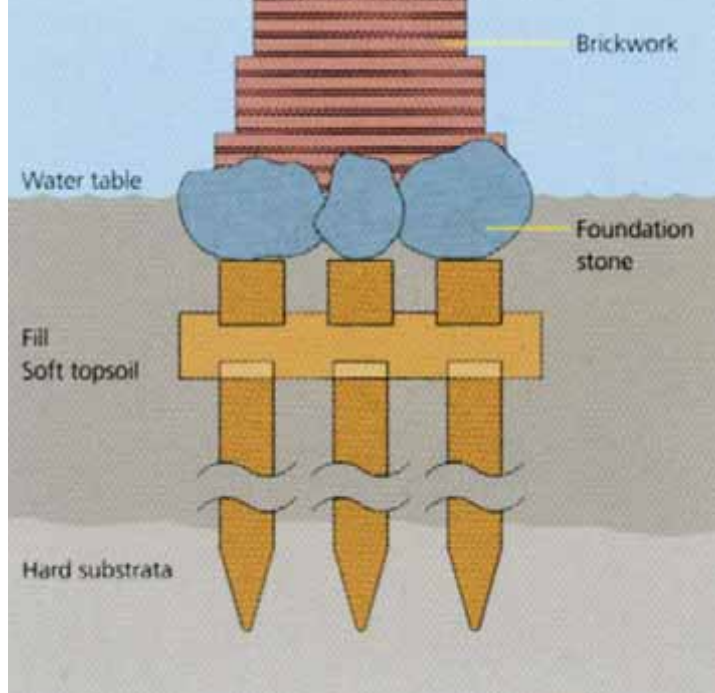
● Vybavení stanic

Prostor stanice obsahuje minimum nábytkového vybavení. Tvoří jej pouze lavice a odpadkové koše, částečně proto, že mezivlakové intervaly jsou krátké a čekací doba je tak velmi omezená a částečně proto, že stanice jsou volnější a uklízení je snazší.

Výstavba podzemních stanic

Během hloubení staničních prostor byly nalezeny stopy bývalého opevnění města. Stavební práce tak nadále pokračují pod dohledem pracovníků kodaňského Městského muzea.

Důležité bylo provést opatření zabraňující snížení hladiny podzemní vody. Při provádění stavebních prací v hloubce dvaceti metrů by snížení této hladiny mělo škodlivé účinky v podobě sesídání okolních budov. V některých částech Kodaň byly stavební základy prováděny podle starých pilotovacích metod, používajících pod úrovní hladiny spodní vody dřevěné piloty. Snížení její hladiny by tak tuto součást základů vystavovalo působení ovzdušší, což by v nejhorším případě mohlo vést během několika let k jejich desintegraci v důsledku působení houby. Při stavbě podzemních stanic byla zvolena stavební metoda protínajících se betonových pilot, která škodlivému kle-



Typické založení budov v centru Kodaň na dřevěných pilotách.

sání hladiny vody předchází. Za účelem kontinuálního monitorování úrovně spodní vody byly podél celého tělesa metra vyvrtány četné kontrolní vrty.

Design nadzemních stanic

● Nadzemní metro

Jedenáct kilometrů sítě metra bude na náspu či na viaduktu. Stanice na těchto úsecích se podobají podzemním stanicím jak funkcí tak designem. Jde o stejný druh nástupišť, informačního značení, uzavřeného televizního okruhu a volacích bodů. Stanice jsou budovány se stejným důrazem na co nejjednodušší přístup cestujících z uliční úrovně na nástupišťe.

● Lehké konstrukce z oceli a skla

Stanice jsou navrženy jako konstrukce z oceli a skla zavěšené mezi traťovými tělesy a vyhlížejí jakoby pluly v prostoru. Použití lehkých materiálů bylo zvoleno proto, aby stanice nepůsobily masivním dojmem, který by dominoval městské scéně v Ørestadu. V nejbližší vazbě na všechny stanice je vytvořen předprostor s co nejjednodušším přístupem pro autobusy, taxi, vozidla a jízdní kola cestujících.

● Otevřené stanice se zastřešením

Podobně jako v podzemních stanicích zajišťují ostrovní nástupišťe nejlepší možný přístup k soupravám a přestupní podmínky. Stanice jsou otevřené a podobně jako u přístřešků jsou vybaveny prosklenou střešní konstrukcí. Neexistují zde stěny s dveřmi jako v podzemních stanicích, pokud však na trať spadne cizí předmět, systém elektronického dohledu okamžitě soupravu zastaví.

Funkční vlaky – nadčasový design

Nové soupravy metra

Každá souprava metra je navržena jako krátká vlaková jednotka s kapacitou 300 cestujících. Všechny tři vozy tvořící vlakovou jednotku jsou kompletně průchozí. Soupravy jsou navrženy tak, aby vyhovovaly velkému počtu pravidelných cestujících přepravujících se metrem na krátké vzdálenosti. Na každé straně soupravy je šest širokých dveří. Uspořádání sedadel je podélné kromě obou konců soupravy, kde je uspořádání příčné, aby cestující měli výhled ze širokých předních oken. V soupravě jsou čtyři „flexibilní zóny“ se skládacími sedadly ve stěnách poskytující prostor pro vozíčky, kočárky a jízdní kola.

● Snadné čištění

Záměrem při navrhování soupravy bylo vytvořit vlaky příjemné na pohled stejně tak jako snadné pro čištění a údržbu. Nikde nejsou ostré hrany či mezery, ve kterých se tvoří špína, sedadla jsou upevněna ve stěnách bez opěrných noh.

● Informační prvky

V každém voze jsou dva elektronické informační panely s informacemi o času, příští stanici, přestupech



Souprava v nadzemní stanici.

na autobusy a vlaky a se zprávami v případě zdržení. Vozy jsou dále vybaveny mapami sítě s vyznačením přestupů.

● Volací body do řídicího dispečinku

Volací body jsou situovány v prostorech všech šesti dveřních vestibulů, odkud může být řídicí dispečink kontaktován stisknutím tlačítka. Jejich použití je oprávněné v naléhavých případech.

● Kamerový dohled z řídicí místnosti

Ve všech vozech jsou instalovány kamery, takže dispečer z řídicí místnosti mohou vidět zvolené části vnitřku soupravy. Je-li použit volací bod, systém přepne na kameru, která ukáže, kdo mačká knoflík. Systém tak zvyšuje bezpečnost uživatele stejně jako snižuje jeho zneužívání.

● Design

Soupravy byly navrženy ve spolupráci dánských designérů s italským návrhářským týmem Giugiaro, známým svými návrhy zvláště pro automobilový průmysl v minulých třiceti letech.

Technologie soupravy

● Balancování mezi inovativní a vyzkoušenou technologií

Filozofií určující technické parametry vlaků bylo udržovat rovnováhu mezi inovativní a vyzkoušenou technologií. Při rozhodování o rozměrech a výkonech vlaku byly brány v úvahu současné standardy evropského průmyslu tak, aby byly získány co nejkonkurenčnější nabídky s co největším množstvím spolehlivých systémů. Výsledkem je systém založený na známých technologiích a designu.

Ladné křivky a funkční tvary jako výsledek úspěšné spolupráce dánských návrhářů a italské Giugiaro.

Několik základních údajů o vlacích:

délka	39,00 m
šířka	2,65 m
délka vozů/koncové vozy	14,00 m
výška	3,40 m
výška podlahy nad kolejnicí	850 mm
maximální rychlost	80 km/h
zrychlení	1,3 m/s ²
brzdné zpomalení	1,3 m/s ²
váha prázdné soupravy	52 t
celková kapacita cestujících	300
– z toho sedících (včetně sklopných sedaček)	96
– stojících	204
podvozky	4 sady podvozků, průměr kola 650 mm
motory	6x105 kW asynchronní motory umístěné na podvozcích
pohon	750 V DC z třetí napájecí kolejnice
skříň	hliníkový plášť

● Všechny důležité systémy jsou zdvojeny

Jestliže některá z jednotek vypoví, jiná přebírá funkci. Na příklad vlak může pokračovat v jízdě, i když polovina motorů přestane pracovat a systém volacích bodů bude fungovat, i kdyby byla poškozena polovina vlaku. Dva vlakové počítače komunikují s řídicím systémem a řídí veškerý pohyb vlaku a jeho funkce. Počítače jsou též vybaveny monitorovacím systémem, který zaznamenává poruchy vlaku. Při návratu vlaku do depa mají jeho pracovníci k dispozici vytištěný popis všech poruch zaregistrovaných na vlaku v průběhu dne

a mohou je odstranit.

Každá porucha, která by mohla vést k provozním výlukám, je hlášena automaticky osazenstvu řídicího dispečinku, který rozhoduje, zda by měl být vlak stažen z provozu.

● Velký důraz na požární bezpečnost

Všechny soupravy jsou vybaveny požárními poplašnými zařízeními propojenými přímo na řídicí dispečink.

Všechny charakteristiky použitých materiálů z hlediska požárního a vznikajících zplodin odpovídají velmi striktním britským a americkým standardům.

● Zkoušení a zajištění souprav

První vlakové jednotky byly továrnou dodány tři a půl roku před zahájením provozu metra. Od té doby byly při téměř každodenních jízdách zkoušeny jejich různé funkce a jejich interakce s centrálním řídicím systémem metra.

Zkoušení probíhalo nejen na zkušební trati, ale též na jednotlivých úsecích první trati tak, jak byly postupně realizovány.

V únoru 2001 se vytvořila příležitost vyzkoušet jízdu vlaků ve velmi realistických podmínkách vysoké vlhkosti a kluzkosti. Po řadu dní silně sněžilo za nízkých teplot a zkoušky za těchto podmínek potvrdily v praxi, že provoz nebude tímto druhem počasí narušován. Denní zkoušky probíhaly ve sněhu i v bouři, aniž by vedly k jakýmkoli provozním nesnázím.

● Life cycle cost (LCC) analýza

Při posuzování různých nabídek byla prováděna analýza nákladů v průběhu cyklu životnosti, která bere v úvahu nejen vyšší investice na pořízení vlaku, ale též náklady na následnou údržbu po celé období jeho provozní životnosti. LCC garance byla následně začleněna do smlouvy. Pokud pořizovací cena spolu s náklady na údržbu nebude odpovídat závazkům, dodavatel musí soupravu upravit dle odsouhlaseného standardu.

Depo metra: Ørestad

● Centrum řízení a údržby

Control and Maintenance Centre (CMC) – centrum řízení a údržby („centrální dispečink a ústřední opravny“) bylo vybudováno v nejnižší části Ørestadu. Zde se provádí mytí, čištění, servis a opravy vlaků, stejně tak zde parkují, jsou-li mimo provoz. Je zde i administrativní budova provozovatele s centrálním dispečinkem a další provozní oddělení.

Organizace práce v CMC je rozdělena do dvou hlavních částí:

- plně automatizovaná servisní část, kde je zajišťován servis, mytí, přezkoušení a odstavení vlaků;
- část pro manuální údržbu, kde jsou vlaky udržovány v provozní pohotovosti.

● Vyměňování celých komponentů

Filozofie údržby systému metra je založena na výměně celých komponentů. Ty jsou odesílány dodavateli k opravě, aby byly opravovány na místě. Znamená to, že vlaky stráví méně času v provozu. Vede to k větší produktivitě a snižuje to náklady na investice do nových vlaků.

● Zkušební trať

Zkušební trať metra, která je vybavena všemi systémy, které jsou instalovány na hlavní trati, je umístěna též v CMC. Trať sloužila ke zkoušení vlaků a monitorování systému během výstavby linky a nyní je užívána k přezkoušení vlakových funkcí po jejich údržbě.

Metro – nad a pod zemí

Projekt tunelů

Tunely metra procházejí pod centrem Kodaně v nejvrchnější vrstvě vápence. V nejnižším bodu se tunely nacházejí v hloubce zhruba 33 metrů pod zemí.

● Klesání mezi stanicemi

Tunely sestávají ze dvou tunelových trub vedoucích paralelně v délce celé tratě. Tunely jsou stavěny s klesáním mezi stanicemi



mi. To umožnilo razit tunely převážně ve stabilní vápenkové vrstvě, zatímco stanice jsou stavěny blíže povrchu. Tento princip je finančně výhodný jak ve stavební, tak v provozní fázi, protože rozdíly úrovní před a za stanicí redukuje spotřebu energie při akceleraci vlaku.

● Přístupové šachty

Z důvodů bezpečnosti nesmí být nejbližší nouzový východ nikdy vzdálen více než 300 m. Z tohoto důvodu jsou mezi stanicemi umístěny přístupové šachty. Vedle jejich bezpečnostní funkce jsou přístupové šachty využívány i pro ventilaci.

Technická data tunelu:

max. hloubka pod povrchem	33,0 m
vzdálenost mezi přístupovými šachtami	max. 600 m
vnější průměr	5,5 m
vnitřní průměr	4,9 m

● Příčný řez tunelu

Tunel tvoří šest betonových panelů sestavených do prstence. Podél jedné strany tunelu vede 70 cm široká lávka. Je určena pro nepředvídané události, kdy je nutné evakuovat cestující tunelem k nejbližšímu nouzovému výstupu. Hlavní ústupová trasa však je přímo na trati mezi kolejnicemi. Kolejnice jsou připraveny přímo do betonové rovné desky bez viditelných pražců či jiných příčných překážek. Kabely, potrubí a vodní přívody jsou umístěny pod lávkou. Osvětlení tunelů je umístěno na stěně tunelu pro usnadnění případné evakuace cestujících.

Stavba tunelů

● Tři tunelovací metody

Pro stavbu tunelů byly použity tunelovací metody: ražení, Cut&Cover a nová rakouská tunelovací metoda. Prakticky celý tunel byl ražen pomocí razicího štítu.

● Doprava materiálů a vytěžené zeminy po moři

Vytěžená zemina byla transportována malými nákladními vláčky tunely na stavenišť v Islands Brygge, Havnegade a Sopavillonem. V přístavišti Havnegade, které bylo hlavním stavenišťem, byl odtěžený vápenc z nákladních vláčků překládán jeřáby na nákladní čluny a odvážen. Z ostatních stavenišťních míst byla vytěžená zemina odvážena kamiony. Doprava materiálů po moři na stavenišť a z nich byla organizována tak, aby snížila dopad těžce naložených kamionů na město v největším možném rozsahu.

Trať nad zemí

● Nadzemní trať nevytváří bariéry

V Ørestadu je metro vedeno na vyvýšené trati a na

nízkých náspech. Vyvýšená trať je použita proto, aby se omezil počet fyzických bariér na území Ørestadu a je současně význačným rysem městské krajiny. Je realizována jako dva oddělené železobetonové mosty na štíhlých podpěrných pilířích, umožňujících přístup světla mezi oba mosty. Parapety jsou realizovány z ocele a skla.

Z důvodu ochrany životního prostředí a z ekonomických příčin je část linky v Ørestadu vedena na násypu. Násypy mají příkré svahy pokryté vegetací, která zároveň slouží jako živý plot.

Řízení a monitorování metra

Plně automatický systém řízení

● Automatické řízení vlaků

Úhelným kamenem plně automatického provozu je systém ATC – Automatic Train Control (automatické řízení vlaků), který má tři subsystémy:

● ATP systém – Automatic Train Protection (automatická ochrana vlaků)

Metro používá ATP systém založený na blocích, který dělí trať na traťové úseky. Když je vlak lokalizován v určitém traťovém úseku, nesmí do tohoto úseku vstoupit žádný jiný vlak. Je určitá řada výjimek, jako třeba ve stanicích, kde „pohyblivý“ blokový systém umožňuje vlakům jet blíže předchozímu vlaku a vyměňovat si aktualizované informace s řídicím centrem.

● ATO systém – Automatic Train Operation (automatický provoz vlaků)

ATO systém, nebo autopilot, řídí vlaky podle pevného jízdního řádu:

- realizuje programovaná zastavení ve stanicích;
- otevírá a zavírá dveře;
- ověřuje, že jsou dodržovány doby stání ve stanicích;
- rozjíždí vlak po stání ve stanicích.

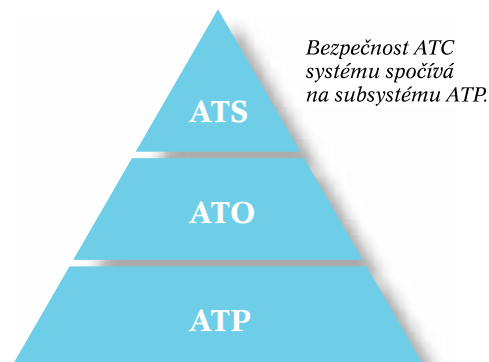
● ATS systém – Automatic Train Supervisory System (automatický kontrolní vlakový systém)

ATS systém monitoruje stav všech subsystémů a všech vlaků v provozu. Jde o:

- kontrolu a koordinaci všech jedoucích vlaků;
- poskytování schematického přehledu o celé lince pro operátory v řídicí místnosti;
- poskytování průběžně aktualizovaných dat o každém jednotlivém vlaku (poloha a rychlost) do stanic, bodů a zařízení na tratích;
- průběžně aktualizování registrů poplašných znamení, chyb a jiných událostí, týkajících se veškerého vybavení linky a všech uskutečněných procesů, ať už realizovaných řídicím systémem nebo operátory.

● Záruka kvality pro kritické bezpečnostní komponenty

Výhodou použití výše uvedené funkční dělby mezi ATP, ATO a ATS je, že ATP je jediným subsystémem, který je pro bezpečnost kritický. Je to jediný subsystém, který musí mít záruku, že nikdy nezklame. Jestliže na příklad dojde k chybě v ATO subsystému, ATP systém zaintervenuje, než se chyba vyvine v situaci, při které by došlo k nehodě. Těto úrovně bezpečnosti se dosáhne, když se ATP systém podrobí testování na záruky kvality podle předem určených standardů.



● Nejde o novou technologii

Použitá technologie není novinkou. Principy ATP systému pocházejí z přechodu tisíciletí, kdy ATP systémem byla vybavena některá metra poprvé. ATO a ATS byly v provozu v pařížském metru od roku 1961.

Téměř všechny velké železnice a metra mají nějakou podobu ATP systému a mnoho podzemních železnic bylo v provozu po dlouhá léta s ATS a ATO. Jediným úkolem, který vykonává strojívedce v těchto vlacích je, že tiskne tlačítko, které zavírá dveře a rozjíždí vlak, který je potom řízen automaticky do další stanice. Řada systémů bez strojívedce je ve Francii, Kanadě a Japonsku a jsou v provozu více než patnáct let.

Systém SCADA

● Stálé monitorování systému

Jako doplněk řídicího systému je metro vybaveno četnými technickými systémy: trakční energie, další vysokonapěťová energie, eskalátory, výtahy, displejové obrazovky, kamerový systém, dveřní poplašné systémy, tunelové poplašné systémy, tunelové pumpy, ventilací systém, monitorování elektrického systému, a řadou dalších. Všechny tyto autonomní systémy jsou řízeny a monitorovány integrovaným systémem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

Cityringen

Pod tímto jménem byla v roce 2001 zahájena studie čtvrté fáze výstavby metra, která prověřuje možnosti vybudovat okružní linku metra „Cityringen“ pro vnitřní obsluhu měst Kodaně a Frederiksbergu.

Ørestad – prostor k rozpínání města Kodaně

Ørestad dává Kodani možnost růst a rozvíjet se, aniž by se tím narušovala integrita města. Víze Ørestadu je vytvořit z něj živou a pulzující městskou část, ve které budou přirozeným způsobem do sebe přecházet soukromé a veřejné prostory.

Území uvnitř a v okolí Ørestadu má přírodní charakter. Téměř třetina plochy 310 hektarů jsou zelené plochy, kombinované s jezery, kanály a rybníky. Chráněná území Amager Faelled a Vestamager leží v jeho těsné blízkosti.

Základním cílem územního plánu je, aby se Ørestad stal moderním protějškem historického centra Kodaně s uplatňováním vysokých standardů v architektuře a životním prostředí.

Rozvoj Ørestadu

Byla použita koncepce rozvoje nového města, známá z jiných zemí, obzvláště z Anglie. Infrastruktura je financována kapitalizací z rostoucí ceny pozemků, kterou přináší rozvoj území. Základem rozvoje Ørestadu je

Bývalé hlavní stavenišť Havnegade.





Fields – stavba největšího skandinávského kulturně-obchodního centra, pohled z nástupiště stanice Ørestad.

územní plán, vycházející z vítězného finského projektu z architektonické soutěže z roku 1995.

Ørestad je rozdělen do šesti okrsků, z nichž každý má jiný charakter. Až bude výstavba nového města dokončena, 60% území bude věnováno komerčním účelům, 20% bydlení a zbývajících 20% je určeno pro maloobchod, kulturu, vzdělávání, sport, služby a zařízení pro volný čas. Dokončen bude vždy pouze jeden či maximálně dva okrsky, než bude zahájena výstavba okrsku nového. Tento princip zajistí, že se celý Ørestad nebude v příštích 20 – 30 letech podobat jednomu velkému staveništi. V průběhu budování tak bude značná část území sloužit dočasně k odpočinku prvních stavebníků, obyvatel i sousedů Ørestadu.

V současné době se realizuje výstavba dvou okrsků. V plném rozvoji je nejsevernější Univerzitní okres, který bude kompletně dokončen jako první. Kodaňská univerzita bude ležet v jeho středu a bude místem pro

17 tisíc studentů a 1 750 zaměstnanců. V Univerzitním okrsku se soustředí vzdělávání, výzkum a obchod a bude sídlem četných veřejných institucí. Jeho dokončení se předpokládá v roce 2010.

Spolu s Univerzitním okrskem se v současné době rozvíjí okres Ørestad City, který je plánován jako hustě zastavěné území s prostory pro mezinárodní obchod a regionální kulturně-nákupní centrum, kanceláře a residence, kde většina budov bude sahát do výše 8 pater. Rozvoj Ørestad City je předurčen jeho polohou. Je bodem, který protínají silniční a železniční spojnice s kodaňským letištěm a se Švédskem. Těž tento okres bude dokončen k roku 2010 a v té době začne rozvoj okrsku Bella. Bella Center bude největším skandinávským výstavním a konferenčním centrem.

V Ørestadu, na území dlouhém 5 km a širokém 600 m, je dostatek prostoru pro rozmanitost a různorodost. Jednotlivé okrsky se budou rozvíjet tak, jak

se bude vyvíjet potřeba. Bude to proces na desetiletí, který je zárukou pestrosti v jeho celkovém rámci. Rozvoj a vypracovávání detailních řešení bude probíhat v úzké spolupráci s podniky a investory, kteří budou Ørestad realizovat.

Stanice Ørestad

Stanice metra Ørestad leží na křižovatce různých sítí veřejné dopravy a metro zde na estakádě překračuje koridor silničního a železničního spojení v rámci Øresundu. Automatická souprava zde staví každé tři minuty a lze z ní přestoupit na autobusy, S-Bahn a regionální vlaky. V blízké budoucnosti zde budou stavět i rychlostní vlaky spojující Kodaň se Stockholmem. Ze stanice Ørestad trvá jízda do Malmö 29 minut. Regionální vlaky mezi Kodaň a Malmö jezdí každých 20 minut a jsou doplněny šesti denními spoji švédského Intercity mezi Kodaň a Karlskronou.



Vlak ve směru od Malmö vjíždí do stanice Ørestad – pohled od stanice metra.



Pohled na silniční a železniční koridor směrem ke Copenhagen Airport a k mostu Øresund.

Vlaky na kodaňské letiště odjíždějí ze stanice Ørestad každých několik minut. Copenhagen Airport je evropským šestým největším a nejmodernějším letištěm

Vlak ve stanici Ørestad.



s kapacitou do 20 milionů cestujících za rok, z nichž většina létá na mezinárodních linkách. Denně z něj odlétá 105 letadel do evropských měst a 30 letadel na jiné kontinenty.

Blízko přírodě

Že bude Ørestad příjemným místem jak pro ty, kteří zde budou bydlet, tak i pro dojíždějící za prací, svědčí skutečnost, že ze 310 hektarů bude 100 hektarů vyjmuto z výstavby, z nichž 72 hektarů obklopuje rozsáhlé přírodní jezero, ležící jižně od Univerzitního okrsku.

Území Vestamageru, které leží v sousedství Ørestadu, je největší rezervací divoké přírody v blízkosti Kodaně. Bylo vyrváno moři v průběhu předchozích 100 let a představuje 2 500 hektarů flóry a fauny.

HUR – Úřad Velké Kodaně

V červnu 2000 vzniknul Úřad Velké Kodaně, HUR, jehož rada je složena z regionálních politiků z pěti správních jednotek, kodaňského, frederiksbergského a roskildského okresu a měst Kodaně a Frederiksbergu. Jde o veřejnou organizaci s cílem zajišťovat řešení problémů a rozvoje kodaňské aglomerace. Je zaměřena na sedm hlavních oblastí: veřejná doprava, regionální plánování, dopravní plánování, koordinace a rozvoj Øresundu, průmyslová politika, turistika a kultura.

Velká Kodaň pokrývá území o rozloze 2 870 km², má 1 800 000 obyvatel a nabízí 993 tisíc pracovních míst. Jedním ze zajímavých dopravních projektů vedle výstavby metra je rozvoj autobusové dopravy. Oblast Velké Kodaně je obsluhována 1 050 autobusy, které ročně přepraví 245 milionů cestujících. Příjem z jízdného je 1 335 milionů DKK a subvence z veřejných zdrojů dosahují 848 milionů DKK. Provozovatelé byli vybráni ve výběrovém řízení v roce 2002 a z celkem sedmi autobusových společností tři největší pokrývají 90% trhu.

Výběr provozovatelů probíhá na základě následujících kritérií:

- cena (nejdůležitější);
- autobusový park;
- organizace;
- dosavadní úroveň výkonů.

Kvalita služeb je zajišťována klausulemi ve smlouvě, ve které kvalitativní pobídky vycházejí z 25 tisíc ročně provedených dotazníkových interview s bonusy do 1,5% (celkové maximum 5%) a malusy rovněž do 1,5%.

V roce 2002 se v návaznosti na uvedení metra do provozu zavedl nový typ autobusových linek, tzv. A-autobusy. Jde o páteřní síť autobusové dopravy („Metro

na ulicích“), která zajistí lepší vzájemnou vazbu mezi veřejnými dopravními systémy autobusů, železnice a metra. Na síti A-autobusů jsou intervaly mezi spoji tři minuty, což zjednodušuje i podobu jízdních řádů. Hustota sítě vychází z pokrytí území oranžovými isochronami s 350 m poloměrem od nejbližší autobusové zastávky a žlutými isochronami s 600 m poloměrem. Vyšší pravidelnost je založena na vyšší míře preference A-autobusů, všechny zastávky jsou vybaveny přístřešky. A-autobusy mají nový image, cílovou zastávku uvedenou na boční stěně autobusu, více sedadel, klimatizaci a moderní design. IT technologie zajistí sledování polohy autobusů v síti, informace v reálném čase na zastávkách, elektronické označování příštích zastávek v autobusech a textové zprávy v reálném čase.

Ing. Zdeněk Došek

Foto: autor a kodaňské propagační materiály

Lehké automatické metro v Kodani naplní radostí srdce každého, kdo se jím projede, stejně jako příběhy vyprávěné králem pohádek, jakým byl a je Hans Christian Andersen.

