Käyttäen B-menetelmää.

MACHINE

$TitanicHandler$

SETS

$HenkType$;
$HyttiType$

VARIABLES

$matkustajat$, $tyontekijat$, $hytit$,
$kannet$, $henkilonhytti$, $hytinkansi$

INVARIANT

$matkustajat \subseteq HenkType \land$
$tyontekijat \subseteq HenkType \land$
$hytit \subseteq HyttiType \land$
$kannet \in \mathbb{N} \land$
$henkilonhytti \in HenkType \pfun HyttiType$
$hytinkansi \in HyttiType \pfun \mathbb{N}$
$matkustajat \cap tyontekijat = \emptyset \land$
$\mathrm{dom}(henkilonhytti) = matkustajat \cup tyontekijat \land$
$\mathrm{ran}(henkilonhytti) \subseteq hytit \land$
$\mathrm{dom}(hytinkansi) = hytit \land$
$\mathrm{ran}(hytinkansi) = 1..6 \land$
$kannet = 6 \land$
$\forall i \cdot (i \in 2..6 \Rightarrow$
$\quad \mathrm{size}(\mathrm{dom}(henkilonhytti \rhd \mathrm{dom}(hytinkansi \rhd \{i\}))) \leq$
$\quad \mathrm{size}(\mathrm{dom}(henkilonhytti \rhd \mathrm{dom}(hytinkansi \rhd \{i-1\}))))$

INITIALIZATION

ANY

m, t, h, hh, hk

WHERE

$m \subseteq HenkType \land$
$t \subseteq HenkType \land$
$h \subseteq HyttiType \land$
$hh \in HenkType \pfun HyttiType$
$hk \in HyttiType \pfun \mathbb{N} \land$
$m \cap t = \emptyset \land$
$\mathrm{dom}(hh) = m \cup t \land$
$\mathrm{ran}(hh) \subseteq h$
$\mathrm{dom}(hk) = h \land$
$\mathrm{ran}(hk) = 1..6 \land$
$\forall i \cdot (i \in 2..6 \Rightarrow$

$\text{size}(\text{dom}(hh \rhd \text{dom}(hk \rhd \{i\}))) \leq$
$\text{size}(\text{dom}(hh \rhd \text{dom}(hk \rhd \{i-1\})))$

THEN

$matkustajat := m \parallel$
$tyontekijat := t$
$hytit := h \parallel$
$hytinkansi := hk \parallel$
$henkilonhytti := hh$

END $\parallel$
$kannet := 6$

OPERATIONS

$lisaaTyontekija(tyontekija) \mathrel{\widehat{=}}$

PRE

$tyontekija \in HenkType \wedge$
$tyontekija \notin tyontekijat \cup matkustajat \wedge$
$\text{dom}(hytinkansi \rhd \{1\}) \neq \emptyset$

THEN

$tyontekijat := tyontekijat \cup \{tyontekija\} \parallel$
$henkilonhytti := henkilonhytti \cup$
$\{tyontekija \mapsto \text{choice}(\text{dom}(hytinkansi \rhd \{1\}))\}$

END ;

$varaaHyttiMatkustajalle(matkustaja, hytti) \mathrel{\widehat{=}}$

PRE

$matkustaja \in matkustajat \wedge$
$hytti \in hytit \wedge$
$\big(hytinkansi(hytti) > 1 \Rightarrow$
$\text{size}(\text{dom}(henkilonhytti \rhd \text{dom}(hytinkansi \rhd \{hytinkansi(hytti)\}))) <$
$\text{size}(\text{dom}(henkilonhytti \rhd \text{dom}(hytinkansi \rhd \{hytinkansi(hytti) - 1\})))\big)$

THEN

$henkilonhytti := henkilonhytti \cup \{matkustaja \mapsto hytti\}$

END

END

Verifiointi. Initialisaation on helppo nähdä tuottavan tilan, joka täyttää invariantin (muuttujien arvot rajoitetaan samoin kuin invariantissa).

Operaation lisaaTyontekija verifiointi: operaatio koskee vain muuttujiin *tyontekijat* ja *henkilonhytti*, joten muita koskevia osia ei invariantista tarvitse tarkastaa (ne ovat voimassa, koska invariantti on voimassa ennen operaatiota). Jäljelle jäävät seuraavat:

- $tyontekijat \subseteq HenkType$: tämä on voimassa, sillä *tyontekija*n on esiehdossa määritelty olevan *HenkType* alkio.

- $henkilonhytti \in HenkType \pfun HyttiType$: tämä on voimassa, sillä joukkoon lisätään pari, jonka vasen alkio on $tyontekija \in HenkType$ ja oikea alkio kuuluu joukkoon $HyttiType$, sillä $hytinkansi \in HyttiType \pfun \mathbb{N}$, joten $hytinkansi \rhd \{1\} \in HyttiType \pfun \mathbb{N}$, jolloin myös $\mathrm{dom}(hytinkansi \rhd \{1\}) \in HyttiType$, ja siis lopulta myös
  $\mathrm{choice}(\mathrm{dom}(hytinkansi \rhd \{1\})) \in HyttiType$.

- $\mathrm{dom}(henkilonhytti) = matkustaja \cup tyontekijat$: tämä on voimassa, sillä $tyontekija$ lisätään sekä $henkilonhytti$-osittaisfunktion määrittelyjoukkoon että $tyontekijat$-joukkoon.

- $\mathrm{ran}(henkilonhytti) \subseteq hytit$: osittaisfunktion $henkilonhytti$ arvojoukkoon lisätään jokin sellainen alkio, joka kuuluu $hytit$-joukkoon, sillä koko $hytinkansi$-osittaisfunktion määrittelyjoukko kuuluu siihen ja siten myös sen osajoukko, joten tämäkin on tosi.

- Viimeinen ehto (kaikille $i \ldots$) on tosi, sillä ainoa muutos on lisäys alimmalla kannella, mitä tämä ehto ei koske.

Toisen operaation verifiointi menee samaan tapaan.
Eräs mahdollinen IMPLEMENTATION-kone:

IMPLEMENTATION
$TitanicHandlerI$
REFINES
$TitanicHandler$
VALUES
$HenkType = \{he1, he2, he3, he4, he5, he6, he7, he8, he9, he10,$
$he11, he12, he13, he14, he15, he16, he17, he18, he19, he20,$
$he21, he22, he23, he24, he25, he26, he27, he28, he29, he30\};$
$HyttiType = \{hy1, hy2, hy3, hy4, hy5, hy6, hy7, hy8, hy9, hy10,$
$hy11, hy12, hy13, hy14, hy15, hy16, hy17, hy18, hy19, hy20\}$
CONCRETE_VARIABLES
$matkustajat', tyontekijat', numTyontekijat, henkilonhytti', hytinkansi'$
INVARIANT
$matkustajat' \in 1..10 \fun HenkType \land$
$tyontekijat' \in 11..30 \pfun HenkType \land$
$numTyontekijat \in 0..19 \land$
$henkilonhytti' \in HenkType \pfun HyttiType \land$
$hytinkansi' \in HyttiType \pfun 1..6$
$\mathrm{ran}(matkustajat') = matkustajat \land$
$\mathrm{ran}(tyontekijat') = tyontekijat \land$

$henkilonhytti' = henkilonhytti \wedge$
$henkilonhytti' = \emptyset \wedge$
$hytinkansi' = hytinkansi$

INITIALIZATION

$matkustajat' := \{(1 \mapsto he1), (2 \mapsto he2), (3 \mapsto he3), (4 \mapsto he4),$
$(5 \mapsto he5), (6 \mapsto he6), (7 \mapsto he7), (8 \mapsto he8),$
$(9 \mapsto he9), (10 \mapsto he10)\};$
$tyontekijat' := \emptyset;$
$numTyontekijat := 0;$
$henkilonhytti' := \{(he1 \mapsto hy1), (he2 \mapsto hy2), (he3 \mapsto hy2),$
$(he4 \mapsto hy3), (he5 \mapsto hy3), (he6 \mapsto hy3), (he7 \mapsto hy3),$
$(he8 \mapsto hy4), (he9 \mapsto hy4), (he10 \mapsto hy4)\};$
$hytinkansi' := \{(hy1 \mapsto 2), (hy2 \mapsto 2), (hy3 \mapsto 1), (hy4 \mapsto 1),$
$(hy5 \mapsto 1), (hy6 \mapsto 1), (hy7 \mapsto 1), (hy8 \mapsto 1), (hy9 \mapsto 1),$
$(hy10 \mapsto 1), (hy11 \mapsto 1), (hy12 \mapsto 1), (hy13 \mapsto 1),$
$(hy14 \mapsto 3), (hy15 \mapsto 4), (hy16 \mapsto 5), (hy17 \mapsto 6),$
$(hy18 \mapsto 1), (hy19 \mapsto 1), (hy20 \mapsto 1)\}$

OPERATIONS

$lisaaTyontekija(tyontekija) \mathrel{\widehat{=}}$
BEGIN
$tyontekijat'(11 + numTyontekijat) := tyontekija;$
$numTyontekijat := numTyontekijat + 1;$
$henkilonhytti'(tyontekija) := hy20$
END;
$varaaHyttiMatkustajalle(matkustaja, hytti) \mathrel{\widehat{=}}$
$henkilonhytti'(matkustaja) := hytti$

END

*HenkType*n ja *HyttiType*n laittaminen joukoiksi ei välttämättä ollut kovin hyvä päätös, mutta sille ei nyt voi mitään — parempi ratkaisu olisi vaatinut INCLUDES-ominaisuuden käyttöä, jota ei luennolla käsitelty.