

# Katalog konstrukčních detailů oken SONG



Květen 2018

**Ing. Vítězslav Calta**

**Ing. Michal Bureš, Ph.D.**

## Úvod

Tento katalog je vznikl za podpory programu TAČR TH01021120 ve spolupráci ČVUT UCEEB a Slavona a.s.

Výstupem řešení je projekční katalog střešních oken SONG. Pomůcka pro projektanty, obsahující příklady osazení oken a výpočetní pomůcku pro stanovení součinitele prostupu tepla. Navržená okna byla navržena s ohledem na co možná nejnižší prostup tepla. Okna jsou převážně určena pro budovy s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění, typicky pasivní domy. Uplatnění ale najdou i v jiných stavbách s vyšším tepelně vlhkostním zatížením. Tam se uplatní bezpečná (vysoká) vnitřní povrchová teplota oken, snižující riziko nebo četnost povrchové kondenzace a tím zvyšující životnost jak okna tak přilehlých konstrukcí.

## Popis ráků oken

V rámci projektu SONG byly vyvinuty 3 konstrukční varianty ráků okna. Všechny varianty počítají s pevným rámem, ukotveným ke střešní konstrukci. K rámu je přes středové kyvné kování osazeno kyvné křídlo s izolačním zasklením.

### SONG 1

Jedná se o rám kompletně vyrobený z materiálu Compacfoam. Křídlo je vyrobeno ze sklolaminátového kompozitu. Ten je oblepen přířezy z Compacfoamu, které tvoří povrchovou úpravu a přiteplené okraje zasklení. Křídlo je možné osadit běžnými zasklívacími jednotkami s izolačními trojskly nebo jednotkou se dvěma Heat Mirror fóliemi.

Okno vzniklo jako funkční prototyp UCEEB ČVUT a je stále ve fázi vývoje. Aktuálně není ve fázi komerční produkce. Schéma střešního okna je v příloze A.1 a předpokládané osazení v části A.1.5 až A.1.7.

### SONG 2018.9

Okno vzniklo jako funkční prototyp v upravené variantě SONG 2018.1. Varianta SONG 2018.9 je výkresově rozpracovaná a upravená pro maximální snížení prostupu tepla oknem, Základem okna je rám z obráběných dřevěných profilů s výplní z Compacfoamu. Křídlo okna je rovněž převážně ze dřeva. Křídlo je maximálně vylehčeno a vyplněno pokročilými tepelnými izolacemi (XPS a Aerogel).

Do křídla je možné osadit běžné zasklívací jednotky s izolačními trojskly nebo jednotkou se dvěma Heat Mirror fóliemi. Okno má vyřešené vnější kompozitní oplechování a napojení na klempířské oplechování střechy. Schéma střešního okna je v příloze A.2 a předpokládané osazení v částech A.2.4 až A.2.19.

### Okno SONG Basic

Jako základní varianta k pokročilému oknu SONG 2018.9 vzniklo okno SONG Basic. Okno bylo vyrobeno jako funkční prototyp a bylo testováno v certifikované zkušebně. Rám a křídlo okna jsou obdobně jako SONG 2018.9 převážně z dřevěných profilů. Je zde použito nižší vylehčení za účelem vyšší robustnosti a jednodušší výroby. Pro výplň rámu je opět použit Compacfoamu, stejně jako pro výplň křídla.

Křídlo je možné osadit běžnými zasklívacími jednotkami s izolačními trojskly nebo jednotkou se dvěma Heat Mirror fóliemi. Schémata samostatného rámu a možného osazení jsou v příloze A.3.

## Popis zasklení

Pro okna jsou uvažovány 3 varianty zasklení. Vzhledem k cílovému použití v pasivních domech jsou uvažovány zasklívací jednotky s trojskly a s  $U_g=0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  respektive  $U_g=0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . V obou jednotkách jsou uvažovány plastové tzv. teplé distanční rámečky. Jako nejpokročilejší variantu je možno osadit zasklívací jednotku z dvou zasklení a dvou fólií typu Heat Mirror. Zasklívací jednotka má tedy hmotnost jako dvojsklo, ale izolační parametry jako čtyřsklo. Bohužel z konstrukčních důvodů jsou vnější distanční rámečky nerezové. Prostřední je plastový. Výsledná U-hodnota zasklívací jednotky je  $U_g=0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

## Osazení

Na výkresech v následujícím dokumentu jsou navrženy předpokládané osazení do střešní krytiny. Osazení vždy počítá pouze s jedním oknem. Ne se sestavou oken. Střešní okna se běžně osazují na úroveň střešních latí na pomocné přířezy ze střešních latí. Alternativně lze okna osadit na přídavný tepelně izolační límec.

Ve výkresech jsou představeny dvě varianty bočního ostění. Běžné kolmé a šikmé. Šikmé ostění ve střeše s velkou tloušťkou tepelné izolace odstraňuje „tunelový efekt“ střešního okna. Pomáhá k rovnoměrnější distribuci denního světla do interiéru. Tento efekt byl měřen na umělé obloze a při použití šikmého ostění.

## Tepelně izolační límec

V rámci vývoje oken byl navržen přídavný tepelně izolační límec. Ten má za cíl řešit choulostivé napojení okna na střešní konstrukci a snížit zde lineární tepelnou vazbu. Navržený límec byl představen pro okno SONG 1. Je ve fázi vývoje a musí být upraven dle budoucího konkrétního výrobku a napojení na konstrukci. Schéma izolačního límce s oknem SONG 1 je v příloze A.1.5 až A.1.7. Pro tento typ límce byly spočteny lineární tepelné vazby typického osazení. Obdobný límec byl aplikován pro výpočet tepelných vazeb u okna SONG 2018.9.

## Výpočetní nástroj prostupu tepla

Přílohou publikace je výpočetní nástroj v MS Excel pro výpočet součinitele prostupu tepla okna  $U_w$  a orientační výpočet lineární tepelné vazby napojení okna na střešní krytinu  $\Psi$ . Pro zjednodušené zahrnutí střešního okna do výpočtu energetické bilance nebo do výpočtu tepelných ztrát je vypočtena i hodnota součinitele prostupu tepla zabudovaného okna  $U_{w,zabudované}$ , které v sobě již zahrnuje lineární tepelnou vazbu.

U-hodnota součinitele prostupu tepla oknem  $U_w$  zahrnuje prostup tepla zasklením, rámem a přídavný tepelný tok okrajem zasklení. Hodnota  $U_w$  se přímo porovnává s normovými požadavky, uvedenými v tabulce 3 normy na tepelnou ochranu budov ČSN 73 0540-2:2011. Z výpočtů plyne, že všechny kombinace zasklení a rámu vedou k velmi nízké hodnotě  $U_w$ , nižší, než hodnota doporučená pro pasivní domy  $U_{pas,20}$ .

Uživatel si vybere rozměry okna z přednastavených rozměrů. Dále si vybere z přednastavených zasklívacích jednotek a z typu rámu. Tabulka dopočítá hodnotu  $U_w$  a měrný tepelný tok, který teče dílčími částmi (zasklení, rám a okraj zasklení). Slabší částí okna je právě rám. Součinitel prostupu tepla okna  $U_w$  tudíž roste, čím je okno menší. Pro deklarování vůči požadavkům normy se použije výpočet s oknem standardních rozměrů (měřených z vnějších rozměrů) 1,14 x 1,40 m.

Vlastnosti součinitele prostupu tepla rámu  $U_f$  a lineární činitel prostupu tepla okraje zasklení  $\Psi_g$  byly spočítány dle ČSN EN ISO 10 077-2. Typické osazení odpovídá osazení, uvedenému na výkresech.

Pro zjednodušení výpočtů energetických bilancí a ztrát jsou předpřipraveny i výpočty lineárních tepelných vazeb napojení okna na střešní konstrukci. Lineární tepelné vazby byly spočteny pro osazení do střechy pro okna SONG 1 a SONG 2018.9. Vzhledem k tomu, že okno SONG Basic je velmi podobné oknu SONG 2018.9, jsou pro něj použity stejné hodnoty. Výpočty byly provedeny ve variantách s/bez tepelně izolačním límcem a s/bez šikmého bočního ostění.

Hodnoty lineárních tepelných vazeb v tabulkovém výpočtu odpovídají osazení do střechy dle schémat v příloze A. Nenahrazují 2D výpočet konkrétního detailu, ale dávají dobrou představu o velikosti lineární tepelné vazby.

Tabulkový výpočet dle zvoleného způsobu osazení (izolační límec způsob ostění) sám dopočte efekt lineárních tepelných vazeb a dle příslušných délek (ostění, parapet, nadpraží) stanoví průměrnou lineární tepelnou vazbu  $\Psi$ . Tu je spolu s celkovým obvodem okna možno započítat do energetické bilance budovy. Pro zjednodušení je tato lineární tepelná vazba připočtena k hodnotě  $U_w$  a dává výslednou hodnotu zabudovaného okna  $U_{w,zabudované}$ . Je tedy možno v energetické bilanci budovy počítat pouze se součinem plochy okna a  $U_{w,zabudované}$ . Lineární tepelná vazba je v tomto zahrnuta.

## A. Příloha A – konstrukční detaily oken SONG

V příloze A jsou představeny vybrané detaily oken. Detaily osazení oken do různých krytin a způsobu zateplení střechy je zpracováno pro nejpokročilejší okno SONG 2018.9. Zbylá okna SONG 1 a SONG Basic by byla řešena obdobně.

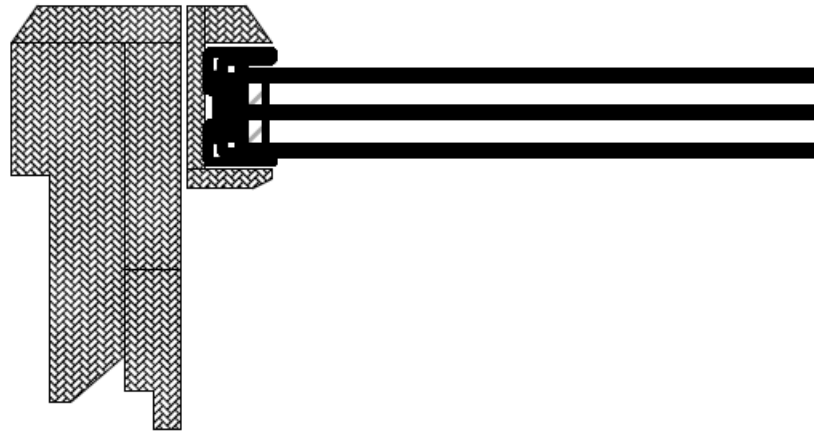
Obsah:

A.	Příloha A – konstrukční detaily oken SONG .....	1
A.1	Detaily okna SONG 1 .....	3
A.1.1	Řez bočním rámem nad osou otáčení okna SONG 1 .....	3
A.1.2	Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG 1 .....	3
A.1.3	Řez nadpražím okna SONG 1 .....	4
A.1.4	Řez parapetem okna SONG 1 .....	4
A.1.5	Detail osazení okna SONG 1 s bočním šikmým ostěním s tepelně izolačním límcem v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvy .....	5
A.1.6	Detail osazení okna SONG 1 s nadpražím s tepelně izolačním límcem v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvy .....	6
A.1.7	Detail osazení okna SONG 1 s parapetem s tepelně izolačním límcem v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvy .....	7
A.2	Detaily okna SONG 2018.9 .....	8
A.2.1	Řez bočním rámem nad osou otáčení a řez nadpražím okna SONG 2018.9 .....	8
A.2.2	Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG 2018.9 .....	8
A.2.3	Řez parapetem okna SONG 2018.9 .....	9
A.2.4	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha s I-nosníky .....	10
A.2.5	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha s I-nosníky .....	11
A.2.6	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvy .....	12
A.2.7	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvy .....	13
A.2.8	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokvy .....	14
A.2.9	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokvy .....	15
A.2.10	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkroevní izolace .....	16
A.2.11	Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkroevní izolace .....	17
A.2.12	Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha s I-nosníky .....	18

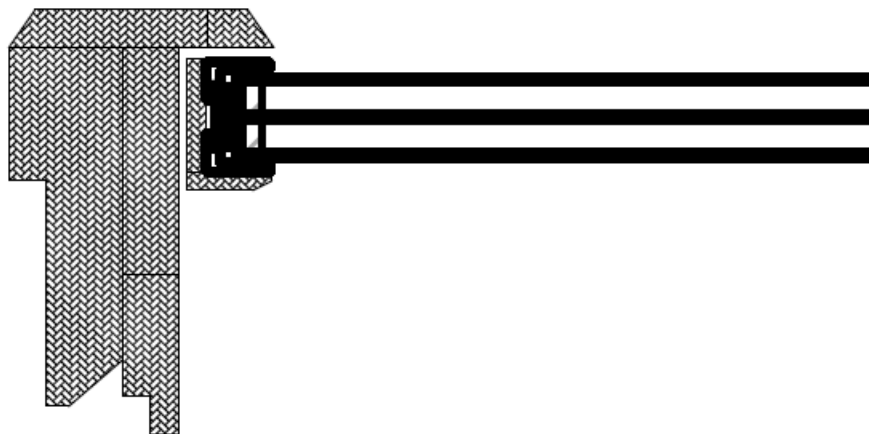
A.2.13	Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvemi .....	19
A.2.14	Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokvemi .....	20
A.2.15	Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkrokvní izolace.....	21
A.2.16	Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha z I-nosníků .....	22
A.2.17	Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvemi .....	23
A.2.18	Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, izolace mezi a nad krokvemi .....	24
A.2.19	Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkrokvní izolace.....	25
A.3	Detaily okna SONG Basic .....	26
A.3.1	Řez bočním rámem nad osou otáčení okna SONG Basic.....	26
A.4.1	Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG Basic .....	27
A.4.2	Řez nadpražím okna SONG Basic.....	28
A.4.3	Řez parapetem okna SONG Basic .....	29
A.4.4	Detail osazení okna SONG Basic s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha z I-nosníků .....	30
A.4.5	Detail osazení okna SONG Basic s nadpražím bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha z I-nosníků .....	31
A.4.6	Detail osazení okna SONG Basic s parapetem bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha z I-nosníků .....	32
A.5	Vliv ostění na skladbu krokví a krokvní výměny .....	33
A.5.1	Kolmé ostění.....	33
A.5.2	Šikmé ostění .....	34

## A.1Detaily okna SONG 1

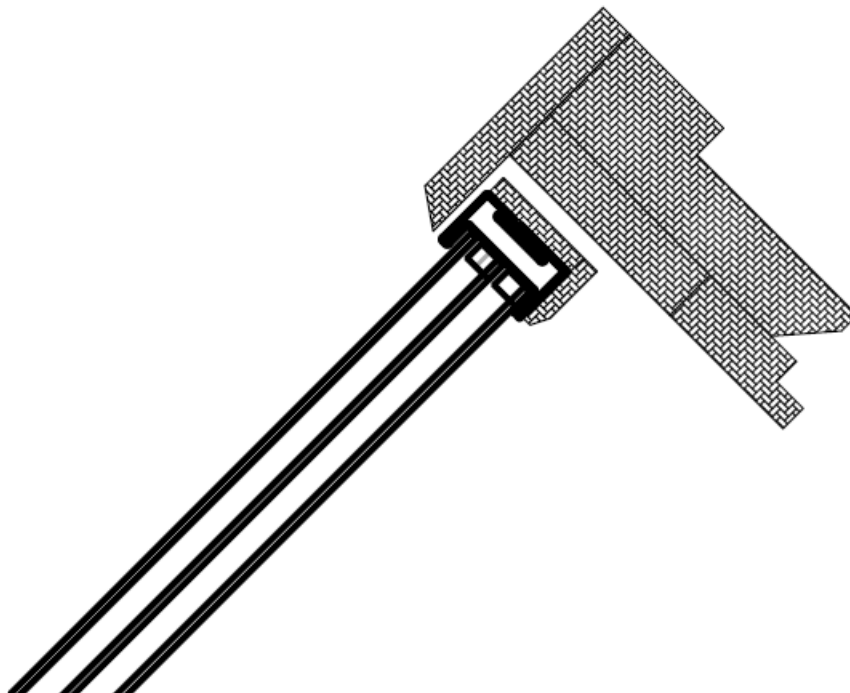
Řez bočním rámem nad osou otáčení okna SONG 1



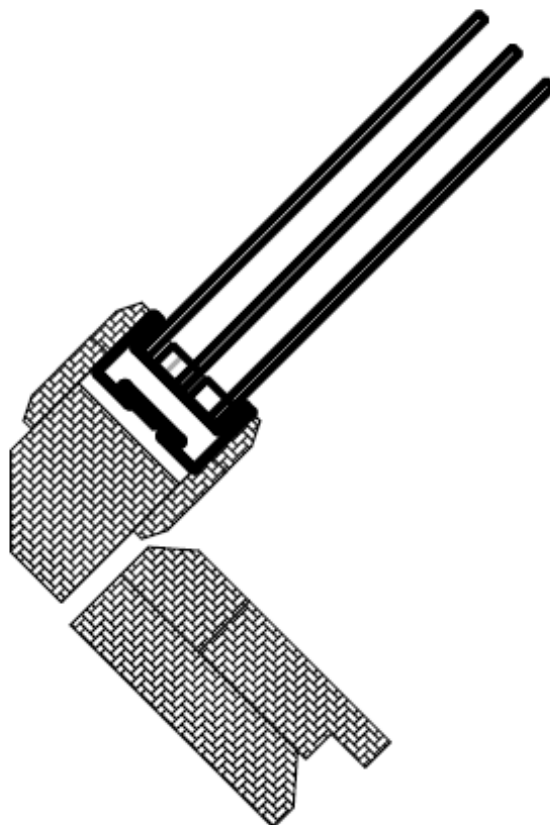
Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG 1



Řez nadpražím okna SONG 1

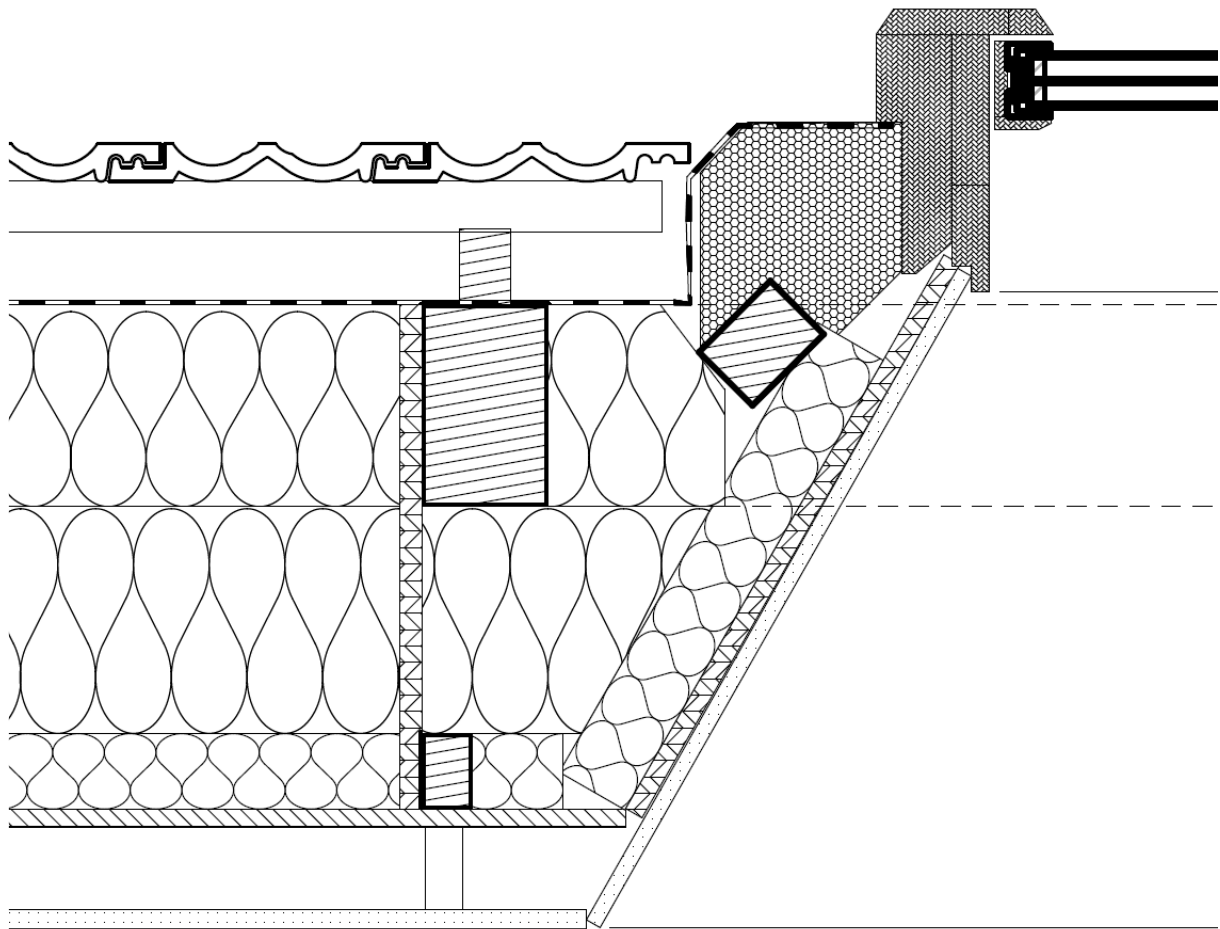


Řez parapetem okna SONG 1

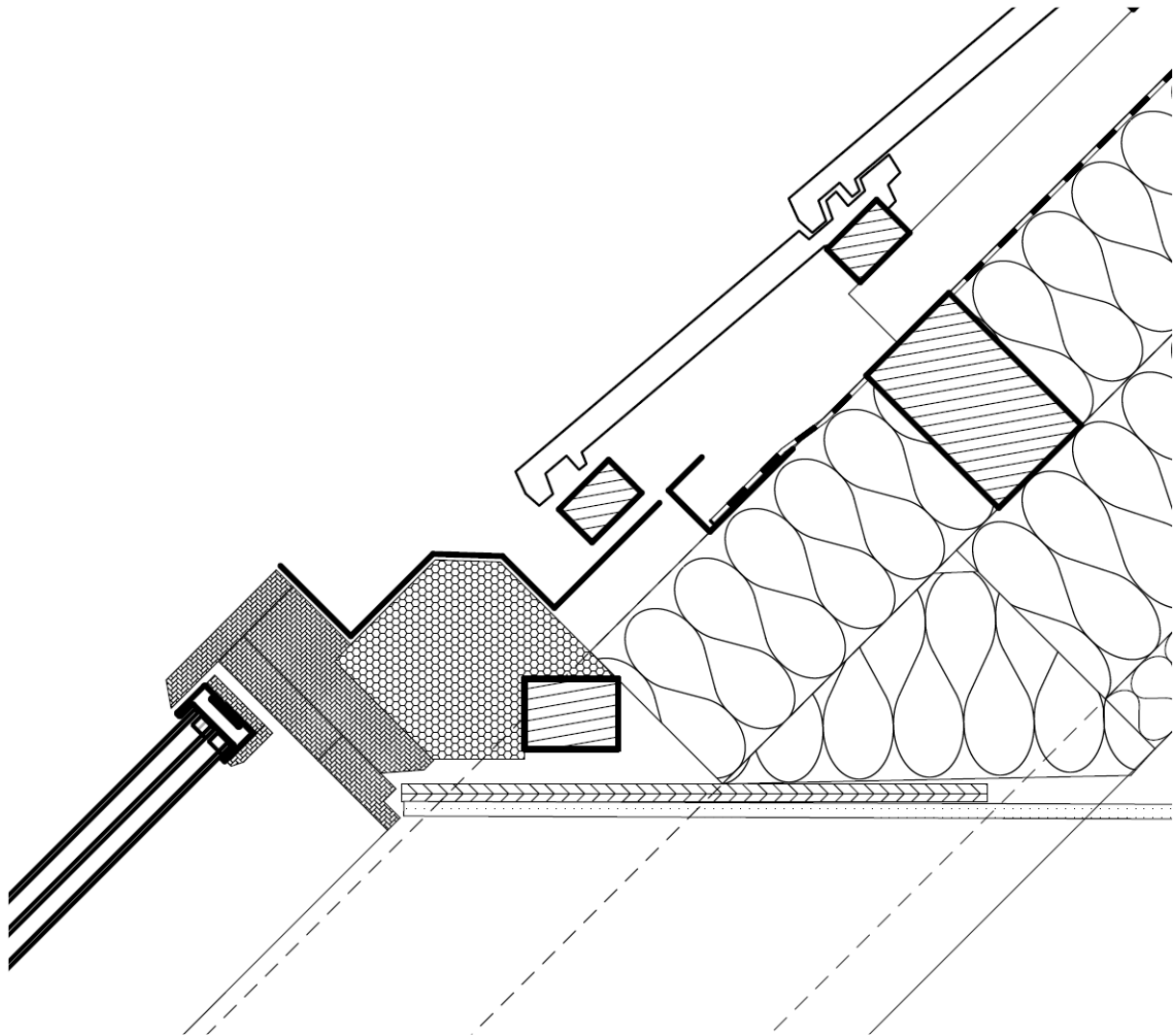




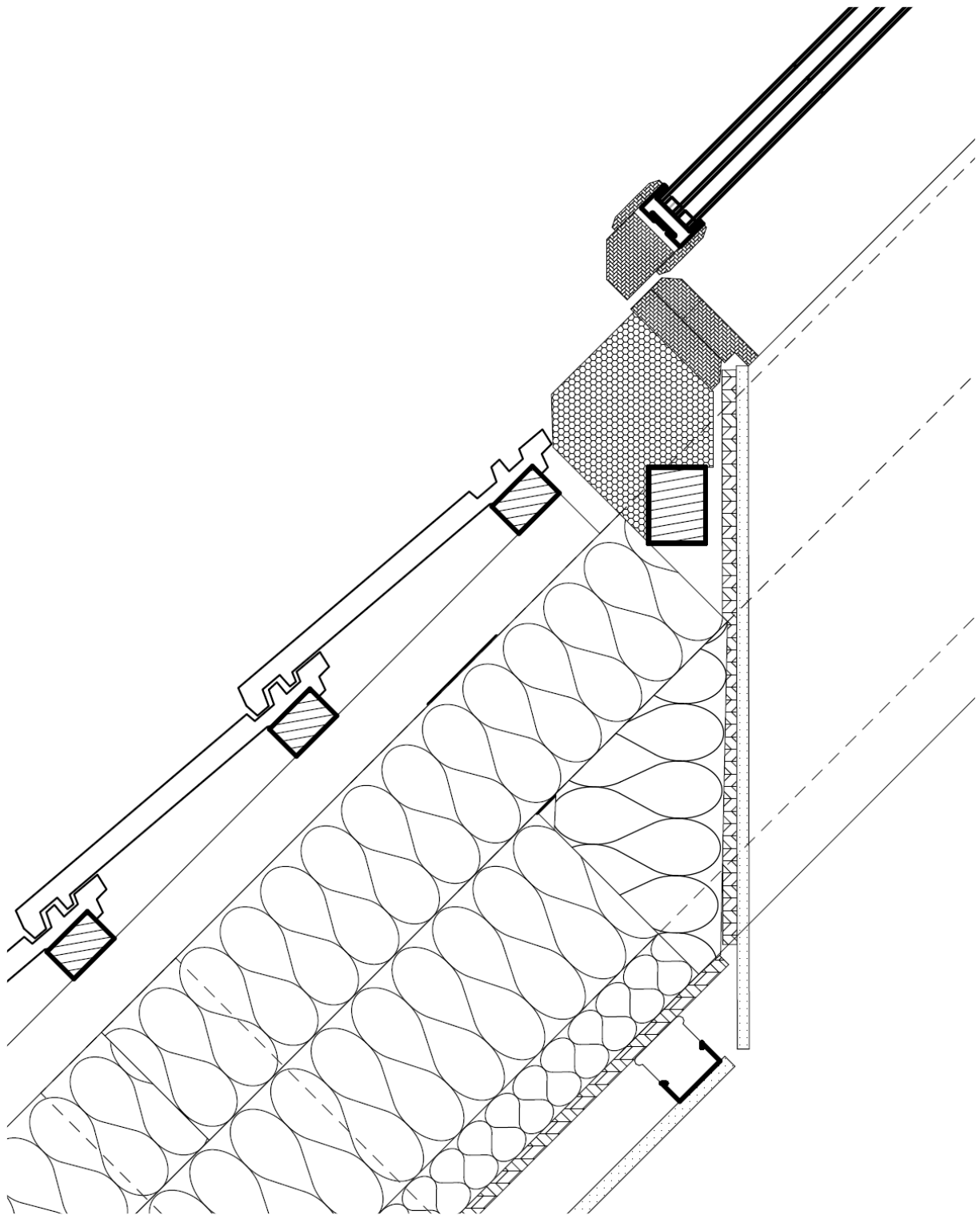
Detail osazení okna SONG 1 s bočním šikmým ostěním s tepelně izolačním límcem  
v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvi



Detail osazení okna SONG 1 s nadpražím s tepelně izolačním límcem v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvi

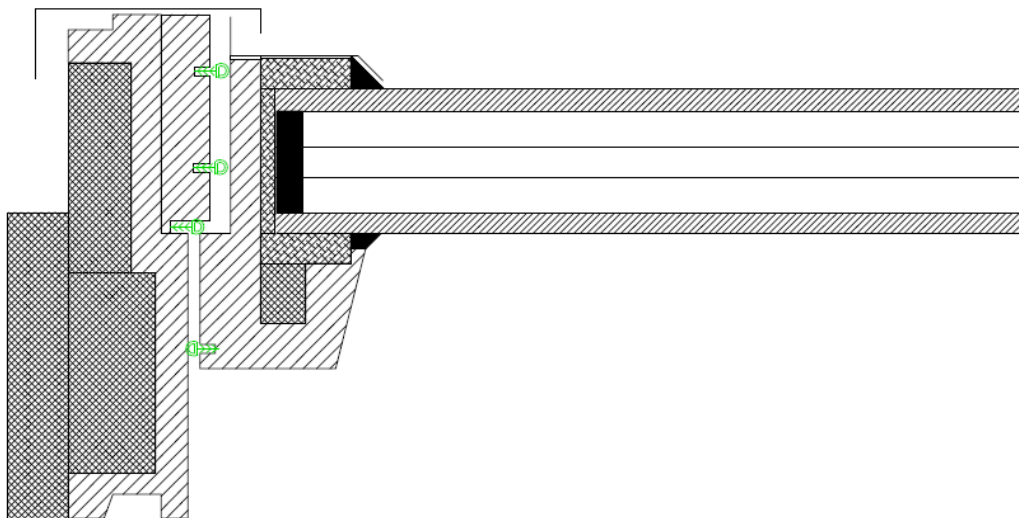


Detail osazení okna SONG 1 s parapetem s tepelně izolačním límcem v profilované krytině, zateplení mezi a pod krokvy

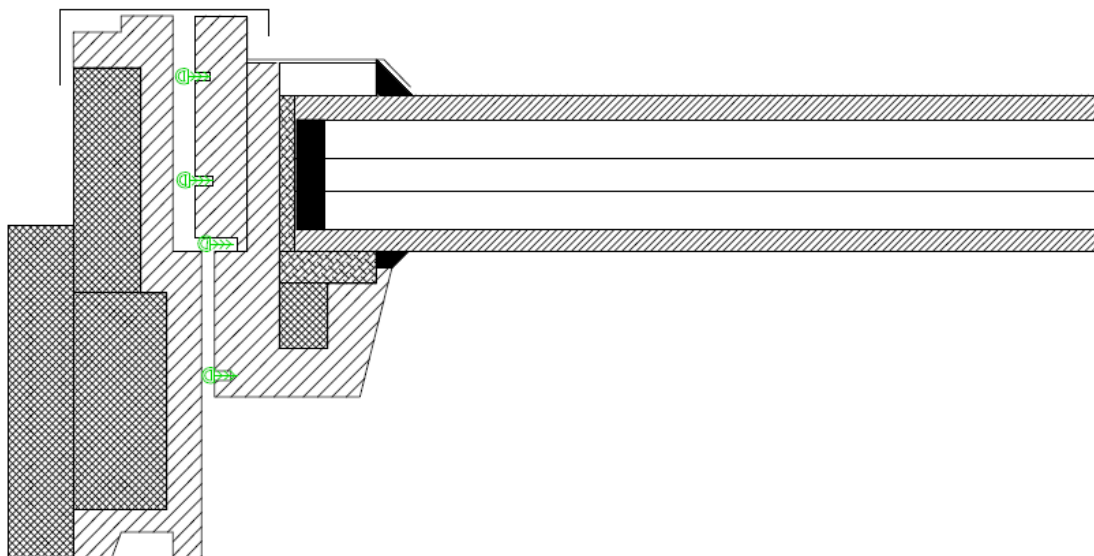


## A.2 Detaily okna SONG 2018.9

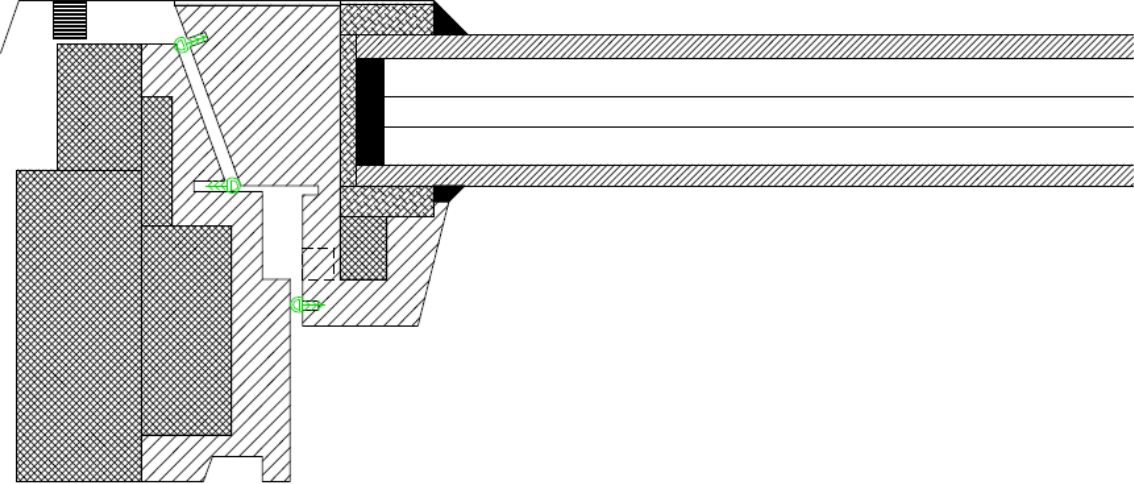
Řez bočním rámem nad osou otáčení a řez nadpražím okna SONG 2018.9



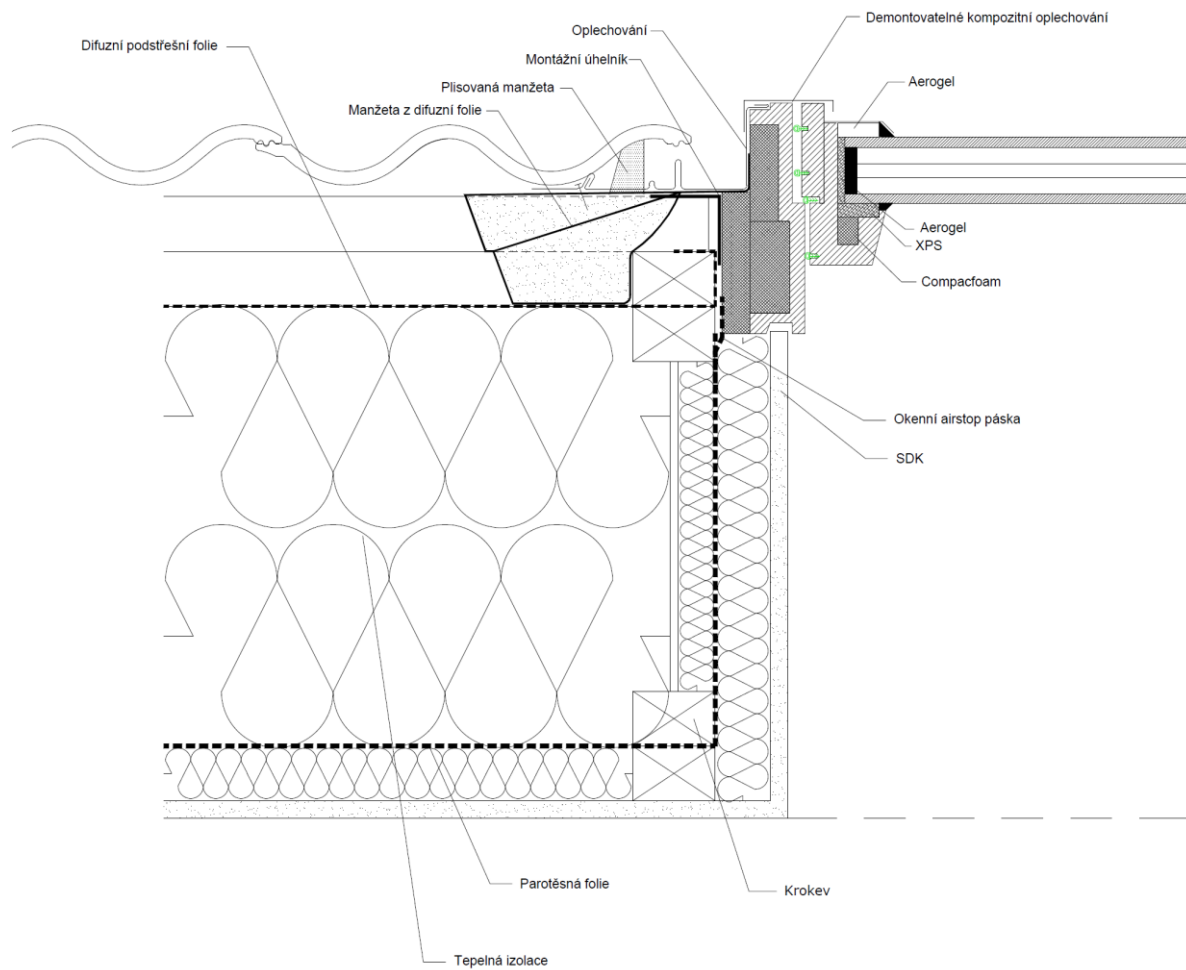
Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG 2018.9



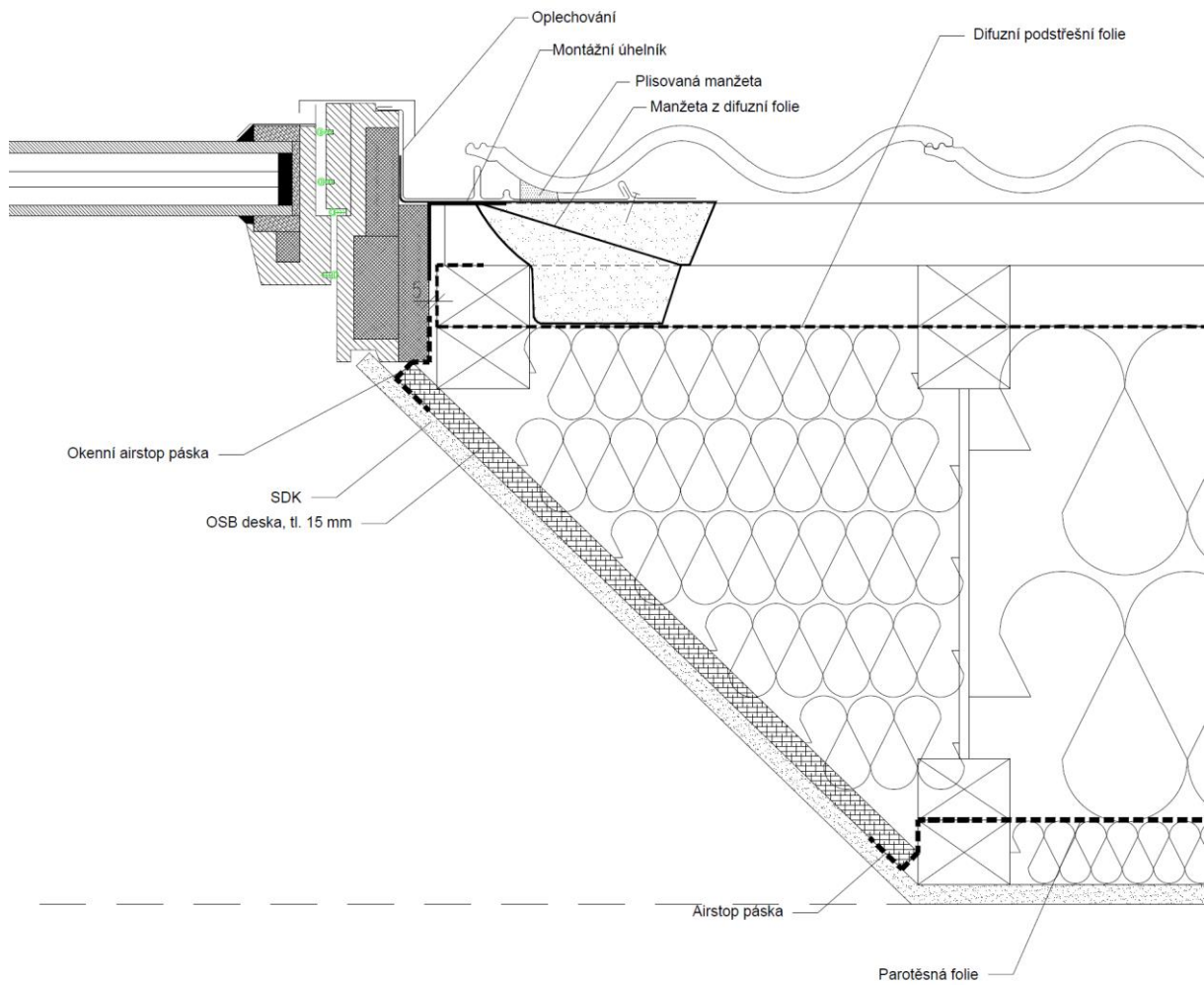
Řez parapetem okna SONG 2018.9



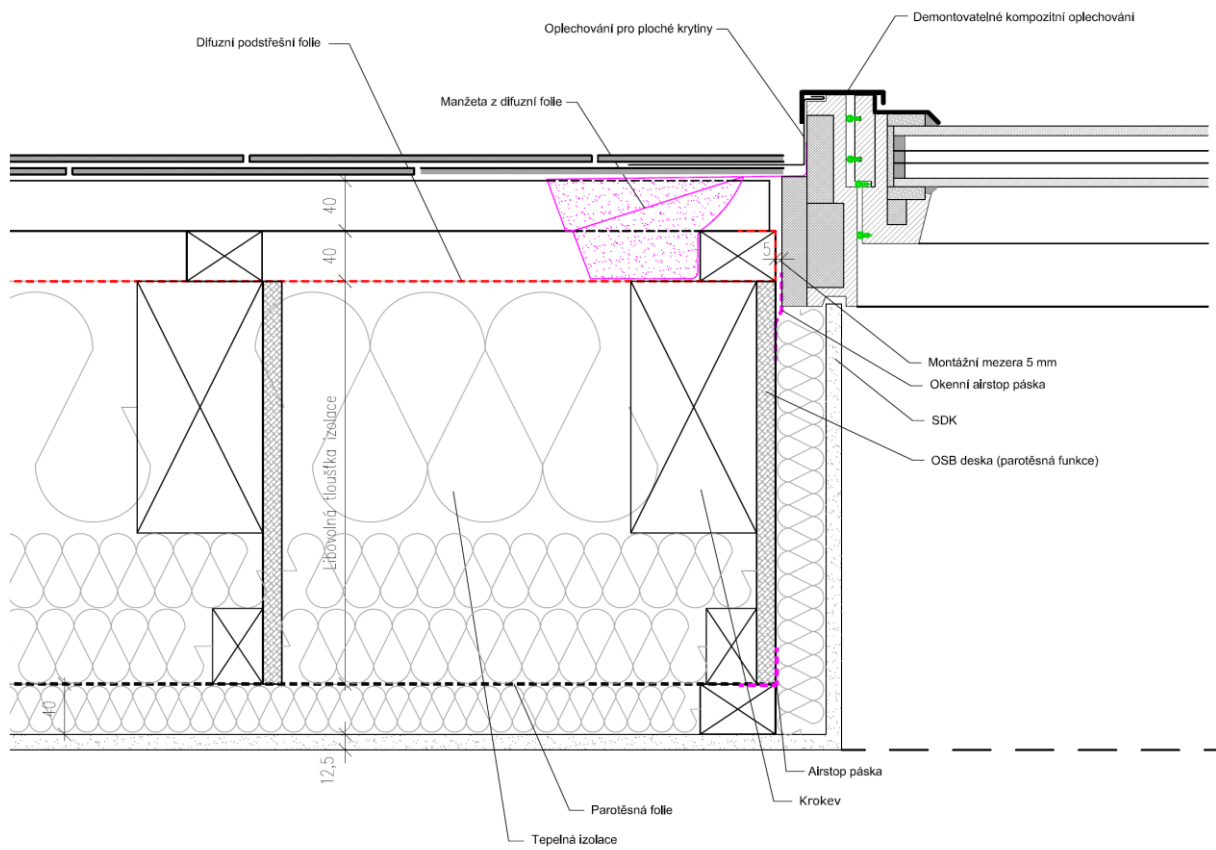
Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha s I-nosníky



Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v profilované krytině, střecha s I-nosníky

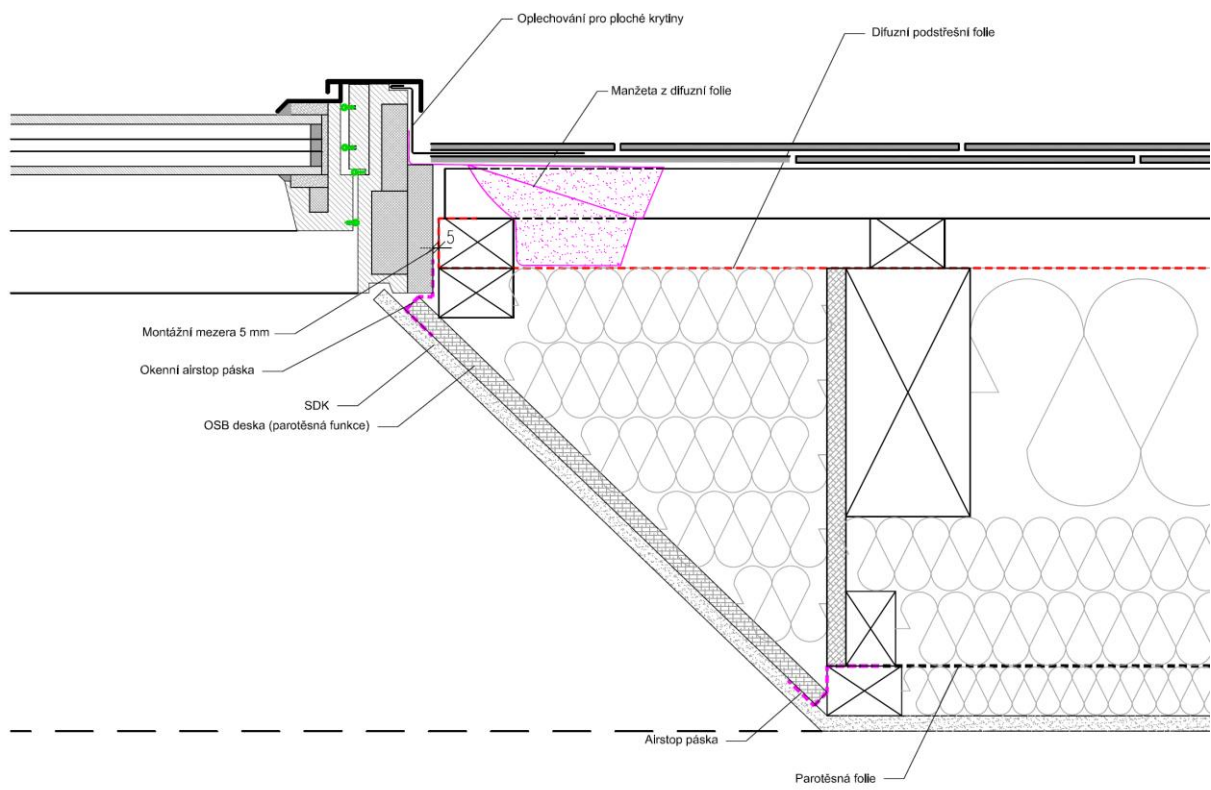


Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvemi

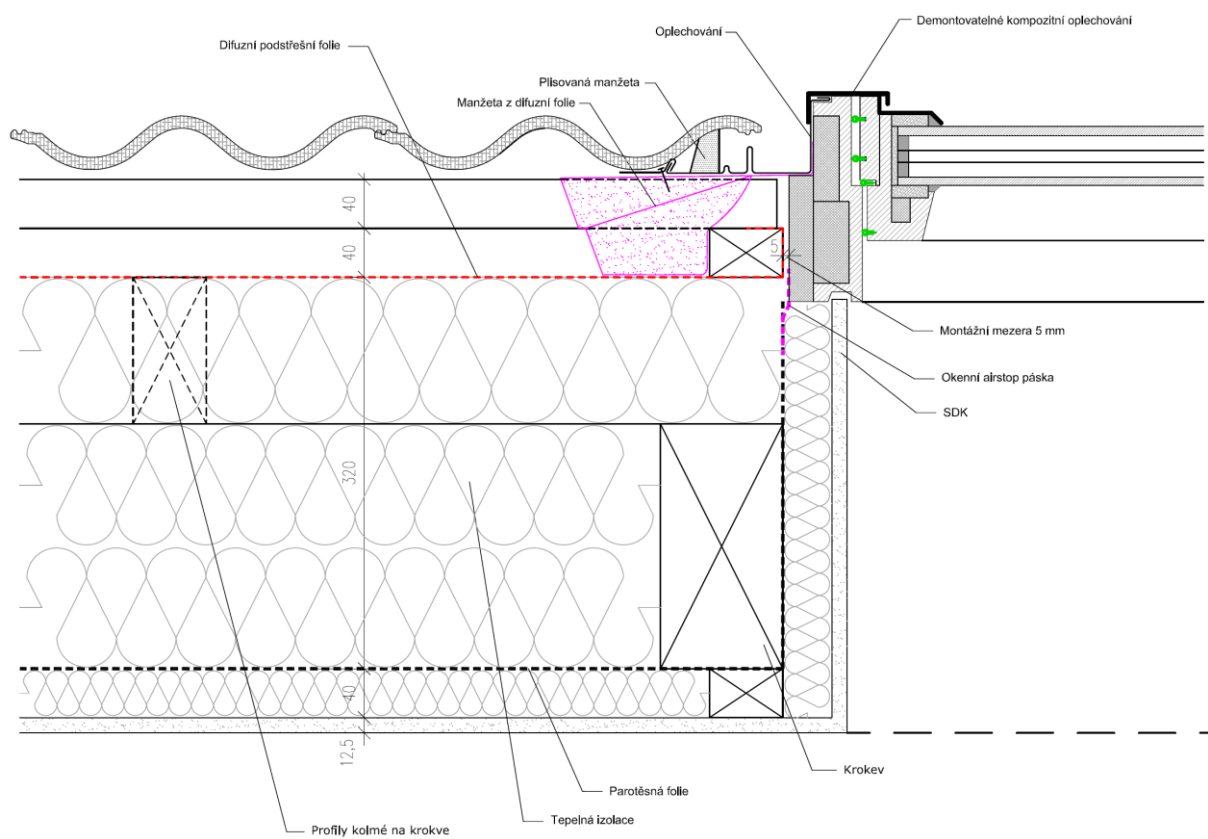




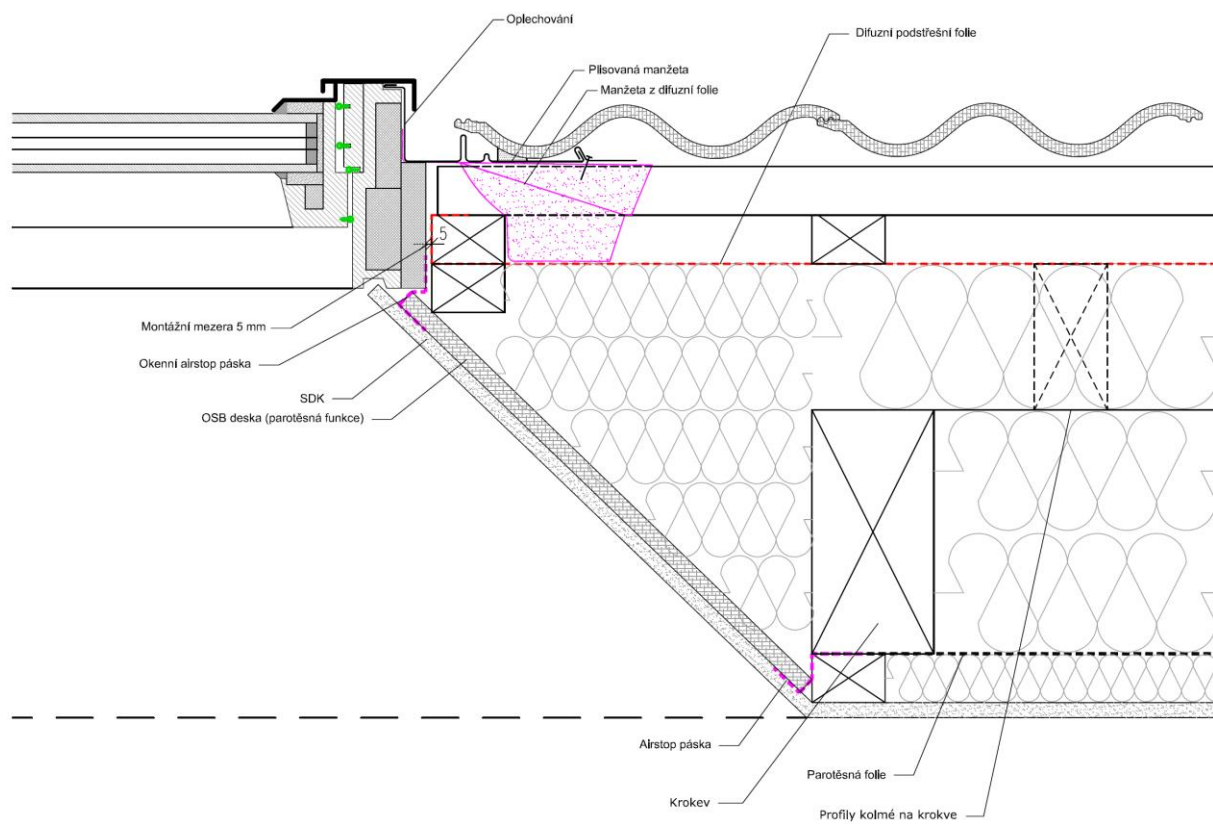
Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokviemi



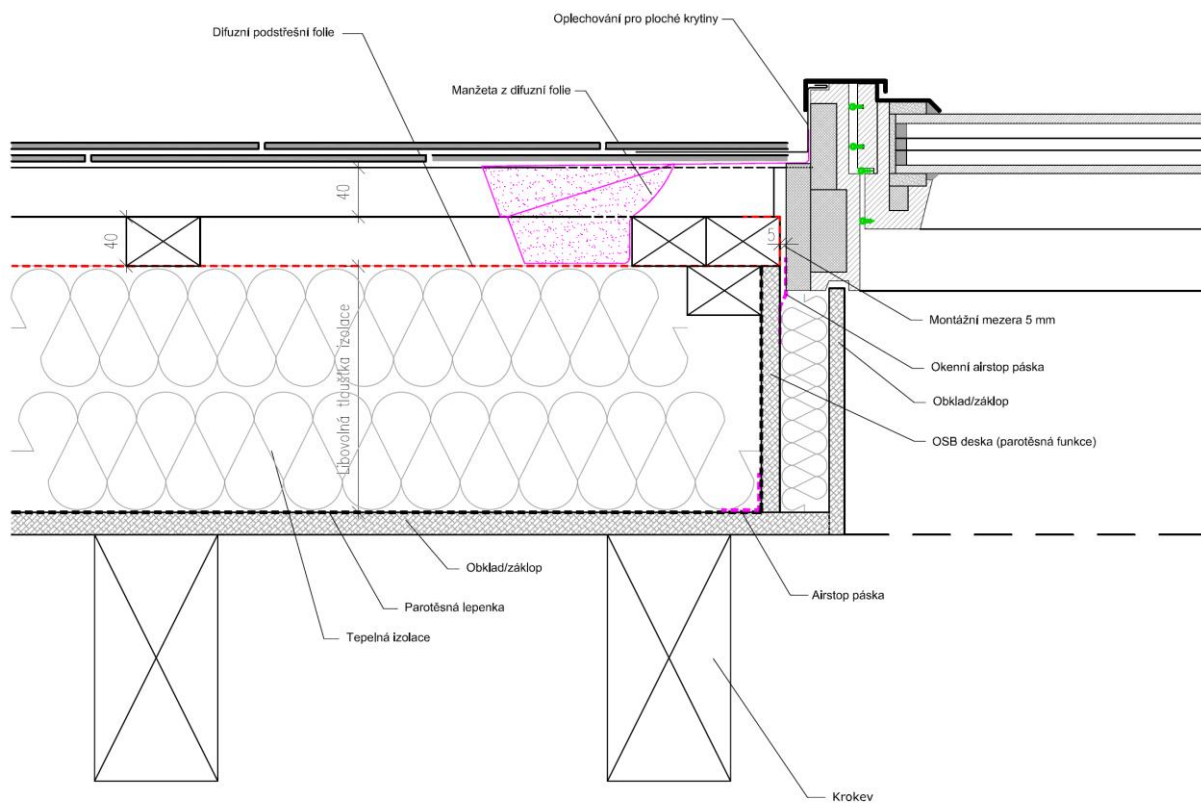
Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokviemi



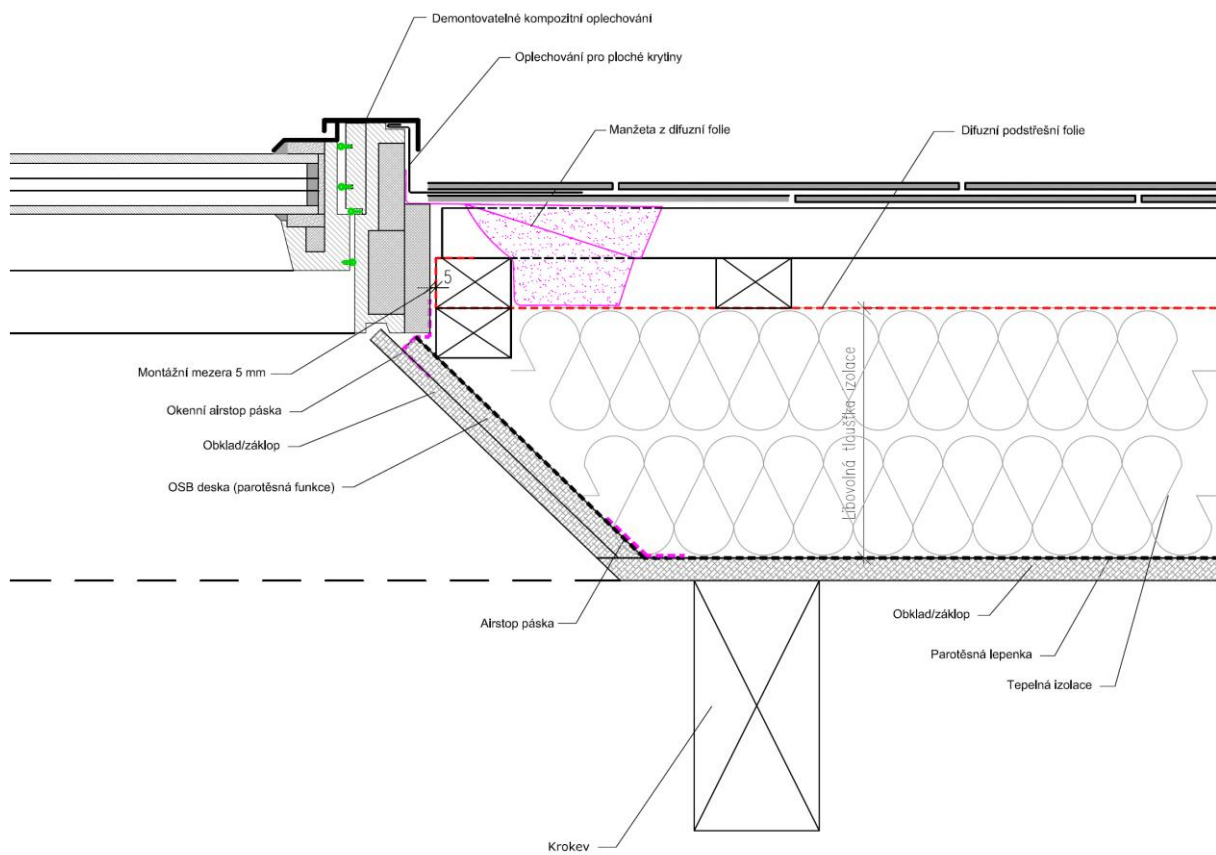
Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokve



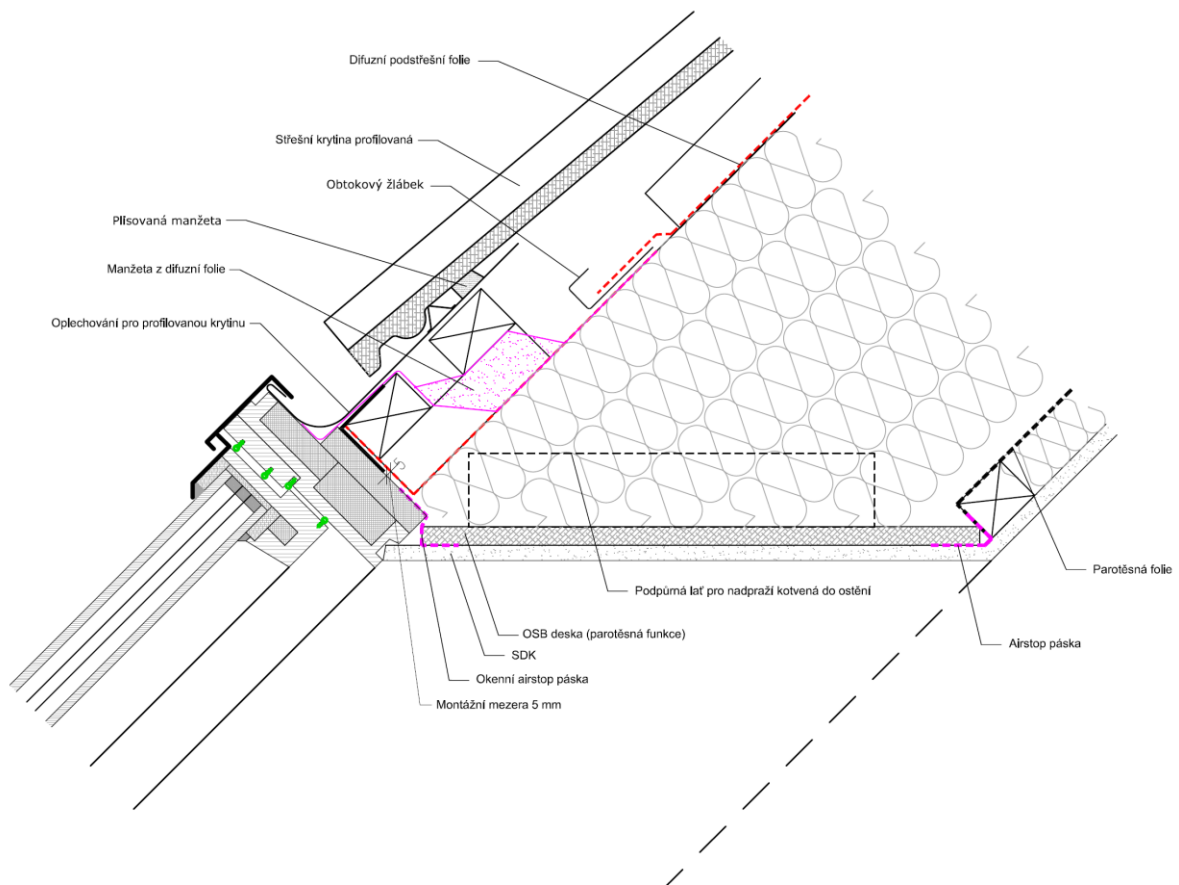
Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkroevní izolace



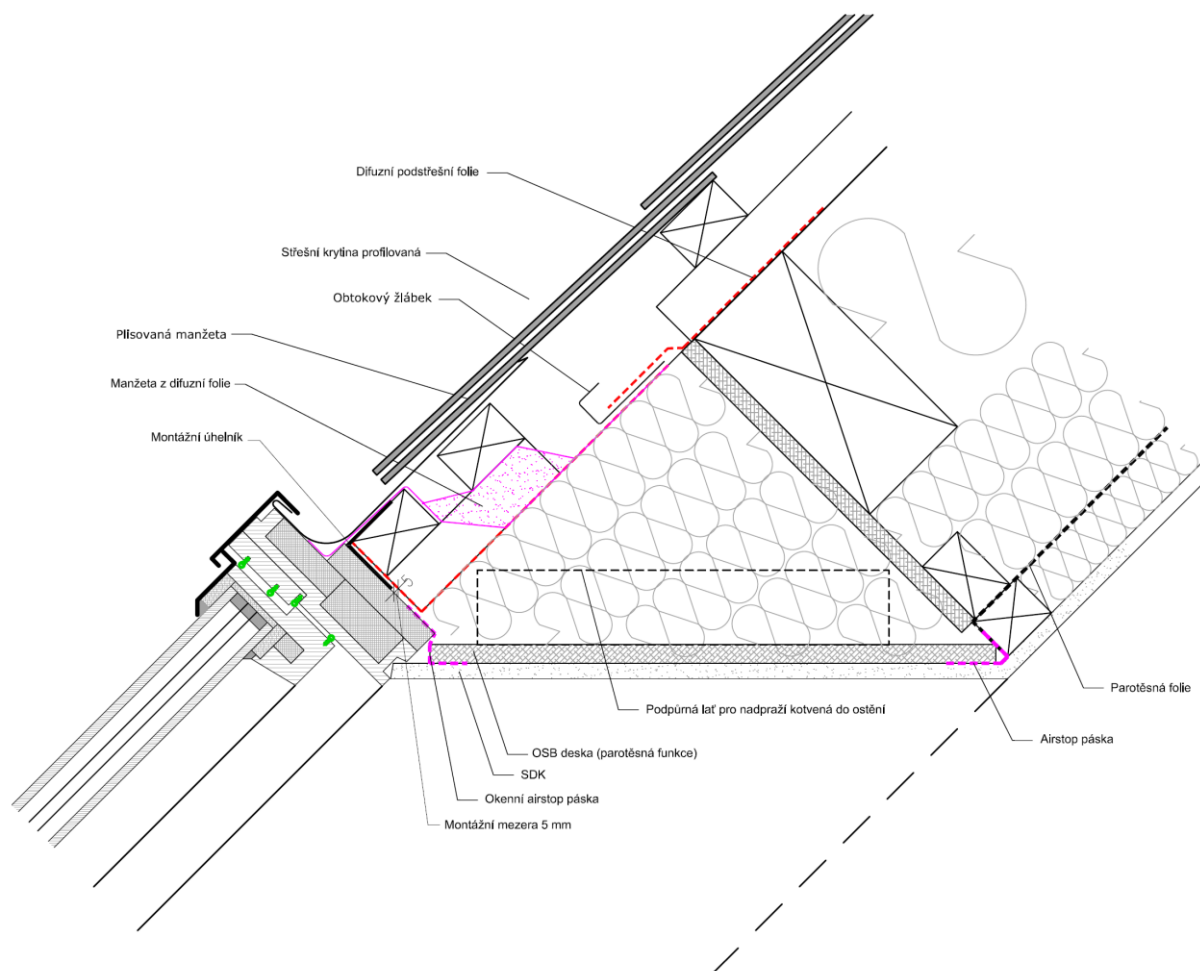
# Detail osazení okna SONG 2018.9 s bočním šikmým ostěním bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkroevní izolace



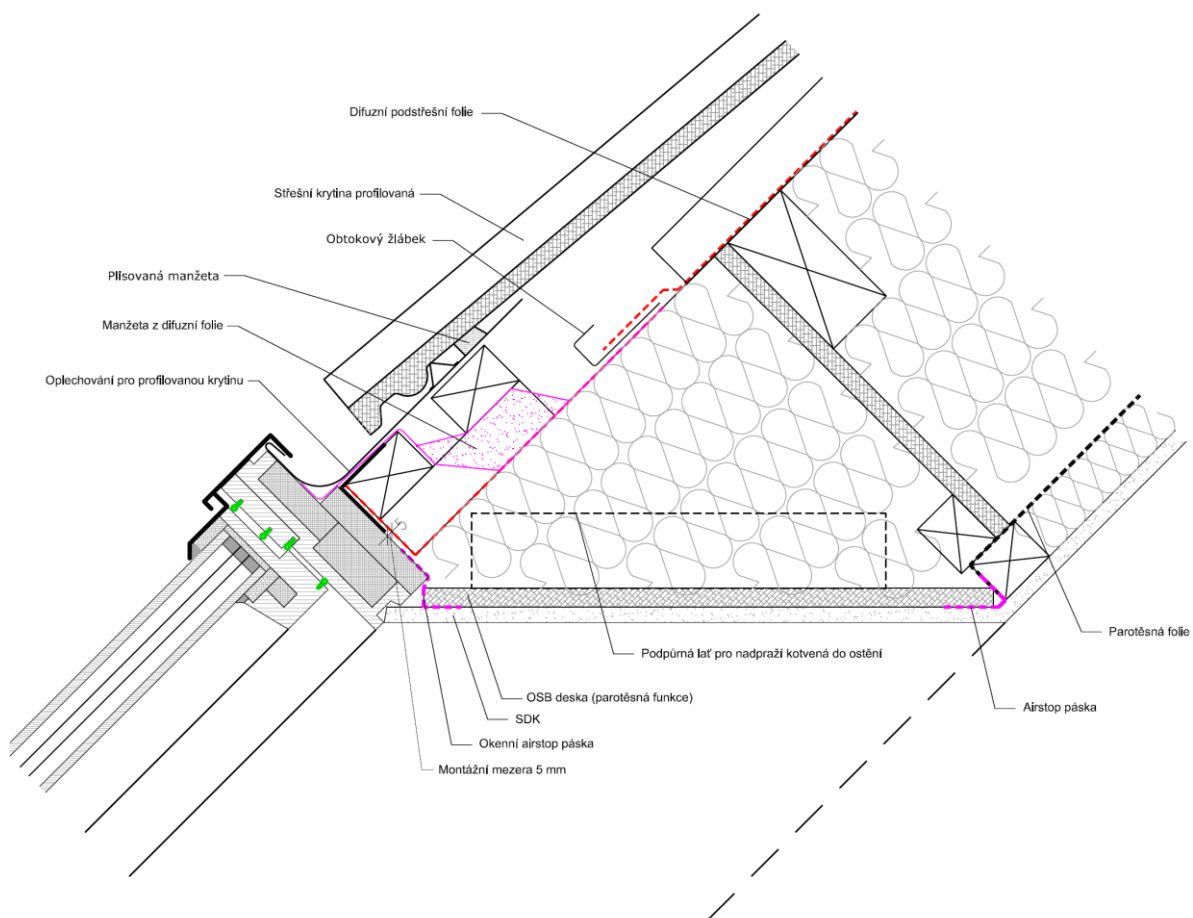
Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce  
v profilované krytině, střecha s I-nosníky



Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvy

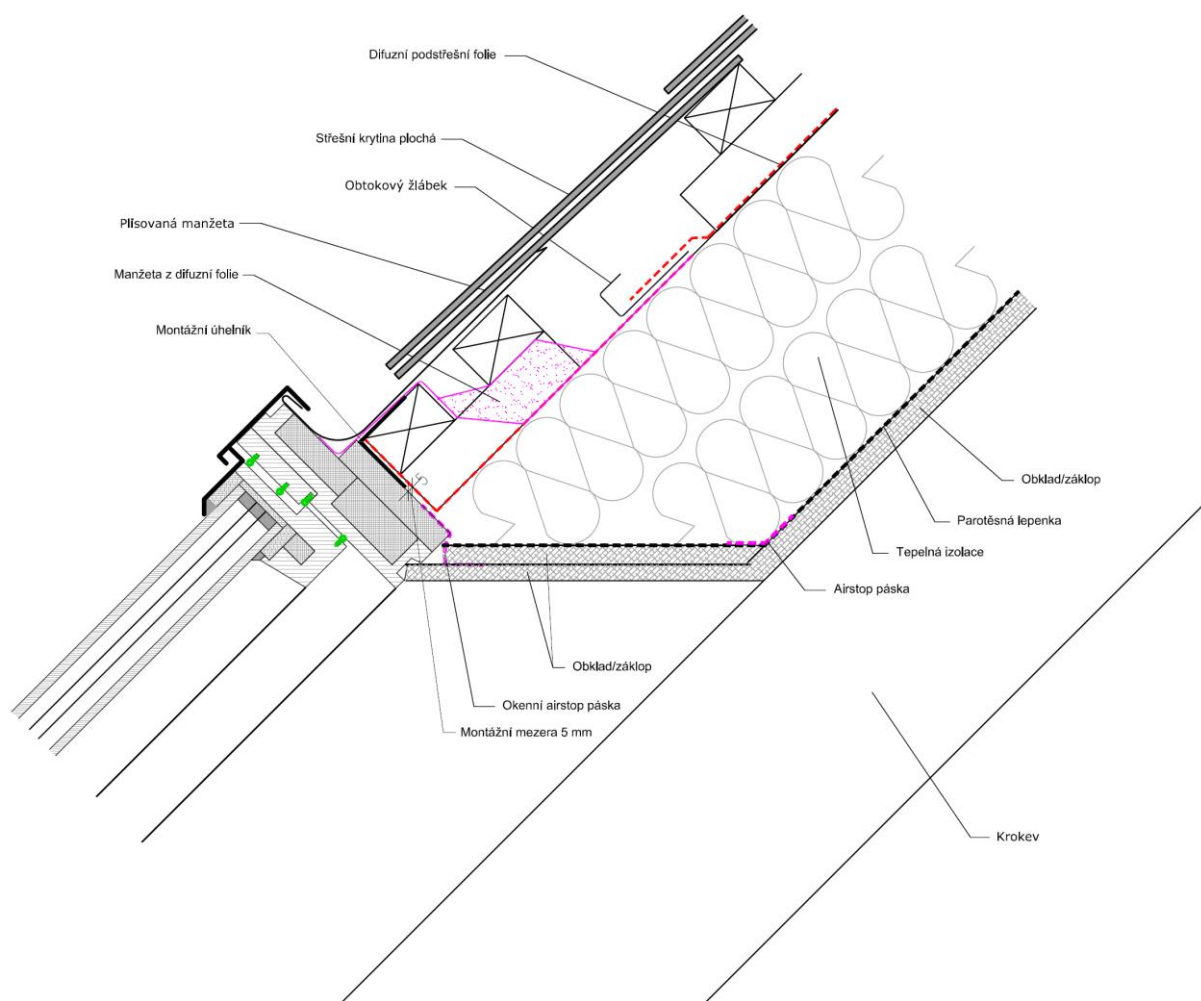


# Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a nad krokvy

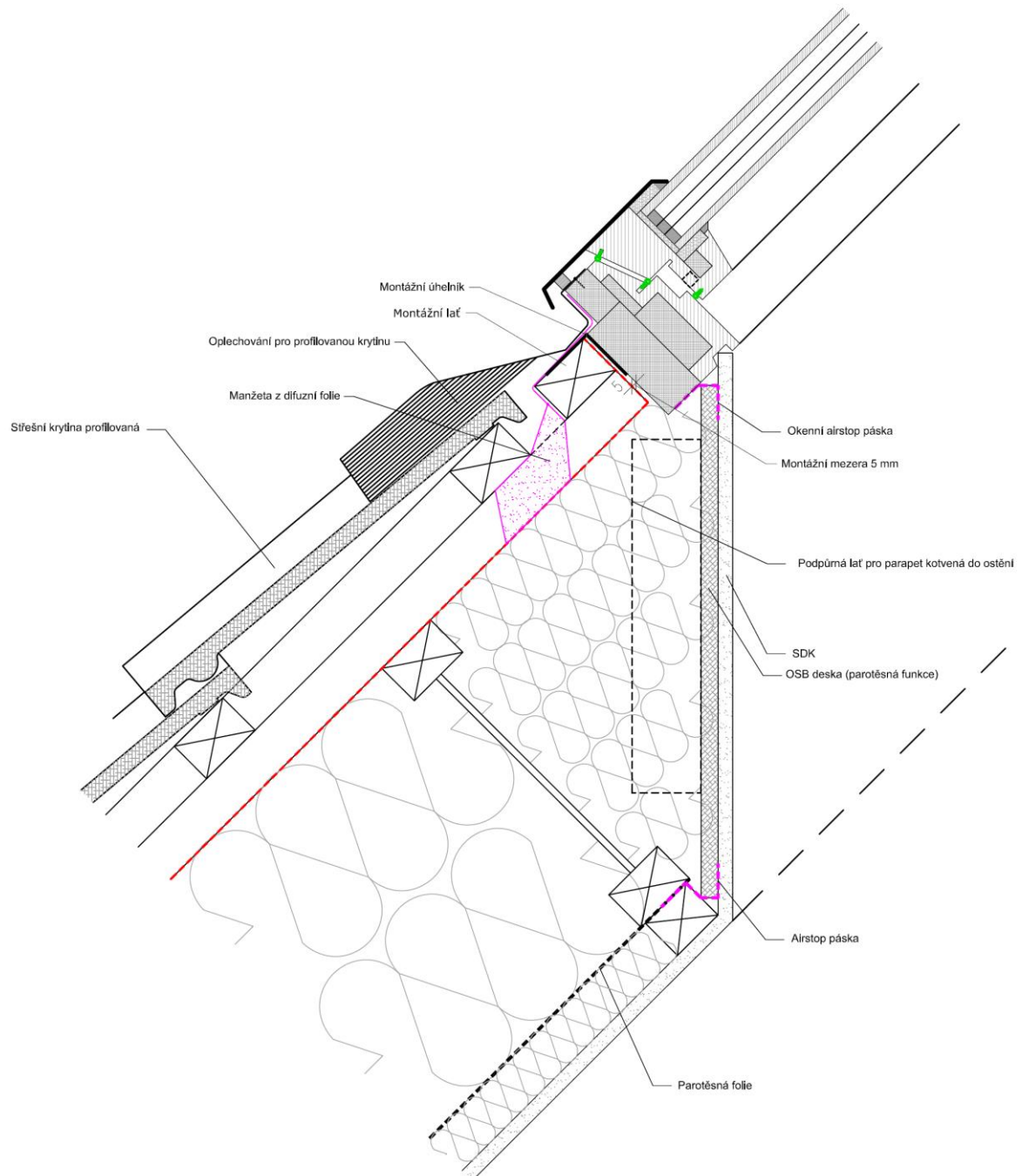




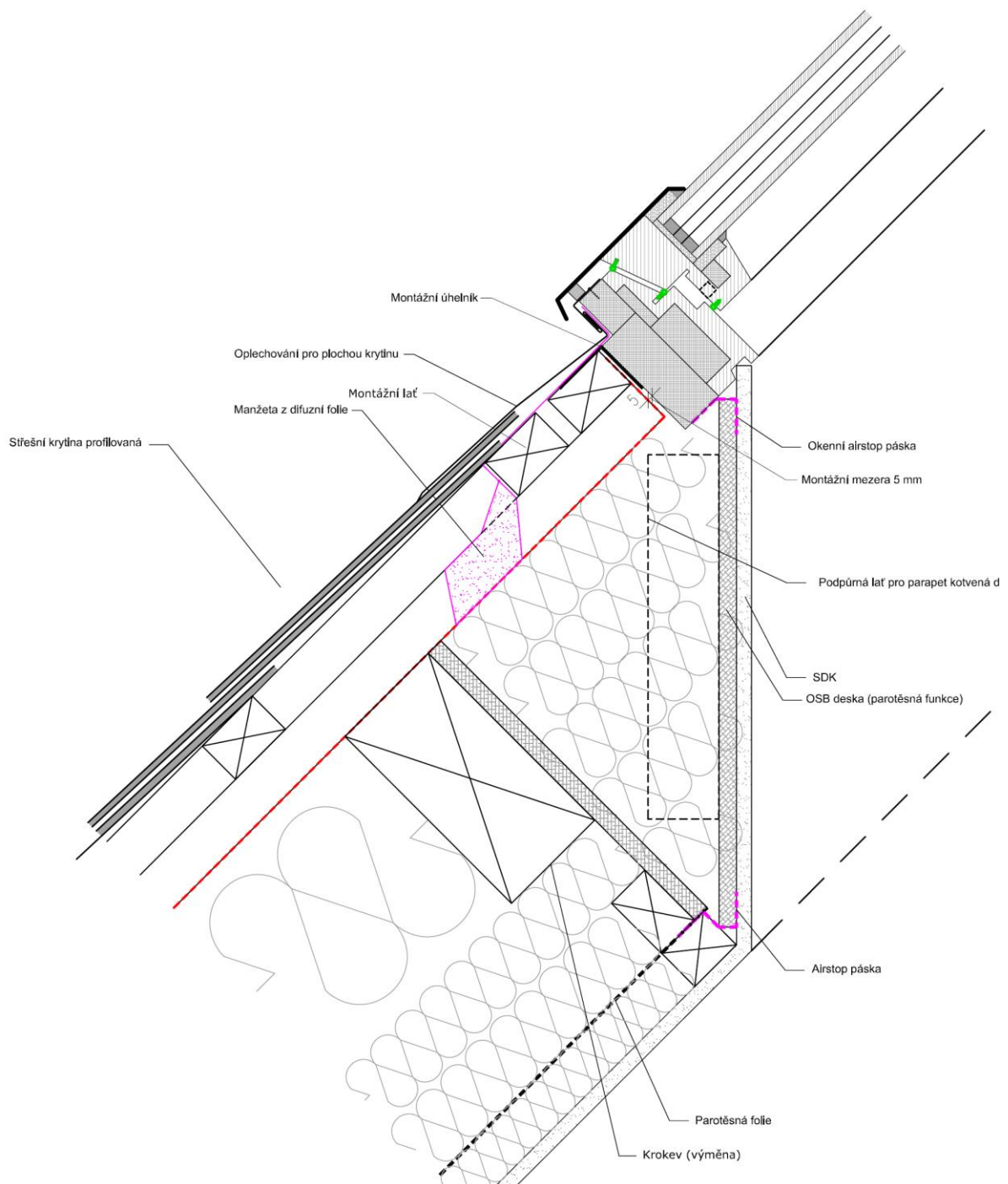
Detail osazení okna SONG 2018.9 s nadpražím bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkrokevní izolace



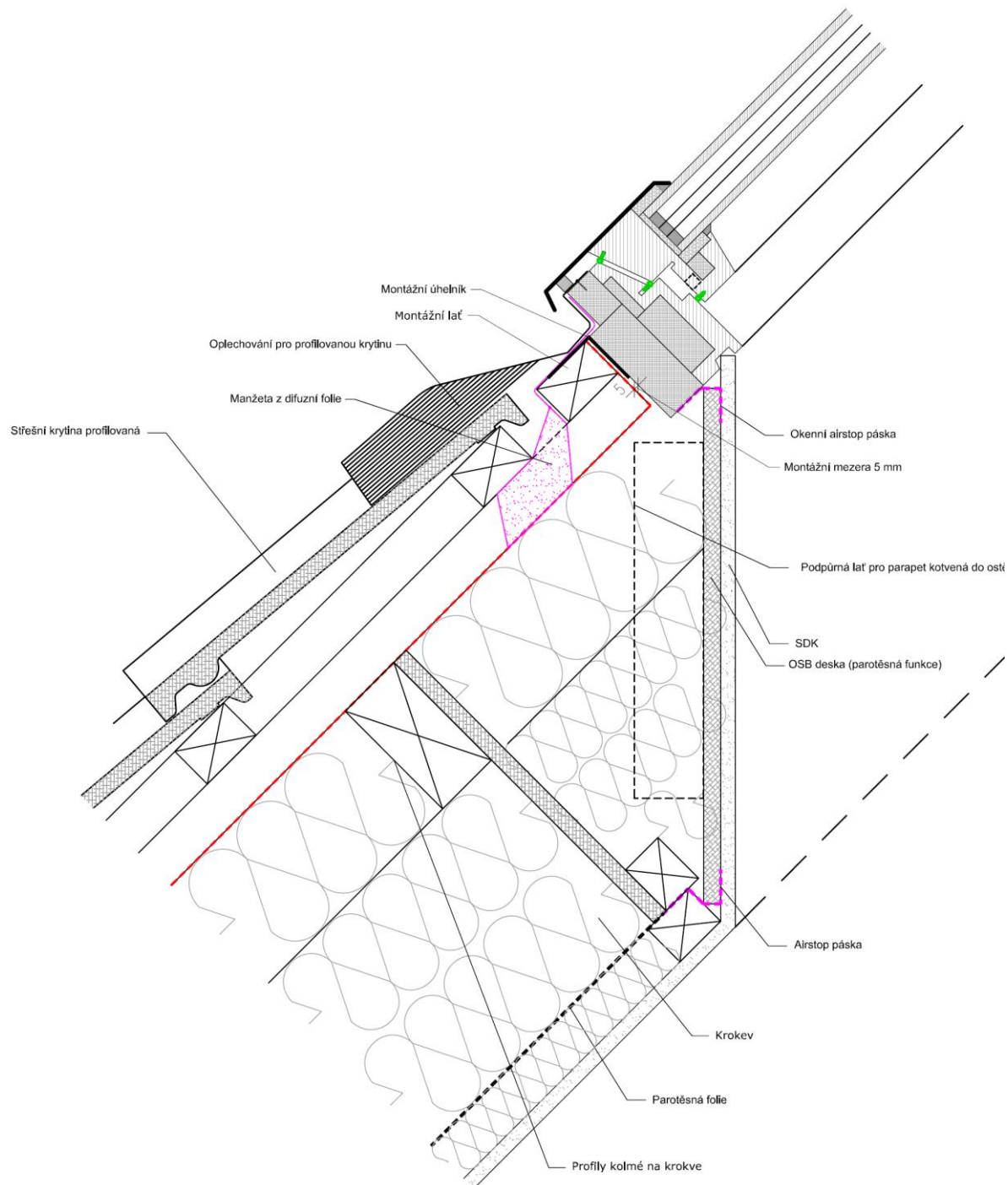
Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce  
v profilované krytině, střecha z I-nosníků



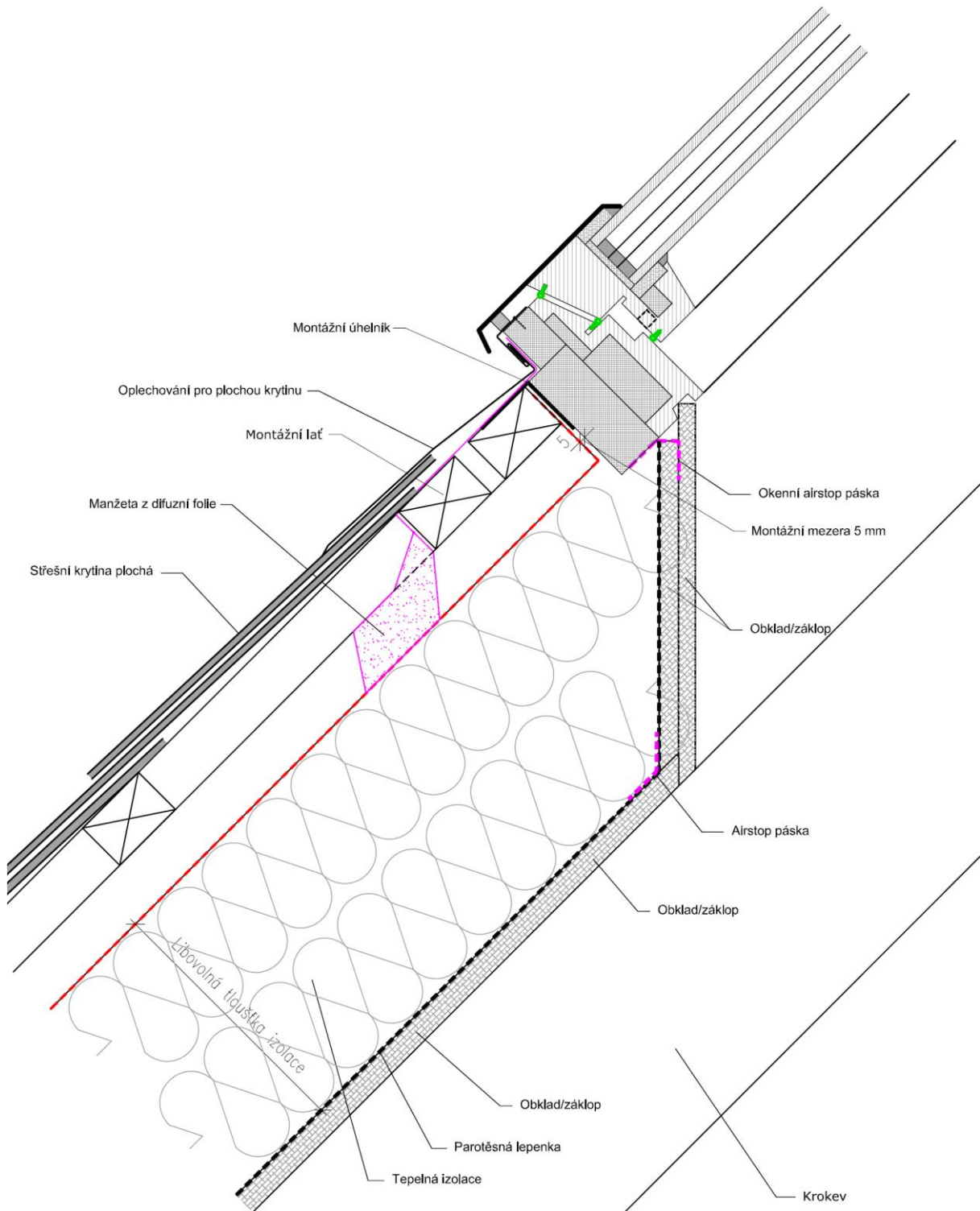
Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, izolace mezi a pod krokvemi



Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce  
v profilované krytině, izolace mezi a nad krokve

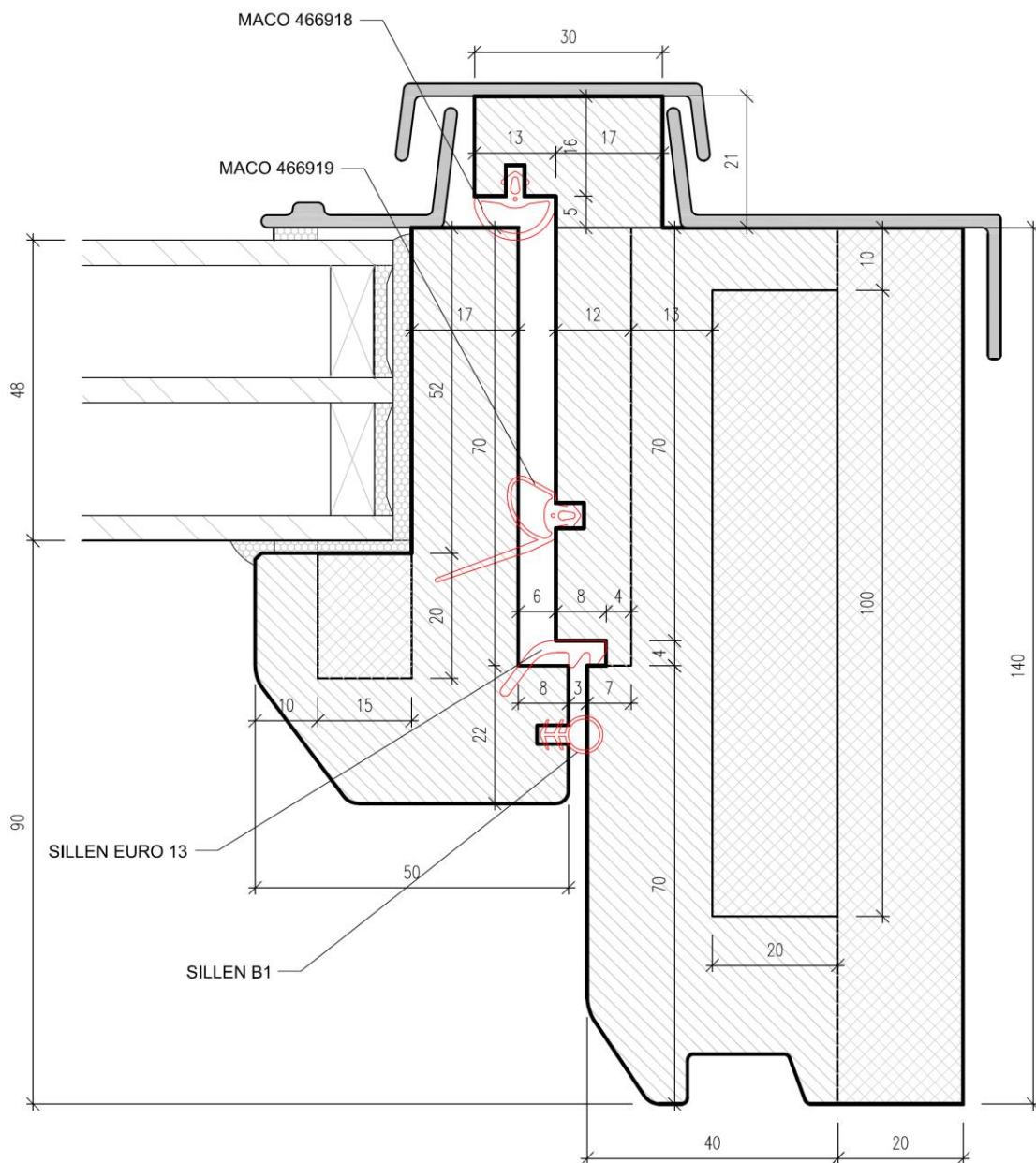


Detail osazení okna SONG 2018.9 s parapetem bez tepelně izolačního límce v ploché krytině, nadkrokevní izolace

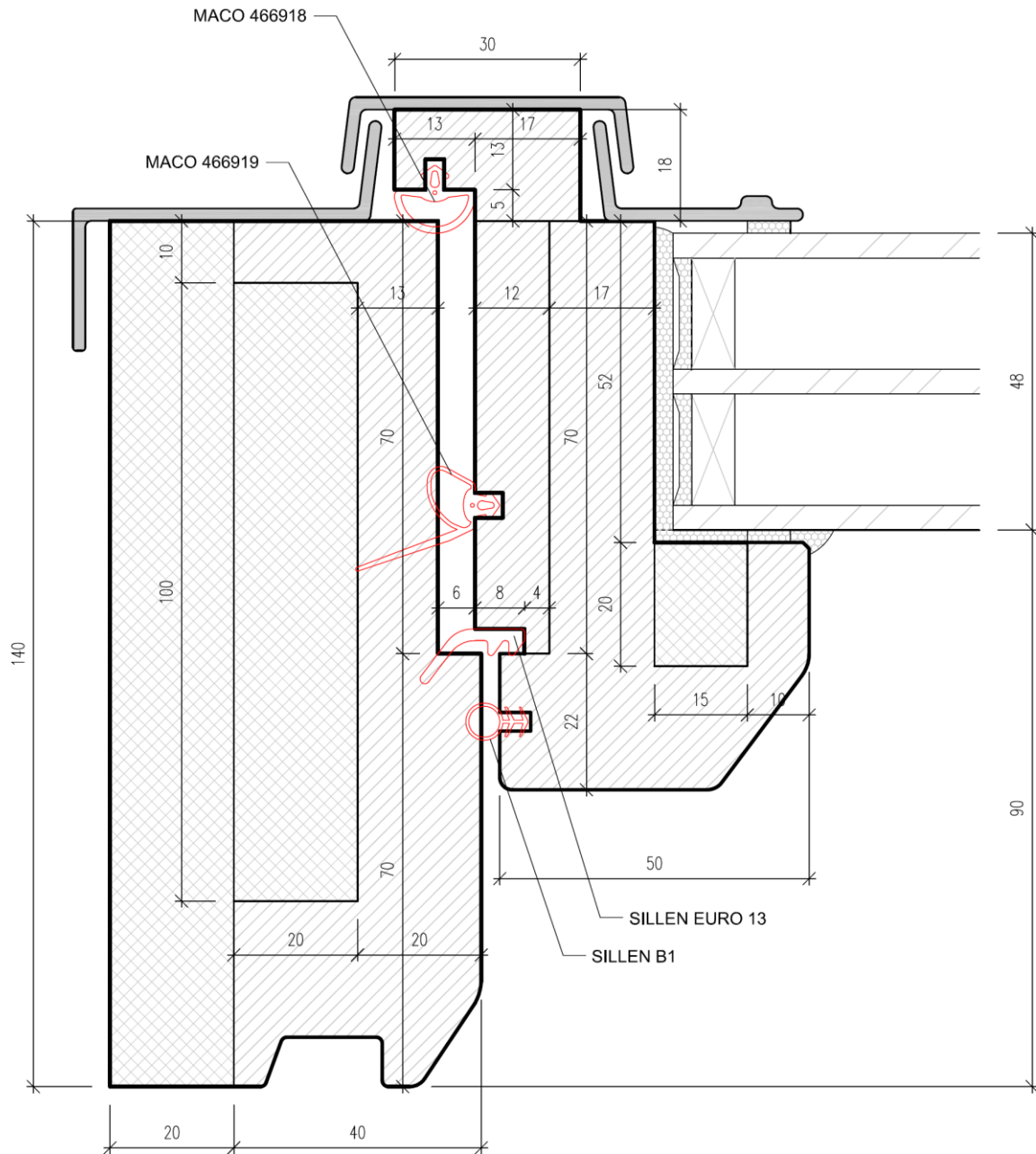


### A.3 Detaily okna SONG Basic

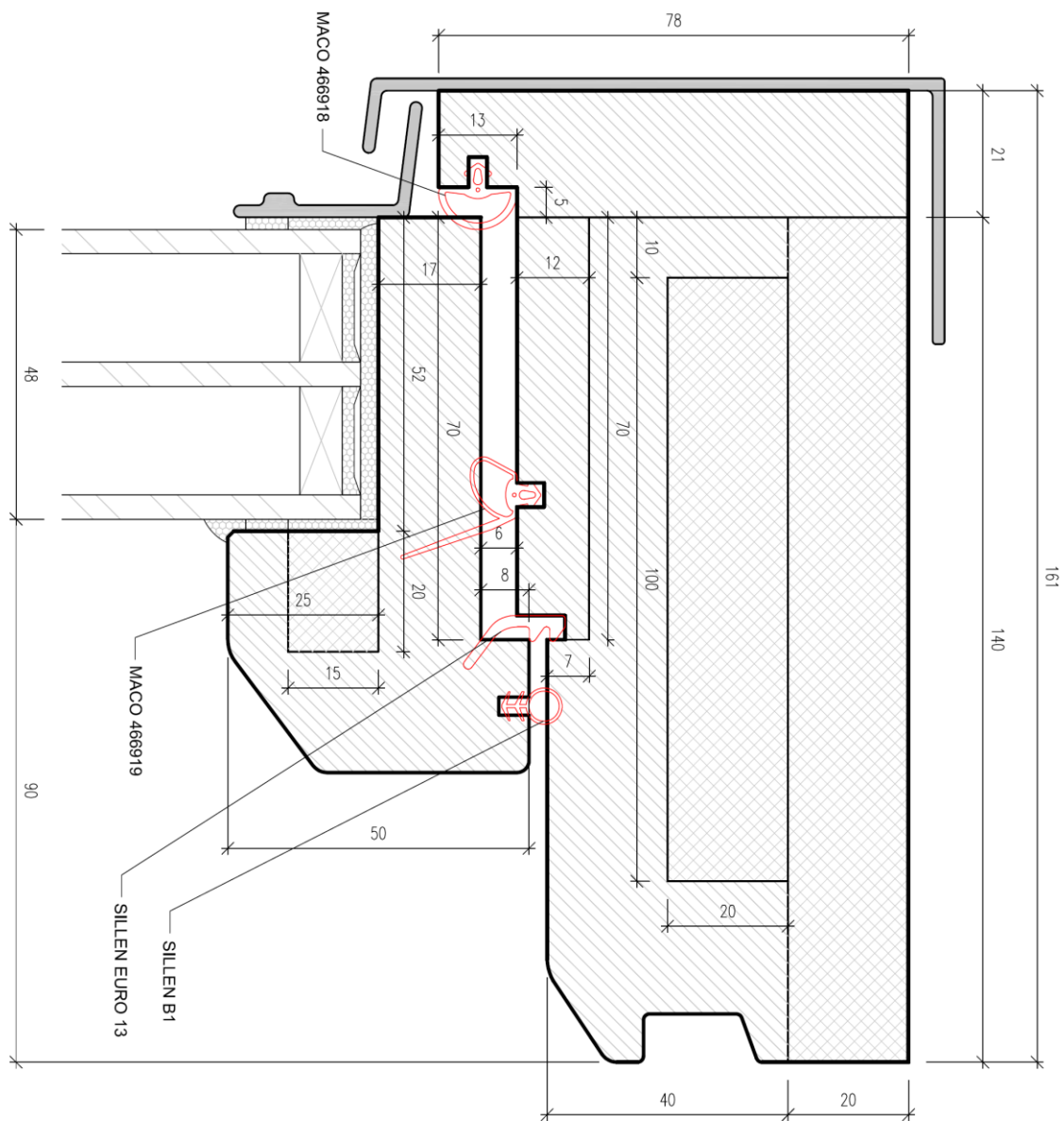
Řez bočním rámem nad osou otáčení okna SONG Basic



# Řez bočním rámem pod osou otáčení okna SONG Basic

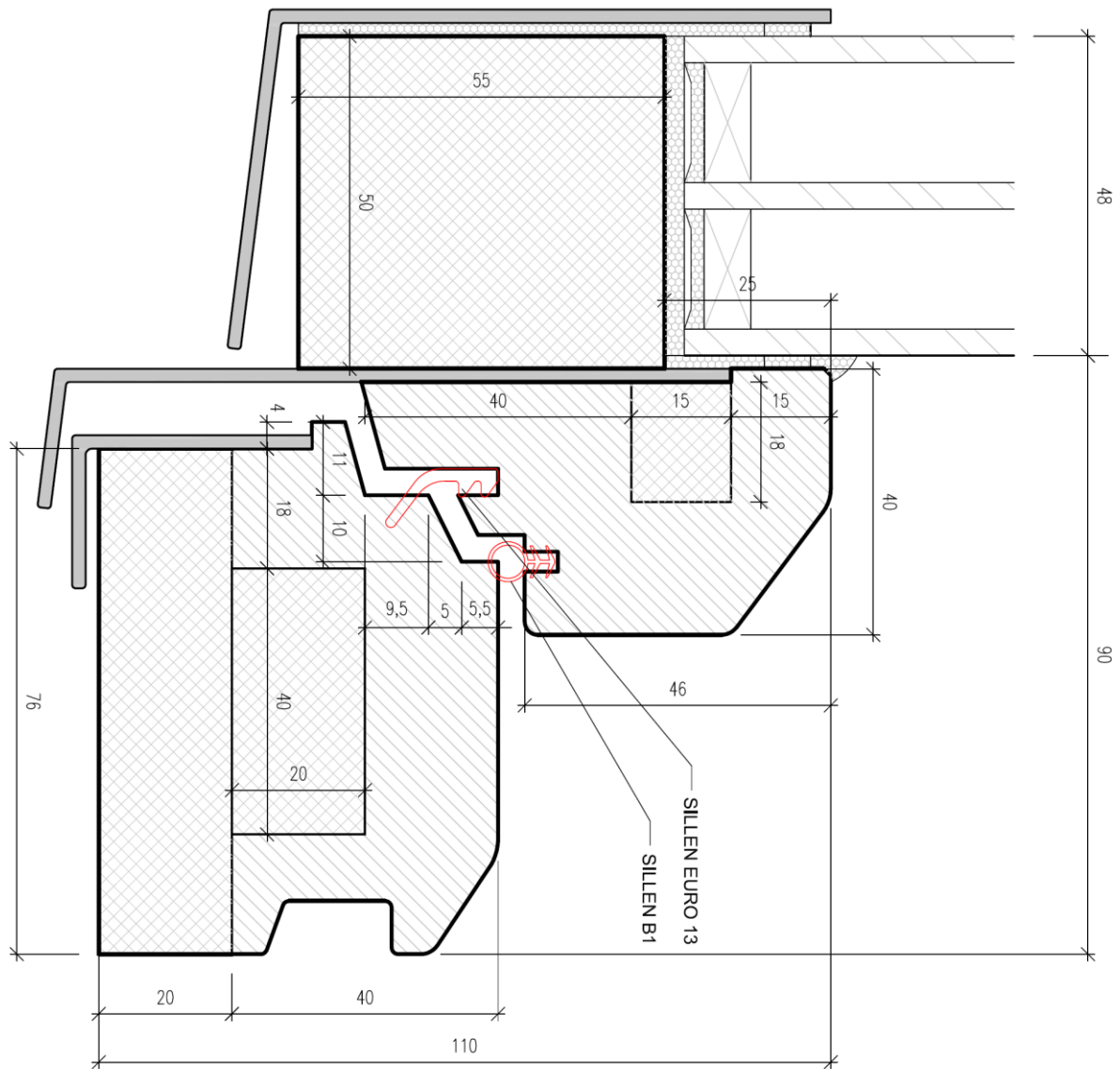


# Řez nadpražím okna SONG Basic

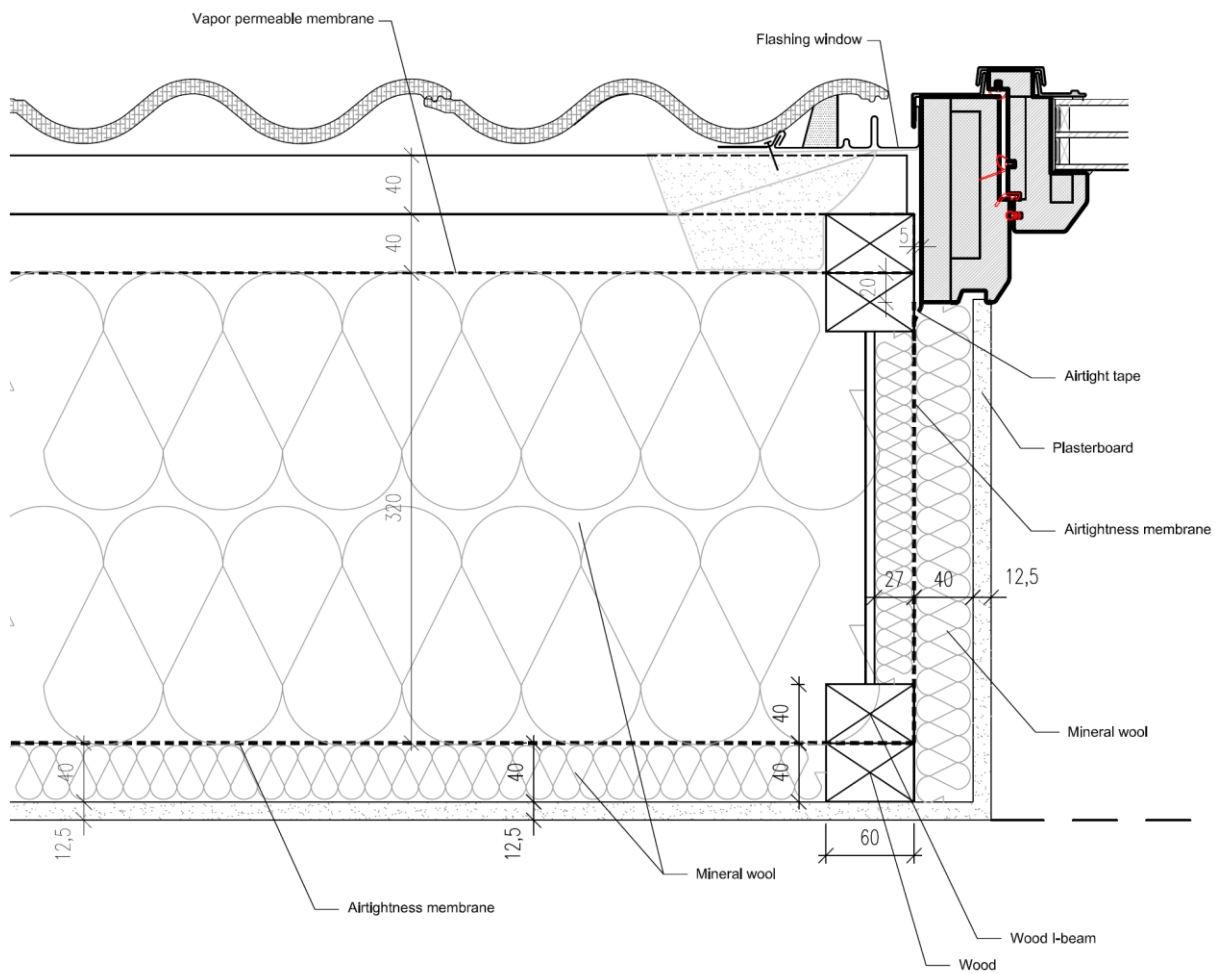




# Řez parapetem okna SONG Basic

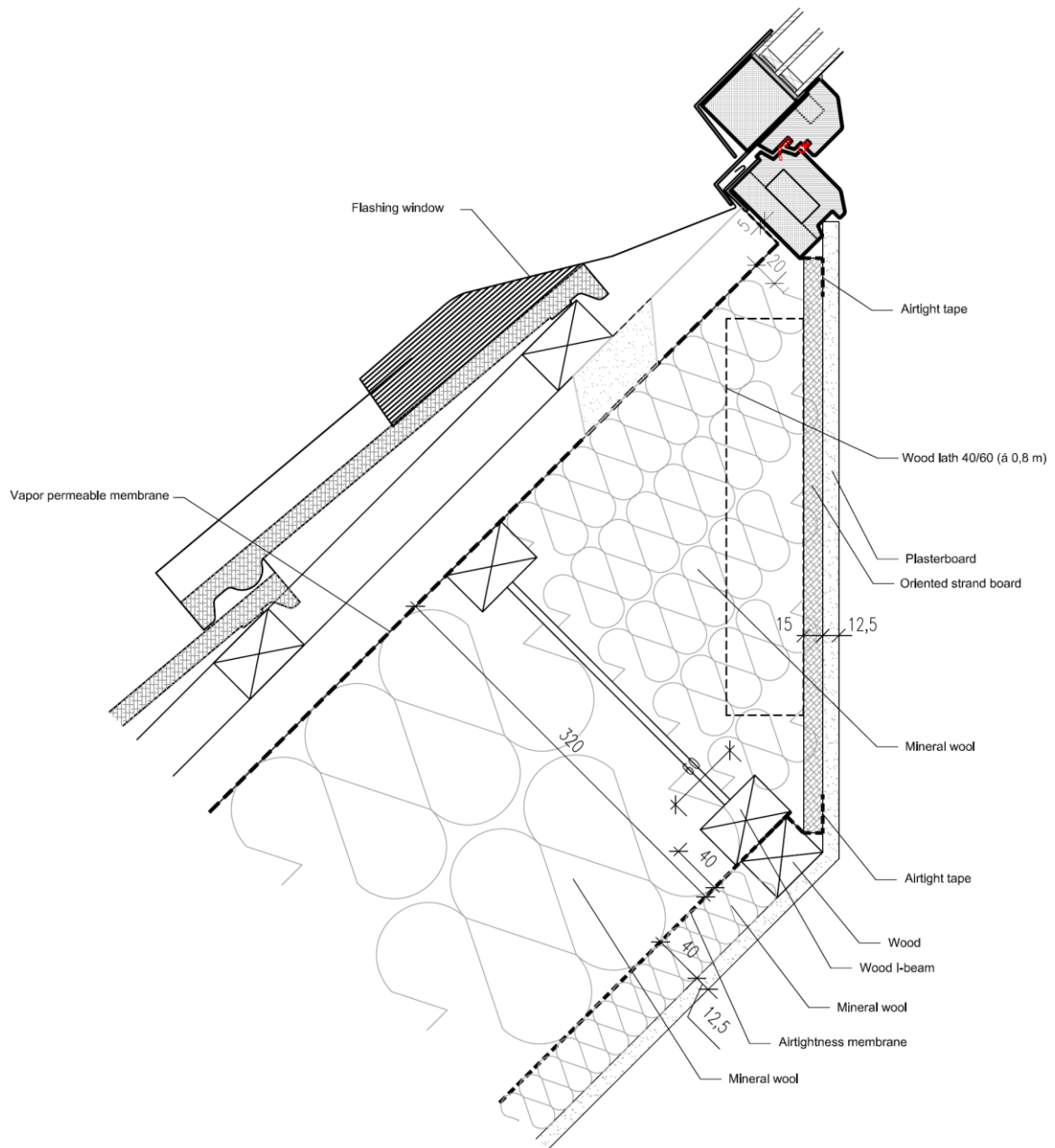


Detail osazení okna SONG Basic s bočním rovným ostěním bez tepelně izolačního límce  
v profilované krytině, střecha z I-nosníků





Detail osazení okna SONG Basic s parapetem bez tepelně izolačního límce  
v profilované krytině, střecha z I-nosníků



## A.5 Vliv ostění na skladbu krokví a krokevní výměny

### Kolmé ostění

