

MATLAB

pomáhá řešit zemědělské problémy zemí třetího světa

Unikátní skleník, navržený pomocí vývojového prostředí MATLAB-Simulink, dává naději na zlepšení potravinové situace ve vyprahlých přímořských oblastech.



Mnoho zemí v různých částech světa má horké a suché podnebí a trpí chronickým nedostatkem vodních srážek. Často je více než 90 % zdrojů pitné vody využíváno k zavlažování zemědělských plodin, ale přesto úroda nestačí k uživení obyvatelstva. Tyto země jsou většinou velmi chudé a odkázané na humanitární pomoc ze zahraničí. Jedním z pokusů o řešení potravinového problému je „mořský skleník“ (seawater greenhouse) britské společnosti Light Works. Skleník využívá k zavlažování mořskou vodu, kterou přeměňuje na sladkou. Zároveň chladí a zvlhčuje vnitřní prostředí, čímž umožňuje pěstování plodin vyžadujících mírné klima i v oblastech s nevlídně horkým a suchým podnebím. Návrh skleníku vycházel ze známých termodynamických principů, ale vlastní realizace vyžadovala řešení několika komplexních úloh. Vývojáři Light Works se rozhodli použít osvědčené nástroje pro modelování, simulaci a vývoj aplikací firmy **The MathWorks – MATLAB a Simulink**.



Prototyp mořského skleníku na ostrově Tenerife

Základem mořského skleníku je ocelová konstrukce pokrytá buď laminátem (dražší, ale trvanlivější verze), nebo polyetylénovou fólií (levnější varianta). Boční stěny skleníku jsou tvořeny velkými filtry z vlnité lepenky, po kterých protéká mořská voda. Horký vzduch, který je nasáván do skleníku, odpařuje mořskou vodu, přičemž sůl zůstává na lepence. Lepenka tak získává vysokou pevnost a odolnost proti povětrnostním vlivům. Střecha skleníku je dvojvrstvá a její materiál propouští do skleníku pouze červenou a modrou část spektra slunečního záření, které jsou nutné pro fotosyntézu. Vzduch v dutině mezi střešními vrstvami je ohříván pohlčováním infračerveného a ultrafialového slunečního záření a jeho proudění napomáhá odpařování mořské vody na bočních stěnách. Výsledkem je podstatné snížení teploty uvnitř skleníku. Vlhký vzduch ze skleníku je veden do kondenzátoru, který je chlazen studenou vodou, čerpanou z hlubokého mořského dna. Čistá destilovaná voda je čerpána do zásobníku a používána k zavlažování plodin jednak ve skleníku a dále na sousedních stíněných venkovních plochách.

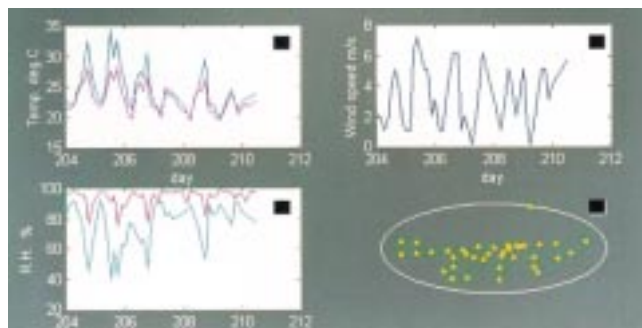
„Základní myšlenka konstrukce skleníku byla jednoduchá, ale její uvedení do praxe vyžadovalo zodpovězení mnoha otázek,“ vysvětluje pan Charlie Paton, ředitel společnosti Light Works. „Pro zodpovězení těchto otázek jsme se rozhodli v programu Simulink vytvořit termodynamický model procesů probíhajících ve skleníku.“

Cílem modelování procesů ve skleníku bylo optimalizovat spotřebu energie při maximální produkci destilované vody a optimálních podmínkách uvnitř skleníku. Model obsahuje velké množství vzájemně propojených procesů jako je provoz jednotlivých čerpadel a ventilátorů, působení vnějších vlivů (teplota, rychlost a směr větru, vlhkost vzduchu, sluneční záření...), dále proces odpařování vody a chlazení vzduchu, zpětné vypařování vody rostlinami, průstup tepla střechou, kondenzace destilované vody a mnoho dalších. Vstupní data pro model byla získávána jednak laboratorními experimenty a rovněž z meteorologických záznamů o lokalitě, kde vývojáři plánovali vybudovat fyzický prototyp mořského skleníku. Důležitou otázkou bylo množství vzduchu, které bude nutné k provozu skleníku. Otázka byla zodpovězena pomocí experimentů s tvarem skleníku v aerodynamickém tunelu a prostřednictvím počítačového modelu dynamiky proudění.

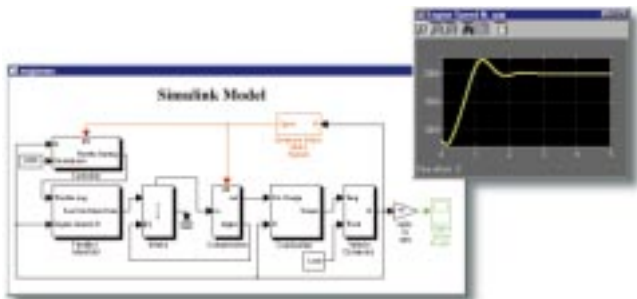
Každý z uvedených procesů byl namodelován bloky Simulinku. Hierarchická struktura simulinkových bloků dovolila, aby jednotlivé makrobloky reprezentovaly fyzické objekty ve skleníku jako odpařovače, kondenzátory a podobně. Cílem bylo zachovat vizuální jednoduchost modelu, přičemž technické detaily a rovnice skryt uvnitř jednotlivých makrobloků Simulinku. Vstupní data do modelu byla zadávána z grafického uživatelského rozhraní vytvořeného v prostředí MATLAB. Bloky Simulinku popisující jednotlivá zařízení byly propojeny stejně, jako tomu bude u reálného skleníku, přičemž jednotlivé vazby mezi bloky reprezentují hmotnostní a energetické toky.

Dalším krokem bylo ladění modelu, kdy vývojáři hledali optimální rozměry a tvar skleníku a především strategie řízení čerpadel a ventilátorů ve skleníku tak, aby bylo dosaženo co největšího množství čisté vody při minimální energetické náročnosti a aby zároveň byly zachovány optimální vegetační podmínky uvnitř skleníku. Bylo provedeno velké množství simulací, jejichž výsledky zpracoval Simulink do přehledných grafů. Na základě těchto informací bylo nalezeno optimum v množině mnoha zdánlivě protichůdných výsledků.

Na základě počítačového modelu vybudovali Light Works fyzický prototyp mořského skleníku v reálné velikosti na ostrově Tenerife. Prototyp byl vybaven třiceti snímači fyzikálních veličin (teplota, vlhkost, rychlost větru, sluneční záření, proudění vzduchu...). Data ze snímačů byla snímána každých 10 minut a ukládána po dobu několika měsíců. Analýza snímaných dat prokázala velkou



MATLAB porovnává podmínky vně (zelená křivka) a uvnitř (červená křivka) mořského skleníku



Příklad modelu v prostředí Simulink

shodu reálného skleníku s počítačovým modelem a potvrdila tím platnost modelu v prostředí MATLAB-Simulink. Model je v současnosti využíván firmou Light Works při projektování a výstavbě mnoha mořských skleníků v Ománu, Maroku a Karibiku.

Výsledky projektu jsou mimořádně dobré – mořský skleník je podstatně levnější než klasické odsolovací zařízení, spotřeba elektrické energie je nízká (pouze pro napájení řídicího systému, čerpadel a ventilátorů), spotřeba vody na závlivku je jen 1/8 vody potřebné při klasickém zemědělství, úroda je podstatně vyšší a vegetační cyklus kratší. Navíc je možné efektivně využívat plodiny, které by jinak v daných nehostinných klimatických podmínkách nebylo možné pěstovat.



HUMUSOFT, s. r. o.



Distributor produktů společnosti The MathWorks v ČR a SR
Novákových 6, 180 00 Praha 8, ČR
Tel.: 00420/2/84 01 17 30
Fax: 00420/2/84 01 17 40
e-mail: info@humusoft.cz
http://www.humusoft.cz