

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

ОАС Софтверско инжењерство и информационе технологије

Организација података

Индексна организација датотеке с *B*-стаблом

Садржај

- **Увод**
- *В-стабло*
- Процедуре
- Одлике и примена
- Додатне варијације
- Ресурси

Увод

- Индексне датотеке с *B*-стаблима (Mogin, 2008)
 - две зоне
 - примарна зона
 - серијски организована зона
 - садржани кориснички подаци
 - зона индекса
 - *B*-стабло
 - динамички индекс
 - посебна врста стабла тражења која подржава аутоматску реконфигурацију при ажурирању
 - намењена побољшању перформанси тражења слога

Садржај

- Увод
- **B-стабло**
- Процедуре
- Одлике и примена
- Додатне варијације
- Ресурси

B-стабло

- B-стабло (Mogin, 2008)
 - пуно стабло које има висину h и ред $n = 2r + 1$, где је r ранг стабла, и поседује одређене особине
 - сваки чвор поседује низ елемената
 - број елемената у чвору може варирати од чвора до чвора
 - ранг стабла одређује распон броја елемената у чвору
 - најмањи дозвољени број елемената у чвору
 - у случају коренског чвора је 1
 - у случају чвора који није корен је r
 - највећи дозвољени број елемената у чвору је $2r$
 - сваки чвор који није лист има $m + 1$ директно подређених чворова, где је m број елемената у посматраном чвору
 - сви лисни чворови су на истој удаљености од коренског чвора

B-стабло

- B-стабло – елемент чвора (Mogin, 2008)
 - општа структура елемента чвора
 - тројка (k_e, A_e, P_e)
 - $e = 1, \dots, m$ представља ознаку чвора
 - k_e представља вредност кључа слога S_i ($i = 1, \dots, N$)
 - A_e представља придружени податак
 - обично адреса слога S_i у примарној зони
 - може бити и конкретизација некључних обележја слога S_i
 - P_e представља показивач према чвору у којем су заступљене вредности кључа веће од k_e

B-стабло

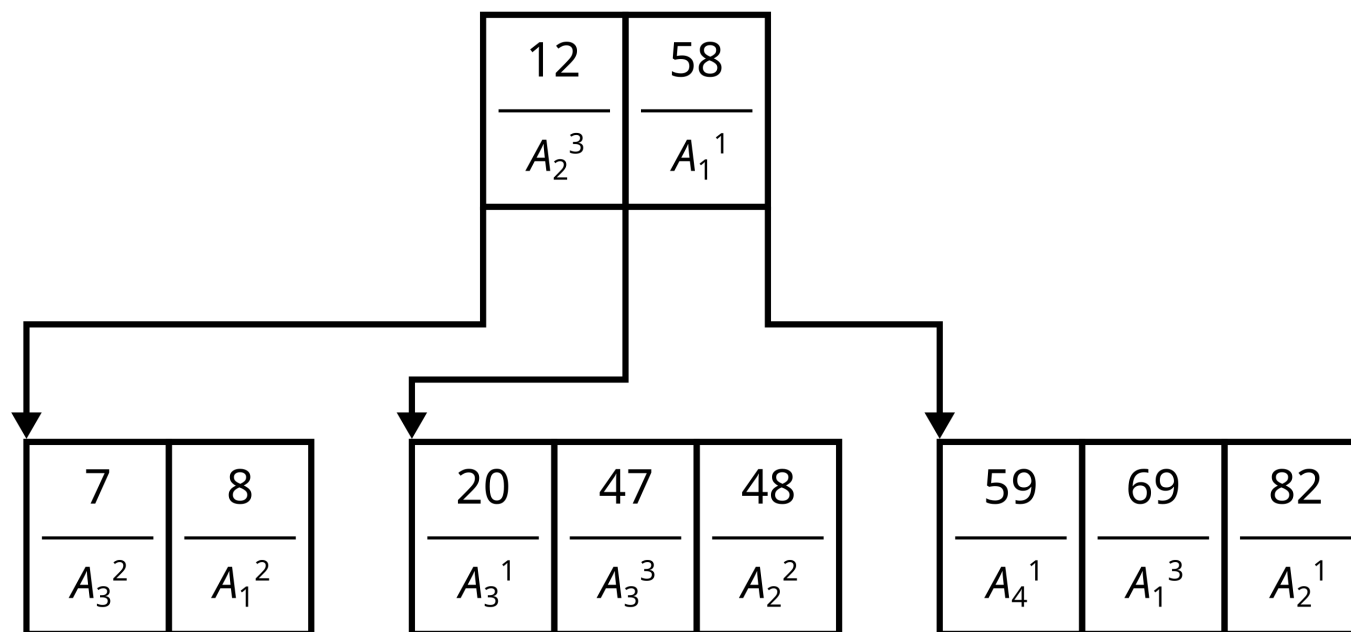
- B-стабло – чвор ^(Mogin, 2008)
 - општа структура чвора
 - чвор садржи m елемената и помоћни показивач $P_0, (k_1, A_1, P_1), (k_2, A_2, P_2), \dots, (k_m, A_m, P_m)$
 - правила распоређивања вредности кључа у стаблу
 - распоређивање унутар чвора
 - елементи унутар чвора су сортирани у растућем поретку вредности кључа
 - распоређивање по подстаблима
$$(\forall k \in K(P_0))(k < k_1)$$
$$(\forall k \in K(P_i))(k_i < k < k_{i+1}), i = 1, 2, \dots, m-1$$
$$(\forall k \in K(P_m))(k_m < k)$$
 - $K(P_e)$ представља скуп вредности кључа које су заступљене у подстаблу одређеном показивачем P_e ($e = 0, 1, \dots, m$)

B-стабло

- B-стабло – пример

B-СТАБЛО

ранг стабла $r = 2$
фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

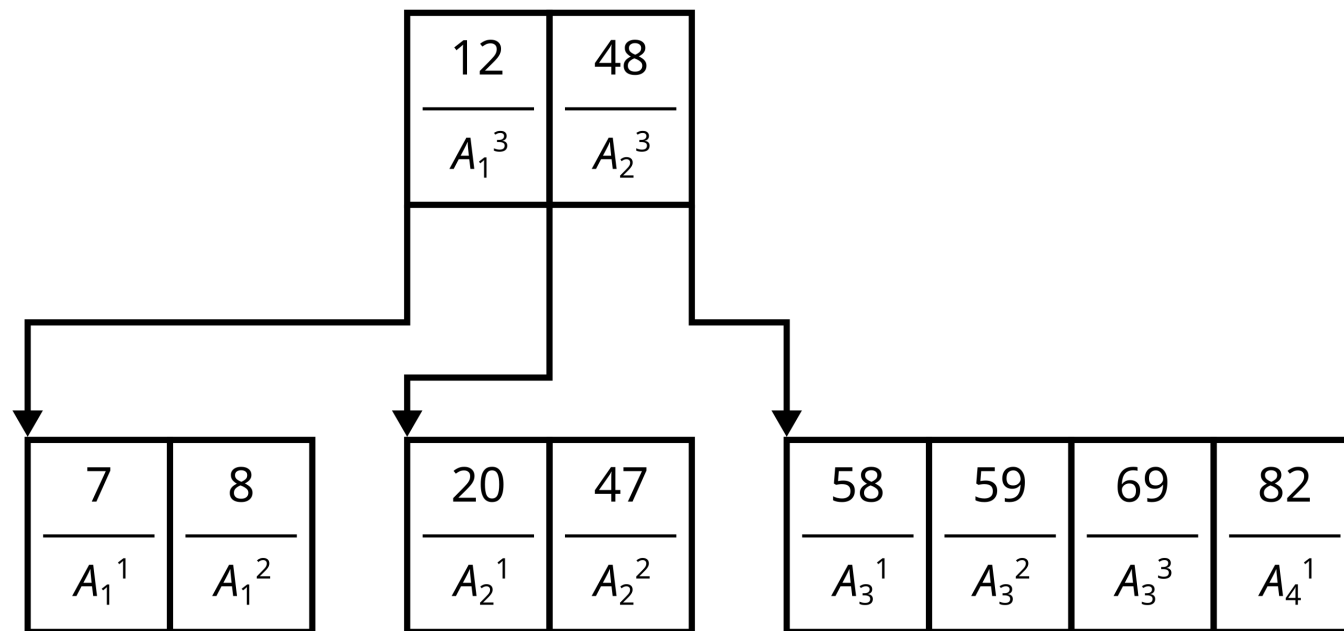


B-стабло

- B-стабло – пример 2

B-СТАБЛО

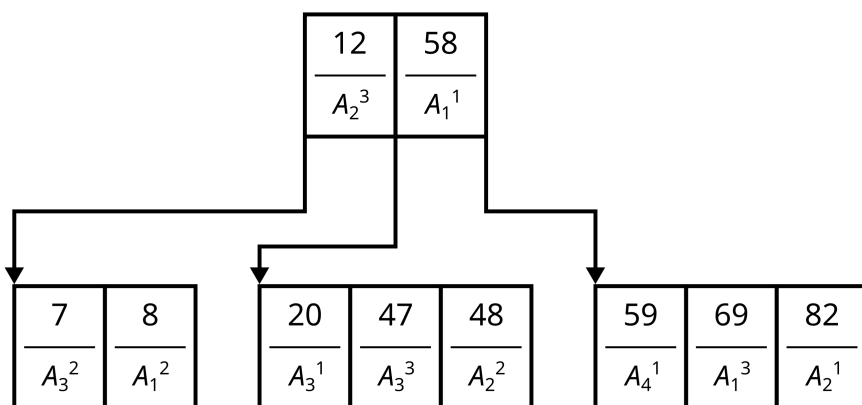
ранг стабла $r = 2$
фактор блокирања у примарној зони $f = 3$



B-стабло

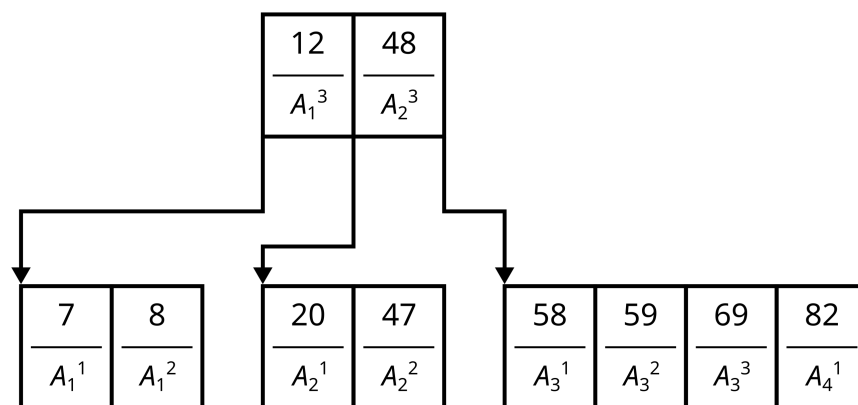
- B-стабло – поређење примера

B-СТАБЛО



редослед уписа елемената
дат путем вредностима кључа:
58, 8, 69, 82, 48, 12, 20, 7, 47, 59

B-СТАБЛО



редослед уписа елемената
дат путем вредностима кључа:
7, 8, 12, 20, 47, 48, 58, 59, 69, 82

B-стабло

- B-стабло (Mogin, 2008)
 - варијабилност карактеристика стабла
 - два стабла се могу разликовати по броју чворова и висини чак и ако им је исти број садржаних вредности кључа (број слогова) и исти ранг r
 - попуњавање чворова зависи од редоследа уписа елемената у стабло, односно слогова у датотеку

B-стабло

- B-стабло (Mogin, 2008)
 - варијабилност карактеристика стабла
 - два екстремна случаја
 - **полупразно стабло**
 - сви чворови су на минимуму броја елемената
 - коренски чвор има један елемент а остали чворови по r елемената
 - искоришћеност простора стабла за дату количину података је најмања
 - **комплетно стабло**
 - сви чворови су на максимуму броја елемената
 - сваки чвор има по $2r$ елемената
 - искоришћеност простора стабла за дату количину података је највећа

Садржај

- Увод
- *В*-стабло
- **Процедуре**
- Одлике и примена
- Додатне варијације
- Ресурси

Процедуре

- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање на основу улазне серијске датотеке
 - слогови улазне датотеке бивају редом читани и даље коришћени за упис у нову датотеку
 - прочитани слог бива уписан у примарну зону ако је његово тражење претходно било неуспешно
 - упис у примарну зону се одвија по узору на упис за серијску датотеку
 - тражење се одвија у *B*-стаблу
 - за сваки слог који је уписан у примарну зону бива у *B*-стабло уписан одговарајући елемент
 - учитавањем првог слога из улазне датотеке креће формирање првог блока примарне зоне и првог чвора *B*-стабла

Процедуре

- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање *B*-стабла
 - на почетку бива формиран један чвор, који представља корен али и једини лист у стаблу
 - за упис новог елемента потребно је пронаћи циљни лист у стаблу
 - циљни лист је онај у којем је неуспешно завршено тражење вредности кључа из новог елемента
 - тражење вредности кључа креће од корена и одвија се према правилима за распоређивање вредности кључа

Процедуре

- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање *B*-стабла
 - упис новог елемента у циљни лист
 - два карактеристична случаја
 - **случај листа где постоји слободно место ($m < 2r$)**
 - простор циљног листа бива искоришћен за смештање новог елемента
 - **случај листа где не постоји слободно место ($m = 2r$)**
 - наступа дељење чвора који је циљни лист
 - настаје додатни лист и у стаблу долази до размештања новог елемента и постојећих елемената циљног листа

Процедуре

- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање *B*-стабла
 - упис новог елемента у циљни лист
 - случај листа где постоји слободно место ($m < 2r$)
 - нови елемент бива уписан на одговарајућу позицију у листу тако да остане очуван поредак елемената
 - може бити померења одређених елемената

Процедуре

- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање *B*-стабла
 - упис новог елемента у циљни лист
 - случај листа где не постоји слободно место ($m = 2r$)
 - бива формирана помоћна секвенца од почетног показивача (P_0) и сортираног низа елемената у којем су постојећи елементи циљног листа и нови елемент (e_1, \dots, e_{2r+1})
 $P_0, e_1, \dots, e_{r+1}, \dots, e_{2r+1}$
 - почетни део помоћне секвенце бива чуван у постојећем (циљном) листу, чија је адреса P'
 - почетни део чине показивач P_0 и првих r елемената
 - крајњи део помоћне секвенце бива чуван у новом (додатном) листу, чија је адреса P''
 - крајњи део чине показивач елемента e_{r+1} и последњих r елемената

Процедуре

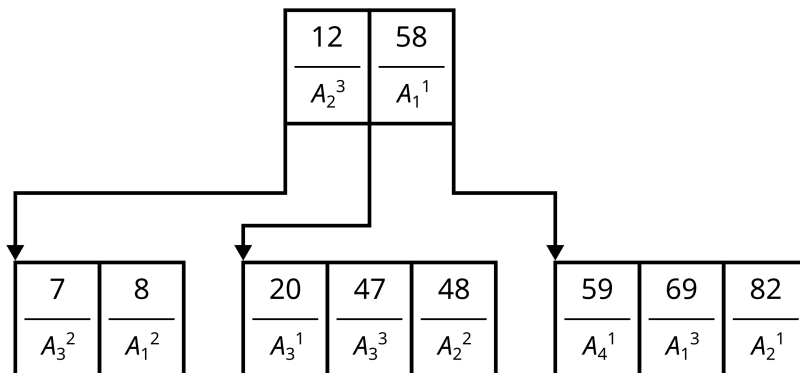
- Формирање (Mogin, 2008)
 - формирање *B*-стабла
 - упис новог елемента у циљни лист
 - случај листа где не постоји слободно место ($m = 2r$)
 - бива формиран нови елемент $e^* = (k_{r+1}, A_{r+1}, P'')$ за чување у чвору који је директно надређен циљном листу
 - ако надређени чвор постоји, нови елемент e^* бива уписан у тај чвор аналогно начину за упис елемента у циљни лист
 - може наступити и ланчано дељење чворова
 - ако надређени чвор не постоји, онда он бива формиран са садржином P' , e^*

Процедуре

- Формирање
 - формирање *B*-стабла
 - упис елемента – пример
 - упис елемента с вредношћу кључа $k = 30$

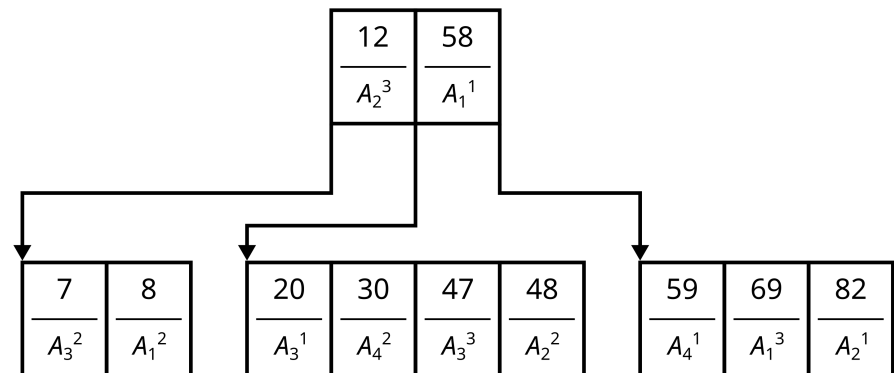
ПРЕ УПИСА

B-СТАБЛО



ПОСЛЕ УПИСА

B-СТАБЛО



ранг стабла $r = 2$

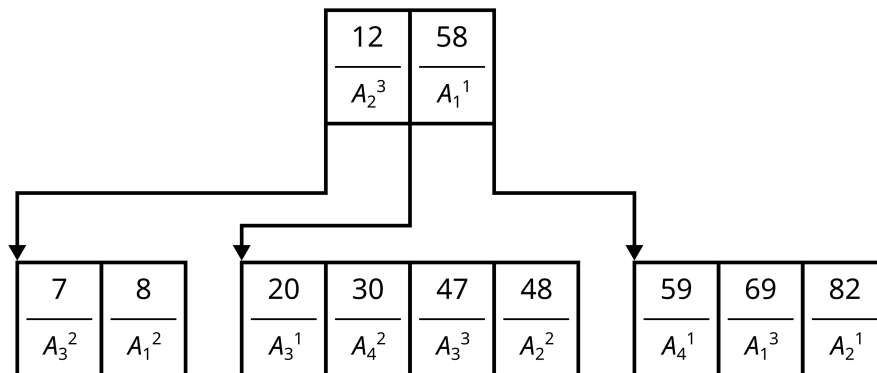
фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

Процедуре

- Формирање
 - формирање *B*-стабла
 - упис елемента – пример 2
 - упис елемента с вредношћу кључа $k = 22$

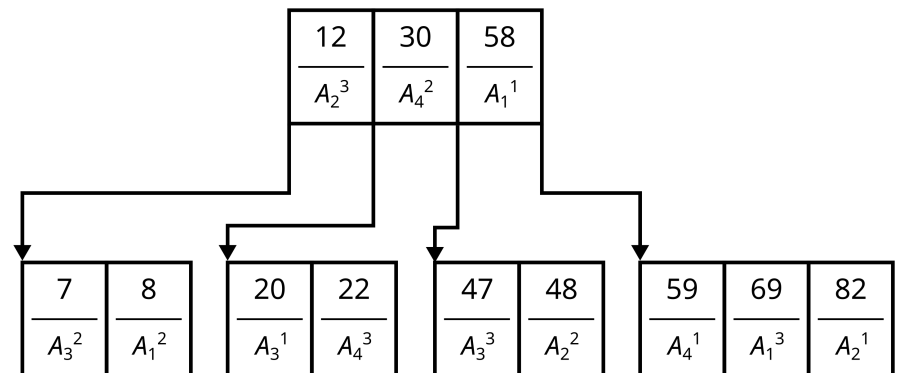
ПРЕ УПИСА

B-СТАБЛО



ПОСЛЕ УПИСА

B-СТАБЛО



ранг стабла $r = 2$

фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

Процедуре

- Тражење (Mogin, 2008)
 - тражење случајно одабраног слога
 - пролажење кроз *B*-стабло ради проналажења одговарајуће адресе блока примарне зоне
 - поређење аргумента тражења *a* с вредностима кључа у стаблу
 - у случају успешног тражења, потребно је приступити и садржају блока примарне зоне којем одговара пронађена адреса
 - може се десити да је садржај већ доступан у баферу

Процедуре

- Тражење ^(Mogin, 2008)
 - тражење случајно одабраног слога – пролажење у *B*-стаблу
 - почетак је у корену стабла
 - почетни текући чвор је корен
 - приступање чворовима стабла је у смеру од корена према листу
 - текући чвор бива обрађиван
 - долази до тражења међу елементима текућег чвора
 - тражење по елементима може бити по методи линеарног тражења (евентуално по методи бинарног тражења)
 - случај наиласка на елемент e за који важи $a < k_e$
 - текући чвор за нову обраду постаје онај на који показује показивач претходног елемента (показивач P_{e-1})
 - случај наиласка на последњи елемент m када $k_m < a$
 - текући чвор за нову обраду постаје онај на који показује показивач последњег елемента (показивач P_m)

Процедуре

- Тражење (Mogin, 2008)
 - тражење случајно одабраног слога – пролажење у *B*-стаблу
 - завршетак тражења
 - успешно тражење
 - наилазак на елемент чија вредност кључа одговара аргументу тражења
 - адреса из елемента је адреса блока примарне зоне којем треба приступити
 - неуспешно тражење
 - случај када не постоји нови текући чвор за обраду
 - неуспешно тражење бива окончано у листу

Процедуре

- Тражење (Mogin, 2008)
 - тражење логички наредног слога
 - пролажење кроз *B*-стабло ради проналажења одговарајуће адресе блока примарне зоне
 - поређење аргумента тражења *a* с вредностима кључа у стаблу
 - у случају успешног тражења, потребно је приступити и садржају блока примарне зоне којем одговара пронађена адреса
 - може се десити да је садржај већ доступан у баферу

Процедуре

- Тражење (Mogin, 2008)
 - тражење логички наредног слога – пролажење у *B*-стаблу
 - почетак је у текућем елементу
 - при првом тражењу логички наредног слога, текући елемент је први елемент у крајњем левом листу стабла
 - приступање чворовима стабла одвија се по елементима у редоследу који одговара растућем поретку вредности кључа
 - истом чвору може бити и више пута приступано при једном тражењу логички наредног слога

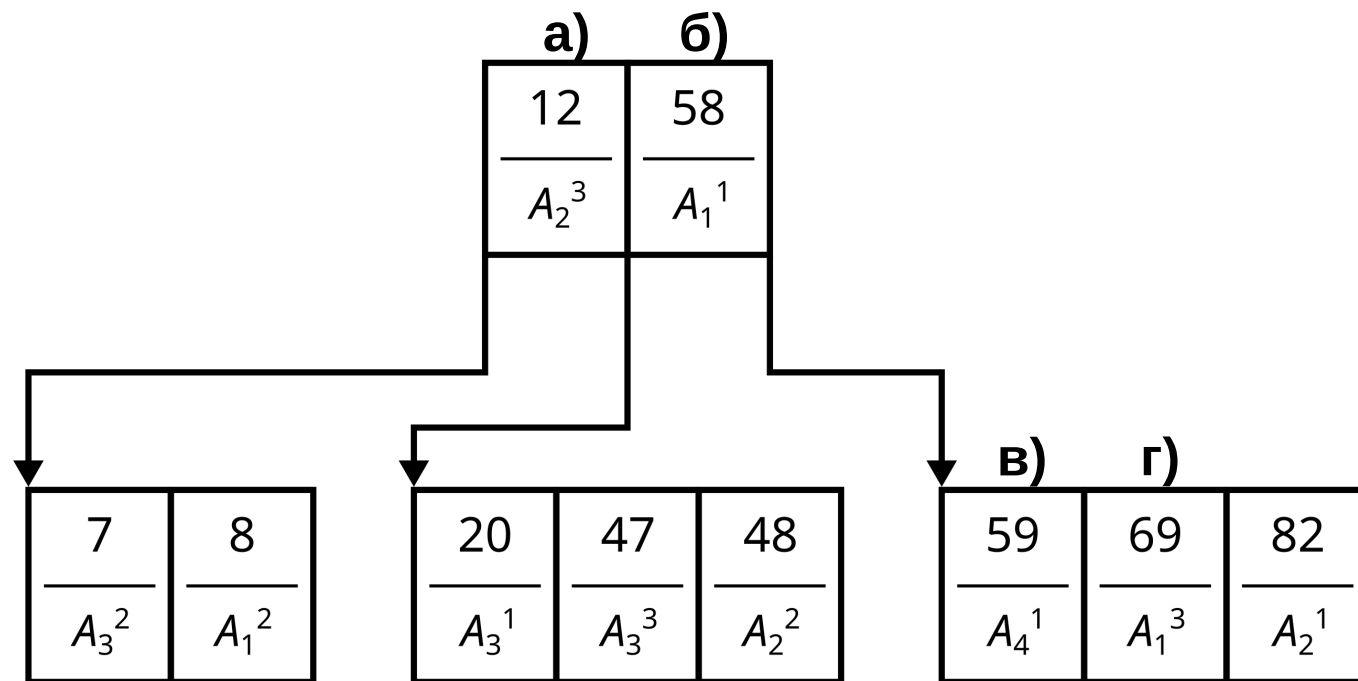
Процедуре

- Тражење (Mogin, 2008)
 - тражење логички наредног слога – пролажење у *B*-стаблу
 - завршетак тражења
 - успешно тражење
 - наилазак на елемент чија вредност кључа одговара аргументу тражења
 - адреса из елемента је адреса блока примарне зоне којем треба приступити
 - неуспешно тражење
 - наилазак на елемент чија вредност кључа је већа од аргумента тражења или наилазак на крај крајњег десног листа

Процедуре

- Тражење – пример
 - тражење случајно одабраног слога за вредност кључа $k = 69$

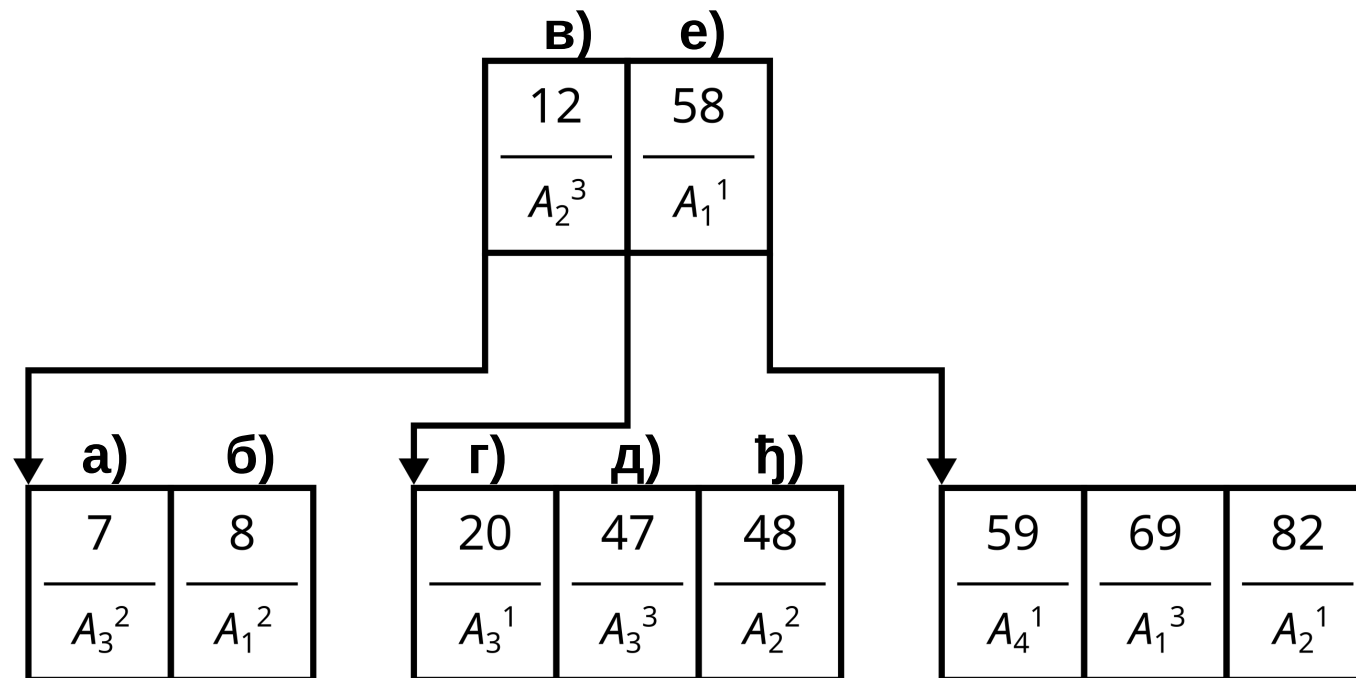
В-СТАБЛО



Процедуре

- Тражење – пример
 - тражење логички наредног слога за вредност кључа $k = 58$

В-СТАБЛО



текући елемент је елемент с вредношћу кључа $k^* = 7$

Процедуре

- Обрада (Mogin, 2008)
 - индексна датотека с *B*-стаблом у улози водеће датотеке
 - може бити водећа у режиму директне обраде
 - може бити водећа у режиму редоследне обраде
 - индексна датотека с *B*-стаблом у улози обрађиване датотеке
 - може бити обрађивана у режиму директне обраде
 - погодан вид обраде јер су релативно добре перформансе за приступ случајно одабраном слогу
 - може бити обрађивана у режиму редоследне обраде

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - ажурирање се изводи у режиму директне обраде

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - упис
 - упис слога у примарну зону подразумева и упис одговарајућег елемента у *B*-стабло
 - тражење новог слога треба да буде неуспешно
 - упис слога се одвија као при формирању датотеке

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - модификација
 - као у случају модификације за серијску организацију, али уз ослањање на тражење које се користи у индексним датотекама с *B*-стаблом

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање
 - брисање слога из примарне зоне подразумева и брисање одговарајућег елемента из *B*-стабла
 - тражење слога за брисање треба да буде успешно
 - брисање слога из примарне зоне је логичко
 - брисање елемента из *B*-стабла је физичко
 - тражење елемента у *B*-стаблу треба да буде успешно

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - елемент за брисање *b* је пронађен у чвору *C*
 - три карактеристична случаја брисања слога у зависности од места чвора *C* у стаблу и броја елемената у том чвору
 - **1) просто брисање**
 - **2) сложено брисање из листа**
 - **3) сложено брисање из унутрашњег чвора**
 - унутрашњи чвор је чвор који није лист

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 1) просто брисање
 - применљиво у две ситуације
 - када је чвор *C* једини чвор у стаблу (корен и лист истовремено)
 - када је чвор *C* лист у стаблу где није једини чвор и број елемената у чвору *C* није на минимуму ($m_C > r$)
 - поступак брисања
 - елемент за брисање *b* бива физички уклоњен из низа елемената чвора *C*
 - након брисања елемента *b*, низ елемената чвора *C* је и даље сортиран у растућем поретку вредности кључа а број елемената у том низу је за један мањи него пре брисања

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - применљиво у једној ситуацији
 - када је чвор *C* лист у стаблу где није једини чвор и број елемената у чвору *C* је на минимуму ($m_c = r$)
 - поступак брисања
 - број елемената у чвору не сме ићи испод минимума
 - потребно је испитати суседство чвора *C* и искористити елементе из других чворова

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – појам суседних чворова
 - два чвора X и Y су суседни чворови ако имају заједнички директно надређени чвор Z и уз то важи посебан услов $(\exists! k \in K(Z))(k_{m_x}^X < k < k_1^Y)$
 - $K(Z)$ је скуп вредности кључа из чвора Z
 - $k_{m_x}^X$ је највећа вредност кључа из чвора X
 - k_1^Y је најмања вредност кључа из чвора Y
 - међуелемент за суседне чворове X и Y је онај елемент из чвора Z који садржи вредност кључа k

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – две могућности
 - **радња позајмљивања**
 - када суседство чвора *C* обухвата чвор који није на минимуму броја елемената
 - **радња спајања**
 - када је суседство чвора *C* на минимуму броја елемената

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – радња позајмљивања
 - за чвор *C* бива одређен суседни чвор *S* који није на минимуму броја елемената
 - чвор *E* је заједнички директно надређени чвор за суседне чворове *C* и *S*
 - бива формиран помоћни низ елемената
 - низ је сортиран у растућем поретку вредности кључа
 - садржани елементи
 - сви елементи чвора *C* осим елемента за брисање *b*
 - међуелемент за суседне чворове *C* и *S* из чвора *E*
 - сви елементи чвора *S*
 - број садржаних елемената је $(r - 1) + 1 + m_s$

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – радња позајмљивања
 - елементи помоћног низа бивају размештени у чворове *C*, *S* и *E*
 - елементи чија је позиција *f* бивају постављени у леви од суседних чворова уместо тамошњих елемената
 - $f = 1, \dots, \lfloor (r + m_S)/2 \rfloor$
 - елемент чија је позиција *g* бива постављен у чвор *E* уместо међуелемента за суседне чворове
 - $g = \lfloor (r + m_S)/2 \rfloor + 1$
 - елементи чија је позиција *h* бивају постављени у десни од суседних чворова уместо тамошњих елемената
 - $h = \lfloor (r + m_S)/2 \rfloor + 2, \dots, r + m_S$

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – радња позајмљивања
 - елементи помоћног низа бивају размештени у чворове *C*, *S* и *E*
 - показивачи у размештеним елементима треба да буду такви да не буде промена веза између чворова у стаблу

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – радња спајања
 - за чвор *C* бива одређен суседни чвор *S* који је на минимуму броја елемената
 - чвор *E* је заједнички директно надређени чвор за суседне чворове *C* и *S*
 - бива формиран помоћни низ елемената
 - низ је сортиран у растућем поретку вредности кључа
 - садржани елементи
 - сви елементи чвора *C* осим елемента за брисање *b*
 - међуелемент за суседне чворове *C* и *S* из чвора *E*
 - сви елементи чвора *S*
 - број садржаних елемената је $(r - 1) + 1 + r$

Процедуре

- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 2) сложено брисање из листа
 - поступак брисања – радња спајања
 - елементи помоћног низа бивају постављени у леви од суседних чворова уместо тамошњих елемената
 - показивачи у постављеним елементима треба да одговарају томе да буду део елемената који су у листу
 - десни од суседних чворова бива уклоњен из стабла
 - међуелемент за суседне чворове бива обрисан из чвора *E*
 - може доћи до позајмљивања или спајања у стаблу ако је чвор *E* претходно на минимуму броја елемената
 - ефекат брисања може се пренети кроз више нивое стабла, све до корена, а може бити и смањења висине стабла
 - стабло треба да остане уређено а чворови у складу с дозвољеним распонима броја елемената

Процедуре

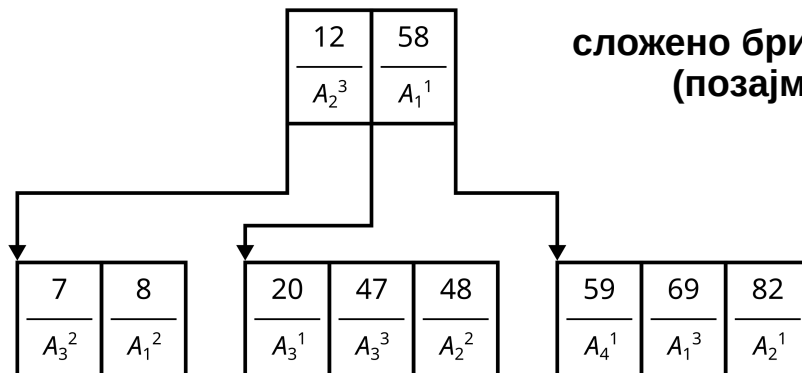
- Ажурирање (Mogin, 2008)
 - брисање – брисање елемента из *B*-стабла
 - 3) сложено брисање из унутрашњег чвора
 - применљиво у једној ситуацији
 - када чвор *C* није лист (чвор *C* је унутрашњи чвор)
 - поступак брисања
 - на место елемента за брисање *b* бива постављен одговарајући заменски елемент, при чему не долази до промене показивача
 - заменски елемент је онај елемент у стаблу који садржи прву већу вредност кључа у односу на ону из елемента *b*
 - први елемент крајњег левог листа у подстаблу које је одређено показивачем из елемента
 - заменски елемент бива обрисан из матичног чвора
 - долази до извршења простог брисања или сложеног брисања из листа

Процедуре

- Ажурирање
 - брисање
 - брисање слога – пример
 - брисање слога с вредношћу кључа $k = 8$

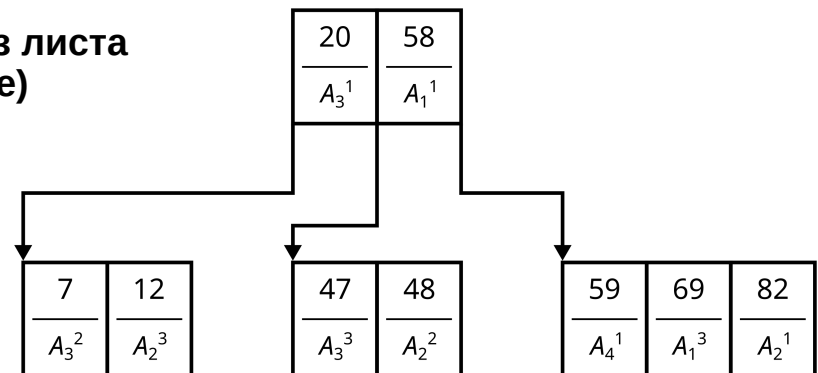
ПРЕ БРИСАЊА

В-СТАБЛО



ПОСЛЕ БРИСАЊА

В-СТАБЛО



ранг стабла $r = 2$

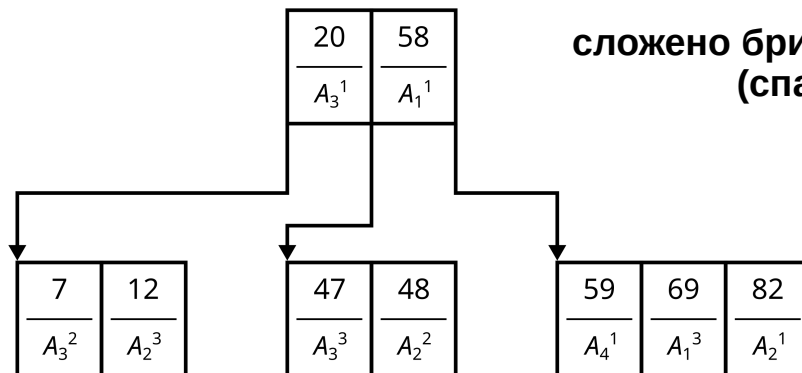
фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

Процедуре

- Ажурирање
 - брисање
 - брисање слога – пример 2
 - брисање слога с вредношћу кључа $k = 7$

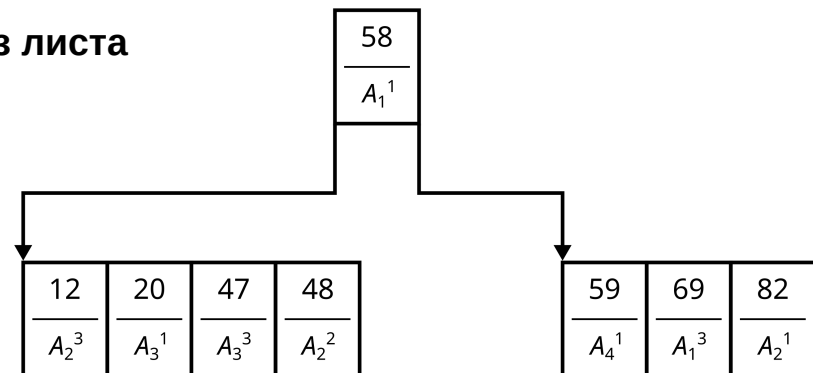
ПРЕ БРИСАЊА

B-СТАБЛО



ПОСЛЕ БРИСАЊА

B-СТАБЛО



ранг стабла $r = 2$

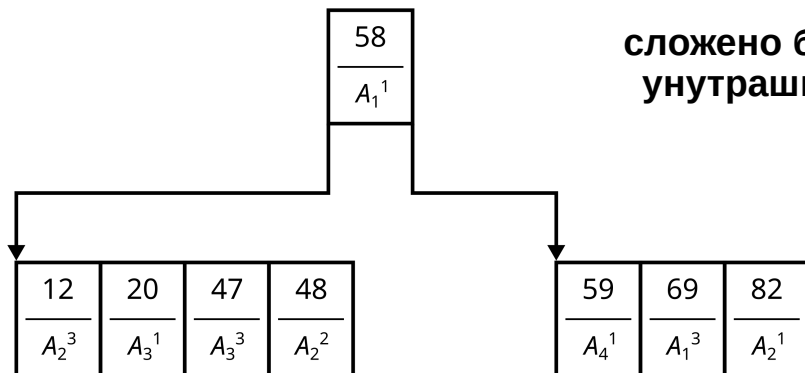
фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

Процедуре

- Ажурирање
 - брисање
 - брисање слога – пример 3
 - брисање слога с вредношћу кључа $k = 58$

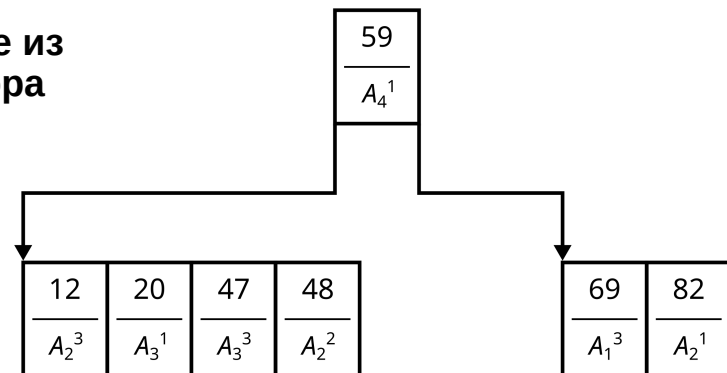
ПРЕ БРИСАЊА

В-СТАБЛО



ПОСЛЕ БРИСАЊА

В-СТАБЛО



ранг стабла $r = 2$

фактор блокирања у примарној зони $f = 3$

Садржај

- Увод
- *В*-стабло
- Процедуре
- **Одлике и примена**
- Додатне варијације
- Ресурси

Одлике и примена

- Одлике и примена (Mogin, 2008)

- предности

- погодности у односу на статичку индекс-секвенцијалну организацију
 - нема потребе за постојањем зоне прекорачења и нема слогова прекорачилаца
 - највећи број приступа при тражењу случајно одабраног слога одговара висини B -стабла увећаној за један
 - организација која је погодна за директну обраду

- мане

- организација која није погодна за редоследну обраду
 - поступак дељења чвора B -стабла приликом додавања елемената фаворизује изградњу полупразног стабла

Одлике и примена

- Одлике и примена (Mogin, 2008)
 - примена
 - у оперативним системима рачунара опште намене
 - постојање метода приступа за изградњу, коришћење и одржавање индексних датотека с В-стаблом
 - могућа примена у изградњи датотека с више кључева
 - у релационим базама података

Садржај

- Увод
- *В*-стабло
- Процедуре
- Одлике и примена
- **Додатне варијације**
- Ресурси

Додатне варијације

- Примери варијација B -стабла (Mogin, 2008)
 - B^* -стабло
 - $B^\#$ -стабло
 - B^+ -стабло

Додатне варијације

- B^* -стабло (Mogin, 2008)
 - варијанта основног B -стабла
 - примена радње преливања ради ублажавања проблема полупразног стабла
 - радња преливања
 - када у циљном чвору за упис новог елемента нема слободног места а у суседном чвору има
 - ако оба суседна чвора имају слободно место, бира се десни сусед
 - нови елемент, постојећи елементи циљног чвора, постојећи елементи суседног чвора и међуелемент за циљни чвор и суседни чвор бивају распоређени по циљном чвору, суседном чвору и њима директно надређеном чвору и по потреби прилагођени
 - фаворизација попуњености чворова од 75%
 - када су и циљни чвор и суседни чворови без слободног места примењује се дељење

Додатне варијације

- $B^\#$ -стабло (Mogin, 2008)
 - варијанта основног B -стабла и B^* -стабла
 - примена радње дистрибуираног дељења ради унапређења перформанси
 - гарантована попуњеност чворова од 66% за све нивое у стаблу осим за почетна два
 - радња дистрибуираног дељења
 - када су при упису новог елемента без слободног места и циљни чвор и суседни чворови
 - слично радњи преливања али уз увођење новог чвора који ће уз циљни чвор, суседни чвор и њима директно надређени чвор послужити при распоређивању новог и одређених постојећих елемената
 - преливање и обично дељење су такође заступљени али се примењују само у одређеним ситуацијама

Додатне варијације

- B^+ -стабло (Mogin, 2008)
 - модификација основног B -стабла
 - погодност за тражење логички наредног слога
 - промене у односу на основно B -стабло
 - вредности кључа за све слоге распоређене су у листовима
 - листови су спрегнути ради чувања информације о логичким везама између слогова у логичкој структури података датотеке
 - најмање вредности кључа из свих листова осим крајњег левог бивају заступљене и у чворовима на вишим нивоима (унутрашњим чворовима)
 - вредности кључа из унутрашњих чворова се не понављају у надређеним чворовима
 - унутрашњи чворови у погледу структуре одговарају чворовима основног B -стабла

Додатне варијације

- Индекс-секвенцијална датотека с B -стаблом (Mogin, 2008)
 - модификовано B^+ -стабло као основа
 - листови модификованог B^+ -стабла уместо парова кључ – придружени податак садрже целокупне слоге
 - листови модификованог B^+ -стабла су блокови примарне зоне
 - стабло тражења има структуру и особине основног B -стабла или неке од његових варијанти
 - садржане су само најмање вредности кључа из свих блокова примарне зоне осим из логички првог блока
 - погодност и за директну и за редоследну обраду

Садржај

- Увод
- *В*-стабло
- Процедуре
- Одлике и примена
- Додатне варијације
- **Ресурси**

Ресурси

- Извори и литература
 - Pavle Mogin. Strukture podataka i organizacija datoteka. 3. izdanje. Računarski fakultet (Beograd, Srbija), CET (Beograd, Srbija). 2008.
 - Glava 13. Indeksne datoteke sa B - stablima