



UNIPETROL RPA, s.r.o. - POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Tkalcovská 2, 656 49 BRNO, Czech Republic

tel. +420 517814 111, fax. +420 517814 252

www.polymer.cz, pib@polymer.cz



POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3

Vážeme s. r. o.

Zákazník:

Jindřich Mikulecký
Jednatel společnosti
Podskalí 78,
565 01 Choceň, Czech Republic
Mob: +420 777 170 172
Email: obchod@vazeme.cz

Vypracoval:

Pavel Huljak
Pracovník vývoje materiálů a marketingově-technologické podpory /Material Development
and Marketing & Technical Support
UNIPETROL RPA, s.r.o. - POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod
Tel: +420 517 814 168
Mob: +420 736 508 405
Email: Pavel.Huljak@polymer.cz

Datum: 21. 3. 2019



POLYMER
INSTITUTE
BRNO

1. Popis materiálu

Firma Vážeme s. r. o. (zákazník) se nově od roku 2015 specializuje na mechanické zpracování polymerního odpadu, ze kterého následně vyrábí regranuláty a kompaundy pro širší využití v plastikářském průmyslu. V současné chvíli u zákazníka běží nový projekt ohledně možného využití technických regranulátů na bázi HIPS pro výrobu střešních krytin. Zákazník kontaktoval UNIPETROL RPA s. r. o. - POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod (PIB) ohledně zkoušek akcelerovaného stárnutí a stanovení UV odolnosti vyráběných produktů. K tomuto účelu byl na PIB dodán profil střešní krytiny aktuálně vyráběný zákazníkem (černá deska z HIPS regranulátu) společně se dvěma konkurenčními materiály od jiných výrobců (černé desky na bázi PVC a směsi PP/PE). Cílem bylo podrobení všech materiálů stejným podmínkám v rámci akcelerovaného stárnutí doprovázeného následným vyhodnocením a srovnáním vlastností před a po expozici UV záření. Dle dřívější dohody se zákazníkem byla v rámci primárního testování a srovnání materiálů hodnocena pouze jejich vizuální podoba spojená s makroskopickým projevem degradace. Konkurenční materiály udávají délku servisního života na 20 let.

2. Provedené práce

Z obdržených materiálů byly nejdříve vyřezány destičky orientačních rozměrů 750 × 400. Destičky byly nasazeny do QUV komory s fluorescenčním světelným zdrojem UVB-313 EL (obr. 1). Z důvodu předpokládané vysoké UV odolnosti všech materiálů a urychlení celkové zkoušky, byly na přístroji cíleně nastaveny velmi silné degradační podmínky, které nelze dále srovnávat s přirozeným stárnutím testovaných vzorků. Materiál je během svého servisního života za povětrnostního stárnutí vystaven daleko mírnějším podmínkám, zejména z hlediska dopadající intenzity UV záření a její vlnové délky. Výsledné hodnoty proto nemohou být nadále použity pro zjištění orientační predikce životnosti materiálu. Doba testování UV odolnosti byla předem dohodnuta na 1000 hod s postupnými odběry a kontrolou degradace materiálu při každých 200 hod UV expozice. Bližší parametry akcelerovaného stárnutí jsou uvedeny v tab. 1.

Pro každý vzorek byla vždy vyhodnocena barevná odchylka dE^* (míra odbarvení od původního odstínu), index bělosti WI (identifikuje míru vybělení materiálu časem - jedná se pouze o ztrátu jasové složky) a lesk povrchové vrstvy (vlastnost taktéž spojená s degradací z důvodu vzniku mikrotrhlin na povrchu materiálu, což vyvolá změnu odrazu dopadnutého světla a jeho částečný rozptyl). Pro vyhodnocení barevné odchylky a indexu bělosti bylo využito spektrofotometru datacolor 850 s měřicí geometrií D/8°, osvětlením D65 10° včetně započtení leskové složky (SCI) a clonou LAV 26 mm. Lesk povrchové vrstvy byl hodnocen pomocí ručního leskoměru BYK gardner při 60°.

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz



POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3



Obr. 1: Snímky použité QUV testovací komory

Tab. 1: Nastavení přístroje pro expoziční test UV záření

Zařízení:	QUV/spray
Světelný zdroj:	fluorescenční lampa UVB-313 EL (max intenzita při 310 nm)
Filtr:	nebyl aplikován
Cyklus:	8 hod suchý (65 °C)/4 hod kondenzace ve tmě(50 °C)
Teplota černého panelu:	65 °C
Řízená vlhkost při zkrápění:	nekorigovaná
Intenzita ozařování (IRR)	0.67 W/m ² · @ 310 nm
Expoziční čas:	200, 400, 600, 800, 1000 hod

3. Výsledky

Nejvyšší míru odbarvení v čase (barevnou odchylku) vykázal vzorek PVC střešní krytiny (obr. 2). Po 1000 hod expozici UV záření byla změna původního odstínu detekovatelná již vizuálně. Smluvně domluvená hodnota mezní barevné odchylky od které je materiál považován za již částečně degradovaný je úměrná $dE^* = 1$. Střešní krytina na bázi PVC však tuto podmínku překročila téměř čtyřnásobně s výslednou barevnou odchylkou $dE^* = 3,81$. Nejnižší míra odbarvení byla prokázána u materiálu PP/PE střešní krytiny, kdy ani po 1000 hod testování nepřekročila barevná odchylka smluvně domluvenou míru $dE^* = 1$. Zákazníkům materiál na bázi HIPS se pohyboval mezi těmito hodnotami s výslednou $dE^* = 1,71$. Vizuálně bylo možné detekovat jiný odstín HIPS desky již po 200 hod ozařování. Vzhledem k velmi nízké hodnotě dE^* je však pravděpodobné, že tento vjem byl způsoben pouze ztrátou leskové složky povrchové vrstvy materiálu, kdy dříve lesklý povrch se jevil jako více tmavý.

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

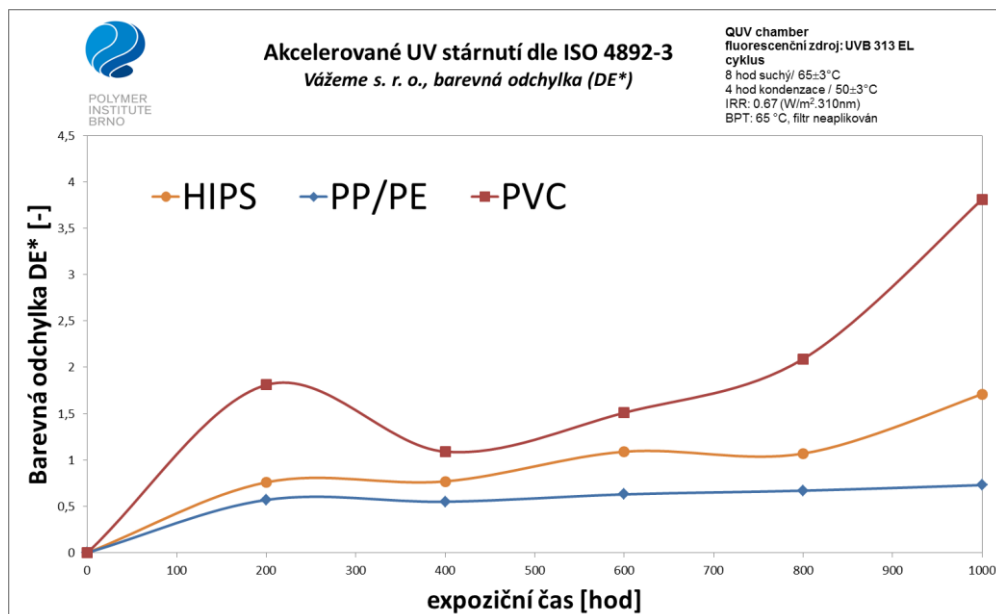
Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz



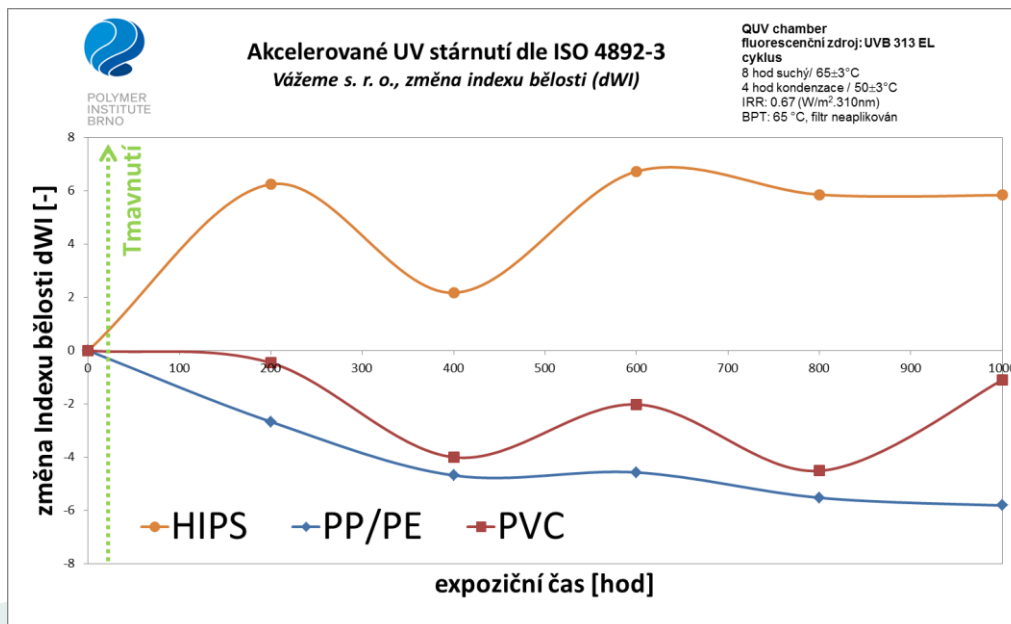
POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3



Obr. 2: Závislost postupného nárůstu barevné odchylky materiálů v čase ozařování

Nejvyšší nárůst indexu bělosti byl detekován u materiálu PP/PE s výslednou hodnotou 8,32 (obr. 3). Společně s PVC střešní krytinou, došlo u obou materiálů k nárůstu indexu bělosti v čase, což značí tendenci těchto materiálů k vybělování v průběhu jejich servisního života. Pro materiál HIPS byl však zjištěn zcela odlišný trend, kdy v rámci dlouhodobého testování docházelo k postupnému snižování indexu bělosti, což se odrazilo na postupném tmavnutí původního odstínu před UV expozicí (viz obr. 4).



Obr. 3: Závislost změny indexu bělosti materiálů v čase ozařování

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz



POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3

standard HIPS	Standard PP/PE	Standard PVC
200 hod	200 hod	200 hod
400 hod	400 hod	400 hod
600 hod	600 hod	600 hod
800 hod	800 hod	800 hod
1000 hod	1000 hod	1000 hod

Obr. 4: Snímky orientačně vyhodnocených odstínů pomocí SW Datacolor 850

Nevýraznější pokles lesku povrchové vrstvy byl zjištěn pro zákazníkův materiál HIPS střešní krytiny (obr. 5). Již po 200 hod ozařování došlo k jeho poklesu o 97 % vůči neexponovanému vzorku. Tento jev posléze negativně ovlivnil vizuální detekci odstínu HIPS materiálu, kdy se materiál jevil jako více odbarvený. Dle absolutních hodnot barevnosti na Datacolor 850 bylo však zjištěno, že barevná odchylka byla po 200 hod testování jen minimální $dE^* = 0,76$. To ve výsledku značí silnou závislost vizuálně detekovatelného odstínu HIPS materiálu na povrchové úpravě. V případě, že by byl materiál vyráběn pouze v matném provedení, vizuální změna barevnosti by nebyla po tak krátkém čase detekovatelná. Významný pokles lesku povrchové vrstvy byl zaznamenán také pro PVC materiál, který navíc nebyl ani tvarově stálý. V průběhu ozařování bylo možné pozorovat jeho tvarovou deformaci a vznik nepravidelných průhybů. Povrchová vrstva se taktéž pro PVC materiál vizuálně jevila jako nejvíce degradovaná. Lesk povrchu pro materiál PP/PE zůstal v průběhu celého testování nezměněn. Finální vzhled exponovaných vzorků je možné porovnat na obr. 6.

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

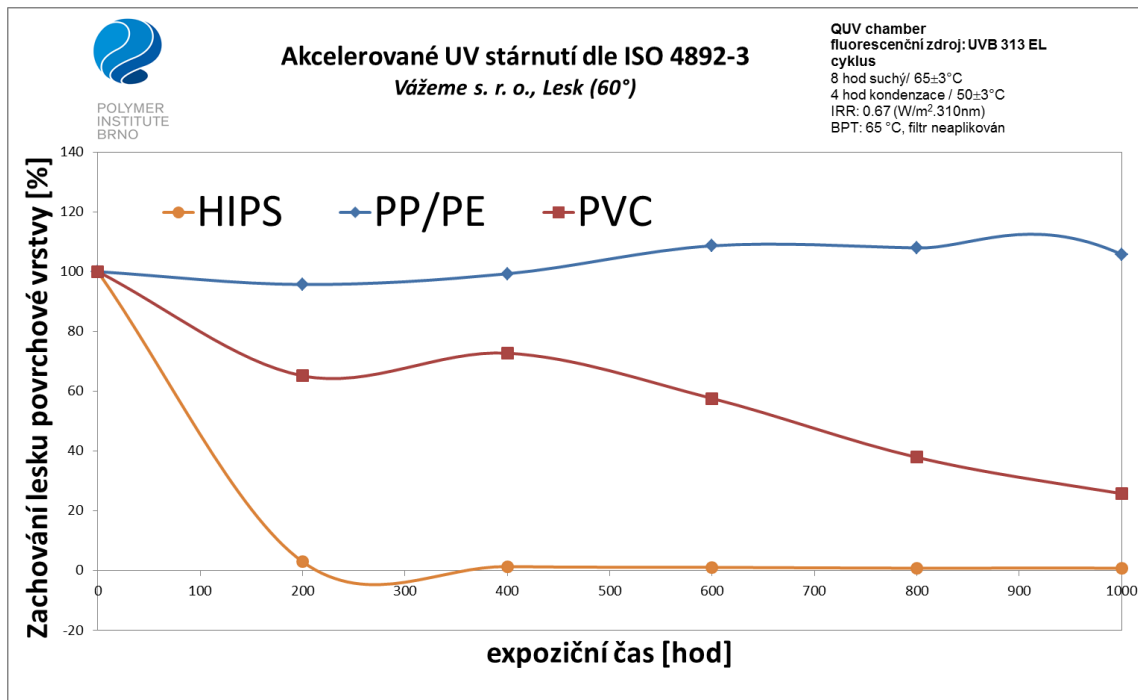
Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz

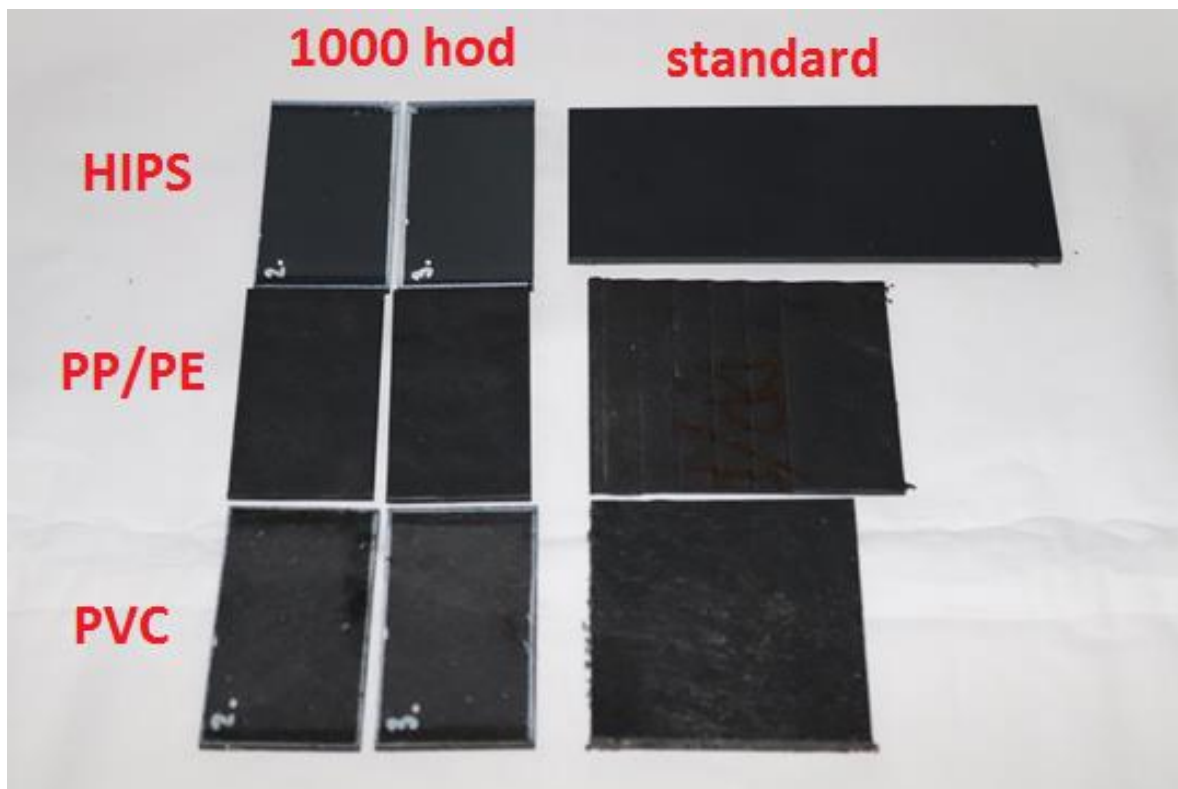


POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3



Obr. 5: Závislost zachování původní hodnoty lesku povrchové vrstvy materiálů v čase



Obr. 6: Snímky 1000 hod exponovaných vzorků; vždy porovnáno s neexponovaným standardem

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz



POLYMER
INSTITUTE
BRNO

4. Závěr

Je možné konstatovat, že zákazníkům materiál HIPS střešní krytiny si vzhledem k silně agresivnímu prostředí UV testu efektivně ponechává původní vlastnosti co se barevné odchylky a vizuální podoby týče. Jedinou nevýhodou je absolutní ztráta lesku střešní krytiny, která nastává ve velmi krátkých časech po expozici UV záření. Výhodou materiálu je navíc postupný pokles indexu bělosti spojený s tmavnutím původního odstínu. Materiál tedy v průběhu času pravděpodobně nepodléhá vybělení. Při otěru povrchové vrstvy HIPS střešní krytiny nebyly nalezeny žádné nízkomolekulární aditivní sloučeniny, či degradační produkty, které by zhoršovaly vizuální podobu materiálu a přispívaly k jeho předčasné degradaci. Zcela nejhorší výsledek UV odolnosti byl dosažen pro vzorek PVC střešní krytiny, která si nedokázala efektivně zachovat původní odstín, dosáhla nejvyšší míry vybělení a nejnižší míry tvarové stálosti.

Na základě těchto výsledků však nelze predikovat dostačující UV odolnost materiálu v rámci 20 let. Uvedené výsledky je možné porovnávat pouze mezi sebou a srovnávat tak odolnost pouze u jednotlivých materiálů. Z důvodu silně nepřirozených a agresivních podmínek testování nelze délku servisního života nijak garantovat.

Se zákazníkem byla předjednána další fáze akcelerovaného stárnutí, kdy materiál bude v daných odběrových časech testován na změnu mechanických vlastností vlivem degradace vyvolané UV zářením a zvýšenou teplotou. Jako vhodný typ testování se nabízí zohlednit změnu rázových vlastností v čase (rázovou houževnatost a odolnost vůči proražení), tendenci ke studenému toku (kríkové vlastnosti) a ohybové vlastnosti.

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz



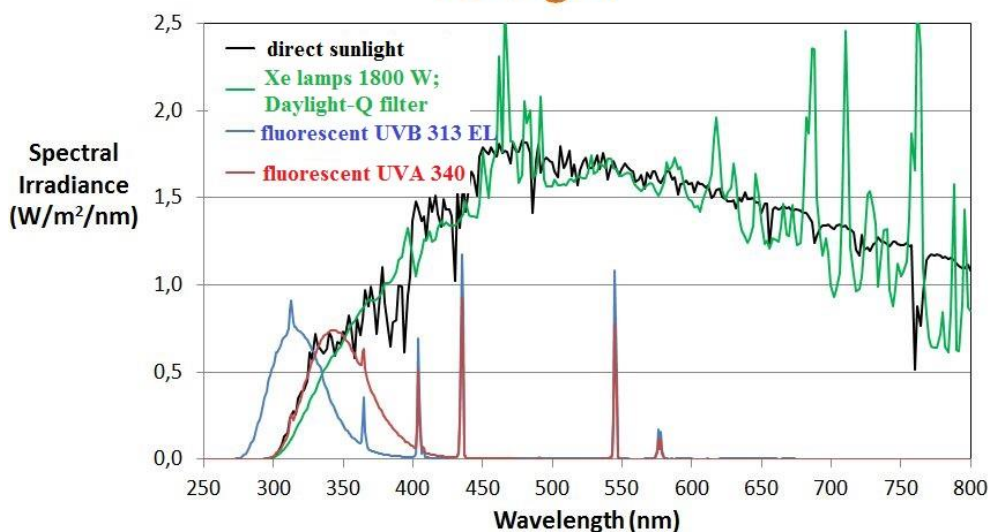
POLYMER
INSTITUTE
BRNO

AKCELEROVANÉ STÁRNUTÍ STŘEŠNÍCH PROFILŮ DLE ISO 4892-3

Tento protokol obsahuje výsledky akcelerovaného stárnutí ve speciálních laboratorních zařízeních, které nabízí pouze simulaci přirozeného stárnutí a zejména simulaci skutečného slunečního spektra. Finální data se proto mohou lišit vzhledem k reálným expozičním podmínkám při aplikaci výrobku a Polymer Institute Brno tak nemůže garantovat stejné výsledky během přirozeného povětrnostního stárnutí. Korelace mezi přirozeným a akcelerovaným stárnutím v laboratorních přístrojích s xenonovým, UVA či UVB (TUV) zdrojem záření, je založena na podobnosti UV složky světelného spektra, podrobení materiálu stejné energetické dávce záření a dřívějším experimentálním zkušenostem.

Je důležité si uvědomit, že testy akcelerovaného stárnutí jsou prováděny v modelových situacích a ne ve skutečných expozičních podmínkách, které vždy ovlivní přirozené stárnutí a finální chování výrobku. Jedná se zejména o přesné geografické umístění (Severní x Jižní strana,...), lokální geografické podmínky a anomálie, nadmořská výška, množství a hustota srážek, znečištění, expozice jiných chemických látek (agro-hnojiva, pesticidy), prudké změny počasí, významné rozdíly v teplotách během dne, úhel orientace výrobku při aplikaci (rovnoběžně, kolmo či pod úhlem se slunečním zářením) a mechanické napětí aplikované na výrobek během jeho stárnutí. Při akcelerovaném stárnutí tak není možné se současnou technologií všechny podmínky zachytit

Fluorescent UV, Xenon Arc, and Sunlight



srovnání světelného spektra:

→ Xe výbojky používané v přístrojích Q-SUN Xe-1 a Q-SUN Xe-3, nejlepší korelace se slunečním spektrem

→ fluorescenční výbojky UVB 313 EL používané v přístroji QUV, osvit velmi krátkými vlnovými délkami - spojené s nepřirozenou a rychlou degradací, není možnost korelace s přirozeným stárnutím, sluneční spektrum takto krátké vlnové délky neobsahuje

→ fluorescenční výbojky UVA 340 používané v přístroji QUV, výrazně lepší korelovatelnost s denním světlem ovšem pouze v UV oblasti obsahuje ovšem pouze krátké vlnové délky náležící UV oblasti, VIS spektrum není během expozice aplikováno

Za správnost ručí:

Pavel Huljak

Unipetrol RPA, s. r. o. – POLYMER INSTITUTE BRNO, odštěpný závod

Mob: +420 736 508 405

Mail: Pavel.Huljak@polymer.cz