

MODUL 8

OSVĚTLENÍ

Náplň modulu: „Budiž světlo!“ řekl podle Bible Bůh hned po stvoření nebe a země. Nás ovšem zajímají způsoby, jakými si člověk sám prodlužoval den, případně jak si vytvářel onen předpoklad vidění i tam, kam sluneční světlo ani ve dne nepronikalo. Možnost osvětlit si místo, na kterém člověk žije a pracuje je jistým způsobem limitujícím činitelem jeho aktivity. Není proto nijak přehnané když řekneme, že dějiny lidského technického pokroku jsou dějinami osvětlování. Právě ty, od ohně z primitivní lampy až po světlo elektrické jsou vypsané v tomto modulu. Je dobré si na tyto dějiny posvítit.

Přínos: Historie zdrojů světla je velmi poučná již tím, že právě zde je možno si uvědomit vliv techniky na lidský život. To vyplyne z toho, co vyvolalo „prodloužení dne“, dosažené již petrolejovou lampou a ve zmnohonásobené podobě elektrickým světlem. Změna je tak významná, že pro mnoho lidí a mnoho jejich pracovišť je denní světlo již pouhým celkem bezvýznamným doplňkovým zdrojem. Dějiny světla a osvětlování vnesou jasno i do mnoha sociologických otázek.

Předpokládaná doba studia: Tento modul může být náplní jedné přednáškové dvouhodiny.

Pravěk

Člověk ovšem dlouho neznal jiný zdroj světla a tepla než Slunce, a tomu odpovídá i kult Slunce a význam slunečních božstev, která jsou ve všech pantheonech ta nejvyšší a nejváženější. Ze Slunce ostatně pochází i to, čím svítíme i dnes.

Užití ohně jako umělého osvětlení se objevuje prokazatelně v souvislosti s magií, případně s nejranějšími formami umění. Jde o skalní kresby, které se velmi často objevují na stěnách jeskyní daleko od jejich vchodu. Je možno předpokládat, že právě tam použil člověk oheň vědomě pro jeho světelný účinek. Osvětlení je po nejdelší část lidských dějin symbolizováno ohněm a jeho jasnem. Je ovšem možno předpokládat, že hlavní význam ohně byl spatřován v jeho teple a obraně proti šelmám. O užití ohně k osvětlení svědčí nález, pocházející z doby před asi půl milionem roků. Tento nález byl uskutečněn v jeskyni nedaleko místa Le Moustier ve Francii. Šlo o kostru lovce z doby acheulénské. Zbytky zvířecích kostí, roztroušených kolem tohoto lidského kosterního nálezu, nesou zřetelné stopy ohně. Nález bývá interpretován tak, že si lovec morkové kosti v ohni opékal. Ona doba byla chladná a vlhká, a člověk proto hledal útočiště v jeskyních. Ty musel ovšem nejprve vybojovat proti dravým zvířatům, která s i hledala podobné příbytky, zde pomohl oheň, a v hlubokých jeskyních bylo nutno se orientovat, což opět umožňoval oheň. Nebyly to pouze jeskyně, ale záhy, kdy člověk začal dolovat sůl, objevil se stejný problém nutnosti získání světla. Nález, který byl učiněn roku 1573 v solném dole v Dürnbergu ukázal nejrozšířenější způsob. Zřejmě zasypaný horník, pocházející asi z konce 2. tisíciletí ante, byl obklopen dřevěnými třískami, na jednom konci od ohně opálenými. K práci museli být tedy vždy nejméně dva, kdy jeden kopal, hrabal či nakládal, zatímco druhý svítil. Svícení bylo náročnou činností, protože bylo nutno přenášet oheň z jedné dohořívající louče na druhou. Nejranější forma lampy mohla vypadat podobně jako ta, která byla nalezena v jeskyni La Mouthe ve Francii. Byl to jakýsi

kahanec, naplněný zvířecím tukem. Jako knot mohl sloužit kousek rašeliny. Tyto kahance byly vyráběny z kostí nebo snadno opracovatelných kamenů, např. z pískovce.

Po agrární revoluci, kdy člověk začal stavět stále příbytky a živit se plodinami, které pěstoval na polích, byl do domu vnesen i oheň. Ohniště bylo obvykle ve středu místnosti, a to buď na zemi nebo na vyvýšeném místě. Vyvýšením vznikl krb, jehož osvětlovací funkce je patrna ze starogermánské epické básně Edda. Oheň na krbu se zde nazývá "Sluncem domu". Velmi ceněné bylo umění oheň rozdělat. O tom svědčí i jedno místo v Homérově Odyssei, kde se chytrý Odysseus chlubí tímto svým uměním. Žádný smrtelník se prý s ním v umění štípání třísek a rozdělování ohně nemůže rovnat. Již tehdy však bylo možno oheň přenášet na kovové míse, která se nazývala *lamptérés* a byl to vlastně nejen druh přenosného topidla, nýbrž i lampy. Dokud nebyly známy a rozšířeny kovy, používalo se k tomuto přenášení ohně i plochých kamenů, jak je to dosvědčeno u Vikingů. V římských chrámech nabývaly nádoby na oheň uměleckých forem a byly zvány *kandelábry*.

Svícení třískami, loučemi, ovšem nebylo zapomenuto. Lidé brzo poznali, že ke svícení se nejlépe hodí smolnaté třísky smrkové a borové. Větší oheň a tedy i více světla dávala *fakule*, což byly svazky třísek, napuštěné smolou. Výrobci těchto fakulí byli organizováni ve zvláštním cechu, a smůlu dováželi až z alpských zemí. Člověk, který takovou fakuli nesl, byl ovšem vystaven nebezpečí popálení, proto nedržel fakuli přímo, nýbrž byla zasazena do držadla - to je vlastně předchůdce svícnu. Toto držadlo bylo obvykle zhotovováno z vypálené hlíny.

Svíčka je vynálezem takřka převratným. Předstupněm ke svíčce byla fakule, kde však místo dřeva byl použit papyrus, případně lněné nebo konopné vlákno. Toto vlákno se napustilo smolou, lojem nebo voskem, a nazývalo bylo *funales cerei* nebo krátce *cerei*. To znamená doslova "Voskovice", protože *cera* je latinsky vosk. Svíčky byly ovšem menší než fakule, a protože měly pouze jeden knot, nazývaly se *candelaes simplices*. **Jako knot sloužila dřevěná z papyru, napuštěná sírou.** Takto připravený knot byl poté tak dlouho ponořován do roztaveného loje nebo vosku, dokud se na něj nenabalil v dostatečně silné vrstvě. Řekové užívali svíčky poměrně méně než Římané - pouze při svátcích spojených s bohyní Artemidou se obětovaly koláče, posázené hořícími svíčkami. Ke svíčkám patřily od počátku svícny. V nich se svíčka buď napichovala na hrot, nebo se svíčka zastrkovala do otvoru. Zvlášť krásné svícny pocházejí z vykopávek v Pompejích.

Ani **lampa** nezůstala pouze u svého již zmíněného pravěkého použití a výskytu. Kamenné lampy jsou doloženy ze starověkých kultur Egypta i Kréty. Jsou patrně součástí chrámové výbavy a hrály nějakou roli v kultu a při obětech, protože jsou to lampy až 1 m vysoké. K světským a praktickým účelům se používaly lehčí lampičky z pálené hlíny. Byla to vlastně malá otevřená nádobka s patrným protažením, kde knot vlastně pouze plaval a opíral se o protažený okraj. Některé lampy byly napájeny z větší nádržky, se kterou byly spojeny. Lampy byly napájeny olejem, a to ve Středozeří především olivovým. Vedle olivového byl používán i olej ricinový. V císařských dobách se v Římě prodávaly na svícení oleje vonné, hovící jemnému vkusu změkčilých Římanů. Z Marcialových básní je možno se dokonce dozvědět, že tyto vonné oleje bylo možno nakoupit u obchodníka jménem Niceros.

Vedle rostlinných olejů se jako svítidlo v lampách objevuje i olej zemní. Dle Plinia používali právě Babylonci v lampách naftu, jejíž prameny se na Blízkém východě objevovaly již tehdy. Jsou popsány v souvislosti s tažením Alexandra Makedonského, a v různých Alexandreidách se o podivných pramenech s hořící vodou a hořících jezerech básnilo ještě ve středověku.

Starověké lampy ovšem svítily velmi nedokonale, protože nebyla známa podstata hoření a lampy dlouho zůstávaly na té nejjednodušší nejranější úrovni. Zbytky knotu se padaly do oleje a hromadily se tam, takže musely být kleštěmi odstraňovány, a lampa vinou nedostatečného přívodu vzduchu více čadila než svítila. Další okolností, kterou dnes

dovedeme sotva pochopit a docenit, byla posvátnost ohně v lampě. Plamen lampy nesměl být člověkem zhašen, nýbrž musel uhasnout sám. Za zhašení plamene hrozily dle mínění lidí od bohů přísné tresty. Proto se v lampách usilovalo o to, aby náplň byla v patřičném poměru k velikosti knotu, a lampa tak klidně zhasla. Čas dohoření lampy tak byl určitou časovou jednotkou, a zde je možno odkázat na dějiny měření času, kde je i hořící svíčka podobným časoměrným zařízením. "Dohořela mu svíčka" je dodnes eufemistické vyjádření skutečnosti, nazývané smrt.

Římané svítili lampami při všech příležitostech, a Cicero se jednou zmiňuje o tom, že by byl býval napsal více, kdyby mu nedohořela lampa. Při slavnostních hostinách nechyběly zlaté svícny, a zasloužilý občan mohl jako projev uznání od státu dostat světlohoše, který mu svítil na cestu. Lampy a svíčky byly oblíbenými dary, a to zvláště o saturnáliích, svátcích zimního slunovratu. Svíčky na našem vánočním stromečku s tím souvisí. Svíčky a lampy se, jako dosud, rozsvěcovaly i na hrobech. Veřejné osvětlení ulic ovšem nebylo a jediné světlo, které mohl noční chodec v antickém městě vidět, bylo světlo lunaparu, neboli česky nevěstince.

Osvětlení ve středověku

Středověk nepřinesl do osvětlování nic nového. I nadále se svítilo smolnými třískami, které někdy patřily k povinné dodávce, kterou poddaní zásobovali feudálovo sídlo. Svítilo se i lojovými svíčkami, což však bylo svícení poměrně přepychové. Knot svíček byl z koudele, V kostelech a v bohatších sídlech se svítilo svíčkami voskovými, včelí vosk dodávali poddaní rovněž jako desátek. Teprve od 14. Století se objevují svíčky jako zboží, které je možno si koupit. Do té doby chodili výrobci svíček po domech, a tam na místě vyráběli svíčky ze zbytků tuku a jiného vhodného dodaného materiálu.

I **lucerna**, tedy přenosná schránka na svíčku byla převzata ze starověku. Lucerny se používaly při církevních obřadech, ve vojsku, a říká se též, že jejich hojnými uživateli byli zloději.

Olejová lampa rovněž nedoznala ve středověku žádné zdokonalení. Její světlo bylo stále stejně slabé, blikavé a čadící, a knot bylo nutno ručně povytahovat.

Nové hledání v novověku

Zdokonalená svíčka byly založena na zlepšení vlastností loje, který byl materiálem nejběžnějším. Šlo o to, zbavit lůj jeho roztékavosti, toho se dosahovalo převařováním a pročišťováním. Koncem 18. Století se objevuje velrybí tuk, který s nepatrným přírůstkem vosku umožňoval výrobu svíček méně čadících a páchnoucích. Zdokonalení se dočkal i knot. Koudel byla nahrazena lnem a později bavlnou. Knoty však byly velmi často příliš tlusté a neohebné a špatně hořely. Bylo je také občas nutno tzv. "kratiknotem" přistříhovat. Byly vynalezeny knoty ploché i stočené, a tím vším měl být řečen problém, před kterým stojí výrobci svíček dodnes - zajistit soulad mezi uhoříváním svíčky a knotu, kdy knot nesmí hořet ani rychleji, což by vedlo k zhasnutí plamene, ani pomaleji, což vede k čazení, ohýbání se a nepravidelnému nekvalitnímu hoření a tím i osvětlení.

Svíčka stearinová pochází z výzkumů a bádání francouzského chemika Michela Eugena Chevreula, který se zabýval výzkumem tuků. Rozložil živočišné tuky na glycerin, olein a stearin, a právě ze stearinu začali roku 1818 vyrábět Braconot a Simonin zhotovovat svíčky. Tyto svíčky hořely mnohem jasněji než svíčky lojové, nezapáchaly a nemastily. Díky tovární výrobě těchto svíček, která byla zahájena v Paříži, byly tyto svíčky i poměrně laciné. O výrobu svíček se pokoušel i slavný chemik Gay-Lussac, ale nezvládl výrobu knotů, a ani jeho metoda výroby, používající alkalie, nebyla nejlevnější. Větší úspěch měla metoda, založená

na rozkladu tuků vápnem, a tuto metodu zdokonalil **Adrien Gustav de Milly** v Paříži. Jednu továrnu na svíčky založil v roce 1837 ve Vídni. Jeho svíčky se nazývaly Millykerzen, což se zjednodušilo na Milchkerzen. K tomuto názvu "*mléčné svíčky*" sváděla jejich bělost. S dalším zdokonalením výroby přichází roku 1854 francouzský chemik **Berthelot** v Paříži. Nalezl možnost štěpení tuků parou, zahřátou na 180 °C při tlaku 10 - 15 atm. Tuky se štěpily na glycerin a směs masných kyselin, která byla nazvána stearinem. Ani zde však hledání nekončí. Roku 1830 našel **Karel Reichenbach** v dřevěném dehtu voskovitou hmotu, která se neslučovala ani s kyselinami, ani se zásadami, a proto byla nazvána latinsky *parum affinis*, což znamená "málo příbuzná", zkráceně **parafin**. Později byl parafin nalezen i v zemním vosku **ozokeritu** který se těžil v Boryslavě v Haliči. Parafin se později stal důležitou surovinou organické chemie, zpočátku však sloužil takřka výhradně k výrobě svíček. Parafinové svíčky, vyráběné v Anglii kolem r. 1850 se nazývaly svíčkami **belmontinovými**, a to podle londýnské čtvrti Belmontu, kde byly vyráběny. Parafin byl původně černý, avšak podařilo se ho vybělit, a s malým přídavkem stearinu pro snížení roztékavosti se z tohoto materiálu vyrábějí dodnes.

Olejevá lampa

Zdokonalení olejové lampy po takřka tisíci letech její stagnace je dílem slavného Geromina Cardana. (1501 - 1576). Umístil nádobku na olej poněkud výše, takže se olej do knotu nedostával pouze kapilární elevací, nýbrž dle zákona o spojitých nádobách. Dosáhl tím poněkud větší svítivosti. Se zajímavým zlepšením přichází rovněž slavný **Leonardo da Vinci**. Postavil nad plamen plechový komínek, čímž se snažil zlepšit odtah spalin a tím i přívod vzduchu k plameni. I když ani zde nebyl efekt nijak zvlášť patrný, byl to první pokus o cylindr. Uprostřed 18. století bylo vynalezeno zařízení, umožňující jednoduše a spolehlivě popotahovat knot otáčením ozubeného kolečka, zapadajícího do posuvného knotu. V té době byl ke svícení používán ponejvíce olej řepkový.

Nelze minout zdokonalení, kterým přispěl pařížský hodinář **Carcel**. Jako hodinář využil hodinový stroj, který poháněl malou pumpičku, vhánějícího olej do hořáku s knotem. Svítivost se sice zvýšila, avšak lampa hlasitě tikala a musela se často natahovat.

Doposud se svítilo knotem s kruhovým průřezem. Roku 1783 použil Francouz **Léger** v Paříži poprvé knot plochý. Tento knot má mnohem lepší poměr povrchu vzhledem k průřezu. Hořící látka se tedy dostává do kontaktu se vzduchem na větší ploše a plamen je vydatnější a svítivější. Tuto ideu dále rozvinul Švýcar **Aimé Argando**, žák Lavoisierův. Ten v roce 1783 vynalezl hořák s dutým válcovým knotem. Dutý knot se pohyboval mezi dvěma plechovými trubičkami, i tento knot bylo možno jednoduše povytahovat.

Po zdokonalení knotu byl již na řadě zatím náznakový cylindr. Pařížský lékárník **Quinquet** usoudil, že místo plechové rourky nad plamenem by byla lepší skleněná, která by neubírala světlo. Aimé Argand dovedl tuto myšlenku konečně do konce - spustil skleněný cylindr (doslova "válec") tak nízko, že se plamen ocitl uvnitř. Cylindr působil jako komín, což zlepšilo přívod vzduchu k plameni a tedy i jeho svítivost. Problémem zůstával přívod oleje do knotu. Používané rostlinné oleje mají poměrně velkou viskozitu, takže jejich schopnost v dostatečném množství putovat knotem až k plameni musela být "povzbuzována". To se v některých lampách dělo pružinou stlačovaným pístem, který tlačil olej do hořáku s knotem. Řešeno bylo také doplňování oleje do lampy - to se podařilo svislou nádržkou, umístěnou nad lampou, jejíž vyústění bylo v úrovni knotu. Jakmile se hladina oleje snížila, vnikl do ústí zásobníku vzduch a uniknuvší olej doplnil opět hladinu v lampě na potřebnou úroveň.

Petrolejová lampa

Problém s přílišnou hustotou rostlinných olejů se žádnými čerpadly nepodařilo uspokojivě vyřešit. Proto se hledalo jiné svítivo, které by byl knot schopen v dostatečném množství nasávat sám. Tato látka byla nalezena v petroleji. Petrolej je jednou ze složek, vznikajících při destilaci ropy. Je to frakce s bodem varu 140 - 300 C. Petrolej je kapalina dostatečně řídká a velmi hořlavá. Pro jeho bezpečné použití je nutno původní olejovou lampu zcela přestavět. Zásobník petroleje musí být dostatečně vzdálen od hořáku a uzavřen. V žádném případě to nemůže být otevřená miska s knotem, položeným na její hraně, jak to bylo možno u oleje. Vzdálení nádržky od hořáku je však u petroleje možné právě proto, protože petrolej stoupá kapilárami knotu dostatečně rychle v dostatečném množství. Petrolejový plamen proto hoří stejnoměrně a klidně.

První petrolejová lampa byla sestavena americkým chemikem **Silimanem** roku 1855. Petrolejovými lampami se začalo svítit pouze o pár roků později, kdy byla tato látka díky dokonalé obchodní organizaci k sehnání takřka ve všech koutech světa. Petrolejová lampa zatlačila olejovou velmi rychle. Olejové lampy, které se dnes objevují, jsou ryze dekorativní a především mají své poslání v šíření vůně, z hořícího aromatizovaného oleje pocházející.

Petrolejová lampa ovšem nekralovala dlouho. Konkurence, která jí záhy vyrostla v plynu a elektřině, ji odsunula do zapadlých koutů jako "světlo chudých".

Plynová lampa

Postup, který můžeme sledovat v látkách, použitých ke svícení, je výmluvný. Na počátku je to pevná látka, poté tekutina, a je pouze otázkou času, kdy bude využit plyn. Není to celkem novina nijak revoluční - i při hoření dřeva či petroleje hoří ve skutečnosti plyny a páry. S hořlavým plynem se člověk setkával již odedávna. V dolech se vyskytují plyny, které jsou hořlavé a ve směsi se vzduchem výbušné, hořlavý je i tzv. plyn bahenní. V Holandsku prý v zimě navrtávají led, pod kterým se tento plyn shromažďuje. Jeden holandský studnař prý plyn ucházející ze země do zvláštní nádrže shromažďoval a doma jím topil. Od topení k svícení je ovšem ještě dosti daleko, protože tyto plyny hoří nesvítivým plamenem a k svícení je nutno použít žárové punčošky. Ty se však objevují až tehdy, kdy je člověk schopen hořlavý plyn si vyrobit sám.

To, že při suché destilaci dřeva vzniká hořlavý plyn, bylo známo již dávno. Uhlíři zapalovali plyny, unikající z milířů, kde vyráběli dřevěné uhlí, ale velmi dlouho nikoho nenapadlo, tyto plyny nějak využít. Teprve Angličan **William Murdock**, provozní inženýr v továrně Boulton & Watt v Soho u Birminghamu, zařídil první plynové osvětlení. Plnil plyn, unikající při suché destilaci uhlí do nadehtovaných měchýřů a vozil je s sebou při svých nočních jízdách a svítil si na cestu. Roku 1792 se mu podařilo osvětlit svůj byt. Boulton i Watt dobře pochopili význam tohoto vynálezu a vybídli Murdocka, aby osvětlil plynovými lampami jejich továrnu.

Podobné pokusy probíhaly i ve Francii. Francouzský inženýr Philippe Lebon experimentoval s plynem, vznikajícím při suché destilaci dřeva. Podařilo se mu tento plyn "rozsvítit" roku 1796, ale úspěchu nedosáhl. Své svítidlo nazval "thermolampa" a napsal o ní spis. Získal také roku 1799 "výsadní listinu", ale štěstí mu lampa nepřinesla. Jeho povoláním, ke kterému byl nadřizenými přitahován spočívalo ve stavbě mostů a silnic. Nakonec skončil v prosinci 1804 ubodán na Elysejských polích.

Praktického úspěchu dosáhl tedy pouze Murdock, a to poté, kdy se podařilo odstranit některé nedostatky. Když byl 27. března roku 1802 uzavřen mezi Francií a Anglií mír v Amiensu, byla továrna firmy Boulton & Watt slavnostně osvětlena dvěma slunci z plynových lamp. Nato objednala přádelna bavlny v Salfordu plynové osvětlení s několika sty hořáky. I když z dnešního hlediska byl Murdockův plyn dosti nekvalitní, firma byla s osvětlením

spokojena. Kvalitu plynu znamenitě zlepšil **Samuel Clegg**, rovněž zaměstnanec Boultonovy továrny. Vynalezl totiž čištění plynu. K osvětlování však dosud nebyl používán v domácnostech, protože nepříjemně zapáchal. Neexistoval také rozvod plynu, takže všude, kde mělo být plynové osvětlení instalováno, musela být malá plynárna.

O zavedení ústředního zásobování a rozvodu plynu se zasloužil Angličan **Winsor**. Prý to byl původně **Jan Winzler**, pocházející ze Znojma. Do problematiky využití plynu byl uveden samotným Lebonem, od kterého přejal i nadšení pro tuto myšlenku. To mu umožnilo nezáleknout se nedůvěry, shromáždit potřebný kapitál a v roce 1807 rozsvítit plynovým světlem ze své plynárny ulici Pall Mall v Londýně. Winsorova společnost však ztroskotala na jeho nedostatečných teoretických vědomostech a teprve po spojení s Cleggem a založení nového podniku se dalo plynové osvětlení na vítězný pochod. Westminsterský most byl osvětlen 31. prosince 1813, a plynové světlo se v Anglii rychle šířilo. V paříži instalovali plynové osvětlení roku 1815. První pražská plynárna byla postavena v Karlíně a první svítilny byly rozsvíceny 15. Zář 1847. I tuto plynárnu vybudovali Angličané.

Plynový hořák byl na počátku velmi jednoduchý. Konec přívodní trubky byl uzavřen plechovým víčkem s několika otvory. Lepší a jasnější světlo poskytoval hořák skulinový nebo motýlkový, vynalezený **Stonem** roku 1805. Konec přívodní trubky je ucpán kusem mastku, pilkou proříznutým. Plamen má pak tvar vějíře, a plamen tak připomíná petrolejovou lampu s plochým knotem. Byly i hořáky, připomínající knot válcový. V této době se však už na světě objevila elektrická žárovka, takže další zdokonalování plynového osvětlení je celkem zoufalou snahou o udržení se proti takto vyvstalé konkurenci. Zdálo se, že nebude trvat dlouho, a plynové osvětlení bude nahrazeno pohodlnějším a mnohem jasnějším světlem elektrickým.

Ve chvíli této velké nouze nastal jakoby zázrak. Plynové světlo bylo nadlouho zachráněno a elektrické bylo ještě nadlouho odsunuto do pozadí. Stalo se to tím, že světlo vyzařované pouhým plamenem bylo nahrazeno **žárovým plynovým světlem**. To spočívá v tom, že zde nesvítí plamen plynu, nýbrž plyn se spaluje nesvítivým světlem o tak vysoké teplotě, že svítí hmota touto teplotou rozžhavená. Barva žárového světla se také mnohem víc blíží barvě denního světla slunečního. Postup zdokonalování plynového osvětlení touto cestou byl zahájen **Drummondem**, který roku 1826 vynalezl tzv. **vápenné světlo**. To bylo světlo vznikající rozžhavením vápna nebo křídly v plameni směsi vodíku a kyslíku. Bylo to světlo neobyčejně jasné, avšak jeho použití bylo velmi omezené. Podobné řešení našel Francouz **Gillard**. Ten vynalezl tzv. **platinové světlo**. Vodní plyn, vznikající působením vodní páry na rozžhavené uhlí svým plamenem rozžhavoval jemný košíček z platinových drátků. Platina je však příliš drahá a košíčky neměly dlouhou trvanlivost. Na šťastnou myšlenku přišel až roku 1885 rakouský chemik **Auer z Welsbachu**. Při zkoumání vlastností zvláštní skupiny prvků, zvaných "vzácné zeminy" se zabýval i jejich chováním při vysokých teplotách. Po dlouhých pokusech přišel až na směs 99 % kysličníku thoriumu a 1 % kysličníku ceru. Když byla tato slitina rozžhavana v plameni Bunsenova hořáku, rozsvítila se neobyčejně jasně. Tak dospěl Auer ke své proslulé plynové punčošce, která je základem dlouhé éry plynového osvětlení. Pod tlakem rostoucí dokonalosti elektrického osvětlení, a to jak obloukovými lampami, tak žárovkami, a rtuťovými výbojkami, bylo osvětlení plynové ještě dále zdokonalováno. Byly hledány prostředky pro zvýšení svítivosti a lepší rozložení světelného toku, tedy aby lampy svítily tam, kam je třeba. Objevují se lampy s hořáky dvou a mnohoplamennými, lampy s předeřhívaným vzduchem podle staršího návrhu Siemensova.

Plynové osvětlení bylo na dlouhou dobu nejrozšířenějším způsobem veřejného osvětlení v městech s plynárnou a rozvodnou sítí. Lampář, rozsvěcující dlouhou tyčí večer lampy (otevíral ventil a plyn se vznítil od stálého plamínku) byl čímsi poetickým, stejně tak jako ráno lampy zhášející. V Praze bylo plynové osvětlení ještě v šedesátých letech 20. století. V

osvětlení domácností se plyn neujal. Jeho nevýhody, ať již poměrně složitá manipulace, velká spotřeba vzduchu a zápach zplodin, zde byly příliš patrné.

Elektrické osvětlení

Oblouková lampa

Bylo-li 19. století nazýváno stoletím páry, pak je tím poněkud neprávem odsunuta do pozadí další člověkem objevovaná a využívaná energie, jejíž bouřlivý rozmach se odehrál rovněž v této době. Po objevení zdroje stálého elektrického proudu ve Voltově sloupu následuje zanedlouho teoretické poznání zákonitostí tohoto smyslu skrytého jevu, ale současně s tím, a někdy i před tím, praktické pokusy a aplikace elektrického proudu. Snad již první pokus, který člověka při spatření dvou vývodů Voltova sloupu nebo jejich baterie napadne, je spojit tyto vývody vodičem "nakrátko".

Tento nejjednodušší, přímo elementární pokus učinil Humprey Davy, a to s dostatečně velkou baterií Voltových článků, jakou disponovala londýnská královská společnost. Platinový drátek se rozžhavl tak, že vydával světlo. Tak se dostala na svět idea žárovky. Roku 1813 pak připevnil na póly baterie 2000 Voltových článků jousky dřevěného uhlí a přiblížil je k sobě na dotek. Na stykovém místě se uhlíky tak silně zahřály, že se rozžhavyly. Úkaz se však nepřerušil, ani když byly uhlíky od sebe oddáleny. K velkému překvapení všech přihlížejících nastal mezi oběma uhlíky světelný most, nazvaný "oblouk". Oblouk ovšem září poměrně slabě a pouze modrými a fialovými paprsky. Intenzivní světlo pochází z rozžhavených uhlíků. Uhlík, tvořící záporný pól neboli katodu dosahuje 3000 C a na kladném, anodě, je teplota až 4000 C. na Anodu připadá asi 85 % světla, vyzařovaného při tomto jevu. Obě elektrody se rozprašují a uhořívají, anoda se prohlubuje do tvaru kráteru a katoda se zahrocuje. Anoda přitom uhořívá dvakrát rychleji než katoda. Již tyto samy okolnosti zakládají povahu konstrukčních problémů, které bude nutno řešit při stavbě obloukové lampy.

První podoba Davyho "lampy" nebyla pro osvětlování prakticky použitelná - uhlíky držel a přibližoval experimentátor v podstatě rukou a to samo neumožňuje ani delší dobu udržení oblouku, a již vůbec ne jeho stálost. Proto se několik desetiletí v tomto směru nic nedělo. Teprve v roce 1841 se pokusil Francouz **Deleuil** osvětlit obloukovými lampami Place de la Concorde v Paříži. Uhořívání uhlíků chtěl zamezit tím, že umístil elektrody do vzduchoprázdné bání. Vzhledem k nedokonalému vakuu však nebyl výsledek nijak přesvědčivý.

Lepšími výsledky bylo korunováno úsilí známého fyzika **Foucaulta**. Ten především použil místo dřevěného uhlí uhlíky z retortového uhlí. To je uhlí, které prošlo suchou destilací při výrobě svítiplynu. Největším přínosem Foucaultovým je však návrh první konstrukce mechanismu, udržujícího uhlíky v potřebné vzdálenosti, tedy přibližující je potřebnou rychlostí v potřebných proporcích, daných odlišnou rychlostí uhořívání anody a katody. Foucaultovo zařízení bylo elektromagnetické a byl v něm využit proud, napájející lampu. Tato oblouková lampa byla poprvé použita roku 1846 při představení Meyerbeerovy opery

"Pokrok" v pařížské opěře. Foucaultova oblouková lampy v této opěře s příznačným názvem představovala východ Slunce, a to tak, že zrcadlový reflektor vrhal světlo oblouku na hedvábné stínidlo. Úspěch tohoto světelného efektu byl obrovský, a nebylo snad představení, ve kterém by nebyl nějak využit. Foucaultova oblouková lampy byla napájena z baterie zinko-uhlíkových Bunsenových článků.

Foucaultem navržené a Dubosquem sestrojené regulační zařízení bylo příliš složité. Podstatným zjednodušením této konstrukce přispěl **Archereau**. Regulace přibližování uhlíku se zde děje solenoidem, tedy cívkou, vtahující ocelové jádro. Byla to jedna z cest řešení tohoto nelehkého problému, se kterým zápasilo mnoho konstruktérů. První velká dodávka obloukových lamp se uskutečnila v souvislosti se stavbou španělské severní dráhy, kde se stavělo i v noci. Svítalo se 20 obloukovými lampami, a všechny tyto lampy byly napájeny elektrickými články.

Citelnější rozvoj obloukových lamp mohl ovšem nastat teprve tehdy, až se podařilo elektrickou energii vyrábět mechanicky. Vynález dynama, uskutečněný **Siemensem** a takřka současně **Wheatstonem** roku 1867 odstranil nutnost drahé a objemné baterie článků, napájejících každou obloukovku. Ani tak však oblouková lampy nezačala vytlačovat plynové osvětlení s takovou rychlostí, jak se někdy předpokládalo. Příčinou bylo jednak to, že oblouková lampy měla neregulovatelnou příliš velkou svítivost, nevyhovující mnoha potřebám. Dalším problémem tohoto osvětlení byla nezbytnost samostatného obvodu pro každou jednotlivou obloukovou lampu. Problém sériového zapojení obloukových lamp trápil konstruktéry ještě velmi dlouho.

Celkem elegantním řešením několika těchto technických problémů byla oblouková lampy ruského vojenského inženýra **Pavla Jabločkova**, žijícího ve Francii. Uhlíky zde nejsou umístěny "proti sobě", nýbrž vedle sebe, odděleny izolační vrstvou kaolinu. U nové svíčky jsou uhlíky spojeny na konci tenkým tuhým proužkem, který při zapnutí odstartuje oblouk. Oblouk poté postupuje a elektrody uhořívají rovnoměrně díky tomu, že tato lampy byla napájena střídavým proudem, takže role anody a katody se neustále střídá. Kaolinová izolační přepážka se vypařuje s tím, jak oblouk postupuje po délce elektrod. Uhlíkové elektrody byly obvykle kolem 22 cm dlouhé a vydržely svítit 1,5 hodiny. Nevýhodou bylo to, že když oblouk zhasl, což se stávalo poměrně často, vinou nerovnoměrné kvality uhlíků, lampy se již sama nezapálila. Pro svůj tvar byla tato konstrukce nazývána "Jabločkovova svíčka". Jabločkovovy svíčky byly poměrně rozšířeny, v roce 1877 jimi v Paříži bylo osvětleno několik ulic a opět slavné náměstí Place de la Concorde. Byly umístěny v báních z mléčného skla, které dávaly ostrému světlu oblouku příjemnější barvu. Osvětlovaly se jimi velké slavnostní prostory a společenské místnosti, i prodejní místnosti obchodního domu Magasin du Louvre. V roce 1878 bylo v Paříži v provozu několik set Jabločkovových obloukových lamp. Jejich zmíněné nevýhody vedly konstruktéry k dalšímu hledání, které se znovu vrátilo k pokusům o konstrukci spolehlivého a jednoduchého přibližovacího zařízení, zajišťujícího mimo jiné i stálou polohu oblouku.

Objevilo se několik zásadních koncepcí regulace. První z nich byla regulace **seriová**. Při ní protéká proud, proudící do anody solenoidem, do kterého je vtahováno jádro, spojené přes dvouramennou páku s kladným uhlíkem. Uhoří-li uhlíky a zvětší-li se tím vzdálenost mezi nimi, stoupne odpor a zmenší se proud protékající solenoidem. Tím se zmenší i síla, vtahující jádro a kladná elektroda se vlastní vahou přiblíží k záporné, takže je oblouk znovu posílen a solenoid napájený větším proudem ustálí jádro v nové poloze. Tento způsob regulace byl celkem spolehlivý, neumožňoval však seriové zapojení několika obloukových lamp. Každý automatický regulační zásah v jedné lampě totiž ovlivnil velikost protékajícího proudu i v ostatních zapojených lampách a celý systém se nezadržitelně a nezvládnutelně destabilizoval.

Nedostatky seriového zapojení odstraňovalo zapojení **derivační**. Zde protéká hlavní proud pouze uhlíky, vinutí solenoidu je zapojeno v paralelní větvi. Platí zde tedy zákonitost

větvících se elektrických obvodů, pravíci, že poměr proudů v jednotlivých větvích je v obráceném poměru k odporům těchto větví. Oddálením elektrod zde vzroste odpor v oblouku, což zvýší proud protékající solenoidem a ten přitáhne jádro. Tím se elektrody k sobě přiblíží a rovnováha je obnovena. Jelikož celkový proud, protékající takto regulovanou obloukovou lampou je ve svém součtu i při regulačních zásazích stejný, výkyvy proudu v oblouku jedné lampy se prakticky nepřenášejí na lampy ostatní, a ty také svítí i tehdy, když oblouk v jedné lampě uhasne.

Ještě dokonalejší je systém regulace, zvaný *diferenciální*. Její podstatou je sloučení regulace sériové a derivační. Tuto regulaci vynalezl roku 1878 inženýr firmy Siemens & Halske **Hefner-Alteneck**. U obloukové lampy s touto regulací je sériově k oblouku připojen hlavní solenoid s malým počtem závitů vodiče o větším průřezu a paralelně vedlejší solenoid s větším počtem závitů vodiče s menším průřezem. Železné jádro zasahuje svými konci do obou solenoidů. Jádro je jednoramennou pákou spojeno s anodou. Prodlouží-li se oblouk, vzroste odpor v hlavním obvodu elektrod a zvětší se proud v paralelním solenoidu, který přitáhne jádro. V případě, že se elektrody příliš prodlouží, vzroste proud v sériově zapojeném solenoidu a vtaháním jeho jádra dojde opět k oddálení. Tento regulační systém tady dokáže aktivně reagovat na obě odchylky od žádoucího stavu vzdálení elektrod.

Teprve po vynalezení tohoto spolehlivého regulátoru došlo k značnému rozšíření obloukových lamp. Poprvé byly předvedeny v Berlíně při živnostenské výstavě v roce 1879. Udivovalo na nich jejich klidné světlo, lišící se od do té doby běžnému neurotickému kolísání světelné intenzity těchto lamp. Právě lampami s touto regulací byly v roce 1882 osvětleny některé významné berlínské třídy.

Diferenciální regulaci obloukové lampy zdokonalil v letech 1879 až 1880 proslulý český elektrotechnik **František Křižík**. Jeho solenoidová jádra jsou kuželová, což zlepšuje režim fungování celé regulace. Firma Schuckert v Norimberku tyto lampy dále zdokonalila tím, že jádro rozpůlila a oba solenoidy, sériový i paralelní postavila vedle sebe. Tím se lampka zkrátila asi o polovinu. Takto zdokonalená oblouková lampka obdržela na elektrotechnické výstavě v Paříži roku 1881 první cenu.

Hledání nových způsobů regulace však tím neskončilo. Čeští konstruktéři **Sedláček** a **Vykulil** přicházejí s řešením, založeným na hydraulickém systému elektricky ovládaných pístů, spojených s elektrodami. Takto regulované obloukové lampy se používaly na lodích a lokomotivách.

Vývoj dokonalejších typů obloukových lamp šel několika směry. Byla zlepšována kvalita uhlíků, aby byl oblouk stálejší, přísady některých kovů do materiálu uhlíku zvyšovalo světelný výkon, přidavek některých solí umožňoval měnit i barvu světla.

Nejvýkonnější obloukovou lampu patrně sestrojil německý konstruktér **Beck**, jehož lampka měla svítivost 2 miliardy svíček. To, jak bylo spočteno, znamená, že z Měsíce by se toto světlo, umístěné ve světlometu jevilo jako hvězda šesté velikosti, viditelná pouhým okem. Právě sloupy světlometů, pročešávající noční oblohu, patří k představě války a protivzdušné obrany. I tam byla oblouková lampka.

Žárovka

Jeden z prvních pokusů, kterými Humprey Davy zkoumal dosud netušené možnosti elektrického proudu, bylo rozžhavení platinového drátku. Považuje se za pravděpodobné, že to před ním zkoumali a shledali i jiní, Davy na to však hlasitě upozornil. Teprve roku 1836 se v Belgii objevuje myšlenka, že by snad uhlíkové vlákno ve skleněné baňce mohlo svým

svitem sloužit jako bezpečná důlní lampa, byly to však pouze úvahy bez nějakého konkrétního výsledku. O rozžhavení platinového drátku se znovu pokusil roku 1840 anglický fyzik **Grove**. Proti shoření pojistil své vlákno skleněným poklopem, uzavírajícím rozžhavené svítící vlákno nad vodní hladinou. Kyslík se v této prostora rychle spotřeboval a vlákno neshořelo. V tu dobu se tato idea stala pro mnoho vynálezců broukem v hlavě. Vynálezce jménem **Molyens** upevnil nad vlákno v nádobce s vyčerpaným vzduchem nádobku s uhelným prachem. Uhlýný prach měl padat na vlákno, které by tak více svítilo. Myšlenka se neujala.

Největší přínos o sestrojení svítící a použitelné žárovky patří ovšem "Čaroději z Menlo parku", jak býval nazýván **Thomas Alva Edison**. Touto myšlenkou se začal zabývat roku 1878 a i on použil nejprve platinový drátek. Dopadlo trošičku podobně jako u jeho předchůdců, platinový drátek se po krátkém svícení přepálil. Tomu se zprvu snažil čelit zvláštním zařízením, majícím regulovat teplotu drátku tak, aby nepřesáhla jistou hodnotu. To se dělo tyčinkou, kolem níž bylo vlákno omotáno, aniž se jí dotýkalo. Jakmile se tato tyčinka přílišnou teplotou prodloužila, sepnula paralelní obvod, který snížil proud ve vláknu a to se tím poněkud ochladilo. Na praktické použití bylo toto zařízení příliš složité a praktického výsledku jím nebylo dosaženo. Po 13 měsících pokusů s platinovým vláknem i trpělivý Edison usoudil, že tudy cesta nevede a věnoval se jiným objevům. Reálnější cesta se mezitím objevovala díky jiným výzkumníkům. Byli to ti, kteří experimentovali s vláknem uhlíkovým. Pokusy s uhlíkovou tyčinkou byly konány Američanem **Starrem** a Rusem **Konnem**. Objevovaly se i zajímavé mezičlánky mezi obloukovou lampou a žárovkou, spojující výhody i nevýhody obou.

Po jistě odmlce se ovšem Edison k žárovce znovu vrátil. Pochopil, že celý problém je především obsažen v nalezení vhodného materiálu vlákna. Věděl již o některých jinými dříve vykonaných pokusech se zuhelnatělými materiály, a to i s pokusy, které vykonal Němec **Göbel** a Angličan **Swan**. Závěr Edisonova hledání bývá podán v jeho vlastním ličení. Vypráví v něm, jak se se svým asistentem pokoušeli zuhelnatět bavlněné vlákno a zasadit ho do baňky. Právě to byla ovšem tak složitá procedura, při které se vlákno vždy přetrhlo. Následovaly nové pokusy a cesty do sklárny, kde měl být zuhelnatělý kousek vlákna zkušeným foukačem skla uvězněn v baňce. Nakonec se i to podařilo, z baňky byl vyčerpán vzduch a do vlákna zaveden proud. Vlákno se rozžhavilo a svítilo. S napětím sledovali, jak dlouho vydrží svítit. Máme-li Edisonovi věřit, pak vydrželi na svou svítící žárovku hledět nepřetržitě 40 hodin. Nebylo to sice ještě ono, poznali však, že řešení je nutno hledat ve zuhelnatělých vláknech. Zuhelnatěovali všechno, co se jim dostalo do ruky. Edison říká, že kdyby do jeho laboratoře přišel v té době chromý, zuhelnatěli by mu berly. Posléze zuhelnatěli kousek bambusové tyčinky z japonského vějíře. Úspěch se zdál být dokonalý, nastal však jiný problém. Bylo třeba zjistit, který z mnoha druhů bambusu byl právě pro výrobu tohoto vějíře použit. Rozeslal své spolupracovníky do Amazonie, na Sumatru a do Japonska, aby věc zjistili. Právě v Japonsku se nakonec dopracoval právě odrůdy. Základní patent na žárovku s bambusovým vláknem mu byl udělen v lednu roku 1880 a ještě v témže měsíci uspořádal slavnostní předvedení, když žárovkami osvětlil zahradu v Menlo Parku. Bylo ovšem nutno vyřešit ještě mnoho problémů, souvisejících s materiálem vodičů, přivádějících proud do baňky a do vlákna, bylo nutno nalézt způsob, jak vyčerpávat z baňky vzduch, jak připevnit kovovou patici atp. Právě tím, že Edison dokázal nalézt řešení i všech těchto souvisejících problémů je dáno také to, že je známější než například Angličan Swan.

Edisonovy žárovky byly poprvé v počtu 350 kusů použity na parníku "Columbia", a to v květnu roku 1881. Edisonova žárovka se také představila na elektrotechnické výstavě v Paříži roku 1881, kde získal Křížík zlatou medaili za svou obloukovou lampu. Elektrické světlo bylo ovšem závislé na zdroji a rozvodu elektrické energie. Plynové osvětlení svůj rozvod již mělo, elektrický proud se dočkal teprve opět zásluhou Edisonovou, který 3. Září roku 1883 zahájil provoz první elektrárny v Pearl Street v New Yorku. Žárovky vyráběla v té době firma

"Edison Companyů, sídlící v Menlo Parku a zaměstnávající zprvu 15 dělníků. Brzo byla přeložena do Newarku, nedaleko New Yorku, kde záhy zaměstnávala 265 osob, většinou dívek. Bambusem zásoboval továrnu statek v Japonsku.

Továren, vyrábějících žárovky, vzniklo zanedlouho velmi mnoho. Všechny tvrdily, že vyrábějí dle vlastního originálního postupu, bylo však jasno, že porušují Edisonův patent. Když se chýlila doba platnosti patentu ke konci, přistoupil Edison teprve k tomu, že všechny tyto firmy žaloval. Tak došlo i na firmu Beacon Vacuum Pump and Electrical Company v Bostonu. Bylo nápadné, že si tato firma vyžádala odklad k náležité přípravě. Při procesu pak předložila tvrzení, že zná jméno muže, který žárovky z bambusového vlákna zhotovoval již 25 let před Edisonem. Byla to pravda, a oním mužem byl původem Němec Friedrich Göbel. Tento přistěhovalec, původně učitel a posléze hodinář byl neobyčejně pilný a vytrvalý a proto se mu podařilo vyvinout žárovku, a jako výrobci tlakoměrů se mu podařilo snadno zvládnout umístění vlákna do skleněné baňky, i vyčerpání vzduchu vývěvou vlastní konstrukce. Göbel však nedovedl svůj vynález obchodně využít a rozšířit, a proto upadl do zapomenutí, ve kterém by zůstal, nebýt tohoto procesu, který skončil nakonec smírem.

Žárovka doznala již poměrně záhy některých změn a zlepšení. Tak Američan **Howel** přišel roku 1899 na zlepšený způsob výroby vlákna, jiné pokusy hledaly nahrazení bambusu zuhelnatělou celulosou. První žárovky byly také někdy z obavy o bezpečnost uživatelů opleteny drátěnou mřížkou, mající zamezit zranění střepy při případném rozbití baňky.

Význam elektrické žárovky u nás pochopil i velký průkopník elektrotechniky František Křížík. Vláknem jeho žárovky bylo zhotoveno z aloe. V Německu se výrobě žárovek věnoval Ing. Emil Rathenau, zakladatel firmy AEG, Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft. Počátkem 20. Století začaly být žárovky s uhlíkovým vláknem vytlačovány žárovkami s vláknem kovovým. Materiál svítícího vlákna je stále předmětem nového hledání a zdokonalování. Jsou žárovky s vláknem osmiovým, tantalovým, wolframovým, a zdá se, že žárovku i přes velkou konkurenci budeme používat ještě hodně dlouho.

Výbojové zdroje světla

Zvláštní jev pozoroval roku 1842 **Christian Winkler**. Vzduchoprázdňá trubice, obsahující kapky rtuti zazářila vždy, kdy byl na kontakty umístěné v trubici zapojen induktor. Trubice začala v tuto chvíli zářit. Tohoto jevu si povšimnul **Geisler**, a vyvolal tento jev v trubici o průměru asi 4 cm a délce 50 cm. Hliníkové elektrody byly na obou koncích trubice. Z trubice je vyčerpán vzduch a kdykoliv je pak na elektrody přivedeno vysoké napětí, začne vyzařovat světlo. Geislerova trubice se však k osvětlování nehodí. K osvětlování užil výbojový zdroj poprvé **Moore**, který roku 1904 naplnil trubici kyslíčnickem uhličitým. Jiní již předtím zkoušeli opět trubici s rtuťovými parami,

Veřejné osvětlení

Zvlášť důležitým způsobem aplikace prostředků umělého osvětlení je osvětlení veřejných prostor, komunikací a náměstí. Existence či neexistence veřejného osvětlení. Bylo-li světlo pochodní a fakulí používáno při náboženských slavnostech, pak je právě v tom možno vidět počátky veřejného osvětlení, protože právě tato světla nejen že dodávala akci slavnostní ráz, ale umožnila protáhnout oslavu až do noci. Již ve starověkých městech se pak z příležitostného osvětlení stalo časem opatření trvalé, a to i proto, že sloužilo k zvýšení bezpečnosti města jak proti vnějším nepřátelům, tak uvnitř. Nejjednodušší je oheň rozdělaný v bráně či na přístupové cestě. Veřejné osvětlení měla hellénistická města, která byla jako jeden z nejranějších projevů sociálního inženýrství navrhována řeckým architektem **Hippodamem**. V Antiochii se při římský císař, tudy projíždějící, nemohl v noci vydat inkognito do ulic,

protože by byl ve světle veřejného osvětlení poznán. Ve středověku byly jedinými světly svíčky či lampy před obrazy svatých, avšak i ty měly význam alespoň orientační. Teprve na sklonku středověku se stává světlo statkem, který si člověk nechce nechat vzít ani v noci. V Paříži bylo proto již v polovině 16. století rozestaveno více než 700 kotlů, ve kterých hořela smůla.

Teprve plynové osvětlení však umožnilo vnést světlo do temných koutů měst. Zavedení veřejného osvětlení však nebylo pouze technickým problémem. Bylo nutno se vyrovnat s námitkami, které měly někdy zvláštní podobu. Když se uvažovalo v 19. Století o zavedení plynového osvětlení v Kolíně nad Rýnem, byly v místních novinách sneseny tyto argumenty proti:

1. Podle Bible je Bohem ustanoveno, aby bylo světlo ve dne a tma v noci. Člověk nemá právo toto ustanovení věčného řádu měnit a vůbec se mu vzpouzet.
2. Pohyb lidí v noci, umožněný osvětlením, povede k nachlazení a nemocem, protože v noci je obvykle chladněji než ve dne.
3. Z filosofických a etických důvodů není žádoucí, aby strach člověka před temnotou byl odstraňován. Strach před temnotou chrání slabé povahy před hříchem, a osvětlené ulice povedou k tomu, že se v hospodách bude hýřit až do noci.
4. Osvětlení ulic je důležitým doplňkem národních a náboženských slavností, povznášejících národní a náboženské cítění. Tento účinek se seslabí nebo dokonce zcela ztratí, když budou ulice osvětleny každou noc.

Podobné námitky se ozývaly i u nás, a proto i v Praze bylo veřejné plynové osvětlení zavedeno až v roce 1828. Současné osvětlení měst dosahuje takové míry, že jsou městské aglomerace z oběžné dráhy družic patrný jako souvislé světelné pásy. Přesvětlení oblohy znesnadňuje astronomické pozorování na hvězdárnách, které nejsou dostatečně daleko od měst. Člověk, který nad sebou nevidí takřka každodenně propastnou hloubku hvězdné oblohy může snadno propadnout pocitu, že on sám je ředitelem vesmíru.

A několik kontrolních otázek:

1. Odkud pochází slovo „kandelábr“?
 - a) z latiny
 - b) z angličtiny
 - c) z perštiny

2. V petrolejové lampě se používá k svícení
 - a) petrolej
 - b) aromatizovaný olej
 - c) benzin

3. V plynové lampě svítí
 - a) plynový plamen
 - b) žárová punčoška
 - c) cylindr

4. Problém konstrukce obloukové lampy spočívá ve vyřešení
 - a) zařízení, schopného odolávat žáru elektrického oblouku
 - b) usměrnění světla do potřebného kužele
 - c) přibližování elektrod